# Atome, Maschinen, Lebewesen

## Aus der Vergangenheit von Erfindung und Naturforschung bis in das mittlere 20. Jahrhundert

Dr. Gottfried Zirnstein

23. Juni 2020

(Noch zu präzisierendes Manuskript, hervorgegangen großenteils aus Lehrveranstaltungen)

Namentlich für Lehramtskandidaten in Chemie, Biologie, Physik, Geschichte, Geographie, für Lehrer, Museologen, an Allgemeinbildung Interessierte

**Nicht alles muß für jeden sein. Suchen Sie sich das Ihre heraus.**

Wenn nicht alles gleichmäßig und abgewogen behandelt wird, dann, um Möglichkeiten für die Belebung von Unterricht zu bieten, was Berichte über einzelne Errungenschaften eher erlauben als Daten allein.

Da ZIRNSTEINs Spezialgebiete die Geschichte der Evolutionstheorie und der Erdgeschichtsforschung sind und diese gesondert abgehandelt werden, wurden diese Gebiete hier nur eher kursorisch abgehandelt und vor allem die benutzte Literatur nur zu einem kleinen Teil mitgeteilt, wobei in den mitgeteilten spezielleren Arbeiten zu ZIRNSTEIN schon weitere Literatur enthalten ist.

## Vorbemerkung

Von GOETHE ist der Ausspruch überliefert: "Dass Moskau verbrannt ist, thut mir gar nichts. Die Weltgeschichte will künftig auch was zu erzählen haben." Man könnte antworten: Ein Brand von Weimar hätte vielleicht auch gereicht. Aber: Wer sich für Naturwissenschaften und Technik interessiert, der kann in deren Entwicklung so viel Großes und Interessantes finden, daß man auf den Brand von Moskau gern verzichten könnte. Brände haben nur vernichtet, was an intellektuellen Gütern zur Rekonstruktion der Entwicklung der geistigen Leistungen der Menschenheit verblieb.



Abbildung 1: Lange nach dem Anfang.

# 1. Frühe Menschheitsgeschichte - frühe bedeutende Erfindungen

## Kultur- und Technik-Entwicklung, also 'Kultur-Evolution, und biologische Evolution der Menschen

Die Jahre ab etwa 1855 und dann die 1860er-Jahre brachten nicht nur die von CHARLES DARWIN auf ein diskutables Fundament gesetzte Evolution der Lebewesen, sondern auch die durch archäologische Funde und nicht aus Völkervergleichen oder aus alten Sagen abgeleitete Erkenntnis von einer später manchmal auch 'Evolution' genannte **Entwicklung der materiellen Errungenschaften** und auch der künstlerischen Fähigkeiten der Menschen. 'Vorläufer' gab es auf beiden Gebieten, der biologischen Evolution wie der kulturell-technischen. Außer Großgräbern waren als vorgeschichtlich bekannt die **Kjökkenmöddinger**, die Abfallhaufen von Nahrungsresten an der Küste Jütlands und auch die Schweizer **'Pfahlbauten'**. Aber das war nicht das Werk von Vormenschen. Die Kulturentwicklung wurde also **eher nachweisbar als** die Erkenntnis von einem **biologischen Wandel der Menschen**, der biologischen Menschen-Evolution. Aber mit der DARWINschen Evolutionstheorie und der Erforschung der Steinzeit wurde in den 1860er-Jahren **für viele Menschen ein neues Weltbild geschaffen**, gab es einen neuen begründeten **Bruch mit der religiös-kirchlichen Auffassung**. Weltanschaulich war es eine bewegte Zeit. Die Debatten gingen auch danach selbstverständlich weiter. Aber die Grundlagen waren gelegt. Zu der Forschung war ein Problem, daß an Plätzen mit gegenständlichen Funden es oft keine biologischen Menschenreste gab. Die viel selteneren Menschenreste waren oft nicht mit gegenständlichen

Funden umgeben. Am ehesten fanden sich in Höhlen Säugetier-Reste, Menschenreste und gegenständliche Fundstücke beeinander. Das war oft nicht das Älteste. Die in großen Perioden der Menschen-Entwicklung herrschende Vergletscherund Mitteleuropas, die **Eiszeit-Theorie für Mitteleuropa** wurde **erst 1875** weit akzeptiert und es kam die Gliederung des Eiszeitalters, des Pleistozän, natürlich erst danach.

## Der Mensch: Notwendigkeit von Technik

Entscheidende Grundlagen für das Emporsteigen der Menschheit wurden gelegt, bevor es Aufzeichnungen gibt. Der vielfältige Nachweis einst primitver Geräte und ihre Verbesserungen mit der Zeit sind wohl neben den Schädel-Veränderungen die klaren Zeugnisse für eine mit Religion nicht vereinbare Umbildung, vielleicht auch als "**kulturelle Evolution**" zu bezeichnen, von 'Vor- und Frühmenschen' zum Jetztmenschen. Wann gab es jene Mutation oder jene Mutationen, jedenfalls bleibnenden Veränderungen, welche die intellektuellen Fähigkeiten hervorbrachten, die man als dem Menschen zugehörig bezeichnen muß, bei aller Anerkennung der Fähigkeiten auch höherer Affen? Geschah es im Zusammenhang oder wenigstens Zeitgleichheit mit der Herausbildung der menschlichen Anatomie (S. MCBREARTY 2012)? Etwa der israelische Historiker YUVAL NOAH HARARI (so 2015, S. 11) spricht von einer '**Kognitiven Revolution**', die es vor etwa 70.000 Jahren gab und die zu den Errungenschaften jener Primaten resp. Angehörigen der Art ***Homo sapiens*** führte, welche "Geschichte überhaupt erst in Gang" "brachte." ***Homo*** war eine Gattung, welche mehrere Arten enthielt, die alle auch schon gewisse kulturelle Errungenschaften besaßen und dennoch dann verschwanden. Im eiszeitlichen Europa lebte der *Homo neanderthalensis*. Verschwand er infolge einer Vulkankatastrophe, von den heutigen Phlegräischen Feldern her? In den "Weiten Asiens" lebte lange, 1,5 Millioenen Jahre lang und damit als "die langlebigste Menschenart aller Zeiten" der *Homo erectus*. Und von ihm mögen jene kleinwüchsigen Arten herkommen, wie der (Y. N. HARARI 2015, S. 14) der *Homo soloensis* auf Java, der *Homo florensis*. Der *Homo florensis* war also auf die Insel Flores gelangt. Diese in der Presse auch als 'Hobbits' bezeichneten 'Flores-Menschen' waren etwa 1 m groß, wogen 25 kg, benutzten Speere, jagten die Zwergelefanten, Gattung *Stegodon* auf Flores. Waren die Flores-Menschen geschrumpt wie manche Inseltiere, und auch das Gehirn? ((J. BLECH 2004). Als eine neueste wohl selbsttändige Art wurde auf der Insel Luzon in einer Höhle gefunden der um 67.000 Jahre alte *Homo luzoensis* (Internet Spektrum de 10, 4. 2019). In Afrika erstanden dann weitere Arten der Gattung Homo. Die Arten erschienen nicht nacheinander, sondern lebten wenigstens zeitweilig auch gleichzeitig auf der Erde. Die Gatung Homo war also eine recht variable Gattung, mit manchen Unterschieden, Diese als Arten un-

terschiedenen Vertreter der Gattung *Homo* haben nichts mit den gegenwärtigen 'Rassen' zu tun. Der ***Homo sapiens*** ist dann ausgezeichnet durch sein Gehirn, das nur 2 - 3 % seiner Körpergewichts ausmacht, aber auch im Ruhezustand etwa 25% seiner Körperenergie verbraucht, während die anderen 'Affen' für ihr Gehirn nur "rund 8" % aufwenden (Y. N. HARARI 2015, S. 17). Der aufrechte Gang (S. 19) war verbunden mit schmaleren Hüften, "damit einen engeren Geburtskanal", während gleichzeitig "die Köpfe der Säuglinge immer größer wurden." Das machte den Geburtsvorgang bei Menschen so beschwerlich und problematisch, und die gebärenden Frauen zahlen den Preis für die mit dem größeren Gehirn verbundene höhere Intelligenz und für den dafür auch nötigen aufrechten Gang. Dabei kommt ein **Menschenjunges** im Vergleich zu den meisten anderen Säugetieren in einem sehr unausgereiftem Zustand zur Welt, ist also 'Frühgeburt'. Die Jungen anderer Säugetiere, ob die Fohlen der Pferde oder die Lämmer der Schafe, stehen von Anfang an auf den 'eigenen Beinen', finden eigenständig den Weg an die 'Mutterbrust.' Jahre hindurch muß das Menschenkind betreut und gepflegt werden - und dabei kann das Gehirn in einer anderen Säugetieren unbekannten Weise reifen, bei manchen bis hin zu mathematischer Genialität.

Unsere Erkenntnisse über die alten, schriftlosen Zeiten beruhen zu einem Teil auf **Ausgrabungen**. Dabei ist es nicht zu vermeiden, daß durch die Ausgrabungen manche 'Erkenntnisgegenstände' vernichtet werden (H. KLOTZ 1995), die im Schutz der Erde liegenden Lehmhäuser sind freigelegt nur mühsam zu erhalten und ausgegrabene Hügel müssen eben durchschnitten werden.

**Werkzeuge,** wie sie in Vorstufen in Gestalt von Steinchen oder Dornen auch manche Tiere benutzen, sind Fortsetzung und Verstärkung eines körperlichen Organs, "Verlängerung des Leibes" (H.-B. GERL-FALKOVITZ 1999, S. 89). Von Werkzeugen sollte nur gesprochen werden, wenn eine "absichtliche Herstellung zu gewollten Zwecken" vorliegt (R. GRAHMANN 1939, S. 88). Die "**Maschine**", um das hier vorwegzunehmen, ersetzt das "Leibliche", geht über seine Grenzen hinaus, wird vom Körper "tendenziell unabhängig", leistet in Schnelligkeit und Ausmaß mehr als dem menschlichen Körper auch mit Werkzeugen möglich ist. Einige frühe Werkzeuge und Errungenschaften gehen auch weit über das hinaus, was 'Verstärlung eines körperlichen Organs ist, denn für Bogen und Pfeil oder gar das Rad gab es kein Vorbild in der Natur. (O. KRAEMER 1963, S. 242), und was kannte der Frühmensch schon von Werkzeugen der Tiere, und die Angel konnte wohl kaum von dem kaum bekannten Anglerfisch abgeleitet sein.

Gegenüber den meisten Lebewesen ist der Mensch **in seinen körperlichen Fähigkeiten wenig gut** ausgerüstet. Andere Lebewesen, auch Säugetiere, besitzen spezielle Fähigkeiten. Sie lassen in diesen den Menschen weit hinter sich, etwa im Springen, Schwimmen, Laufen, Klettern, Tauchen, gar dem vielen Lebewesen allerdings

nicht zukommendem Fliegen, im Ergreifen von Gegenständen wie Nahrung. Die Menschen sind infolge ihres **Gehirns** spezialisiert-kreative Wesen.Sie können viele **nicht vorhandene Fähigkeiten durch ihre Geräte und Apparate kompensieren.** Die Philosophen und Soziologen MAX SCHELER und namentlich ARNOLD GEHLEN (1940/1962), neben HELMUTH PLESSNER die Vertreter der "Philosophischen Anthropologie", sprachen vom Menschen als "Mängelwesen", eine eben wegen der Gehirnleistungen auch kritisierte Bezeichnung (H. OTTMANN 1993). GEHLEN hielt wie etliche Anthropologen den Menschen für ein Wesen, das in der Entwicklung der Primaten die anfängliche Unspezialisiertheit beibehielt. im Unterschied zu den sich spezialisierenden Affen. Letztere sind also nicht 'unsere' Vorfahren, sondern Geschwister, die sich anders entwickelten. Der "Unspezialisierte" hat noch alle Entwicklungsmöglichkeiten, die dem Spezialiserten wegen der Unmöglichkeit der Rückkehr zu vorangegangenen Zuständen verwehrt sind. Dem Menschen kommt also "positiv ausgedrückt, Primitivismus" zu, während spezialisierte Zustände "Endzustände der Entwicklung" sind (A. GEHLEN 1962, S. 86). Dem Vormenschen war also wegen seiner Unspezialisiertheit eine großartige Entwicklung möglich. Er hätte sich feiern lassen können als **der feuerstehlende Prometheus**, der dem Obergott bei GOETHE zuruft: "Und meine Hütte, die du nicht gebaut. Und meinen Herd, Um desen Glut Du mich beneidest." Aber das Feuer wurde genutzt lange bevor es griechische Sagen und Zeus gab. Welche Gehirnausstattung, möglichweise von späterer verschieden, war erforderlich, um zu den großen Erfindungen der Vorzeit zu kommen?

Mit den technischen Errungenschaften, dem **Feuer und der Fellbekleidung**, und seitdem vielen anderen bis ins 21. Jh., wurde **viel Umweltabhängkeit gebrochen**. Die frühen Homo-Arten waren den fleischfressenden Raubtieren gegenüber in keiner besonderen begünstigten Lage und stellten sich erst mit Feuer und gewisser Technik an die Spitze einer 'Nahrungskette', wurden seitdem nur selten von Raubtieren getötet und verschlungen - heute das nur in seltenen Fällen beim Sportjagen in der Wildnis, bei Unvorsichtigkeit im Zoo oder beim Baden in Gewässern mit Haien. Mit Feuer und Fellbekleidung konnten bisher von den menschlichen Wesen der *Homo sapiens* nicht besiedelte Gebiete für sie bewohnbar werden, Mit dem Feuer war es wohl erst möglich, daß **Höhlen** auch **zu Wohnstätten** wurden (W. H. THORPE 1974, S. 281). Das Feuer war aber eine 'Kraft', welche die Körperkräfte weit übersteigen konnte, und mit dem man trockene Wälder oder Steppen weithin abfackeln konnte und schuf einen Graben zwischen "Menschen und dem Rest der Tierwelt" (Y. N. HARARI 2015, S. 23). Es kam für die Menschen auch die **Abhängigkeit von den technischen Errungenschaften**. Und das im Falle von Feuer und **Kleidung** schon deshalb, weil die Körperbehaarung der Menschenwesen verlorenging (C. STERN 1968, S. 669). Zur Kleidung, zunächst Felle, traten in Regionen mit kaltem Boden die **Schuhe**, auch eine großartige Erfin-

dung.. Ötzi, etwa 5.300 Jahre alt, trug Schuhe. Aber **Abhängigkeit** voneinander besteht **in der Biospäre ohnehin**, denn nur die Pflanzen erzeugen aus anorganischen Substanzen organische (S. 668), und die sich heterotroph ernährenden Lebewesen, Tiere und Pilze, sind für den Abbau der organischen Pflanzensubstanz nötig.

Vielleicht etwas übertrieben wurden in der Technik bei A. GEHLEN (1957, S. 8) unterschieden: 1. **Ergänzungstechniken**, die Organleistungen verstärken, so der Schlagstein als Zusatz zur bloßen Faust, 2. **Verstärkertechniken**, die Organleistungen überbieten, "natürliche Fähigkeiten" "potenzieren", so Hammer, Mikroskop, Telefon, 3. **Entlastungstechniken**, mit großer Arbeitsersparnis wie der Räderwagen gegenüber dem physische Schleppen von Lasten.

Eine **biologische Voraussetzung** für die großartige Menschenentwicklung war außer dem **Gehirn** aber auch die **Hand mit dem opponierbaren Daumen**, ein großartiges Werkzeug. Der Anatom HYRTL (zit. bei EU: DUBOIS 1894, S. 33) sagte treffend zur Hand: "Sie ist es, die dem Geiste die Macht zur Ausführung seiner Gedanken verleiht, durch die er die verschiedenen Formen der Materie beherrscht, bildet, schafft und zu tausend nützlichen Zwecken verwendet." Schon bei den Primaten ist die Anordnung, die **Stellung der Augen** im Gesicht geeignet **zum dreidimensionalen Sehen**, läßt also Entfernungen abschätzen, und auch das besitzt der Mensch. An der Seite stehende Augen lassen etwa das Nashorn vermeintlich wenig einsichting bei Gefahr nur nach vorn spurten. Verwiesen wurde bei EU. DUBOIS 1894 (S, 38) auch auf die **Erweiterung des Raumes für die Zunge** zwischen den Zahnreihen im Unterkiefer ab den zum Menschen führenden noch affenartigen Vorfahren und damit der Entstehung besserer **Möglichkeiten für das Sprechen**. Es erscheint fast wunderbar, wie Abänderungen und Auslese für zum Menschen führende Merkmal zusammenwirkten, hier also evolutionär ein einmaliges Wesen zustandekam.

Ein wesentlicher Zug menschlichen Wesens ist aber auch, daß er in der Technik und auch in der viel später entstehenden Wissenschaft **über das zur reinen Selbsterhaltung Notwendige hinausgeht** (W. PROß 2011, S. 216)**.** Und das vielleicht aus religiösen Gründen, gefürchtete Gottheiten zu verehren, oder auch aus einem Streben nach Selbstverwirklichung, einem Gestaltungswillen zu Kunst und Schönheit? Kann der Mensch selbstgefällig in sich ruhen? Braucht der Mensch nach Meinung mancher 'Edelkommunisten' nur Tisch, Stuhl, Bett und was zu 'Fressen' auf dem Tisch?

Zu den **ererbten Eigenschaften** der Menschen gehört auch die **Gruppenbildung**, welche ja auch bei den Affen vorkommt. Und in den Gruppen wohl schon früh die allgemeine **Anerkennung sozialer Differenzierung**, erkennbar in den

Gräbern mit den bei manchen eindrucksvollen Beigaben. Die soziale Stellung wurde wohl oft auch vererbt (M. ZVELEBIL 1986, S. 90). Ohne einen respektierten 'Leiter' und nur in allgemeinem Gerede kommen auch heutige Gruppen nicht weiter, so sehr Zustimmung nicht erzwungen werden kann.

## Methoden der Zeitbestimmung im Klimawechsel und auch der frühen Menschheitsgeschichte

### Pollenanalyse

Die mitteleuropäischen Moore bildeten sich nach dem Gletscherrückzug, sie wuchsen mehr oder weniger gleichmäßig in die Höhe. Eingebettet in den aus dem Torfmoos/*Sphagnum* gebildeten vertorften Schichten sind in ihren Herkunftsarten unterscheidbaren Bäumen und anderen viele Pollen liefernden Gewächsen, auf Steppen verweisenden Beifuß/*Artemisia* oder gar auf Landwirtschaft verweisende Getreidepollen, Aus dem Wechsel in der Häufigkeit der Pollen von verschiedenen Arten, welche auf bestimmte Klimazustände hinweisen, läßt sich der Klimawechsel ablesen. Aus dieser **Pollenanalyse** wurde besonders deutlich, daß die Temperaturzunahme nach dem letzten Gletscherrückzug noch einmal unterbrochen wurde durch eine kältere Periode. Die schon wärmere Periode war die **Alleröd**zeit, die Allerdödschwankung, benannt nach einem dänischen Ort, nicht nach einer Öde. In der Allerödzeit gab es auch die von den Gletschern wohl völlig unabhängigen letzten Vulkanausbrüche in Mitteleuropa, wobei zuletzt der Laacher See in der Eifel entstand. Die weit verbreiteten Ascheablagerungen des den Laacher See schaffenden Ausbruchs bieten auch anderswo in Ablagerungen einen Zeitpunkt, wenn der Ausbruch zeitlich eingeordnet werden lann. Auf ein **Ältere Tundrenzeit** folgte also nach der Alleröd-Zeit die **Jüngere Tundrenzeit** und dann erst die weitere Erwärmung, Leitpflanze der Tundrenzeit ist die in den entsprechenden Ablagerungen auch fossil nachweisbarte ***Dryas octopetala L.***/Achtblättrige Silberwurz, ein Rosengewächs, die man heute wildwachsend allerorten auf Island oder in höheren europäischen Hochgebirgen antrifft.

### Dendrochronologie

In Holzgewächsen, Bäumen, gibt es einen durch einen Jahresring aufgezeichneten Jahreszuwachs (u. a. Wikipedia 2017).

In Jahren mit guten Wachstumsbedingungen gibt es breitere Ringe. Konnten besonders ausgprägte Jahresringe in die Zeitskala eingeordnet werden, dann läßf sich

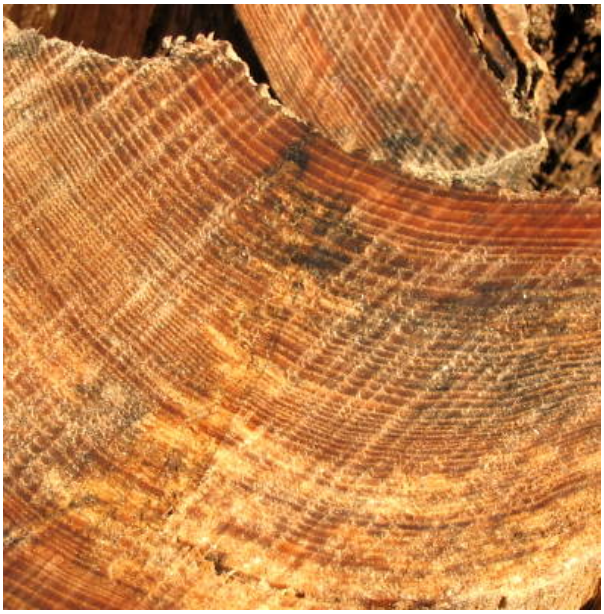

Abbildung 2: Jahresringe, abgesägter Baumstamm.

die Jahresringfolge auch bei anderen Bäumen der Region oder sogar weiter ausgebreitet feststellen. Wenn alle Jahresringe erhalten sind, läßt sich bei historischen Hölzern, etwa in einem Gebäude, vielleicht einem Fachwerkhaus, das Fälljahr genau bestimmten. Auch die Kunstwissenschaft konnte davon profitieren..

## C 14-Methode

Schon 1939 wurde gefunden, daß die kosmische Strahlung in namentlich der höheren Atmosphäre Neutronen entstehen läßt, die zu Stickstoff 14 führen der sich in das radioaktive Isotop **Kohlenstoff 14** mit einer Halbwertszeit von 5568 Jahren verwandelt, und dieses als C14O2 mit sonstigem Kohlendioxid ständig in den Stoffwechsel der lebenden Pflanze eingeht und mit der Pflanzennahrung in Tierkörper. Stirbt ein Lebewesen, hört der Stoffwechsel auf. Es gibt keine Neuaufnahme von CO2 , der C14-Gehalt in toten Pflanzenresten, etwa totem Holz, oder in Mumien sinkt dann ständig ab. Aus dem Verhältnis des 14 C in lebenden Organismen und erhaltenen toten Organismen-Resten läßt bis zu gewissen Grenzen das Alter der letzteren bestimmen, ntwickelt von LIBBY (s. 20. Jh.). Bestimmt werden können Reste namentlich der letzten Jahrtausende, die Zeit, welche die Archäologen und Historiker interessiert.

## Lumineszenzdatierung - ebenfalls für die Alterbestimmung der frühen Menschheitegschichte

Etliche "niehtleitende Festkörper", so Quarz, geben durch Erhitzen oder Belichten "zusätzlich zur Planckschen Wärmestrahlung Licht" ab, das aus der aufgenommenen externen Energie wie ionisierende Strahlung früherer Zeit herrührt, wie sie radioaktive Stoffe oder die kosmische Strahlung lieferten (CHR. SCHMIDT et al. 2016). Die Intensität der Lichtabgabe ist ein Maß "für die Zeit seit Beginn der Speicherung" von externer Energie.

## Materialien in der Frühzeit der Menschengeschichte - Lange Abfolge in der Werkstoff-Benutzung

Daß es einmal Epochen in der Menschheits-Geschichte gegeben hat, in der man viel einfacher lebte und andere Geräte und Werkzeuge besaß, wurde schon in der Antike gemeint. Es wurde dann erschlossen aus der ab dem 16. Jh. erfolgenden **Bekanntschaft mit heutigen Völkern mit anderer Kultur**, solcher mit Jagen und Sammeln und der Benutzung von Steinwerkzeugen. Von Stufen der "Wildheit", die also auch die europäischen Völker offensichtlich einmal durchliefen, sprach man schon im 18. Jahrhundert. Auch den arabischen Gelehrten IBN (C)HALDUN, 1332 – 1406, hatte im 14. Jh. in Nordafrika der Unterschied von Nomaden, seßhaften Bauern und Städtern zu entwicklungsgeschichtlichen Überlegungen angeregt (H. MÜLLER-KARPE 1998). Ansätze solchen Denken über 'Entwicklung' in der Geschichte gab es auch im Altertum. Aber die Sagen, die Mythen sprachen auch für plötzliche Einsetzung von etwas Neuem, für rasches Belehren der Menschen etwa über Ackerbau durch göttliche Hilfe, etwa durch die Ackerbaugöttin, durch Demeter. 'Entwicklung' war also nicht die erste Erklärung für das Zustandekommen der Dinge der Menschen (J. HUIZINGA 1954). Aus Verhältnissen heutiger Völker auf die Zustände in der Vergangenheit überall zu schließen, etwa auf eine einstige allgemeine Promiskuität, ist allerdings nicht unbedenklich, ja wohl falsch, da bei den verschiedensten, ja wohl **bei allen Völkern, auch eine eigenständige Entwicklung** stattgefunden hat.

Andererseits wurde lange verkannt, daß **die ältesten Geräte von** Menschen stammen, die nicht die heutigen waren, also etwa die sich durch eigene DNA. Besondrerheiten auszeichnenden Neandertaler oder noch frühere **Vormenschen** waren. 'Antiquitäten', alte Hinterlassenschaften, bis hinab zu Urnen, wurden mindestens seit der Renaissance gesammelt und wurden Stücke in den privaten Sammlunsgkabinetten. Sie galten in ihren älteren Stücken als aus "heidnischen". aus

"germanischen" Zeiten (D. HAKELBERG et al. 2010), bevor die Römer kamen und viel mehr hinterließen.

Die Menschheit ist heute wie einst ebenso letztlich von den Naturgegebenheiten abhängig, von Energie und Nahrung. also von Lebewesen. Die Möglichkeiten der Veränderung und "Beherrschung" der Natur waren einst geringer. Aber es gibt auch heute ausreichend schwer ersetzbare Rohstoffe und auch die unersetzbaren Lebensmittel, welche auch dem modernen Menschen seine Abhängigkeit von außen immer wieder vor Augen führen.

Aus Funden aus der Vergangenheit hat nach **Werkstoffe**n der dänische Archäologe CHRISTIAN JÜRGENSEN THOMSEN (N. SPJELDNES 1975) die Ausstellungsstücke im Museum für "nordische Altertumskunde" in die 3 großen Perioden, "Stufen", **Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit** eingeordnet, in Briefen seit 1818, publiziert 1836. THOMSON soll die Sortierung der Gegenstände nach den Materialien zuerst nur durchgeführt haben, um in einem chaotischen Museums-Durcheinander etwas Ordnung einzubringen. Es sollte noch nicht eine allgemein gültige Stufenfolge bedeuten. Aber mit dem Begriff 'Steinzeitvölker der Gegenwart' wurde später manche Abwertung bebrieben. Aber Metall ist eben nicht überall gewinnbar gewesen und man durfte Kulturhöhe nicht nur nach den Werkstoffen messen wollen. Dänemark wurde ein Musterland der Museologie. Man konnte auch an ein Erbe des OLAF WORM mit dessen weitberühmten Naturalienkabinett denken. In Dänemark wie in Schweden wurde schon im 17. Jh. die Erfassung von Altertümern regierungsamtlich verordnet (G- DANIEL 1990, S. 30/31) THOMSONs Steine waren noch keine uralten. Es gab Vorläufer dieser Werkstoff-Geschichte, in Frankreich 1738 ANTOINE IVES GOGUET (H. PLETICHA 1988, S. 29). Als Ausgräber hat der Däne JENS JACOB WORSAAE (G. DANIEL 1974) die von THOMSON Periodisierung 1840 in die Feldarchäologie übertragen für die von ihm erforschten Grabhügel Dänemarks. Zur Deutung der vorgeschichtlichen Funde lieferte Dänemarks Besitz von Grönland brauchbare Beispiele aus der dortigen Kultur der Inuit/Eskimo. In Dänemark wurden Funde auch verkauft, konnte etwa der Engländer LUBBOCK seine Sammlung bereichern (J. OWEN 2014, S. 24).

Steine und Metall, auch Geweih und Elfenbein, blieben besser erhalten als andere Werkstoffe, aber diese, namentlich **Holz** oder **Leder**, selbst **Knochen**, waren mindestens ebenso wichtig, wohl viel häufiger benutzt. Bronze war wohl gegenüber Holz meist ein eher seltener Werkstoff. Für manche Dinge, vor allem künstlerische Arbeiten, wurde **Elfenbein** benutzt, und gerade nach dem Aussterben des Mammuts, *Mammuthus primigenius*, lagen vor allem in Sibirien gefahrlos einzusammelnde Stoßzähne herum. Elfenbein ist ein Werkstoff von großer Reinheit und Haltbarkeit, von Härte und zugleich Elastizität. Mammutrippen-Knochen dienten selbst als Gerüststangen bei einfachen Bauten.

Es ist wohl auch klar, daß das 'historische' Ende der Steinzeit und der Beginn der Bronzeit nicht das Ende jeder Benutzung von Stein bedeutete. Auch gab es Stein und Bronze noch in der 'Eisenzeit', und Holz und Leder sowieso. **Neue Werkstoffe** gaben, bis heute, statt eines vollkommenen Ersatzes meistens ein **bereicherndes Nebeneinander**, wenn auch mit quantitiven Unterschieden.

Bei Steinen gab es nur mechanisch hervorgerufene Gestaltverändserungen, Bei der späteren Töpferei und Metallherstellung waren mit Ausnahme der Edelmetalle und der direkten Verwertung von Holz und Kohle **chemische Veränderungen** nötig. Und auch in der ferneren Geschichte mußten die meisten **Rohstoffe** für ihre Verwertung einer meist chemischen Veränderung unterworfen werden, ob bei Kohle, Pflanzensäften, Kalk und Zement, Erdöl, Kautschuk und anderen. Mit der Erfahrung, ja der Erforschung, wurde gefunden, **was in den Rohstoffen an Möglichkeiten** für den Menschen **'steckt'**, wenn man verändert! Die Natur liefert keine gebratenen Tauben und Beerenfrüchte reichen eben nicht.

**Allgemeine Probleme der alten Technik- und Kultur-Entwicklung - Was brachte die Neuerungen zustande?**

## Für alle Kulturen gleichartige Stufenfolge in der Enwicklung? - "Evolutionismus"

Eine zeitweise verbreitete Vorstellung war die vom "**Evolutionismus**". Nach dieser Ansicht sollten **alle Kulturen dieselben Stufen** durchlaufen, ja durchlaufen müssen. **Die einen** Völker sollten dabei den anderen zeitlich **vorangehen**. Das Vorangehen wurde im 19. Jh. auch mit Rassenunterschieden erklärt. Aber prinzipiell sollten alle zu demselben Durchlaufen der Stufen befähigt sein. Dieser Evolutionismus sollte gelten sowohl für die **Werkstoff-Benutzung**, vom Stein zur Bronze und zum Eisen, als auch **für die geistige Kultur, die sozialen Institutionen, ja die Religionen**. Mag einiges daran zutreffen, so war er in seiner behaupteten Allgemeingültigkeit übertrieben. Die aus der eigenen wissenschaftlich-technischen Entwicklung abgeleitete Vorstellung, daß **technisch-wissenschaftliche Fähigkeiten der Maßstab für Intelligenz**, für Menschenhöhe ist, mußte wohl korrigiert werden (N. C. GILLISPIE 1977). Der "Evolutionismus" war zweifellos Teil der Suche nach "normativer Allgemeingültigkeit" im Geschichtsverlauf, ein Streben nach Gesetzmäßigkeiten in der Geschichte, wie es auf gewissen Gebieten auch der Marxismus betrieb und wie es etwa der große niederländische Historiker J. HUIZINGA (1954) ablehnte. Wer Geschichte von Technik, Landwirtschaft, Wissenschaft, Kunst und anderem betreibt, kommt über ein **Nachdenken über Stufen, Perioden, Höhen** nicht herum -wie sehr man es im einzelnen und

überhaupt anders sehen und auch ablehnen kann.

Aufeinanderfolgende Zivilisationsstufen wurden schon in der Antike erörtert. Gerade im 18. Jh., als sich eine neue Gesellschaft anbahnte, war von führenden Historikern verstärkt an **Stufen in der Zivilisationsentwicklun**g gedacht worden. ADAM SMITH sah eine kontinuierliche Zivilisierung von einer **Jäger- über Hirten- und Agrarkultur** zur ökonomischen Moderne, der "commercial society" (D. C. BROWER 1992). Der Baseler ISAAK ISELIN (H. ZEDELMAIER 2011) sah psychologisch bestimmte Entwicklungsstufen, und Stufen gibt es auch bei dem Schotten ADAM FERGUSON um 1767. Der EDWARD GIBBON jedoch schon dachte an eine einstige selbständige Hirten-Gesellschaft, die nicht Vorstadium der Agrargesellschaft war.

Die **Gründe für die Gleichartigkeit in den Entwicklungsstufen** führte schon der schottische Historiker WILLIAM ROBERTSON (so zitiert bei dem das ablehnenden G. E. SMITH 1932, S. 17, S. 107), 1764 Historiographer Royal, auf die **gleiche innere Disposition des menschlichen Geiste**s zurück. ROBERTSON hatte sich mit der Geschichte von **Amerika** befaßt, kannte die Gleichheit in vielen Dingen der Kultur und namentlich der Hochkulturen. Wie G. E. SMITH (S. 109) betonte: "The American problem remains the crux of the whole dispute regarding diffsion:" Der 1826 in Bremen geborene und 1905 gestorbrene weitgereiste Völkerkundler ADOLF BASTIAN führte die Gleichheit in der Enwicklung zurück auf "**Elementargedanken**", "der zufoge jede Gruppeneinheit unabhängig von den anderen zu den gleichen und in der nämlichen Reihenfolge aufeinanderfolgenden Kollektivgedanken gelangt" (so formuliert bei P. HONIGSHEIM 1929, S. 591). Die Menschen haben einen gleichen Geist. und bei gleichen Beobachtungen und Notwendigkeiten kommen die gleichen Lösungen zustande (H. PLISCHKE 1953).

## Kultur-'Zivilisations'-Evolutionismus bei dem hauptsächlichen Begründer TYLOR - 1873

Hauptsächlicher Begründer dieses kulturellen Evolutionismus war der Engländer Sir EDWARD BURNETT TYLOR ((N. C. GILLESPIE 1977, CHR. HOLDSWORTH 2004), einer der Begründer der Anthropologie überhaupt, jedenfalls der **Kulturanthropologie.** 1896 wurde TYLOR erster Professor der Anthropologie in Oxford. Aus nicht unbegüteter Familie war der 1832 Geborene 1855/1856 aus Gesundheitsgründen nach den USA gereist und weilte 1856 auf Kuba und dann mit dem ihn anregenden Ethnologen HENRY CHRISTY in dem an Altertümern reichen Mexico. Um die für seine Vorstellungen auch wichtige Gebärdensprache

zu verstehen, hatte TYLOR sich in den frühen 1860-er-Jahren sogar verschiedene Monate in der Berliner Taubstummen-Anstalt aufgehalten. TYLOR hat seine Gedanken niedergelegt namentlich 1871 in dem 2-bändigem Werk "Primitive Culture: Researches into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art, and Custom", dtsch 1873. Das war also im Jahrzehnt nach DARWINs erstem Werk über den "Origin of Species" Später relativierte TYLOR manche Ansichten. TYLOR verglich, namentlich nach Berichten von Reisenden, die Gleichheit oder Ähnlichkeit der Sitten, Gebräuche, Glaubensinhalte nder verschiedenen Völker und auch das Überleben solcher früheren Gegebenheiten bei moderneren Menschen. Die bei den einzelnen Völkern irgendwo in der Welt erreichte unterschiedliche gesehene Zivilisationshöhe wird auch auf die Entwicklung in der Vergangenheit übertragen, welche eben bei den verschiedenen Ethnien ungleich rasch verlief (S. 447), der Gedanke auch des 18. Jh. TYLOR meint (1873, S. 26): "Die gebildete Welt Europas und Amerikas stellt praktisch einen Masstab auf, wenn sie eigenen Nationen an das eine Ende der socialen Reihe und die wilden Stämme an das andere Ende derselben stellt, während die übrige Menschheit innerhalb dieser Grenzen vertheilt wird, ... Bei dieser Vetheilung sind die Hauptkriterien die Abwesenheit oder Anwesenheit, hohe oder niedrige Entwicklung der industriellen Künste, namentlich der Metallverarbeitung, der Verfertigung von Geräthen und Gefässen, des Ackerbaues, der Architektur u.s.w., der Umfang wissenschaftlicher Kenntnisse, die Bestimmtheit sittlicher Grundsätze, der Zustand religiösen Glaubens und Ceremoniells, der Grad der gesellschaftlichen und staatlichen Organisation, und so fort. In dieser Weise sind die Ethnographen im Stande auf Grundlage von Vergleichungen wenigstens eine ungefähre Entwicklungsskala der Civilisation zu construieren." Und mit Stolz kann festgestellt werden (S. 27): "Von einem idealen Gesichtspunkt betrachtet, erscheint die Civilisation als eine allgemeine Veredlung der Menschheit durch höhere Organisation des Individuums und der Gesellschaft, und zwar so, dass zugleich die Güte, die Stärke und das Glück des Menschen wächst." Die Vergleiche, und auf die lange Geschichte übertragen, sollen "die Stellung des Menschen in der Welt, wenn auch nicht mit voller Bestimmtheit und Vollkommenheit, aber doch jedenfalls deutlicher zu erkennen, als irgend eine frühere Generation" (1883, S. 531). Bei der Anerkennung der Entwicklung mußte die Fähigkeit angenommen werden von sich aus, ohne Außeneinwirkung, sich zu erheben. während mancher das nur wenigen zutraute und dann die anderen von seiner erreichten Höhe abhängig sind. Zur **materiellen Kultur** meinte TYLOR (1873, S. 68) noch, daß man "Im Feuermachen, im Kochen, in der Töpferarbeit, in den Webekünsten ... überall die Linie der allmählichen Vervollkommnung verfolgen" könne. Das gelte auch für die **Musik**, die "beginnt mit der Rattel und der Trommel", welche erdweit verbreitet sind, "während Pfeifen und Saiteninstrumente eine vorgeschrittene Musikkunst repräsnetieren." In der **Sprache** (S. 236) "besitzen die höheren Nationen ein voll-

kommeneres Ausdrucksvermögen", während "Metapher und Syntax gehören der Kindheit des menschlichen Gedankenausdrucks an und sind in der Sprache er Wilden ebenso vollständig zu Hause wie in der des Philosophen." In der **Religion** ist der "Animismus ... charaketeristisch für Stämme von sehr niedrigem Range rücksichtlich der Civilisation ....", reiche aber "bis mitten in die moderne Cultur" (S. 420). Wo, kann man ergänzen, gab es nicht alles noch Tieropfer bis in jüngere Zeit. Religiöse Meinungsunterschiede sollen Ergebnis einer geistigen Entwicklung sein. Später betonte TYLOR (1883, S. 81): "Die Stufe der Civilisation endlich lassen wir am zweckmäßigsten mit der Entwicklung der Schreibkunst beginnen" und vor allem (1883, S. 531): "Wir stehen nicht mehr, wie die Naturvölker, auf der Stufe des unbewussten, sondern auf der Stufe des bewussten Fortschritts." Das war wohl in der Entwicklung der Technik und dann vor allem der Wissenschaften der entscheidende Schritt, der **zum "bewußten Fortschritt"**, der bewußten Suche nach Neuen, nach Erklärung des Unbekannten. Das kam vor allem im 16./17. Jh. in Europa. Das gegenteilige Bewußtsein in TYLORs Worten: "Der Wilde betrachtet es niemals als seine Lebensaufgabe, mehr Kenntnisse zu erwerben und bessere Gesetze zu machen, als seine Väter. Im Gegentheil, er hat die Ueberzeugung, dass das Wissen, welches er von seinen Vorfahren ererbt hat, einer Verbesserung nicht bedarf. Daher setzen uncultivirte Völker der Ausführung der wünschenswerthesten Reformen einen hartnäckigen Widerstand entgegen ..." Dem "Wilden" wird aber auch zugestanden, daß er eben keine anderen Zustände kennt als jene, "unter denen er selbst lebt, und er würde daher voreilig handeln, wenn er bewährte Einrichtungen aufgeben und sich in Umwälzungen stürzen wollte, die vielleicht das vorhandene Gute zerstören, ohne dasselbe durch Besseres zu ersetzen" (1883, S. 531). Man kann ergänzen: Aber wie viele "Weiße" denken nicht ebenso?

TYLOR meinte (dtsch. 1883, S. 25): immerhin auch: "Der Verfall der Civilisation verdient die Aufmerksamkeit des Forschers in demselben Grade, wie das Fortschreiten derselben." **Ein Absinken** mancher oder vieler auch in der englischen Zivilisation, gab TYLOR (1873, S. 43) auch zu: "Wenn wir einen Vergleich zwischen den Papuas von Neu-Caledonien und europäischen Bettler- und Diebesbanden anstellen, so müssen wir leider anerkennen, dass wir unserer Mitte etwas Schlimmeres als Wildheit haben" (1873, S. 43). Es hätte zugehört: Und das haben "wir" nach Australien exportiert.

Daß man selbst, der Engländer zumal, schon die bisher höchste anzunehmende Stufe erreicht hatte, sollte eine **Vormundschaft** über jene rechtfertigen, die über ein Kinderstadium noch nicht hinausgekommen waren, aber mit **Außenhilfe** es eher erreichen konnten. Dabei wird nicht verkannt, daß es auch unter den Europäern ein erneutes Absinken geben kann. Vielleicht kann man auch entschuldigend sagen: Fußball-Spiele und ihre wildwerdenden Fans gab es noch nicht und die Kriege

des 19. Jh. nach 1815 glichen eher harten Polizeiaktionen. Eine **Zivilisierung** der "Wilden" sollte und mußte von den Kolonisatoren erfolgen. Das bedeutete ihre eventuelle Heranführung an europäische Art und Weise, letztlich die Assilmilation, die Aufgabe der eigenen Kultur. Als besonders primitiv galt manchen, wenn angeblich etliche "Wilde" religionslos wären, keine Gottesvorstellung hätten. Da die Herausbildung der Menschen aus einfacheren Wesen manchen nicht behagte, wurde auch gemeint, daß alles mit Menschenantlitz einmal göttlich-vollkommen war und nur manche Völker **Degeneration** erlebt hätten. Gerade Christen waren von der prinzipiellen Gleichwertigkeit aller Menschen überzeugt, alle als vollwertige Menschen gott-geschaffen, eine sicherlich humane Auffassung. Der Kapitän der Weltumseglung des Schiffes 'Beagle' ROBERT FITZ-ROY (1839/1966, S. 640 ff.) war kein Anthropologe, hatte aber im Zusammenhang mit seiner führenden Beteiligung an der ersten Reise der 'Beagle' 1826 - 1830 vor allem durch seine Bekanntschaft mit Patagoniern auf Feuerland diese angeblichen 'Wilden', 'savages', von einer ganz anderen Seite kennengelernt. FITZ-ROY (1839/1966, S. 10 ff. hatte 4 dieser Feuerländer auch zur Mitreise nach England überzeugt. Ein junger, als intelligent geschilderter Mann starb trotz Vaccination und aller Pflege im Marinshospital in England an den Pocken/small pox. Die anderen, ein ebenfalls junger Mann, ein Mädchen und ein älterer Mann wohnten dann im Hause eines Pfarrers und müssen einen guten, lernfähigen Eindruck gemacht haben. Interessierte besuchten und beschenkten sie und sie kamen auch zur Audienz zu seiner Majestät (S. 12). Die Königin schenkte der jungen Frau ihren Damenhut und einen Ring von ihrem Finger. Als Kommandant der zweiten 'Beagle'-Reise nahm FITZ-ROY die Feuerländer mit viel Gepäck zurück in ihre rauhe Heimat. Nach Auffassung FITZ-ROYs waren alle Menschen Nachkommen von Abraham und damit von vornherein zivilsiert. Sie waren alle eines Blutes, "of one blood" (S. 642). Unterschiedlich waren nur Hautfarbe und Haar, "there is far less difference between most nations, or tribes (selecting any two for the comparison), than exists between two individuals who might be chosen out of either one of those nations tribes; colour and hair alone excepted" (S. 642). FITZ-ROY glaubte an die biblische Sintflut und die Wanderung der Noah-Nachkommen in alle Welt, wobei dann Winde Boote auch in die Fernen des Pazifik abgetrieben haben. Klima, Lebensweise Ernährung führen zu einer bemerkenswerten Veränderung von Gestalt unf Größe, haben aber auf die Hautfarbe nur eine geringe dauernde Auswirkung (S. 646). Die Auffassung von dem **nachträglichen Absinken** von einst **viel besseren Menschen** vertrat in der Zeit von DARWIN etwa der damalige, auch an Naturwissenschaften interessierte DUKE of ARGYLL. Mehrfach, zuerst 1867 auf dem Meeting der British Assiciation for the Advancement of Science in Dundee, kreuzten der mit haupsächliche Begründer der prähistorischen Archäologie JOHN LUBBOCK als Evolutionist und der DUKE of ARGYLL als Vertreter der auch von theologischer Seite vertretenen

Degenerations-Auffassung die geistigen Klingen scharfer Diskussion (N. C. GILLESPIE 1977, S. 40 u. a.). Daß bei irgendwelchen Völkern von Kindheit gesprochen werden könne, bezweifelte 1893 EDUARD HAHN (S. 382): "... wir haben keinen Volksstamm, selbst nicht den niedrigstehenden der Erde irgendwie für jünger zu halten; in Wahrheit haben sie alle die gleiche Zeit der Entwickelung hinter sich, sie haben sich nur nach zum Teil sher abweichenden Richtungen entwickelt, und eine der divergentesten ist die des Negers gewesen;", der sehr unabhängig denke und handle und auf die europäischen Zivilisationsbemühungen nicht reagiere. Im 20. Jh. gab es dann die '**Modernisierungs-Theorie**', wonach alle Welt zum Stand der USA, zur liberalen, marktwirtwirtschafltichen Ökonomie samt der damit verbundenen ganz großartigen Demokratie und den einen Arbeitsplatz nicht einschließenden 'Menschnrechten' kämen oder kommen müßten, und nur etwa auch China oder auch der 'arabische Frühling' sich nicht recht dem fügten. Oder ist es bei auf die 90 Millionen zusteuernden Ägypter dafür schon zu spät?

## Weitere Gedanken zur weitgehend gleichartigen Evolution in der Kultur bei weiteren Autoren im 19. Jahrhundert und auch danach

Der US-amerikanische Anthropologe LEWIS HENRY MORGAN (F. W. H. 1962) hatte länger bei den Irokesen geweilt und glaubte dann verkünden zu können, 1877, also kurz nach TYLOR, daß eine auf den Frühstadien für alle Völker vorhandene allgemeinePromiskuität der **Entwicklung zu festen Ehen und Familien** voranging. Was besonders nach FRIEDRICH ENGELS mit der verachtenswerten Herausbildung von persönlichem Eigentum zusammenhängen sollte. Der Schweizer Jurist und Historiker JOHANN JAKOB BACHOFEN (K. SCHEFOLD 1987), ein religiös orientierter Mann, nahm sogar ein einst herrschendes **Matriarchiat** an, das einmal von angeblich allen Völkern durchlaufen wurde, ein Stadium des Mutterrechts, der Frauenherrschaft. Am Anfang bestand ein 'hetärisch-aphroditisches Mutterrecht' , dann gab es "äußerst langsamen Fortschritt der Menschheit zu ehelicher Gesittung" in einer höheren Stufe der mutterrechtlichen Kultur und in Athen und Rom folgte die vaterrechtliche Kultur mit "dem Sieg des apollinischen Geistesprinzips", mit der dionysischen Religion noch nebenbei (so b. A. CESANA 1983, S. 59). Eingeschränkt werden mußte die Freiheit (S. 61). Hinter allem sieht BACHOFEN einen den Geschichtsverlauf bestimmenden "göttlichen Willen" (S. 184) und "Alle Kulturräume und Erdteile durchlaufen denselben Entwicklunsgprozeß" (S. 185), aber das "Ende der Geschichte führt also in gewissem Sinne wieder zu den Ursprüngen zurück, aber auf einer höheren Stufe ..." Alles nachdenkenswert. aber nicht unbedingt akzeptabel.

Immer wieder betont wurde von anderen auch der allgemeine Weg von der Vielgötterei **zum Monotheismus**. Zum 'Monotheismus' lassen alle katholischen Heiligen grüßen. An diesen Verallgemeinerungen im sozialen Bereich setzte bald die Kritik ein, denn etwas das 'Mutterrecht' konnte nur bei wenigern antiken Völkern und auch da nicht als vollgültig gelten.

Um auch die Weiterentwicklung des Gedankens noch anzudeuten: In Deutschland haben die Historiker LAMPRECHT (C. VIOLANTE 2004) KURT BREYSIG (R. CHICKERING 1993, S. 337) das Durchlaufen derselben Kulturstufen bei allen Völkern und nur eben zu ungleichen Zeiten behauptet. Deutschland sollte gemäß LAMPRECHT zu seiner Zeit um 1910 neben einigen anderen Nationen die 'höchste Kulturstufe' erreicht haben und wäre somit zum "Mitberuf" der "Weltherrschaft" berechtigt, Der im Weltkrieg in Deutschland zivilinternierte, aber nicht von wissenschaftlicher Arbeit abgeschlossene belgische Historiker HENRI PIRENNE hatte da über Deutschland seine Zweifel, aber verblieb bei der Grundkonzeption seines Freundes LAMPRECHT, daß "die allgemeine Entwicklung der Gesellschaft und der Kultur überall in ihren Grundzügen dasselbe Wesen aufweist und analoge Stufen durchläuft" (zit. bei C. VIOLANTE 2004, S. 249). Auf frühen Stufen sollte größte Gemeinsamkeit bestehen, etwa auf dem Steinzeit-Niveau. Dann gab es bei verschiedenen Völkern die Veränderungen, die aber nicht alle mitmachten. Aber es wurde auch gemeint, von EDUARD MEYER, daß es Völker gibt, welche in Amerika und Australier, die keine Geschichte haben und die zu studieren entgegen der Meinung von BREYSIG für den Historiker sinnlos sei (R. CHICKERING 1993, S. 337). Ein von BREYSIG angestrebtes interdisziplinäres Institut für vergleichende historische Forschung in Berlin blieb auf Grund solcher Gegnerschaft auf der Strecke. Anthropologie war das eine, "Geschichte" etwas anderes.

Ähnliche Diskussionen hörten nie auf, gerade nicht bei den **Vorgeschichtlern**. K. J. NARR erörterte dann (Hrsg. 1957, S. 13; 1966, S. 233) erneut, warum es bei den verschiedenen Völkern **dieselben Stufen** in der Kulturentwicklung gegeben hat, und das wohl doch wenigstens in etlichen Fällen unabhängig voneinander. Erörtert wurde, ob es an der Umwelt mit ihrem Einfluß und eben ähnlichen Rohstoffen in den verschiedensten Erdregionen liegt oder an innerer Struktur des Menschen, also am Gehirn, wie es BASTIAN schon sah.

Anders als TYLOR und MORGAN sah das der in die USA ausgewanderte jüdische Ethnologe FRANZ BOAS, der den **Kulturrelativismus** vertrat, die Eigenständigkeit **jeder Kultur, nur aus sich selbst heraus** zu verstehen ((Wikipedia). Für Rassismus war die Auffassung eine bedeutende Widerlegung. Aber trotz aller Hilfe für bedrohte Völker: welche Kulturen können in einer von 10-Milliarden Menschen bewohnten Welt für immer bestehen? In Kanada eher als in Brasilien, und in Brasiliene eher als in China? Und Evolution - mancht sie irgendwo Halt?

Und wo endet es mit fortschreitenden Stufen? Wenn alle Menschen in Industrialisierung, in Wohlstand und mit Computer leben?

## Die Frage nach dem Abbruch von Entwicklungen und der wenigstens teilweise vergleichbaren Wiederholung anderswo

Einige Historiker sahen in der antiken Kultur einen **Aufstieg**, der schließlich **abbrach** und der dann anderswo, weiter im Westen, in vielen Jahrhunderten regelrecht wiederholt wurde. Die antike Kultur galt dann als abgeschlossene Kultur. WILAMOWITZ schrieb (zit. n. E. SPRANGER 1926) von einem 'griechischen Barock'. EDUARD MEYER (K. CHRIST 1989, S. 309 ff.) schrieb von der ersten Epoche des Altertums, also der mit HOMER, als dem griechischen Mittelalter. Es folgte die mit der von der Religion getrennten Philosophie und Wissenschaft gekennzeichnete antike Neuzeit, in der wenigstens die 'Intellektuellen' aufgeklärt waren wie die des 18. Jh. Aber zu der von vielen Forschern getragenen Experimentalwissenschaften und den vielen technischen Errungenschaften "unserer" Neuzeit gibt es keine antike Parallele.

Nach OSWALD SPENGLER (1923) **sollten die vergleichbaren Stufen in unterschiedlichen Kulturen** erfolgt sein, eingehend vorgeführt für die dionysisch gesehene Kultur der Antike und die angeblich andersartige faustische des Abendlandes. Aber auch in weniger pronocierter Weise als bei SPENGLER wurde eine der späteren abendländischen Stufenfolge ähnliche in der Antike gesehen, die abbrach und der dann im westlichen Europa eine neue Kultur mit ähnlichen Stufen folgte.

Immer mehr einmal aufsteigende und dann endende Kulturen wurden beschrieben, auch verglichen mit dem Leben eines Organismus. SPRANGER trat dem etwa 1926 (etwa S. XLIX) kritisch entgegen. Was man als "Verfall" bezeichnete, wäre doch sehr subjektiv. Man könnte hinzufügen: Lebte der normale einzelne in den "großen" Zeiten glücklicher als in "normalen friedlichen"? In welchen Zeitaltern rannen die meisten Tränen? Aber das ist für manche kein Maßstab.

## Geringer einzuschätzende Rolle der Nutzung bestimmter Werkstoffe und auch bemerkenswerte nicht nachgeahmte Eigenentwicklung

Zweifelhaft ist, ob Metall unbedingt Voraussetzung ist für Zustände, die man ebenfalls mit Kultur widergeben darf. Eine **Kultur ohne Metall muß nicht als unbedingt niedriger eingeschätzt** werden. Die in der Vorgeschichte immer wieder angeführten **Stufen** von vermeintlichem Fortschritt wurden **keineswegs** überall etwa **gleichzeitig** und **auch nicht in** der für den Orient und Europa **üblichen Abfolge** durchschritten. 'Steinzeitvölker der Südsee' - bitte, aber nicht als Urteil für Zurückgebienenheit in anderen Dingen, wie die Matrosen von COOK oder BLIGH es sicherlich auch sahen. Afrika - war teilweise Hackbau mit Eisen. Der vulkanische, schwarze, harte **Obsidian**, ein vulkanisches Glas, benutzt seit dem Mesolithikum, war nahezu ein Stahlersatz, verwendet für beste Schneidwerkzeuge. Obsidian wurde im Vorderen Orient ausgebeutet in dem von Vulkanismus beherrschten Zentral-Anatolien und war wichtiges Handelsprodukt (J. MELLAART 1964, S. 101), und Obsidianmesser waren die grausamen Tötungswerkzeuge der Azteken. Von Obsidian kannte man im Jahre 2010 weltweit etwa 70% Fundstellen (Internet 2018) und diese sind nur in gewissen vulkanischen Gebieten verbreitet. Es gab auch geeignete **Hölzer zum Bau**. Holzbauten sind auch in Teilen Europas, den kühleren vor allem, bis heute oft geschätzt. Holzkirchen gibt es noch in Deutschland und Polen. Die **Papua** auf Neuguinea erwiesen sich keineswegs als Primitivmenschen, auch wenn sie Kultbauten etwa an der Küste ohne Benutzung von Metallwerkzeuge aus Holz errichteten oder besser mangels Metall errichten mußten. Völker ohne Metall, die also **Steinzeit-Menschen blieben**, konnten mit den ihnen verfügbaren Materialien dennoch eine bemerkenswerte Höhe in Kultur und Technik ausbilden. Die von COOK und seinen Begleitern wie GEORG FORSTER besuchten Bewohner von Tahiti und anderen Südsee-Inseln hatten für das dortige Klima geeignete anständige Behausungen und fuhren seetüchtige Auslegerboote mit Segeln, mit denen bisweilen sogar neue Inseln aufgesucht worden sein müssen. Bearbeitete Baumrinde diente für Kleidung, wie COMMERSON schildert (in 1972, S. 367): "Sie beherrschen die Kunst, ihre Stoffe nicht Faden um Faden zu weben, sondern sie auf einem in einem Stück unter dem Schlegel herzustellen und sie im Purpurbad zu färben." Wie mühselig ist demgegenüber das Spinnen und Weben!

Als Menschen ohne Metallkenntnis von Europäern mitgebrachte Metallwerkzeuge zur Verfügung standen, haben sie **diese sofort benutzt** und eingetauscht, ihre Steinwerkzeuge gern ersetzt, waren also trotz bisheriger Unkenntnis von Metall rasch zu dessen Akzeptierung fähig und bereit. Der schwedische Naturfor-

scher PETER KALM ((1764, S. 1 ff.), der 1749 in **Nordamerika** reiste, erfuhr, wie die vor der Einwanderung von Europäern der Metalle unkundigen Indianer, "Wilde", deren Steinwerkzeuge auf Äckern etwa in New Jersey noch oft gefunden wurden "jetzt lauter Werkzeuge von Eisen und Metall gebrauchen, welche sie sich täglich von den Europäern verschaffen" (S. 4). HUXLEY (1903, S. 73) erlebte auf den Louisiaden 1849, daß die Bewohner für Eisen-Äxte alles gaben Als auf den Inseln der Neuen Hebriden, auf **Neukaledonien** und auf den Loyalty-Inseln Händler gegen die Ausbeutung der den Einwohnern nutzlos erscheinenden Sandelholz-Bestände Eisenwaren gaben, also Äxte, Messer, Reifen, Angelhaken, da war keine lange Empfehlung der neuen Gegenstände nötig. Es kam des Eisenzeitalter im Unterschied zu der langen Entwicklung in Europa "almost overnight", gab es eine den pazifischen Inseln zukommende 'Version der Industriellen Revolution' (D. SHINEBERG 2008, S. 259). Nicht gab es die Selbstherstellung von Eisen. Aber wer beherrscht das schon unter den Durchschnittseuropäern. Auch die Papua auf Neuguinea benutzten sofort ihnen verfügbare Eisengegenstände. Ebenso wurden eingeführte Kulturpflanzen und Haustiere bei den verschiedensten Völkern oft rasch übernommen.

Es gilt, wie wohl für Technik- und Wissenschaftsgeschichte oft, wie J. HUIZINGA (1954, S. 48) es formulierte: "Die Geschichte ist bei näherer Betrachtung immer viel verwickelter, als vorher angenommen wurde."

Es gab auch **Stagnation**, ja Verlorengehen von Kenntnissen, also Zurückfallen unter eine schon erreichte Stufe. Die **Tasmanier** besaßen keine Wasserfahrzeuge, als Europäer sie entdeckten. Sie waren also längst auch von den Aborgines von Australien abgeschnitten. Aber einstmals mußten sie über Wasser auf ihre Insel gekommen sein? Möglicherweise kann das Verschwinden erfindungsreicher und führungsfähiger Menschen eine Gesellschaft ruinieren - was manche nicht gern wahrhaben. Mit den Tasmaniern sah es bei ihrem Auffinden durch Europäer traurig aus. Es wird berichtet, daß sie nur grobe, einseitig behauene Abschläge von einem Kernstück eines Steines hatten und zu Handspitzen und zu verschiedenen Kratzern und Schabern verarbeiteten, niemals geschärfte Geräte (K. J. NARR et al. 1957, S. 126). Das wäre Altpaläolithikum. Andererseits besaßen die Tasmanier aber auch Fernwaffen, Speere, mit Wurfstock geworfen (H. WEINERT 1941, S. 41). Die armen Tasmanier verschwanden dann von der Weltbühne. Zur Zeit der Entdeckung der Insel Tasmanien werden dort 8000 Tasmanier angenommen, für 1854 16, und 1865 starb der letzte Mann, 1877 die letzte Frau (S. 40), 8000 Menschen, primitiv ausgerüstet, wer, der ihren hätte sie aus ihrem Zustand herausführen können?

Auch auf anderen Inseln gab es keine Rückkehr, obwohl sie einst Meer überquert haben mußten. So die **Guanchen auf den Kanarischen Inseln** vor der Westküste

von Afrika, welche dann auch die weitere Entwicklung über die Steinzeit hinaus nicht mitmachten (A. W. CROSBY 1991, S. 104 u. a.).

Weiteres s. a. unten.

## Eine andere Variante für technisch-wirtschaftliche Entwicklung: Verbreitung der Erfindungen und wirtschaftlichen Errungenschaften - Das Diffusions-Problem

Mit dem Stufenproblem verbunden ist die Diskussion, ob dieselben Erfindungen und auch Ideen, so religiöse Vorstellungen, wirklich an verschiedenen Orten **unabhängig** voneinander **getätigt** wurden, auf Grund etwa von BASTIANs Elementargedanken, oder ob Neuerungen sich vor allem durch Verbreitung, durch Übernahme von einem Volk zum anderen durchsetzten oder durch Wanderungen, Ausbreitungen der Völker, also '**Diffusion**' stattfand und dann der 'Evolutionismus' wenugstens eine andere Erklärung finden könnte. Statt **Originalität,** also unabhängigem Zustandekommen der Errungenschaften, also **'Polygenese',** wäre dann **Übernahme** der fast gegensätzliche Vorgang. Es kann gewiß auch beides gelten, teils das eine und auch das andere, zumal Verbesserungen auch bei übernommenen Dingen stattfinden dürften. Extremansichten sollten besonders kritisch geprüft werdem Bei Übernahme, Diffusion, "Plagiat" wäre kaum der richtige Ausdruck, kämen die Kultur-Stufen durchaus naheliegend ebenso zustande. Eine nahezu **extreme Vorstellung von Ausbreitung** aller Errungenschaften von letztlich einer Region aus entwickelte um 1916 bis in die 1930er-Jahre der aus Australien stammende maßgebende Anatom, Hirnforscher, Anthropologe und Ethnographde sowie Ägyptologe G. ELLIOT SMITH (z. B in 1932; s. a. E. D. MERRILL 1938/1946)). Nahezu alle großen Dinge waren nur einmal geschaffen. und zwar in **Ägypten**. Das Nilland besaß nicht nur sehr fruchtbares Land, es lag auch ziemlich geshcützt vor fremden, zerstörenden Eindringlingen. Hier läge nicht nur der Ursprung der großen frühen technischer Errungenschaften, auch der neolithischen Kultur Europa und aller Megalithphänomene auf der Erde, sondern auch der Ursprung der sozialen, der zentralen staatlichen Organisation unter einem Herrscher. In den Worten von SMITH (1932, S. 30/31): "Egypt was the cradle, not only of agriculture, metallurgy, architeture, shipbuilding, weaving and clothing, alcoholic drinks and religious ritual, the kingship and statecraft, but of civilisation in the widest sense." Woanders wäre weder Hausbau noch Kunst gewesen.

Das war die gewaltige Aufwertung der einen Stromtalkultur. Aber unabhängig von der Rasse wären Menschen anderswo zur Übernahme von technischen Errungenschfaten und Ideen fähig gewesen, auch bei manchen eigenen Normen, also eigenen

Riten. Der Mittelmeer-Raum und der Nahe Osten lagen ja noch nahe Ägypten und konnten die Empfänger unmittelbar von dort sein. Von den Erstempfänern wurden die Errungenschaften weiter verbreitet, in **sekundärer Diffusion** (G. E. SMITH 1932, S. 108). Und selbst **die amerikanischen Hochkulturen** erhielten ihre Errungenschaften von außen, **über den Pazifik** mit ihren sich dort ausbreitenden Völkern. Lange vor den amerikanischen Hochkulturen waren Menschen über die Beringstraße nach Amerika gekommen. Aber sie blieben einfach, ohne Hochzivilisation. Diese mußte von außen kommen, und "it was not until the eight or ninth century A. D. that the great stone pyramids of Cambodian and Javanese types were constructed in America" (S. 107). Später wurde das zurückgewiesene, vielen Tatsachen widersprechende, wenn auch gedankenreiche Überlegung als 'Hyperdiffusionism' bezeichnet.

Einige andere der wenigen Diffusions-Hypothetiker sahen das Ursprungsgebiet alles Bedeutenden sogar in einem für real gehaltenen 'Atlantis', ja - wegen Stonehenge' - in der Hochebene bei der westenglischen Stadt Salisbursy. Eine Frage war zum Beispiel: Ist ein Teil der ersten Ackerbauer und Viehzüchter in andere Gebiete gewandert und hat dann dort Landwirtschaft weiterbetrieben und vielleicht an Ort und Stelle andere gelehrt? Oder wurde Landwirtschaft von seßhaftem Nachbar zu seßhaftem Nachbar weitergegeben? Wie eng waren die Kontakte verschiedener Menschengruppen auf den Frühstufen von Ackerbau und Viehzucht? Im ganzen Vorderen Orient gab es auch laut Bibel zahlreiche Kontakte und wechselseitige Kenntnisnahme. Die alten Israeliten waren aus Ägypten geflohen und wurden viel später wenigstens teilweise zeitweilig in die 'Babylonische Gefangenschaft' verschleppt. Es gibt Schriften mit verschiedenartige Schriftzeichen, aber diskutiert wurde, ob dennoch die Idee der Schrift nur einmal 'erfunden' wurde und die dann abgewandelt bei mehr und mehr Völkern auftrat (D. O. EDZARD 2004, S. 27). Gemeint wurde auch, daß Neuerungen zunächst wohl so **selten** auftraten, daß sie sich über große Teile der bewohnten Erde ausbreiteten, bevor nächste Erfindungen kamen (A. J. TOYNBEE 1979, 1988). Erschienen Neuerungen schneller als ihre Ausbreitung stattfand, gewannen die erfindungsreicheren Gebieten einen Vorsprung gegenüber anderen Territorien. Anhänger der Diffusionshteorien sind oft jene, welche nur wenigen als besonders begabt erscheinenden Menschen, möglichst der eigenen Ethnie oder Rasse, schöpferische Leistungen zubilligen. Deshalb haben die Evolutionisten auch einen ideologischen Hintergrund in der Annahme der prinzipiellen Erfindungsfähigkeit in allen Völkern.

Ein besonders beeindruckender Fall in der Diskussion über Übernahme oder Eigenentwicklung für die Kultur-Errungenschaften ist Amerika. Nach Amerika kamen die "Ur"amerikaner wohl nur über Nordost-Asien, brachten nur etliches von ihrer paläolithischen Herkunft mit und vollbrachten in **Amerika** offensichtlich **ei-**

**ne eigenständige Entwicklung**. Wegen der Ähnlichkeit etwa der Pyramiden in Ägypten und denen in Mesoamerika, in Yukatan beispielsweise, wurde über uralte Beziehungen zwischen der Alten Welt, speziell Ägypten, und der Neuen Welt spekuliert. Die großen aus Basaltgestein gehauenen Olmeken-Köpfe von La Venta und ausgestellt in Villa hermosa / Mexiko weisen negerartige Lippen auf. Jedoch die alten **Schriften** des Vorderen Orients und die Schrift der Maya sowie die Kalender in beiden Kulturregionen sind wohl unabhängiger Entstehung (PH. D. CURTIN 2000, S. IX), beruhen also nicht auf Diffusion. Die Landwirtschaft Eurasiens und Amerikas beruht auf ganz unterschiedlichen Arten von Kulturpflanzen und Haustieren. Das schließt nach Meinung eines Botanikers wie ELMER DREW MERRILL (1938 / 1946) einen Austausch von Gewächsen vor COLUMBUS aus. Die Zahl möglicher Baustile ist wohl begrenzt und so mag man unabhängig in Ägypten wie in Zentralamerika zu Pyramiden gekommen sein. Es wurden nicht alle Erfindungen in der Alten Welt auch in der Neuen Welt geschaffen, nicht das Rad der Pflug, die Töpferscheibe, Glas, Saiteninstrumente, alles Dinge, die in der vor-columbianischen Indianerwelt fehlten.

Ziemlich eigenständig entwickelte sich auch **China**. Und ein Austausch des Nordens mit dem Afrika südlich der Sahara, dem **subsaharischen Afrika**, war kaum unbegrenzt. Aber vor etwa 8000 Jahren war die Sahara noch keine Wüste.

**Manche Errungenschaften** blieben bis in neue Zeiten auf einen Kulturkreis **beschränkt**, zeigen dann die Erfindergabe dort. Solche Geräte wurden in Europa dann manchmal Sportgeräte. Nur in Australien beispielsweise wurde der **Bumerang** erfunden und benutzt. Die südamerikanische **Hängematte** wurde dann auch von den Europäern übernommen. Der **Kajak** der Eskimo wurde zu einem Bootstyp auch in Europa. Die **Auslegerboote** der Polynesier erlaubten das Fahren im Pazifik und gaben auch Ideen für den Schiffbau in Europa, für den Bau der Katamarane. Mit dem Vordringen der Kolonialmächte etwa in der Innere Afrika kamen auch am Leben der dortigen Bewohner interessierte Völkerkundler. So stellte etwa der Leipziger Geograph, Prähistoriker und Ethnologe KARL WEULE (so 1921) viele **Dinge** aus dem durchaus **oft gut gemeisterten Alltagsleben** von überseeischen Ethnien, den 'Eingeborenen', zusammen, wobei dann offenblieb, in weit weit die Frühmenschen in Europa ähnliche Errungenschaften besaßen. Wie wurde hier, im frühen Europa, die Feuer-Entzündung gemeistert? Oder gab es auch solche geschickt konstruierten Tierfallen wie in Ost-Afrika oder auf der Malayischen Halbinsel? Frühgeschichtliche Fallen-Andeutungen gibt es ja. Tatsache ist und bleibt, daß ohne **Kenntnis** mancher heutiger **als 'Naturvölker' bezeichneter Ethnien** die Interpretation von Hinterlassenschaften und daraus abgeleiteter Verhaltensweisen **aus der Vorzeit** der Völker auch Europas schwer oder gar **nicht erklärbar** geblieben wäre. Bei aller Vorsicht vor zu vielen Analogien!

Der Vergleich der etwa im Orient, in Amerika oder in China stattgehabten Entwicklung von Gesellschaft, Technik und Wissen veranlaßte nachzudenken, ob voneinander getrennte Menschengruppen, die unabhängig voneinander ähnliche Züge in ihrer Technik und Gesellschaftsordnung ausbilden, vielleicht unabhängig erfanden, aber eben ähnlich denken, also darin ein große Einheit des Menschengeschlechts liegt.

## Die Uralt-Geschichte der menschlichen Kultur wird bekannt. - Die Steinzeit und ihre Epochen - Das Paläolithikum

Die Hinterlassenschaften 'vorsintflutlicher' Menschen wurden registriert und genauer erforscht ohne die Frage zu stellen, was für Menschen das waren - biologisch wie die heutigen oder andersartige oder wenigstens anders'rassische'. Es gab also eine **'Prehistoric Archaeology'** bevor es eine durch klare Funde gesicherte **'Paleoanthropology'** gab (M. R. GOODRUM 2014), trotz der Annahme DARWINs schon 1859, daß die Deszendenztheorie auch Licht auf den natürlichen Ursprung der Menschen werfen wird und vor allem seine Buches von 1871 über 'Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl'/"The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex'. Aber noch fehlten ausreichende Funde von noch an die Affenherkunft erinnernden Vorfahren, wie des Pithecanthropus von 1891 (s. u.). 'Prehistoric Archaeology und 'Paleoanthropology' haben sich zuerst **getrennt voneinder entwickelt**, bevor sie zwar zusammenkamen, aber doch fast immer verschiedene Vertreter hatten.

Ganz **alte** primitive **Steingeräte** hat bei der Suche nach 'vorsintflutlichen' Menschen in Schottern der Somme bei **Abbeville** ab 1828 der hauptberuflich als Zollbeamter und freiberuflich auch als Romanschreiber tätige JACQUES BOUCHER DE CRE'VECOEUR DE PERTHES (W. BÖLSCHE 1909, S. 32; W. KÜHN 1976, S. 47) gefunden und somit zur Erkenntnis einer Periode mit Steinbenutzung geführt. Im Jahre 1828 fand BOUCHER DE PERTHES einen ersten bearbeiteten **Feuerstein**. Zwei deutliche Abschläge weist er auf. Am 3. August 1837 fand BOUCHER DE PERTHES 3 weitere **Faustkeile**, und in ihrer Nähe die Knochen ausgestorbener Tiere. Allseitig war an den Faustkeilen die natürliche Oberfläche heruntergeschlagen und Bearbeitung war offensichtlich. Manche weiteren solche Funde folgten, so 1840 an der Somme bei St. Acheul durch den englischen Geologen JOSEPH PRESTWICH (J. OWEN 2014, S. 24). Daß es sich bei den zunächst kaum als Werkzeuge identifizierbaren Artefakten um Werkzeuge handelte, wurde deutlich von der nach der Entdeckung bei manchen Völkern gefundenen Verwendung von Steinwerkzeugen. Als 1847 BOUCHER DE PERTHES mit der Annahme von prähistorischen Menschen Ernst machte und das bekanntgab, wurde das meistens

abgelehnt, aber von den 1859 nach Frankreich gereisten Engländern PRESTWICH und dem ebenfalls reichen und selbstständigen bedeutenden Amateurforscher Sir JOHN EVANS (Y. FOOTE 2004) anerkannt. Noch ging es um die Geräte und um deren Alter, nicht um eventuelle andere als die heutigen Menschen.

Neben den Flußschottern waren es **Höhlen**, in denen Reste von primitiven Werkzeugen mit ausgestorbenen oder heute nur noch in arktischen Regionen lebenden Säugetieren gefunden und untersucht wurden. Daß es **einst eine kältere Periode** gegeben haben muß wurde deutlich durch die 1855 erfolgte Entdeckung von Resten eines heute an die Polarregionen gebundenden Moschusochsen/*Ovibos moschatus* in einer Kiesgrube neben einer Eisenbahnstation in England durch LUBBOCK und CHARLES KINGSLEY (D. R. BRIDGLAND 2014, S. 51). Andererseits waren auch Flußpferde/*Hippopotamus* gefunden worden (S. 54).

In den 1860-er-Jahren erschien mit der Erkundung immer neuer **Höhlen** oder von durch Felsüberhänge geschützten Lagerplätzen mit Werkzeugen gemeinsam mit ausgestorbenen Säugetierereresten und der Erkundung von **Flußschottern** eine **Untergliederung der Steinzeit** angebracht, wurde also die offensichtlich älteste und längste Geschichtsepoche der Menschheit in einer zwar langsamen, aber deutliche Umbildung sichtbar. Flußschotter erschienen als älter als die meisten Höhlen (D. R. BRIDGLAND 2014, S. 51). In England konnte sich der von einem reichen Banker geborene HENRY CHRISTY (W. J. HARRISON rev. 2004) nicht nur eines großen Vermögens erfreuen, sondern das auch für die ihn stark interessierende Vorgeschichtsforschung einsetzen. Zu Museumsbesuchen reiste er 1852 und wieder 1853 nach Stockholm und Kopenhagen und 1856/1857 auch wegen noch existierender Jäger-Kulturen nach Amerika, nicht nur nach Kanada und die USA, sondern auch weiter nach Süden. Sein Interesse an prähistorischen Menschen in Westeuropa wurde geweckt, als abgeschlagene (chipped) Steinwerkzeuge bei Torquay in Devon in der Brixham-Höhle gefunden wurden. 1860 fand LARTET in Frankreich gleichartige Steinwerkzeuge bei **Aurignac** in Frankreich. Gemeinsam forschten CHRISTY und LARTET 1863 im Tal der in die Dordogne fließenden Ve'ze're. Die Werkzeuge waren auch eingebettet in die Stalagmitenschicht der Höhlen, gebildet von dem von oben mit dem Wasser von den herabhängenden Stalaktiten auf dem Boden gebildeten Kalk. Sie fanden unterschiedliche Begleitung der Steinwerkzeuge mit Resten von Höhlenbär und Mammut und wohl jünger mit Rentierknochen. LARTET ist der Entdcker der bedeutenden Fundplätze La Madeleine und Le Moustier. Und gefunden wurden **erste** Beispiele von **Steinzeit-Kunst**. 1864 machte CHRISTY die Befunde in Frankreich in einem vorläufigen Bericht bekannt.

Die bis **1863** vorhandenen Funde und Befunde über vorzeitliche Menschen faßte CHARLES LYELL in einem Buch '**The Geological Evidence of the Antquity of Man**, with remarks on theories of the origin of species by variation" zusammen,

eine für das Verständnis der auf Zusammenfassungen angewiesene Allgemeinheit wichtige Tat. Das geschah also 8 Jahre, bevor DARWIN 1871 sein Buch über die Abstammung des Menschen veröffentlichte. LYELL hatte sich aber auf die Funde und deren mögliches Alter beschränkt und die **Herkunftsfrage der Menschen ausgeklammert**. 1894 im Vorwort zur Wiederauflage seines Buches 'Man's Place in Nature' erinnert sich HUXLEY, (zit. 1903, I, S. 258) daß LYELL und andere durch viele betrachtet wurde "as revolutionaries of the deepest dye", aber "were strongly opposed to anything which tended to break down the barrier between man and the rest of the animal world." Eine Kältperiode nahm LYELL an, aber auf einem bis weit nach dem heutigen Festlands-Europa reichenden Ozean sollen Eischollen die großen Blöcke aus Skandinavien herengetragen haben. LYELL Buch erschien 1864 auch erstmals in deutscher Übersetzung.

Der unüberbrückbare Bruch zwischen auch höchsten Affen und den Menschen sollte belegt sein durch **angebliche Unterschiede im Gehirn**, letztlich kleine Unterschiede, die angesichts so vieler Ähnlichkeiten später fast vernachlässigbar erschienen und so nicht stimmten.

Im Jahre **1865** hat der seit früher Jugend in Down mit DARWIN verbundene Privatgelehrte und dann auch als Banker und Politiker tätige JOHN LUBBOCK first Baron AVEBURY 1865 (T. L. ALBORN 2004) die **Steinzeit in** seinem seinerzeit vielbeachteten Werk 'Pre-Historic Times' in **Paläolithikum** und **Neolithikum** eingeteilt, wie dann der Schwede GUSTAV OSCAR MONTELIUS. LUBBOCK war mit anderen Interessierten 1864 auch in Frankreich an der Vezere gewesen und dort an dem Felsenschutz 'Le Moustier' (J. OWEN 2014, S. 26). Das Paläolithikum war bei LUBBOCK ausgezeichnet durch **geschlagenen Stein**, das Neolithikum durch **geschliffenen** (H. PLETICHA 1988, S. 30; Wikipedia 2014). Auch Knochen, Geweih und anderes Material wurden benutzt. Viel später hielt RAYMOND DART in Südafrika eine noch ältere 'Knochen-Zahn-Horn-Kultur/'osteodentokeratische Kultur' für nötig (S. 31). Unmittelbar nach der Veröffentlichung der Grob-Einteilung der gesamten Steinzeit durch LUBBOCK boten LARTET und der kurz danach nach einer Erkältung nach einem Höhlenbesuch bei Dinant 1865 gestorbene CHRISTY eine 3-Stufenfolge des Paläolithikum, Grundlage jeder weiteren Unterscheidung von Stufen im Paläolithikum (W. J. HARRISON rev. 2004). Für LARTET waren die **Begleit-Tiere** Grundlage der Unterscheidung: 1. Die Periode der großen Höhlenbären, entsprach der späteren Neandertaler-Zeit, 2. die Mammutzeit, 3. die Rentierzeit, entsprach dem Magdalenien, 4. die Auerochsen-Zeit, mit geschliffenem Beil und damit Jungpaläolithikum. Diese Einteilung wurde bald ersetzt, durch MORTILLET, durch jene nach dem Stil der Stein-Bearbeitung, den charakteristischen Werkzeugtypen, also 'Leitformen.

Fortschritt war gewiß im allgemeinen langsam, aber vor etwa 40.000 Jahren gab es

einen Kulturumschwung (R. RUDGLEY 2004), der trennen ließ ein **Alt-Paläolithikum** von einem **Jung-Paläolithikum**, letzteres nicht zu verwechseln mit dem Neolithikum. Mit dem Jung-Paläolithikum erschienen abgesehen von Veränderungen in der Steinbearbeitung die **Malereien** und auch von ihnen abgeleitet augenscheinlich religiöse Vorstellungen. Die Kultur unmittelbar nach der letzten Eiszeit wurde zu einem eigenständigen **Mesolithikum** erhoben, das dem **Neolithikum** vorausging. Die manchmal angenommene scharfe Grenze zwischen Alt-Paläolithikum und Jung-Paläolithikum weicht im Antlitz neuerer Funde, etwa älterer geritzter Steine und Knochen, allerdings auf (S. MCBREARTY 2012).

Wenn für das Paläolithikum so oft von Höhlen die Rede ist, so sollte nicht vergessen werden, daß man sich dort vielleicht gar nicht so oft aufhielt. Es gibt auch in der Tat, auch den Nachweis von **Freiluft-Stationen**.

Für das **nördliche und mittlere Europa** und größere Kälte auch in Nord-Eurasien ist die Vor- und Frühzeit verbunden mit 2 oder 3 weitreichenden Gletschervorstößen, den **Eiszeiten**, zwischen denen Warmzeiten, **Interglaziale** lagen und es sind auch verschiedene **Interstadiale**, Temperaturschwankungen innerhalb der Kalt- und Warmzeiten zu unterscheiden. Daß einst große Gletscher bis ins tiefste Mitteleuropa reichten wurde in der Geologie seit 1875 anerkannt. Es folgten die bis heute fortgehenden Bemühungen, die Funde mit der Klima-Entwicklung zu verbinden. Auxh die Kleinschwankungen, die Interstadiale zu erfassen, wird aufschlußreich auch im Hinblick auf die Welt der Neuzeit beherrschende Klimadiskussionen.

## Die nach den Werkzeugen erfolgte Gliederung der Vorzeit nach DE MORTILLET und einiges weitere

Es war der französische Archäologe LOUIS-LAURENT-GABRIEL DE MORTILLET, der 1869 in der Steinzeit, nicht nur der älteren, **14** noch heute im wesentlichen anerkannte **Epochen** unterschied, und zwar **nach** der Art der **Kulturhinterlassenschaften** (P. PETTITT et al. 2014, S. 36/37), also der Geräte, der aus Stein zumal. Ein **historischer Entwicklungsgang** besteht, bis hin auch zu Verfall und Verschwinden (F. BEHN 1950, S. 32/33). Und mit der technischen Entwicklung war offensichtlich auch eine **intellektuelle Höherentwicklung** verbunden. Dabei mochten dann neue Menschen mit höheren Fähigkeiten hinzugetreten sein. Die Hinterlassenschaften für die Ausgliederung der Kulturstufen wurden zwar meistens in Süd-Frankreich, jedoch an jeweils einem anderen Ort gefunden, also nicht an einer Fundstelle übereinander (W. BÖLSCHE 1909, S. 36 ff). Aus der Art der lokal gefundenen Technik auf eine Chronologie der Kulturstufen zu schließen war nicht

ohne Bedenken, wurde auch bezweifelt (F. RATZEL 1974, S. 67) und Übergänge gab es durchaus. Die in Frankreich getroffene Stufenfolge ließ sich nicht einmal auf Europa, nicht einmal auf ganz Mitteleuropa, geschweige denn darüber hinaus anwenden. Anderswo mit eigenen Namen versehene Kulturen wurden versucht mit der in Frankreich aufgestellten Zeitfolge zu parallelisieren. Der erste Fundort für eine Kulturstufe wurde namensgebend. MORTILLET, dem hier nach A. HEILBORN 1918 (S. 23 ff.) gefolgt werden soll, sah als ältestes Instrument eine Art von Faustkeil, der bei dem Dorfe Chelles unweit von Paris gefunden wurde und dem **Chellean**/Chelle'ean/Chelles seinen Namen gab. Das Chellean wurde später eingeschlossen im **Acheulean,** Im Chellean gibt es die "ersten nach einer voll entwickelten Technik angefertigten Geräte" (F. BEHN 1950, S. 11), die also nach einem verbreiteteten, **sich wiederholenden Typ** eingeordnet werden können und nicht nur aus zufällig entstandenen zurechtgehauenen Steinstücken bestanden. Der massige Faustkeil ist faustgroß, besitzt eine dicke Kolbenbasis, ist auf beiden Seiten ziemlich roh zubehauen, "retuschiert" ( so A, HEILBORN 1918 S. 23 ff.). Die Retusche gab es nicht nur durch Schlagen, sondern sie wurde verfeinert durch Druck, "wobei kleine und kleinste Teilchen von den Rädern oder der ganzen Oberfläche abgesprengt werden konnten, ohne das Werkstück zu gefährden" (F. BEHN 1950, S. 14). Es wurden dann die "gemuschelten" Klingen erhalten. In dem seinerzeit selbstständigen Acheule'en ist der Faustkeil auf beiden Flachseiten stärker 'retuschiert', besitzt 2 Schneidekanten und hat "Mandel- oder Dreiecksform" (A. HEILBORN 1918, S. 23). Eine damals schon bekannte Messerklinge ist ein "diskusförmiges, zum Schaben" wohl geeignetes Gerät. Eine später auch als Mittel-Paläolithikum bezeichnete Stufe begann mit dem von MORTILLET aufgestellten **Mousterien,** benannt nach dem Orte Le Moustier im Tale der Veze're. Das typische Geät, die "Moustierspitze", ist "ein annähernd dreieckiges, kleines Feuersteingerät, das nur auf einer Fläche bearbeitet ist und wahrescheinliche als Lanzenspitze und als Schneidewerkzeug gedient hat" (A. HEILBORN 1918, S. 23/24). Bis zum Moustrien werden die Kulturen getragen vom Neandertaler. Mit dem Mousterien **endet das Alt-Paläolithikum** Der Schweizer Prähistoriker OTTO HAUSER fügte als eine in den Steingeräten auffallende Sonderkultur das 'Micoquien' ein (S. 24).

Auf MORTILLET 1867 geht auch der Begriff der folgenden Kulturstufe zurück, dem **Aurignacien**, dem ältersten europäischen **Jungpaläolithikum**. Benannt wurde das Aurignacien nach der Stadt Aurignac. Das Jungpaläolithikum entspricht der älteren, mittleren, jüngeren Rentierzeit. Es wird angenommen, daß das Jungpaläolithikum jedenfalls in Europa nicht auf die Menschen von vorher zurückgeht, sondern ein **neuer Menschentyp**, eine neue 'Rasse' erscheint (F. BEHN 1950, S. 41). MORTILLET hat sein Aurigancien aber wieder verworfen, es wurde aber von CARTAILHAC und Abbe BREUIL 1906 in das MORTILLETsche Schema wie-

der eingefügt. In das Aurignacien einzuordnen ist die '**Eiszeitkunst**', erscheint der Neumensch. Eiszeitkunst - das ist zum einen Schnitzkunst, so unter Verwendung von Stoßzähnen des Mammut und anderer Knochen. Man benutzte für das Jungpaläolithikum auch den Bgriff '**Zeitalter der Schnitzkunst**', "glyptische Periode" (F. BEHN 1950, S. 18). Manches davon darf nicht als vollendetes Kunstwerk gesehen werden, sondern es gab sicherlich auch unvollendete Spielereien (S. 39). Ebenso beeindruckend ist die **Höhlenmalerei.** Im Aurignacien (S. 24). Hier fanden sich "längliche, schmale, an den Enden meist abgerundete Instrumente" mit "Randretuschen", die "gewöhnlich in zwei übereinander angeordneten Reihen angebracht sind", als "Schaber" bezeichnet (A. HEILBORN 1918, S. 24). Es gibt auch Knochenbearbeitung. Für das nach dem Dorf Solutre´ unweit Lyon benannte **Solutreen** erschienen als typisch ganz flache, äußerst fein retuschierte "Lorbeerblattspitzen", handgroß bis nur lang wie ein Fingergleid und wahrschienlich eingesetzt in Lanzen und Pfeilen (S. 24). Dazu gab es "Kerbspitzen" ", ganz schmale, kantige Spitzen, die an einer Seite eine widerhakenartige Einkerbung tragen" und wohl nur Pfeilsputzen sein konnten (S. 24). Bei Solutre´ fanden sich auch sehr viele Wildpferd-Knochen. Das ebenfalls der letzten Eiszeit angehörende **Magdalenien** schließt das Paläolithikum. Die Säugetiere gehören auch gegenwärtig existierenden Arten an, außer dem Rentier die Saiga-Antilope, Gemse und Steinbock (F. BEHN 1950, S. 22/23). Jetzt überwiegt die Knochen"industrie". Da es sich bei den so genannten Kulturstufen um mehr oder weniger regional begrenzte Dinge handelt, die sich mit den anderswo gemachten Unterscheidungen auch überschneiden, spricht man nunmehr im Englischen auch von "industries", so eben von der "Acheulian industry", der "Solutrean industry" und anderen in anderen Regionen angesiedelten und durch Besonderheiten ausgezeichneten "industries". In England unterschied man als älter als das Abbevillien noch 'Icenian' und 'Cromerian' (R. GRAHMANN 1939, S. 90).

**In den verschiedenen Erdregionen** gibt es ähnliche Stufen, aber zeitlich versetzt. Ein allgemeiner Charakterzug in der Erforschung alter Kulturen ist die immer wieder einmal erforderliche zeitliche **Zurückverlagerung** seinerzeit **neuer** technischer **Errungenschaften**, so 2012 die der Benutzung von Mikrolithen, also Kleinsteingeräten (K. S. BROWN et al. 2012). Man mußte den frühen Menschen immer weniger zu "primitiv" einschätzen.

Die Forschung hat sich von dem in der Urzeit-Forschung zuerst bekannt gewordenem Westeuropa, so Südfrankreich, hier die Dordogne, **weit nach anderen Regionen**, auch bis weit nach dem durch vorgeschichtliche **Fundstätten** durchaus auch **nicht armen Sibirien und Afrika**, auch Amerika, ausgedehnt. Für Nord-Afrika wurde früh schon das dem Aurignacien, Solutreen und Magdalenien parallele **Capsien** eingeführt, benannt nach der tunesischen Oasenstadt Gassa, im

Altertum Capsa geheißen (W. BÖLSCHE 1926, S. 55).

## Neben der Kulturfolge: Die biologische Menschwerdung wird immer deutlicher

DARWIN ließ in dem berühmten Werk über die Entstehung der Arten von 1859 die Menschenabstammung aus. Aber am 30. Juni 1860, einem Sonnabend, kam es bei einer von 400 - 700 Menschen besuchten Debatte im Rahmen der Jahresversammlung der British Association for the Advancement in Oxford zu einem rhetorischen Schlagabtausch zwischen dem anglikanischen Bischof von Oxford SAMUEL WILBERFORCE und dem durch seine Erwiderung als DARWIN-Verteidiger in der Öffentlichkeit bekannt werdenden THOMAS HENRY HUXLEY (1903, I, S. 342). WILBERFORCE hatte die satirische Frage gestellt, ob HUXLEY von Seiten des Großvaters oder der Großmutter vom Affen abstamme. Das erscheint uns heute kaum großer Rede wert, aber das viktorianische England wurde von der hier zur Sprache gekommenen Affenfrage aufgewühlt (J. V. JENSEN 1988). Ein Bischof wie WILBERFORCE galt in England noch als solche Respektsperson, daß die Gesellschaft durch die Debatte tief aufgewühlt wurde und das den Zeitgenossen in lebenslanger Erinnerung blieb. Der den Bischof wissenschaftlicher Ignoranz beschuldigende HUXLEY hat 1863 und haben dann fast gleichzeitig ERNST HAECKEL in Jena und fernerhin in Deutschland etwa LUDWIG BÜCHNER und FRIEDRICH ROLLE die Evolution des Menschen vertreten (s. u. a. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 110). TH. H. HUXLEYs Buch war 1863 sowohl in Englisch unter dem Titel 'Evidence as to Man's Place in Nature' in New York und als 'Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur' in Braunschweig erschienen. Was bei HUXLEY in dem Buche zuerst dargestellt wurde war die anatomisch bekannte Gemeinsamkeit in Körpermerkmalen von Säugetieren und darunter namentlich der höheren Affen mit dem Menschen. HUXLEY betonte, daß bei höheren Affen Gehirne nur weniger "niedrig sind als die des Menschen" (S. 109). Aber selbst diesen anatomischen Befund wollten manche möglichst nicht wahrhaben, suchten wie OWEN nach getrennten Merkmalen zwischen auch den höchst erscheindenen Affen und dem Menschen wenigstens im Gehirn.

**Aus dieser Ähnlickeit** von Menschenaffen und Menschen ergab sich mit der Begründung der Abstammungslehre eine gemeinsame Herkunft der Menschenaffen und Menschen, die Herkunft der Menschheit aus dem 'Affenstamm'.Was man **suchte** und lange Zeit **fehlte** war eine überzeugende paläontologisch gesicherte Zwischenform zwischen höheren Affen und frühen, also noch nicht mit allen die heutigen Menschen auszeichnenden Merkmalen ausgestatteten Vor-, Ur- oder Früh-Menschen-Form, ein '**Missing link**'. Die Erkenntis der Kulturentwicklung

war voraus.

## Das Auffinden des Zusammenlebens von frühen Menschen mit 'diluvialen' Großtieren

Es erscheint da eine bewegende, **wechselvolle Geschichte der Auffindung von Menschenresten** und ihrer zeitlichen Einordnung, wobei **jüngere und ältere Reste** je nach Zufall oder geglückter Suche **in unterschiedlicher Reihenfolge ans Licht** gebracht wurden.

Ein früher Befund vom **Zusammenleben von Menschen** mit '**diluvialen**' ausgestorbenen **Tieren** war der des belgischen Arztes PHILIPPE-CHARLES SCHMERLING 1829 in einer Höhle bei **Engis** im Maas-Tal in Belgien, publiziert 1833. Wie es bei TH. H. HUXLEY (s. 1970, S. 151) beschrieben wurde. Der Schädel, das Dach, ist der einer alten Person mit schwindenden Nähten, ohne Gesichtsknochen, nur fragmentarisch vorhanden das Schläfenbein. Die Erde in dem Schädel zeigt keine Störung, an allen Seiten umgaben ihn "Zähne von Rhinozeros, Pferd, Hyäne, Bär ..." Ein **hohes Alter** durfte dem Schädel zugesprochen werden. Aber es konnte nicht abgeleitet werden, ob es sich nur um eine Variante des heutigen Menschen handelt, blieb also eine biologisch andere Form offen.

1837 war von E´DUARD ARMAND LARTET (Wikipedia 2014) in Frankreich bei Sansan ein Affenrest aus dem Miozän gefunden worden und hat 1851 dieses Affenfossil als **Pliopithecus** publiziert. Ein einwandfreier Affe hatte natürlich mit dem Menschen unmittelbar nichts zu tun. Es war aber deutlich geworden: **Primaten** waren im Tertiär auch Europas also immerhin vorhanden gewesen. Der 1801 geborene und 1871 gestorbene EDUARD LARTET war von Beruf Jurist und hat in der Steinzeitforschung noch eine große Bedeutung erlangt.

Viel Diskussion brachten Skelett-Teile, die **1856** im **Neandertal** (TH. H. HUXLEY in 1970, S. 157 ff.) zwischen Düsseldorf und Elberfele von 2 Lehm und Ton abbauenden Arbeitern in der den Boden bedeckenden Lehmschicht in einer nur mit Gefährdung zugänglichen Kalkhöhle in einer Steilwand über dem Fluß geborgen wurden. Es handelte sich um Schädeldach, mit den Oberaugenwülsten, sowie 2 Oberschenkel, 1 Oberarm-Kniochen, ein linkes Oberarmbein, ein linkes Darmbein und kleinere Stücke. Das wohl viel zusammenhängender vorliegende Skelett war beim Aufsammeln wohl zerteilt worden. Hier **fehlten alle Tierfunde**. Die Knochen kamen zu dem damals in Wuppertal an der Oberrealschule tätigen J. CARL FUHLROTT (W. BÜRGER 1961). Auffallend an dem Schödel waren die kräftigen Oberaugenwülste, die kräfigen Muskelansätze an den weiteren Knochen und es muß sich um einen **recht massigen Typ** gehandelt haben. 1857 wurde die

Öffentlichkeit unterrichtet, (TH. H. HUXLEY in 1970, S. 157) durch einen Bericht von SCHAAFFHAUSEN vor der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn am 4. Februar, durch FUHLROTT bei der Generalversammlung der des naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens ebenfalls in Bonn am 2. Juni. FUHLROTT beschrieb eingehender 1865. Etwa R. VIRCHOW sah in dem Schädel im Neandertal den eines pathologisch geformten Menschen, vielleicht gar einen 1813/1814 hingeflüchteten Kosaken. Bei THOMAS HENRY HUXLEY (in 1970, S. 180/182) schienen die Funde von Engis wie der aus den Neandertal nicht zu den anzunehmenden äffischen Vorfahren des Menschen hinzuführen, lagen in der Variatiionsbreite der heutigen Menschen: "In keiner Weise können daher die Neandertal-Knochen als die Überreste eines zwischen Affe und Mensch in der Mitte stehenden menschlichen Wesens angesehen werden" (S. 180). Geräte ohne Skelettreste waren von manchen Orten bekannt und 1863 meinte HUXLEY zu den Geräten der ältesten Menschenrassen: "... sehen wir, daß sie Flintäxte und Flintmesser und knöcherne Spieße fast von derselben Form fabrizierten, wie die niedrigsten Wilden der Jetztzeit" und manche Ethien, Menschen aber, also stehengeblieben wären. Für die Herkunft des Menschen war also **1863 paläontologisch also noch alles offen** und blieb es **bis in die 1890er-Jahre**. Die Herkunft des Menschen und seine Entwicklungsstufen aus eventuellen äffischen Vorfahren war in viel frühere Zeiträume zu verlegen. All die Funde in Höhlen, damals fast nur in Teilen Europas, lieferten keine als 'Missing link' zu wertenden Knochenreste. Bei mancher Abweichung, es mußte immer die Einordnung unter der Kategorie 'Mensch' geschehen. Der popularisierende Geograph FRIEDRICH RATZEL schrieb hierzu **1874** (S. 297/298): "Die Hoffnung, aus den vorgeschichtlichen Resten des Menschen, wie man sie in Europa findet, Schlüsse auf die Schöpfungsgeschichte oder Entsethungsgeschichte des Menschen ziehen zu können, hat sich getäuscht." Für Europa mußte, 1874, ein Jahr vor Anerkennunt der Inlandvereisung bis nach Mitteleuropa, gelten: "... unsere vorgeschichtlichen Vorfahren sind im Wesentlichen nach ihrer körperlichen Bildung und demnach ihrer Rassenangehörigkeit keine anderen Menschen gewesen als die heutigen Bewohner dieses Erdteils." Irgendwo anders mußte der 'Mensch' aus tierischen entstanden sein und "... ist erst verhältnismäßig spät nach Europa eingewandert." Aus diesen den heutigen Menschen so ganz ähnlichen Menschen sind dann "nicht wenige Elemente in die Mischung eingegangen, aus der unsere Germanen, Romanen, Slawen, unsere finnisch-ubrischen und baskischen Völker entstanden sind" (S. 298). Die Lebensweise der uns so ähnlichen Frühmenschen ließe sich ableiten aus jener der heutigen "Naturvölker" (S. 299). Die Zwischenformen vom äffischen Vorfahren zum Menschen, die man sich gemäß DARWINs Theorie als ausgezeichnet durch kleine Schritte vorstellte, mußte man also anderswo suchen. Vor allem Tropenland ist Affenland.

Wenn HAECKEL die Ausgliederung der heutigen großen Menschen'rassen' bis in hypothetische äffische Vorfahrenstadien verlegt, dann war das eine nicht nur völlig ungegründete, sondern auch gefährliche Hypothese! Erst auf der Jetztmenschenstufe und wohl nicht in allzu fernen Zeiten haben sich die heutigen Unterschiede von Rassen oder Ethnien ausgebildet. Deshalb blieben auch auch alle heutigen Menschen, gleich welcher Variante, miteinander fruchtbar, und das mehr als bei vielen Subspezies vieler Tier-Arten. Wovon man über die Funde bis in die Zeit von 1892 sprechen konnte, das waren Unterschiede, die als '**Rassen**' bezeichnet wurden. Solche 'Rassen' wie mit gewissen Unterschieden im Schädel auch im heutigen Europa bestehen sollten. Indem man die gefundenen Schädelreste, also alle bei 'Homo' einzuordnen, mit den Methoden der **Kraniometrie**, der Schädelmessung, auf gewisse Indicies vermaß, suchte man also **Rassen-Unterschiede** festzustellen. Das war nicht mehr der Forschungsbereich des prähistorischen Archäologen, sondern verlangte von der Anatomie oder Zoologie kommende Forscher, die **Paäoanthropologen**, oft wie allerdings auch manche Archäologen studierte Mediziner Eine neue Wissenschaftsdisziplin, die Paläoanthrologie, entstand (M. R. GOODRUM 2014). In den 1840er-Jahren hatte der Schwede ANDERS RETZIUS die 2 Schädel-Grundtypen 1. Langschädel oder **dolichocephale Schädel** und 2. Kurzschädel oder **brachyocephale** Schädel aufgestellt. Sie galten lange als streng rassegebunden. Aufgestellt hatte RETZIUS diese Schädeltypen für moderne Menschen. Sie wurden dann auf Vorzeit-Schädel übertragen. Die Kraniometrie entwickelte PAUL BROCA, Paris. Die dem Neandertaler-Schädel vergleichbaren Schädel oder Schädelreste mochten von einer klarereren eigenen Rasse stammen. Erst im 21. Jh. wurde molekulargenetisch nachgwiesen, daß Neandertaler sich mit Jetztmenschen gepaart haben. SVANTE PÄÄBO in Leipzig hat in müheselige Kleinarbeit das Genom des Neandertalers wiederhergestellt. Und Neandertaler waren trotz ihres höheren Alters nicht so primitiv, wie oft angenommen wurde, hatten ein sogar größeres Gehirn. Ihr **Aussterben** wird etwa darauf zurückgeführt, daß ein Ausbruch des süditalienischen Supervulkans 'Phlegräische Felder' lange Zeit den Himmel verdunkelte. Der neuere Mensch hatte eine weitere Verbreitung, auch über Eurasien hinaus, und konnte in entfernteren Gegenden in etlichen Populationen überleben (YouTube 2018). Aber der Neandertaler wurde vielleicht auch vom mehr vorhandenen Homo sapiens aufgesogen (YouTube Einer von uns).

Bevor viel über die Schädel von etwas anderen Vorfahren bekannt wurde, fand man in paläolithischen Lagerstätten dem **Jetztmenschen** zuzuordnende und sich nur in der Rassenzugehörigkeit unterscheidende Reste. LARTET fand 1868 im Zusammenhang mit dem Eisenbahn-Bau bei **Cro-Magnon** einen solchen. 1872 - 1874 fand solche Reste E'MILE RIVIE'RE solche Reste in **Menton(e)** (M. R. GOODRUM 2014, S. 718) an der südwestfranzösischen Mittelmeerküste, den 'Grimaldi-Mensch'. Deutlich war so von vornherein, daß auch der 'Jetztmensch',

in welcher Rasse auch immer, ein beträchtliches Alter hat. Unter den Kulturstufen nach MORTILLET sollte der **'Jetztmensch' mit dem Aurignacien** beginnen, während der Neandertaler mit dem Mousterien abschloß. Erst mit dem Aurignacien kam dann die 'Eiszeitkunst' (W. BÖLSCHE 1926). Der Beginn der Neumenschen mit dem Aurignacien wurde in die letzte Warmzeit, die vor der Weichsel-/Würm-Eiszeit gelegt.

Nach weniger beachteten Funden, auf Gibraltar und in der belgischen Höhle La Naulette fanden mehr Anerkannung die **1886** in einer Höhle bei **Spy** bei Namur in Belgien in unbezweifelbarer 'altdilivialer' Lagerstätte gefundenen zerstrümmerten Schädel, die sich **dem Neandertalfund anschlossen**. Zum Menschen sollten sie auf jeden Fall gehören.

Im ersten Jahrzehnt des 20. Jh. wurde durch mehrere Funde der weit über dem dann gefundenen 'missing link' des **Pithecanthropus** stehenden Menschenstufe des **Neandertalers bestätigt.** Seine weitere Verbreitung legten nahe Knochenreste in der 1899, **1900**, 1902, 1903 unter KARL GORJANOVIC-KRAMBERGER (1906) erschlossenen Höhle bei dem Markflecken **Krapina** in Kroatien. GORJANOVIC-KRAMBERGER (Österr. Biograpien-Lexikon) war ab 1880 am geologischen Museum in Agram/Zagreb tätig und war 1886 - 1924 ordentlicher Professor der Geologie und Paläontologie in Agram. Gegen die Bezeichnung 'Homo primigenius' erhob sich begründeter Widerspruch, denn ältester Menschentyp war der Neandertaler nicht. Die Höhle von Krapina brachte zwar kein Skelett und auch keinen Erwachsenenschädel von Menschen, bot aber vor allem Zeugnisse wie an keinem anderen Fundplatz, nämlich Zeugnisse über die Lebensweise der dortigen, als Variation gesehenen Neandertaler. Nicht alle Schädel der "jüngeren Diluvialzeit" waren dem anzuschließen. Ein eigener. unter anderem von MORTILLET als "Neandertalrasse" bezeichneter Menschentyp hob sich heraus und es war etwa 1904 noch nicht zu entscheiden, inwieweit 'Homo sapiens' und 'Homo primigenius' zusammenlebten (G. SCHWALBE 1904, S. 14). Aufgeschlagene Menschenknochen wurden als Zeugnis von Kannibalismus gedeutet.

## Übergangsformen zwischen höheren Affen und Menschen werden gefunden - 'missing link' 'Affenmensch'

1863 hatte HUXLEY ziemlich am Ende seines Aufsatzes gefragt: "Wo müssen wir denn nun aber nach dem 'Urmenschen' suchen? In Schichten welches tertiären Alters? In den Tropen war der Übergang vermutet worden. Der als 1887 als Tropenarzt nach Sumatra gegangene und dann nach **Java** übergesiedelte niederländische Mediziner EUGE'NE DUBOIS (1894; Internet) sucht dort ab 1885



Abbildung 3: Steinwerkzeuge von Krapina.

bewußt nach Vormenschen-Resten. Die angenommene nähere Verwandtschaft des Gibbon mit dem Menschen hat seine Suche dort bestimmt. Mit zeitweilig bis 50 Strafarbeiter läßt DUBOIS graben. Nach manchem Fund von Primaten-Knochen findet sich **1891** in der Uferwand des Flusses Trinil ein **Schädeldach** mit starken Überaugenwülsten und ein als dazu gehörender menschlicher **Oberschenkel**/Femur, dazu ein Backenzahn (s. a. A. HEILBORN 1918). Das aus der Gestalt des Schädeldachs abzuleitende Gehirn müßte größer gewesen als das heutiger großer Affen und kleiner als das heutiger Menschen, müßte also die erwartete Zwischenstellug besessen haben. Nimmt man die Gehirngröße als Maßstab für Intelligenz, dann lag, eine vielleicht auch bezweifelbare Sache, das Wesen von Java auch im Intellekt zwishen höheren Affen und echten Menschen. Die Brocasche Sprachwindung im Gehirn wird auch als größer als bei Menschenaffen angegteben (G. SCHWALBE 1904, S. 18). Der Oberschenken aber verweist in seinen Merkmalen, die alle genau analysiert werden, auf **aufrechten Gang**. DUBOIS (1894, S. 1.) sieht in dem Wesen "offenbar ein Glied, wie es die Entwickelungstheorie zwischen dme Menschen und seinen nächsten Verwandten unter den bekannten Säugetierarten voraussetzte, ...". Andere erkennen das bald an. DUBOIS nennt das in Resten bekannte Wesen ***Pithecanthropus erectus.*** Beim Hinzutreten späterer ähnlicher Funde werden diese zusammengefaßt als ***Homo erectus*** bezeichnet. Er wurde in seiner zeitlichen Stellung auch bezweifelt. Ein heutiger Affe kam wegen deren Spezialisierung als direkter Vorfahr nicht in Frage (G. SCHWALBE 1904, S. 18).

Ein Fund von **1908** erscheint **älter als der Pithecanthropus** und wird ebenso berühmt. Da hatte OTTO SCHOETENSACK (G. ZIEGELMAYER 2007; Wiki-

pedia 2014), Sohn eines Stendaler Gymnasiallehrers, aus Gesundheitsgründen sein Chemie-Unternehmen in Ludwigshafen aufgeben müssen. Finanziell ausreichend ausgestattet lonnte er mit Familie zu Studium und Wirken für die Prähistorie als Privatgelehrter in Freiburg i. Br. leben und ließ sich ab 1888 in Heidelberg nieder. In den Sandgruben um Heidelberg sammelte SCHOETENSACK und auf seinen Wunsch sollte auf Fossilien geachtet werden. 1904 konnte sich SCHOETENSACK über die Säugetierfauna des Neolithikum habilitieren. In dem 17 km von Heidelberg Dorfe **Mauer** war in den abgebauten Sanden eines alten Neckar-Laufes der damals 52 Jahre alte Arbeiter DIETER HARTMANN "beim Ausheben des Sandes vermittels einer Schaufel" auf "einen "Unterkiefer gestoßen ...", der ursprünglich noch vollständig war, aber "beim Herauswerfen in zwei Hälften vorgelegen habe" (O. SCHOETENSACK 1908, S. 23). SCHOETENSACK war benachrichtigt worden und eilte am nächsten Tag zu der Fundstelle, die er "noch ganz unberührt" fand. Dem 1952 mit 98 Jahren gestorbenen Arbeiter HARTMANN, wurde zu Recht in der so zu Bekanntheit gekommenen Gemeinde Mauer eine Büste gesetzt. Der **Unterkiefer**/Mandibula , die "untere Kinnlade", wirkte nicht wie der eine heutigen Menschen, aber in ihm waren **sämtliche Zähne** erhalten und diese waren gestaltet wie die eines Menschen. Offensichtlich stammte der Unterkiefer von einem Vorfahren des heutigen Menschen, der von SCHOETENSACK schon in der Veröffentlichung von **1908** als '***Homo Heidelbergensis***' bezeichnet wurde. Seinen Wert erhielt der Unterkiefer in der Feststellung seiner **zeitlichen Einordnung**, und das mußte aus der Kenntnis der zeitlichen Stellung der in der Umgebung gefundenen Fossilien hergeleitet werden. Dazu war auch die genaue Kennntis der hier einst lebenden Landschnecken (S. 8) erforderlich. Die Sande mit dem eingeschwemmten und nicht an einer Primärlagerstätte, sondern an einem Sekundärplatz aufgefundenen Unterkiefer waren von einem Fluß abgelagert worden und in sie wurden ebenso die darin lagernden Organismen und deren Reste von anderswo her eingeschemmt, wenn vielleicht auch wie möglicherweise ebenso der Unterkiefer von der Nähe. Das war also ganz anders als an der Ilm oberhalb von Weimar, bei **Taubach** und dann bei Ehringsdorf. Hier hatte man **damals noch keinen Schädel** gefunden, wohl aber lag hier ein von Kalktuff bedeckter Ort vor, an einem kleinen stehenden Gewässer, an dem einst Menschen gelebt hatten und deren weggeworfene "Gegenstände: abgenagte , oft auch zerschlagene oder mit Brandspuren versehene Knochen, Feuerstein- und Knochenartefakte u. a. m. " (S. 21) an Ort und Stelle bedeckt wurden. Man konnte aus dem Unterkiefer von Mauer allein viel weniger ableiten als aus dem in der zeitlichen Stellung jüngeren Fund von Java, der eben die Gehirngröße abschätzen ließ und auf den aufrechten Gang verwies. Aber SCHOETENSACK wagte die Schlußfolgerung (S. 44), daß der so **vereinzelte Unterkiefer von Mauer** "bedeutet den weitesten Vorstoß abwärts in die Morphogenese des Menschenskeletts" und die "Mandibula des Homo Hei-




Abbildung 4: Sah er so aus? der 'Ehringsdorfer'.

delbergensis läßt den urzustand erkennen, welcher dem gemeinsamen Vorfahren der Menschheit und der Menschenaffen zukam." Etwa *Rhinozeros etruscus* Falc. und ein Pferd deuteten auf oberstes Tertiär, Pliocän, und andere Reste auf ältestes Diluvium (S. 19, 20), also vor der Eiszeit hin. Und der "Unterkiefer von Mauer dürfte also von den bisher aufgefundenen stratigraphisch beglaubigten menschlichen Resten der älteste sein" (S. 20). Das galt natürlich für damals, 1908. Mochte der Übergang von noch äffischen Vorfahren zum Menschen irgendwo in den Tropen geschehen sein, immerhin hatten solche noch dem Übergang angehörende Wesen also entgegen der Vermutung etwa von RATZEL 1874 (S. 298) **auch** den **Weg nach Europa** gefunden, nahe dorthin, wo Jahrhunderttausende später Heidelberg entstand. Die Region südlich von Weimar sollte nach einiger Zeit nachziehen. Die Reliquien der Atheisten wurden sehr viel genauer geprüft als die der Gläubigen. Gläubigen mochte es als Wahnsinn erscheinen, daß einige Schädelreste, wenige Unterkiefer und gar einzelne Affenzähne eine mehrtausendjährige Religion in Zweifel ziehen ließen.

Die Vormenschen-Reste erhielten entgegen der zoologischen Nomenklatur eigene Art-, ja Gattungs-Namen, eben hier '*Homo Heidelbergensis'*. Der Evolutionsbiolge ERNST MAYR meinte im späten 20. Jh., daß die Vormenschen so variabel waren wie die Jetztmenschen und für die Vormenschen eine Aufgliederung in Arten nicht berechtigt sei (Wikipedia 2014).

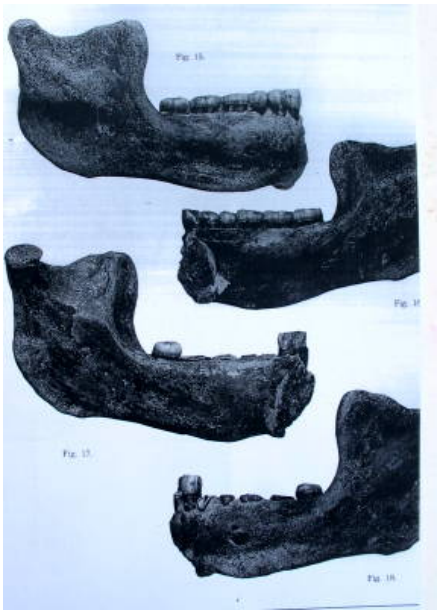

Abbildung 5: Unterkiefer von Mauer.

## Das Suchen und Finden geht nach 1908 weiter

Während auf der einen Seite der **Anschluß der Menschheit an die Affen gesucht** und auch bejubelt wurde, war **ebenso wichtig** zu erfahren, **wie es nach oben weiter ging**, **wie schnell**, mit welchen Erfolgen, **durch welche Wesen** und wen vielleicht nicht.

Im Jahre des Fundes des Unterkiefers von Mauer, **1908**, bargen vom 7. März bis 12. August, OTTO HAUSER und HERMANN KLAATSCH das Skelett eines **jugendlichen Neandertalers** bei dem schon bekannten **Le Moustier** (Wikipedia 2014). Und die Lagerung des Skelettes wurde als Bestattung gedeutet (W. BÖLSCHE 1909, S. 44). Und ebenfalls im August 1908 fanden französische Forscher in einer **La Chapelle-aux-Saints** genannten Grotte, ebnfalls in der Dordogne, das Skelett eines den Neandertalern zuzuordnenden Greises (S. 45/46).

Zum Cro-Magnon-Menschen und damit zum Jetztmenschen zu stellen waren Funde von HAUSER bei Combe Capelle, durch andere Forscher in der Grotte von Mentone an der Riviere, bezeichnet als *Homo* aurignaciens. HAUSER übrigens verkaufte seine Funde nach Deutschland. Frankreich erließ wegen HAUSERs keinesfalls als großartig richtig eingeschätzten Grabungen ein Exportverbot für Antiquitäten aus Frankreich. HAUSER, auch als deutscher Spion beschuldigt, floh 1914 nach Deutschland und verlor sein Eigentum in Frankreich.

Weitere und bis in die Gegenwart getätigte Funde haben das Bild verfeinert. Weit in die Vergangenheit zurück ging es 1924 mit dem als früh einzuordnendenKinderschädel von Taungs in Südafrika, gefunden beim Eisenbahnbau, und so kam man es zu dem von DART beschriebenen ersten ***Australopithecus.*** In diese Stufe einzuordnen waren auch 1929 2 Schädel aus der Nähe von Peking, dem ***Sinanthropus***. 1936 folgten 3 weitere Schädel des Peking-Menschen. ann gab es weitere Funde in **Sangiran** auf Java. Die Pekings-Funde gingen zwar in Krieg mit Japan verloren, aber China ist stolz auf seine Funde. Vor allem nach 1945 gab es zahlreiche Funde, systematisch erschlossen in Ost-Afrika.

Eine Frage war, wie eng die Ur- und Frühmenschen miteinander verwandt waren und ob und wann es eine Trennung in verschiedene Stämme resp. 'Rassen' gegeben hat. Gegen manche Behauptung über unterschiedliche Herkunft der Hauptrassen aus verschiedenen Arten der Großaffen hat selbst in der Nazizeit der damals viel gelesene Kieler Anthropologe HANS WEINERT (1941, S. 15) die Einheit des *Homo sapiens*, seine **gemeinsame Herkunft**, betont. Schon die unbeschränkte Fruchtbarleit aller verschiedenen Menschengruppen sprach dafür. Sicherlich sind die Menschen nicht von einem einzigen Elternpaar abzuleiten, aber - auch bei WEINERT - "eine einheitliche Gruppe einer Rasse muß es gewesen sein" (S. 15), und es ist die "Menschwerdung ganz sicher nur einmal vor sich gegangen" (S. 19). Wenn dann die ursprünglichsten Reste des 'Übergangsfeldes' von höheren Affen und Menschen immer wieder in Ostafrika nachgewiesen wurden, dann wird hier die Heimat der Menschen zu suchen sein. Von hier auswanderten welche in alle Welt, Offene Frage ist, **warum** sind Individuen zu einer anderen, 'höheren' Entwicklung ausgeschert? Waren es einzelne Mutanten? Und hat sich die Umbildung in vielen Schritten vollzogen? Und wie konnten sich diese Urmenschen gegen jene durchsetzen, welche 'Affen' blieben? So wie: 'Mit Euch, die ihr Affen geblieben, haben wie nicht mehr zu tun'. Haben sie sich mit einem eigenen Bewußtsein abgegrenzt? Waren die offenbar Intelligenteren mit schwererem Gehirn eine isolierte Population, welche sich unter besonders schwierigen Bedingungen durchsetzen mußte? Haben sie sich überlegen gefühlt? Bei allen Mängeln auch der Kommunikation auch untereinander? Ab wann haben sie nur unter sich gezeugt? Religiöse Kreise mögen hier eine göttliche Beseelung in eine Evolutionskette einführen. Hier liegen wohl kompliziertre Probleme vor, als wenn sich eine graue Eichhörnchen-Rasse gegen eine rötliche heimische durchsetzt. Weltanschuliche und philosophische Einmischungen sind hier unvermeidlich. Die Trennung der als Neumensch zu sehenden Gruppe in verschiedene 'Rassen' geschah augenscheinlich erst ganz zum Schluß, am Ende der letzten Eiszeit. Die Zahl der Menschen war wohl sehr gering geworden, selbst ein Aussterben wird für möglich gehalten und aus dem engen Genpool haben sich nur wenig voneinander verschiedene Rassen gebildet.

Von Afrika aus wanderten Homo sapiens-Wesen in alle Welt. Vor 55.000 Jahren kamen die ersten Menschen nach **Australien,** wohl weil der Meerespiegel in der Eiszeit tiefer lag oder gar ein Landweg bestand? Diese Aborigines blieben dann bis auf ganz wenige spätere Einwanderung anderer isoliert, bis zur Ankunft der Europäer. Nach Nordamerika /YouTube: Einer von uns, 5, so 2019) kamen Menschen nicht nur über die Beringstraße und die Eisschilde im Norden verhinderten zunächst den Weg auf dem Kontinent nach Süden. Eine vor 13.500 Jahren bestattete junge Frau auf Yukatan stammte wohl von einem anderen Wanderweg, von Menschen, die entlang der bei tieferem Meerespiegel breiteren Küste Nordamerikas von Norden nach Süden gewandert waren. Küsten sind ein geeogneter Lebensraum, Sie jagten Seehunde, aßen an den Küsten reichlich vorhandene Braunalgen, Tange. Ein am Columbia River ausgegrabener verletzter und dennoch weiterlebender Mann hatte einen stärkeren rechten und linken Arm und ein stärkeres linkes als rechtes Bein und das sollte aus Jagd auf Seehunde an der Küste verweisen, wo er einmal lebte. Was also alles aus den archäoöogische Funden ablesen kann, Jede Störung an Fundstätten muß also immer ferngehalten werden und der Ausgräber allein darf Erdproben entnehmen, damit sie vielleicht auch auf Sporen untersucht werden können. Die Menschen der Clovis-Kultur waren also nicht die ersten Homo sapiens in Nordamerika,

Alles kann einmal wichtig werden: Ein britischer Anthroploge legte um 1900 ein Haarsammlung an, von Menschen aus aller Welt. Heute ist sie ein großartiger Fundort für DNA-Proben.

## In Mitteleuropa umgeben von anderer als der heutigen Tierwelt - die Lebensweise der Frühzeit und die Jagdtiere

Sowohl Knochenreste wie Kunstwerke, Kleinkunst wie Höhlenmalereien, verweisen auf einst auch Mitteleuropa bewohnende Säugetiere, die hier längst verschwanden.

Von einem besonders starken Aufsehen begleitet waren jene ab **1880** ausgegrabenen Funde im Löß von **Predmost** bei Prerau in Nordmähren, mit etwa 100.000 eiszeitlichen Werkzeugen aus Knochen und Stein und Knochenresten von über tausend **Mammuten**. Schon vor der archäologischen Erforschung wurde der Boden mit seinen Knochenresten zur Düngung in der Landwirtschaft verwendet (W. BÖLSCHE 1909, S. 61). Haben Menschen die Mammute gejagt und ab wann? Der dänische Zoologe und Prähistoriker JAPETUS SMITH STEENSTRUP meinte nach dem Besuch der Fundstätte von Predmost 1888, daß der Mensch das Mammut nicht jagte und nur die aufgefundenen Knochen und Stoßzähne verwendete

(zit. W. E. GARUTT 1964, S. 73). Aber das konnte nach allen Zeugnissen nicht sein.

Über die Lebensumstände einer Variante der Neandertaler verwiesen die zahlreichen Reste in einer **Höhle** bei **Krapina** (K. GORJANOVIC'-KRAMBERGER 1906). In fast einmaliger Weise fanden sich hier Menschenreste, zahlreiche Reste von bestimmbaren Tierknochen sowie Werkzeuge - das alles an einem auch geologisch bestimmbaren Fundplatz. Von dem ebenfalls offensichtlichen Lagerplatz von Taubach bei Weimar gab es noch keine Menschenreste. 25 Meter über dem heutigen Krapina-Bach hatte dieser einst 25 Meter höher fließende Bach auf seiner rechten Seite im Sandstein eine Höhle ausgewaschen und deren Boden mit Geröll bedeckt. Von der Höhlendecke fiel Sandstein-Material, ja fielen ganze Blöcke. Solche Blöcke von der Decke drohten auch noch den Höhlen-Erforschern. Die Höhle mußte wenigstens zeitweilig als Lagerplatz gedient haben. In dem Material über dem Boden gab es Massen von Knochenresten von offensichtlich draußen erlegten, dann zerteilten und in der Höhle verwerteter Jagdbeute. Dazu kamen Knochenreste von mindestens 10 Menschen: "Krapina ist bisher die einzige Lokalität auf Erden, an welcher menschliche Reste in großer Anzhal gefunden wurden" (K. GORJANOVIC'-KRAMBERGER 1906, S. 88). Die Knochen, etwa von *Rhinoceros Mercki* und *Bos primigenius* waren angebrannt, also um einen Feuerplatz wurde die Mahlzeit bereitet. Außerdem waren die Knochen aufgebrochen, um das schmackhafte Mark aus dem Inneren der Knochen zu erhalten. Angebrannt und aufgebrochen waren auch Knochen von Menschen, selbst die von Kindern. Die Neandertaler von Krapina waren offensichtlich **Kannibalen**. Kann das auf 'entschuldbare' religiös-weltanschauliche Vorstellungen verweisen? Ganze Knochen gibt es vor allem vom Höhlenbär, *Ursus spelaeus* BLUMB., den man wohl wenigstens als erwachsenes Tier nicht zu jagen getraute und der die Höhle wenigstens öfters in Besitz nahm. Die Höhlenbären litten wie die Menschen an Arthritis. **Bearbeitet** wurde nur **Stein**, zum Bearbeiten ungünstiges, selten muschelig brechendes, vom Bach angeschwemmtes Gesteinsmaterial. Entsprechend zahlreich sind Gesteinsabsprengungen. Manches gehört zum 'Mousterien', aber wurden auch weitere Stufen unterschieden. Knochen wurden nur benutzt, wenn sie unbearbeitet in ihrer bestehenden Form als Werkzeuge verwendet werden konnten.

Eingeritzt auf einem Rentierstab aus dem Keßlerloch und in der Madeleine-Höhle Süd-Frankreichs wird ein kleines, dickes, großköpfiges **Wildpferd** dargestellt, das erst nach diesen Funden auch lebend in Zentral-Asien gefunden wurde (W. BÖLSCHE 1909, S. 80). Ein Fälscher hätte ein solches, noch auffindbares Tier nicht vorhersehen können. Das Jagdtier der Späteiszeit, des Magdalenien, war das **Rentier**.

## Werkstoffe und ihre Nutzung

Herausragend war die Beherrschung, zunächst wohl des Bewahren, und dann die Entzündung des **Feuers.** Spuren von Feuernutzung gibt es etwa beim "Peking-Menschen" in der Höhle von Chou-k'ou-tien. An etlichen mittelsteinzeitlichen Fundstellen in Europa gefundene Schwefelkies-Knollen haben wohl zum Feuerentzünden gedient. Ascheschichten, bis 1 m hoch, zwischen zum Sitzen genutzten Steinen, belegen längeres Bewahren von Feuer. Brennstoffe waren Holzstücke und Tierknochen. Das Feuer löste die Menschen wenigstens bis zu gewissem Grade von der Binduing an schützender Orte (J. A. H. POTRATZ 1962, S. 261).

Daß die Griechen die Mythengestalt Prometheus hatten, der den Menschen das Feuer brachte, läßt daran denken, daß sie sich der erst auf einer gewissen Stufe gewonnenen Feuerbeherrschung bewußt waren.

Die meisten erhaltenen und somit aufzufindenden Geräte bestehen aus **Stein**, was mit dessen guter Erhaltungsfähigkeit zusammenhängt. Auch manche Tiere schlagen mit Stein etwa Früchte auf, verwenden solche Steine aber eher nur fallweise, wenn sie denn vorhanden sind. 'Werkzeuge' sollten absichtlich hergestellte Geräte sein, für einen in Aussicht genommenen Zweck (R. GRAHMANN 1939, S. 88). Wie R. GRAHMANN meinte (1939, S. 88): "Die Erfahrung über das Verhalten von Steinen beim Schlag mußte der Erfindung vorangehen" und "der Weg vom naturgegebenen Schlagstein bis zum absichtlich zu- oder abgeschlagenen Steinstück " war "sehr weit" und "dauerte" "sehr lange:" Vielleicht habe der Noch-Affe Drypothiceus den Weg zurückgelegt. Älteste benutzte Steine mögen Bachgerölle gewesen sein und sie gab es in den verschiedenen, auch benutzbaren Formen. Der in Teilen des flachen Europa viel verbreitete **Feuerstein** vor allem lieferte "günstige Ergebnisse und: "Hier konnten Anthropoiden in Hülle und Fülle Steine, die "in die Hand paßten", benützen. Hier konnten sie die Eigenschaft des Feuersteines, scharfkantige Scherben zu bilden, kennen lernen. Hier stand dem äffischen Nachahmungstrieb und dem menschlichen Erfindergeist ein weites Feld offen" (R. GRAHMANN 1939, S. 89). Nur die Feuersteine "gewähren günstige Ergebnisse, denen gegenüber alle auf anderen Gebieten beruhenden Indusdrieen immer zurückbleiben." (S. 89). Von der Betrachtung des reinen technischen Geschehens her kann man den Weg zur 'bewußten' Steinbearbeitung vielleicht so beschreiben. Aber welche neuen Gehirnzustände mußten dem voausgehen, denn absichtliche Erfindung erforderte wohl dann mehr als einige lose Erfahrungen. Und welchen der 'Anthropoiden' war Erfindungsfähigkeit aus welchen Gründen gegeben? Könnten heutige Großaffen das nachholen? Wissen wir nun über die Gehirn-Evolution zum echten Menschen mehr?

Die Steinbenutzung (R. GRAHMANN 1939) erfolgte früh in zwei verschiedenen

Formen, in Herstellung eines mehr oder weniger noch zurechtgehauenen Kerns, als "**Faustkeil**" (G. MILDENBERGER 1950, S. 13 ff.) oder in Benutzung der oft scharfen "**Abschläge**", Die Herstellung eines geeigneten Kerns durch Abschlagen wird "**Kernsteintechnik**" genannt, die Herstellung der Abschläge als "**Abschlagtechnik**" Die Abschläge besaßen zuerst "keine gewollte Form", konnten als 'Schaber' verschiedener Art verwendet werden. "Erst allmählich bildet sich der Sinn für die Formen heraus", Seitenschaber, Endschaber, Klingen, Spitzen" usw. (R. GRAHMANN 1939, S. 93). Die Verbreitung dieser Techniken war schon früh **an bestimmte 'Kulturen' gebunden**. Die einen bevorzugten das Zuschlagen eines 'Kermstücks' zum Faustkein, in anderer Kultur wurden nur die 'Spaltsücke' verwendet (R. GRAHMANN 1939, S. 91). Später entstehen 'Mischkulturen' (S. 92).

Für die Herstellung von Faustkeilen wurde zuerst ein Schlagstein benutzt. Die so ersten erzeugten Geräte gehören zum Abbevillien. Dann kam es bei der Faustkeil-Herstellung auch zur Verwendung eines Schlagholzes.

Über die Jahrtausende hin gibt es Veränderungen der Geräte auch innerhalb des Paläolithikum, erscheint infolge der damit augenscheinlichen **Verbesserungen** also ein Fortschritt, eine Progression in der Geräte-Herstellung, was die Kulturstufen unterscheiden läßt. Verbessert wurde etwa die **Retousche** der Steingeräte. Im Mousterien, etwa 40.000 Jahre zurück, während der frühen letzten Eiszeit, gab es sowohl verbesserte Faustkeile, aber auch eine ganze Reihe verschiedener Geräte aus Abschlägen, nämlich Handspitzen, Schaber. Steinwerkzeuge wurden auch in ähnlicher Gestalt massenweise an bestimmten Orten, man könnte sagen "manufakturmäßig", mit einer gewisse **Standardisierung** hergestellt. Ja die große Ähnlichkeit bis weitgehende Übereinstimmung der Geräte auch aus unterschiedlichem Material weithin wurde augenscheinlich bewußt getätigt, sind durch Vermittlung von Können und Wissen zu erklären. CHILDE sprach von einer 'fossilen Idee', gewisse Fähigkeit zum abstrakten Denken (R. RUDGLEY 2004). Die Nähe geeigneter Steine bestimmte andererseits wohl sogar die Wohnortwahl. Aber früh wurden auch ortsfernere Steine eingesetzt, was auf weiteres Streifen oder gar **Tausch** zwischen den Gruppen verweist.

"Werkstoffe" waren ebenfalls, sogar wohl vorwiegend, **Holz und Knochen**, nur blieb eben Stein am besten erhalten. Besonders Beachtung fanden **Speere**, aus **Holz**, mit offensichtlich zu ihnen gehörenden Steinspitzen. Da wurde 1911 in Clacton / Essex in England die nach dem Fundort genannte "**Clacton"-Speerspitze** entdeckt, die jetzt auf 360.000 bis 420.000 Jahre, also in ein Intergalzial, zurück- datiert wird (R. DENNELL 1997, R. RUDGLEY 2004). Aus dem letzten Interglazial, dem Eem-Interglazial, stammt der 1948 bei **Lehringen** innerhalb von Elefanten-Knochen gefundene 2 m lange und erste vollständige Speer, aus Eiben-/ *Taxus-*

Holz, der auf die Zeit vor 115.000 bis 125.000 Jahren zu datieren ist. Bei beiden Speeren war man sich nicht sicher, ob es nicht auch Grabwerkzeuge gewesen sein könnten. Das wird nun ausgeschlossen bei den besonderes Aufsehen erregenden, im Jahre 1995 in einem etwa 100 km östlich von Hannover betriebenen Braunkohlentagebau bei **Schöningen** gefundenen 3 hölzernen Speeren aus Kiefern-/*Pinus* spec.-Holz (H. THIEME 1997). Ihr **Alter** ist auf **400.000 Jahre** anzunehmen, einzuordnen in ein besonderes Reinsdorf-Interglazial innerhalb des nicht einheitlichen Intergalzials zwischen Elster- und Saale-Eiszeit, also dem Holstein-Interglazial, Jeder Speer stammt von einem anderen Kiefernbaum, Die Gestalt ist so, daß sie als Wurfspeere und damit zur Jagd benutzte werden konnten und kaum nur Stangen zum Verteidigen waren. Damit haben als Frühmenschen vor 400.000 Jahren schon in Voraussicht gedacht und gehandelt, denn man stellt Wurfspeere nur her, wenn man sie für einen erst demnächst kommenden Zweck benutzen will. Sie sind kein Stehgreifangelegenheit wie das einfache Aufheben eines herumliegenden Stockes. Sie, vielleicht der 'Heidelberger', lebten nicht von der 'Hand in den Mund', sondern waren vielmehr Herren der Lage bei der Umweltnutzung (LVZ 21 4. 2020, on-line). Auch hier wurde eingewandt, daß die Holzspeere vielleicht zufällig neben Knochen lagen. Als interglazial gilt auch die verkohlte Holzspitze in Torralba in Spanien (H. MÜLLER-KARPE 1998).

Aufsehen erregte die 2012 (K. S. BROWN et al.) allgemein bekannt gemachte Entdeckung von blattähnlichen **Kleingeräten, Mikrolithen**, an der Süd-Küste Südafrikas, die **vor etwa 71.000 Jahren** angefertigt wurden. Isoliert nutzen die Mikrolithen nichts. Sie mußten **in ein anderes** größeres **Gerät eingefügt** werden, etwa an die Spitze eines Holzspeers. Das setzte ein gewisses Komplexdenken voraus. Fragen erheben sich wie: Wie lommunizierten die solche Geräte herstellenden Frühmenschen miteinander? Konnten sie wegen Kompliziertheit auch einmal eingestellte Arbeiten nach etlicher Zeit wieder sinnvoll aufnehmen?

Eine Errungenschaft vor dem Ende der Eiszeit, vor 20.000 bis 15.000 Jahren, dem Magdalenien, ist die **Speerschleuder**, welche die Wucht und Weite eines Speeres wesentlich erhöhte, dem Speer, der auch mit plastischen Verzierungen und Widerhaken am Ende versehen sein konnte (H. EGGEBRECHT 2009). Die Jagd wurde erleichtert durch den **Bogen** zum Abschießen von **Pfeilen**. Das ist mehr als eine bloße Fortsetzung des "Leibes", denn die Elastizität des Bogenholzes vergrößert in der Energiekonzentration die menschliche Muskelkraft (A. J. TOYNBEE 1979), die noch die Wurfweite eines Speeres bestimmte. Mit dem Bogen konnte das Jagdtier aus größerer Distanz erlegt werden, vielleicht nötig, nachdem durch den Eisrückzug der Bewegungsraum der jagdbaren Tiere sich vergrößerte und die jagenden Menschen den Tieren auf größere Entfernung folgen mußten. Auch Menschen konnten nun mehr auf größere Distanz getötet werden. Daß Pfeile benutzt wurden bezeugt




Abbildung 6: Steinzeitbewohntes O-Thüringen.

die Darstellung eines von einem gefiederten Pfeil getroffenen Hirsches in der Höhle von La Pasiega (H. MÜLLER-KARPE 1998).

Irgendwelche technische Errungenschaften gab und gibt es überall in der Welt. Dem Polarforscher R. AMUNDSEN (1929, S. 59) führten Eskimos im nördlichen Nordamerika vor, wie sie noch weiche **Knochen** des eben getöteten Wildes für Speerspitzen und Nadeln in eine gewünschte Länge und Form zu strecken und zu drehen, eine dort wichtige Errungenschaft. Knochennadeln mit Ösen gibt es auch im europäischen Paläololithikum.

Bei Solutree in Südfrankreich fanden sich am Fuße eines steil abfallenden Felsens die Reste von etwa 100.000 Pferden, weil Pferde offenbar immer wieder auf den Felsen getrieben und zum Absturz gezwungen wurden. Solche **Treibjagd** ist nur an bestimmten Orten möglich. Wie verständigten sich die Jagenden? Zur Rentier-Jagd wurde offensichtlich den im Jahresverlauf ziehenden Herden nachgezogen. Oder starben die Pferde dort auf andere Weise, in einem Sumpf vor dem Felsen?

In **Flechttechnik** wurden Gewebe, noch relativ grobe, aus **Fasern** hergestellt,

Mit Steinzeit verbindet man das **Leben in Höhlen**. Obwohl man kaum immer in Höhlen gelebt hat.

## Technik mit Kunst, Kleinkunst, im Höhlenzeitalter

Ritzungen, Zeichen, Farbe - wie weit hatten die Menschen schon komplexes denken, erfaßten Symbole, Fragen der Ur- und Vorgeschichtsforscher seit der Auffindung solcher Dinge. Jedenfalls im **Aurignacien**, der Zeit zwischen 40.000 bis 30.000

zurück (E. CALLAWAY 2013), als die letzten Eiszeit noch ihrem Höhepunkt zustrebte, tritt 'Kunst' in Erscheinung.

Überraschend war, als in der zweiten Hälfte des 19. Jh. **Kleinkunstwerke** aus der Altsteinzeit gefunden wurden. Zuerst bekannt wurden Ritzzeichnungen auf Stein oder Horn und Knochen oder kleine Skulpturen. Und sie zeigen als Mitbewohner der damaligen Vormenschen vor allem auch Mammut und Wollhaarnashorn. Damit wurden die Darstellungen ein frühes Zeugnisse menschlicher Dokumentation von unwiderbringlich Verlorenem. LARTET fand in der Balkonhöhle von La madeleine ein Stück Elfenbein von Mammut auf dem ein noch erkennbares Mammut-Bild eingeritzt war (W. BÖLSCHE 1909; S. 78), ein wichtiger Beweis für das noch diskutierte Zusammenleben von Mensch und Mammut. Die Herstellung von Skulpturen, etwa aus Elfenbein vom Mammut, solange das noch verfügbar war, setzte geschickte **Materialbearbeitung** voraus. Daß viele Funde in Höhlen gemacht wurden, wird auf die dortige Bewahrung zurückgeführt. Material in Freiland-Stationen ging wohl meistens verloren.

Von besonders hohem Alter sind Kunstgegenstände, Kleinkunst, des **Aurignacien in Schwaben**. War hier der Ausgang solcher Kunst für Europa überhaupt? Auf vor 40.000 Jahren wird eine in den 1930er-Jahren in der Stadel-Höhle Schwabens gerundene Elfenbeinschnitzerei datiert, die, etwa 30 cm hoch, ein aufrecht stehendes Wesen mit Löwenkopf und Menschenleib darstellt, der 'Löwenmann' (E. CALLWAY 2013). Experimentell wurde geprüft, wie lange man zum Schnitzen einer solchen Figur wohl gebraucht haben mag und kam auf hunderte von Stunden. Eine 3.7 cm lange Mammut-Plastik, eine kleine die Hände emporhaltende Menschenfigur auf einem Elfenbeinplättchen, der "Adorant" – das älteste bekannte Abbild, das der Mensch von sich schuf (U. VON RAUCHHAUPT 2009, M. SCHULZ 2007). Um 2007 grub in Schwaben der aus den USA stammende und später an der Universität Tübingen wirkende Prähistoriker CONARD (Wikipedia). Als mit älteste bekannte Darstellung eines Menschen fand sich 2008 die aus Elfenbein geschnitzte "**Venus vom Hohle Fels**", eine besuchbare Karst-Höhle bei Schelkingen, etwa 40.000 Jahre alt, also älter als für bisherige ähnliche Funde angenommenen 35.000 Jahre. Schwaben lieferte bis 2009 etwa 50 Skulpturen. Daß immer wieder Mammute dargestellt oder gemalt wurden verweist auf den Eindurck, den dieser Tiere machten. In den Höhlen der Dordogne gibt es über 80 Darstellungen von Löwen.

Ein berühmtes **Kleinkunstwerk** ist die 1908 entdeckte **"Venus von Willendorf",** genannt nach dem Ort Willendorf in der Wachau in Österreich, eine Kalkstein-Statuette, aus dem **Gravettien**, das auf das . Aurignacien folgte. Von "Venus" zu sprechen heißt nicht rank und schlank, sondern, die geformten Frauen waren wohl gemäß einem anderen Schönheitsideal oder gemäß einem Fruchtbarkeitskult sehr

füllig gestaltet. Ausdruck von Triebstau? Wie sahen die wirklichen Frauen aus? Allzu viel Fruchtbarkeit mochte für das Wildbeuterleben gar nicht erwünscht sein – und das erforderte Tabus. Insgesamt kennt man bis 2007 über 150 steinzeitliche 'Venus'-Figuren (M. SCHULZ 2007). .

Im Aurignacien erscheinen persönliche, nach ihren Fundumständen an bestimmte Personen gebundene **Schmuckstücke** aus verschiedenen Materialien, von Muscheln und Korallen über Knochen und bis zu Geweihen. Bei Sungir nahe Wladimir in Rußland fanden sich etwa 25.000 Jahre alte Skelette, und bei dem eines etwa 60 Jahre alten Mannes 2936 Perlen, die einmal an verschiedenen Körperteilen schnurförmig angeordnet waren. Bei einem 13-jährigen Jungen dort fanden sich 4903 Perlen derselben Art. Bei einem Mädchenskelett lagen 5274 Perlen. In Tausenden von Stunden, allein für den Schmuck des Mannes wohl 2000, muß dieser Schmuck hergestellt worden sein (R. RUDGLEY 2004). Ausdruck der sozialen Differenzierung in dieser Zeit?

**Schmuck** - auch in düsteren Zeiten wurde auf ihn nie verzichtet und unterhält in der Gegenwart reiche Industriezweige. Gab es in den alten Zentren weniger Armut? Wobei auch heute für viele weniger Begüterte, vor allem Frauen, auf Schmuck nicht verzichtet wird. Wenn manche Kommunisten im 20. Jh. meinten, daß Luxus und auch Schmuck überflüssig. ja schädlich sei, dann war man in ihrer Urgesellschaft wohl anderer Meinung.

**Feuer** diente nicht nur zum Wärmen, zum spärlichen Licht oder bei der Nahrungsbereitung, sondern es gab, wie man oft erst später herausfand, Anwendung auch bei der Werkstoff-Behandlung, es gab eine ganze **Pyrotechnik** (R. RUDGLEY 2004). Mit Feuer behandelt wurden, und das nicht ohne Probleme, **Steine**, für veränderte Eigenschaften. Feuergebrannt und damit gehärtet wurden Tongegenstände, zunächst nicht Gefäße, aber etwa kleine **Tonstatuetten**, etwa aus magerem Ton geformte kleine Tierfiguren,. Das gilt auch für die kleine **"Venus"-Figur von Dolni Vestonice**, auf der 1922 bei diesem Dorf entdeckten und zuerst unter KAREL ABSOLON ausgegrabenen Freilandstation von Mammutjägern des Gravettien. War die Feuerbehandlung bewußt durchgeführt oder lagen die kleinen Figuren nur zufälligerweise nahe einem Feuer? (H. MÜLLER-KARPE 1998). Auch hier: Vorverlegung einer Errungenschaft! Der in der in Herstellung von Gefäßen bestehenden Keramik ging also wohl die Kenntnis der Veränderung von Materialien durch Feuer voraus. Es fand sich 1960, und zwar ausgerechnet in dem abgelegenen Japan, **Keramik**, die noch **ohne** gleichzeitige **Landwirtschaft** erzeugt wurde, wohl über 9000, ja bis 12.700 Jahre alt, die Dschomon-Kultur..Es heißt: "es war wie ein Schock für die Archäologen sowohl in Japan als auch andernorts, eine so weit fortgeschrittene Tradition der Töpferei unter derart "primitiven" kulturellen Umständen gefunden zu haben" (R. RUDGLEY 2004, S. 51).

**Ältester Abbau eines Rohstoffes** in der Natur galt dem **Ocker** und vielleicht weiteren Farbmineralien, Farbpigmenten der Höhlenmalereien. "Ocker" ist die Bezeichnung für eine Reihe fabriger oxydischer und hydroxydischer Eisenmineralien, rötlich bis gelb und braun, Hämatit, Goethit, Limonit (R. RUDGLEY 2004), aus denen noch lange kein Eisen gewonnen wurde. Alter Abbau nachgewiesen wurde in der Lion Cavern in Swaziland / südliches Afrika bei Lovas in Ungarn, bei Paris, noch altes Jungpaläolithikum. Etwa bei Becov in Böhmen fand sich unter einem Felsenüberhang ein flacher Stein, der nach in ihm enthaltenen Resten dem Zermahlen von Ockerstein zu **Ockerpulver** gedient haben wird, also der mechanischen Veränderung eines Rohstoffes und frühes Beispiel für "**Mahlen**". Ocker häufiger an Feuerstellen gefunden als dem Zufall zuzuschreiben ist weist auf Ausglühen des Ockers und der damit schon bei 260 bis 280°C möglichen Gewinnung einer reicheren Farbpalette. Ocker war damit möglicherweise das erste Material, bei dem Pyrotechnik eingesetzt war.

Weiteres Farbmaterial waren schwarze pflanzliche und tierische Kohle und die **schwarze Manganerde** (H. MÜLLER-KARPE 1998).

Das Anbringen der Farbmaterialien an die Felswand geschah wohl oft in feuchtem Zustand, durch Auflösen in Wasser oder gar anderen Flüssigkeiten wie Pflanzensäfte und Blut, aber auch durch trockenes Auftragen oder Aufstäuben in Pulverform.

Musik wurde gemacht mit **Flöten**, das sind Knochen mit Löchern, eine entdeckt 2004 aus Elfenbein. Oder eine Flöte aus Gliedmaßenknochen von Gänsegeier (YouTube 2019) Hergestellt eventuell um Vögel zum Verspeisen anzulocken. Ab wann war Flötenspielen, ja Musik, eine eigenstänfige Kunst? Oder war es das von vornherein? Schließlich gibt es auch Rätschen und Schwirrblätter. Musizierte man an den Behausungen, oder in bewohnten Höhlen, dann betrieb man also Hausmusik, förderte Bindung der Mitglieder einer Gemeinschaft.

Wenn man ortsfremde Schalen von Konchylien, also Schnecken und Muscheln, verwendete, weist auch das auf Austausch oder Mitnahme bei Wanderungen.

Auf Tonscherben oder anderswo **eingeritzte Zeichen** dürfen als eine frühe Schrift, wenigstens als eine **Dokumentation** von Dingen, vielleicht Jagderfolgen oder mit Weissagungen, gedeutet werden.

Daß neue Substanzen wie Gold. Silber, auffällige Steine, später Glas zuerst als **Schmuck** verwendet wurden, daß Ritzzeichnungen, daß Tonstatuetten aufkamen und andere Dinge, die als **Kunst** zu sehen sind, sollte bei der Beurteilung der normalen **Menschenpsyche** beachtet werden, die eben nicht nur dem 'Lebensnotwendigen' huldigt, sondern mehr benötig, das Spielerische, das Ästhetische.

Und das seit uralten Zeiten, und nicht nur für religiöse Handlungen. Sich völlig ernüchternd nur auf Nützliches zu beschränken, auf 'Zeit ist" als es aufkam 'Geld', oder zu dieser Beschränkung gezwungen zu sein, das wohl scheint Entartung zu sein, nicht das Sich-Schmücken des Bewohners im Regenwald. Und auch die Evolution hat nicht nur das gerade noch Nützliche überleben lassen, sondern auch vieles Bunte und absurd Erscheinende, wenn es denn nicht geradezu schädigend war. Frauen müssen, wie Schmuckgegenstände nahelegen, auf **Schmuck** regelrecht erpicht gewesen sein, auf Perlen- oder Muschel-oder Bernsteinketten und späer kam die Bronze hinzu. Und für den Schmuck wurde weiter Handel betrieben.

## Höhlenmalereien

Noch aufregender als Kleinkunstwerke war die Entdeckung von spät-steinzeitlichen **Höhlenmalereien**. Sie zeugen dem Kunstbegeisterten von Schöpferfähigkeit der fernen Vorfahren. Sie bieten dem Eiszeit-Paläontologen eine weitere Vorstellung von den **Arten und** besonders **der örtlichen Häufigkeit** der offensichtlichen **Jagstiere**. Sie lassen je nach dem Alter der Höhlenbemalung Veränderung im Sortiment an Jagdtieren in der Zeit erkennen.

Als 1879 die polychromen, d. h. 'vielfarbigen' Malereien in der Höhle von **Altamira** in Nordspanien entdeckt und 1880 über sie geschrieben wurde, durch den Juristen und Amateur-Archäologen MARCELINO DE SAUTUOLA, wurde bezweifelt daß es sich hier um Uralt-Malereien handelt. SAUTUOLA hatte in der von ihm beachteten Höhle Skelette nun in Spanien veschwundener Säugetiere gefunden, die Höhle wiederaufgesucht und seine Tochter MARIA fand in einer Nebenhöhle an der Decke die Malereien, gesehen schließlich dreißig Stück. E´MILE CARTAILHAC hat die schließlich anerkannten Höhlenmalereien eingehend beschrieben.

Der Durchbruch in der Anerkennung der Malereien in Höhlen als eiszeitliche-Kunst geschah mit der **1901** erfolgten Entdeckung von ausgemalten Höhlen in Südfrankreich, in der Dordogne, in Seitentälern des in vorgeschichtlichen Fundstellen einzigartigen **Veze'retales**, dem 'Pompeji der Steinzeit' (W. BÖLSCHE 1909, S. 85 und ff.).

Farben waren allerdings nur in Resten erhalten in den Felsgravierungen in der Höhle von **Les Combarelles**. Nur durch einen engen Schacht von 234 m kann ein nicht kleiner Mensch in die enge Höhle kriechen (nach KLAATSCH und VERWORN in W. BÖLSCHE 1909, S. 86). Kalksinter bedeckt Teile der Wandbilder und das bewies, daß keine moderne Ausmalung vorlag. Auch wurde das Geröll am Boden entfernt und an der so freigelegten Wand gab es Wandbilder in besonderer Frische. Zahlreiche Wandmalereien bietet die schmale Höhle von **Font-de-**

**Gaume.** Nur schwarze Malereinen enthielt die Höhle von **Niaux** und In der Folgezeit wurden mehr oder weniger gut erhaltene in weiteren Höhlen untersucht**.** In der 1914 entdeckten südfranzösischen Höhle **Les Trois Fre'res** aus dem Aurignacien und dem Magdalenien fielen auch Menschengestalten auf und auch halbe Menschen, in Kombination von Jagdtieren, Hirschen. Hier schienen Gedanken über Rituale oder Jagdzauber und Jagdlisten Bestätigung zu finden. Die Höhlenmalereien von **Lascaux** ebenfalls im Tale der Vézère in der Dordogne wurden 1940 von 4 Jungen gefunden. HENRI BREUIL hat die Höhle als erster Vorgeschichtlicher betreten (Wikiepdeia 2014). 37 Meter unter dem heutigen Meeresspiegel 1991 fand der Tauchlehrer HENRI COSQUER Malereien in der nach ihm benannten Grotte **Cosquer** bei Marseille. In den Eiszeiten lag der Meeresspiegel wesentlich niedriger. Im Dezember 1994 drangen drei Freizeitforscher im Tal der Ardeche westlich von Orange in eine nach dem führenden Entdecker CHAUVET als **Chauvet-Grotte** (H.-G. BANDI 2004) bezeichnete Höhle, deren Malereien und einige Gravierungen auf 32000 bis 30000 vor heute datiert wurden und damit älter als die anderer Höhlen, aus dem Aurignacien, sind. Die Tierdarstellungen dieser "Sixtinischen Kapelle der Vorzeit", entweder in Rot oder in Schwarz, wirken keineswegs primitiver als jüngere Malereien. Unter den etwa 500 Tierbilden wurden ermittelt 72 Raubkatzen, davon 71 Höhlenlöwen, deren männlichen Tiere mähnenlos waren, dazu ein offensichtlicher Höhlenpanther, 66 Mammut-Darstellungen, 65 Wollnashörner, 40 Wildpferde mit ihren struppigen Mähnen. Wildrinder wurden unterschieden in 31 Wisente, 10 Auerochsen. Bei den 25 Hirschartigen (Cerviden) wurden ausgemacht 12 Rentiere, 7 Riesenhirsche, 2 Rothirsche, 4 nicht näher bestimmbar. Erst spät entdeckt wurde die Darstellung von 2 Moschusochsen ganz hinten. Dazu tritt als einziger Vogel die Lehmzeichnung eines Uhu. Es ist Tierwelt der letzten Eiszeit.

Es wurde versucht, die Höhlenmalereien in den Gang der Klimageschichte einzuordnen, wie sie sich auch in den dargestellten und offensichtlich bejagten Tieren widerspiegelt. So war offensichtlich in der Zeit der Magdalenien-Kultur am Ende der letzten Kaltzeit Reichtum am jagdbaren Tierherden vorhanden und es folgte mit der Erwärmung eine Verarmung.

Wurden die Höhlen im Laufe von Jahrhunderten, ja Jahrtausenden mit immer neuen Künstlern ausgemalt? Eine andere Auffassung ist, daß die Bilder in einer Höhle **in kurzer Zeit** von wenigen "Künstlern" oder gar einem einzigen, wenigstens unter einer Leitung, hergestellt wurden. Die Höhlen mit ihren Bilderwänden waren dann für die weitere lange Zeit so etwas wie eine mit Kunstwerken ausgestattete fertiggestellte und nicht mehr erneuerte Kathedrale. Benutzt vielleicht für Initiationsriten. Oder waren gar viele Höhlen, wenigstens einer Region, nach einem gemeinsamen Plan bemalt worden?



Abbildung 7: Felsenmalerei N-Australien.



Abbildung 8: Aborigin-Malerei, N-Australien.

Als älteste Tierdarstellung, nämlich gegen 40.000 Jahre alt. gilt 2018 eine aus einer Höhle in Borneo, ein Tier ähnlich einem Rind (Spiegel on-line 2018).

Gab es andererseits auch **Malereien an offenen Felsen**, vielleicht gar häufig, die im Unterschied zum Trockenklima in Wüsten Afrikas und Australierns im feuchten europäischen Klima nur dem Wetter zum Opfer fielen? Mittelalterliche, also sehr viel spätere Außenmalereien an rumänischen Kirchen wurden an der Wetterseite, und oft nur dort, zerstört.

Zahlreich Felsmalereien und -ritzungen in der **Sahara**, auch mit afrikanischen Tieren, welche schon der Forscher HEINRICH BARTH in den 1850-er Jahren sah und auch zeichnete, sind ein entscheidendes Zeugnis für den vor wenigstens 8000 Jahren

ganz anderen Zustand der heutigen Wüste.

## Geistige Enwicklung der Menschheit im Licht des Paläolithikum

Daß der Mensch' sich von der Steinzeit über die weiteren Zeitalter auch geistig, intellektuell entwickelte, also zu Neuem, Besseren fortschritt, erscheint fast selbstverständlich. Die technischen und besonders auch die künstlerischen, ja auch rituellen Äußerungen in den verschiedenen Stufen des Paläolithikum werden im Sinne eines auch geistigen Fortschritts interpretiert. Auch wenn man bei solchen Stufen von 'Menschheit' spricht, besteht natürlich die Frage , ob der Fortschritt alle Menschen betroffen hat? Waren und blieben sie schicksalhaft unterschiedlich, die Offiziere und Naturforscher innerhalb der Offizierskajüte auf einem Erkundungsschiff der britischen Marine, der HMS, und die wie manche Südseebewohner tätowierten Matrosen außen? Über 'geistige Entwicklung' in der frühen Menschheitsgeschicht nachzudenken, erforderte einen auch philosophierenden, auch spekulierenden Geist, der nicht von allen sich exakt nennen Fachgenossen anerkannt wurde und das konnte sich nur einer mit schon bestehenden sachlichen Leistungen auf anderen Gebieten leisten, wie etwa MAX VERWORN (1912). Schon mit Feuerstein mußten die **Ur-und Vormenschen** Erfahrungen machen, und blieben solche Erfahrungen nicht auf einzelne beshränkt, kam es zu auch als geistig-intellektuell zu bezeichnender und sich verbreitender **technischer Entwicklung**. Nicht jedes Gestein war für Werkzeuge gut zu gebrauchen. Es war der bevorzugt verwendete **Feuerstein**, mit dem sich brauchbare Werkzeuge herstellen ließen, und das war also **Erfahrung mit Materialien** (M. VERWORN 1912, S. 36). Und "Erfindung" war die 'künstliche Spaltung des Feuersteins' (S. 36) und die einseitige Randbearbeitung und die Neuschärfung (S. 37). Weil ausgedrückt in HAECKELs 'Biogenetischem Grundgesetz' Tiere oft in ihrer Embyoanlentwicklung phylogenetische Vorfahrenstadien bis zu einem gewissen Grad 'wiederholen', sollten Menschenkinder geistig Stufen der Vormenschen wiederholen. Aber gemäß etwa VERWORN (1912, S. 9) bildet beim Malen das heutige Kind Anerzogenes wider, schafft nicht spontan wie die ersten kunstschaffenden Menschen. Kam **Kunst** ziemlich **plötzlich**, als eine Art "Urknall" in der Menschengeschichte, und gleich vollendet? Warum, wenn so? Von Altamira und anderen Orten mit Höhlenmalerei ist wohl zu Recht auch gesagt worden, daß diese nicht der Anfang von Kunstgewesen sein können, sondern ihnen Unbekanntes vorausging. Der allerings eher philosophierende BÖLSCHE betonte 1926 (S. 61). "Diese diluviale Kunst, wie wir sie jetzt sehen, ist keine Vorkunst mehr." Wenn im technischen Bereich an Fortschritt gedacht, von 'Evolution' gesprochen wird, so erscheint es insgesamr zweifelhafter, **was** denn nun in der Kunst **als Fortschritt** (J. A. H. POTRATZ 1962, S. 256) zu sehen ist. Sind die Kleinkunstgegenstände des Paläolithikums,

sind die Höhlenmalereien eine Primitivstufe, der bis in unsere Tage nur Höheres folgen konnte, bis hin zur Historienmalerei der Neuzeit oder der Kunst des 20.Jh.? Australische Felszeichnungen vervielfältig gelten als dekorativ in modernen Wohnungen. Mit Ocker bei Leichen, mit Leichenbestattungen verschiedener Art wären Anfänge der Religion gekommen (M. VERWORN 1912, S. 40), dabei die Vorstellung von einer Seele, die man besänftigen mußte. Auch die Höhlenmalereien wurde manchmal so gedeutet, daß hier nicht spontan ein Jagderlebnis gebannt wurde, sondern man die getöteten Tiere versöhnen wollte, Um wie viel primitiver waren nun Luft-, Baumgeister und was es so gegeben haben mag gegenüber den sogenannten **Hochreligionen**, in denen ein Erzengel Gabriel mehrfach in der Geschichte auftreten mußte? Unbewiesenes ist und bleibt Humbug!

Bei vielen neueren Forschungen zur fernen Vergangenheit ergab sich die Erkenntnis: Die Altpaläolithiker waren weniger 'dumm' als einst manchmal angenommen war. Die **Datierung von Errungenschaften** mußte **zurückverlegt** werden.

Und wie angenommen werden darf: Hauptcharakteristika auch des modernen rezenten Menschen haben sich wohl in der Phase vor der Schriftkultur herausgebildet (G- CLARK 1966, S. 95).

## Frühe Ausrottung von Großtieren durch Menschenwesen

Wie es mit zuerst in den 1960-er-Jahren der USA-Paläontologe ALFRED S. MARTIN (A. W. CROSBY 1991, S. 220/221, Wikipedia 2018) entwickelte: Menschen waren früh in der Lage die **Großtierwelt** eines ganzen Kontinentes wie **Australien** in wenigen Jahrtausenden **auszurotten**, und von 24 australischen Tieren mit einem Gewicht von über 50 kg verschwanden 23 (Y. N. HARARI 2015, S. 87 ff.). Das waren Känguruhs von 200 kg, Beutellöwen von Tigergröße, flugunfähige Riesenvögel, und, 2,5 Tonnen schwer, das *Diprotodon*. Brandrodung war wohl möglich. Und jetzt erst kam es zur Ausbreitung des Eukalyptus - und damit auch für auf diese Bäume angewiesenen Koalas. Die in Australien angekommenen Menschen "krempelten das gesamte australische Ökosystem um, bis es nicht wiederzuerkennen war" (Y. N. HARARI 2015, S. 87) und HARARI meinte sogar (S. 87): "Die Ankunft der ersten Menschen in Australien ist eines der wichtigsten Ereignisse in der Menschheitsgeschichte, ..."

Dieses Verschwinden von Großtieren nach dem Erscheinen von Menschen wiederholte sich anderswo. Es ist nicht anzunehmen, daß stets nach Menschenankunft ein Klimawandel zu einem natürlichen Verschwinden der Großtiere geführt habe. Nach **Sibirien** zog man wohl wegen der Großtiere, ohne wohl anderswo ausgefallener Lebensmöglichkeit, aber "Ein Mammut war ein wandelnder Supermarkt aus Fleisch,

Fett, Fell und Elfenbein" (Y. N. HARARI 2015, S, 91), der es einem bequem machte, wenn man sich nur klimagerecht kleidete. Millionen von Mammut-Stoßzähnen im Boden Sibiriens, eine Großquelle von Elfenbein, lassen auf die einstmals für Jahrtausende sich in Sibirien ernährenden Großsäugetiere schließen (InternetI. Die **letzten Mammute** verschwanden wohl auf der Taimyr-Halbinsel, 11.000 Jahre v. Chr. (D. SINOR ed. 1990, S. 59). also in diesem Randgebiet etwa mit dem Beginn des Neolithikum. Aber weiter südlich war das Mammut schon längst nicht mehr Jagdtier gewesen und auch im Norden wohl schon länger nur gelegentlich. Von Nordost-Sibirien aus wanderten Menschen nach **Amerika**. Spätestens vor 12.000 Jahren war Feuerland erreicht (Y. N. HARARI 2015, S. 94/95 u. a.) und es verschwanden **in Nordamerika** von 47 Großtierarten 34, und in Südamerika 50 von 60, "Riesenfaultiere, Riesenlöwen, Pferde, Kamele, Riesennager und Mammuts" und "Die Säbelzahnkatzen, die sich mehr als dreißig Millionen Jahre lang prächtig entwickelt hatten, verschwanden beinahe über Nacht" (S. 95). Die erste flächendeckende archäologische Kultur Amerikas, die nach einem Ort in New Mexico benannte **Clovis-Kultur**, neolithisch, mit Speerspitzen von großer Schärfe an beiden Kanten und beidseitig retuschierten Pfeilspitzen, ist um 8050 - 8850 anzusetzen (Wikipedia 2018).

Es waren, wie sich zeigte, nicht die ersten Menschen in Amerika,

Zur Zeit des europäischen Mittelalters verschwanden nach der Ankunft von Menschen, den Maori, auf **Neuseeland** die Riesenstraußenvögeln, die Moas. Schweine zur Fleischversorgung hatten die Maori nicht mitgebracht. Als Resumee: "Der Homo sapiens hatte die Hälfte aller Großsäuger der Erde ausgerottet, noch ehe er das Rad, die Schrift und Waffen aus Metall erfunden hatte", von rund 200 Säugetier-Gattungen von über 50 kg Gewicht waren "zu Beginn der landwirtschaftlichen Revolution" etwa 100 verschwunden (Y. N. HARARI 2015, S. 96). Aber für die Ausrottung der Gtroßsäuger wenigstens in Nordamerika wurden auch Zweifel angemeldet und auf einen Meteor über Ohio verwiesen.

**Weg zur Seßhaftigkeit**

## Gewisse Seßhaftigkeit auf früher Entwicklungsstufe

Menschen des Paläolithikum gelten wegen ihres Lebens als Sammler und Jäger nicht als seßhaft. Das muß wie Indianer in Nordamerika zeigten nicht beliebiges Umherstreifen bedeuten. 'Jagdgründe' und auch ihre Verteidigung sind kaum nur schriftstellerische Erfindung. **Wo Höhlen ausgemalt** wurden und diese vielleicht kultischen Zwecken dienten, **lebten die Menschen** wohl wenigstens bevorzugt **in der Region**. Fischervölker an stets fischreichen Meeresküsten oder an fischreichen

Seen und Strömen, verwöhnt vielleicht an wiederkehrende Massenwanderungen der genutzten Fische, der Lachse im Binnenland, der Heringe am Meer, waren auch ohne Landwirtschaft recht seßhaft, waren **"seßhafte Jäger"**. Das galt für die "jagenden und fischenden Stämme Kanadas an den Küsten des Stillen Ozeans", die in ständigen Dörfern lebten "mit festen, schmucken und fast verschwenderisch ausgestatteten Holzhäusern" (V. G. CHILDE 1959, S. 76). Manche in großen Beständen vorkommenden wilden Gräser reifen zu bestimmten Zeiten im Jahr und ihre Körner konnten dann regelmäßig regelrecht geerntet werden. Die Samen von Gräsern haben die sehr gute Eigenschaft, daß mit ihnen Vorratshaltung betrieben werden kann, Vorratshaltung vor Landwirtschaft mit Anbau. Der Ethnologe JULIUS E. LIPS (s. etwa 1955) nannte solche Jahr für Jahr den reichen Anfall bestimmter Pflanzen an bestimmten Orten nutzenden Ethnien "**Erntevölker**". Anbau konnte unterbleiben. Und relativ seßhaftes Leben war auch möglich. In einem weiten Gebiet in Nordamerika wurde der an langsam fließenden Gewässers weithin wachsende Wasserreis, *Zizania aquatica* (A. MAURIZIO 1927, S. 40 ff.) von den Indianern im September geernetet und anschließend getrocknet und zum Mahlen zwischen 2 Steinen enthülst. *Zizania aquatica* ist dem Reis verwandt. Er kommt auch im östlichen Asien vor, von Japan bis Vietnam. Wie es von dem wildwachsenden Wasserreis für Nordamerika heißt (A. MAURIZIO 1927, S. 41): "Es ist das einzige Korn, das in genügender Menge reift und für den gewöhnlichen Nahrungsbedarf in so großem Überfluß, daß die Indianer von ihm wirklich abhängen." Er wurde auch augesät, ja beim Ernten an den Gewässern fielen auch genügend Samen herab. Die Wildreis-Nutzung, bis weit in moderne Zeit, war also **mehr als eine primitive Sammlerstufe**. Und auch süßer Saft, **Zuckersirup,** konnte in Teilen Nordamerikas auf Sammlerniveau gewonnen werden, der Zucker aus dem **Zucker-Ahorn/*Acer saccarum***, genutzt bis in die Gegenwart. Wie festgestellt wurde: "In der Gegend der Upper lakes widmen die Indianer drei Wochen im März, April oder Mai dem Sammeln des Ahornzuuckers und während der Zeit leben sie ausschließlich von ihm" (so zit. in A. MAURIZIO 1927, S. 40). **Mongolen** zogen mit Kamelen zu Dünengebieten, wenn dort großfrüchtige Steppen-und **Dünengräser,** *Arundo villosa Trin.* und *Elymus giganteus* Vahl. (= *arenarius* L.), reif waren und konnten so ihre Fleischnahrung mit Brei ergänzen (A. MAURIZIO 1927, S. 38). **Ackerbauer** leiden dagegen oft an **Bodenerschöpfung** und müssen dann **weiterziehen**, vielleicht Neuland durch Rodung erschließen, teilweise in Regenwaldgebieten der Tropen bis heute, sind also eher Nomaden als Fischervölker .

Was **Wildfrüchte in Mitteleuropa** betrifft: Bis in neueste Zeit im slawischen **Ost-Europa** bis tief hinein ins östliche Deutschland wurde das an und in Gräben und auf feuchten Wiesen wachsende **Schwaden- oder Manngras/*Glyceria fluitans*** Brown in großen Mengen genutzt, das "einzige Getreide Europas, das nicht

eigentlich gebaut ... wird (A. MAURIZIO 1927, S. 44). Mit einem Sieb mit kleinen Löchern wird durch Schlagen die Körner eingesammelt. Die moderne Wiesenkultur verdrängte den Schwaden. Geerntet wurden an den europäische Küsten auch *Strandgräser* und für Hülsenfrüchte die rot blühende **Stranderbse**/*Pisum maritium* L. (A. MAURIZIO 1927, S. 49). Im Binnenlande gesammelt wurde auch das heutige Unkraut **Bluthirse**/*Panicum/Digitaria sanguineum/sanguinale*. In **Mali** hatten solche offensichtlich regelmäßig Wildgräser erntenden einstigen Steinzeitmenschen auch Keramik entwickelt (E. HUYSECOM 2008).

Auch manche wilden **Herdentiere** führen saisonbedingte **Wanderungen auf bestimmten Routen** durch. Noch im 19. Jh. zogen die **Büffelherden und Karibus** Nordamerikas Jahr für Jahr ihre Route und wurden die einigermaßen sichere Nahrungsgrundlage mancher Indianerstämme. Mit der Einführung des Pferdes bei manchen Indianerstämmen Nordamerikas war das verstärkt worden und wurde dann von den einmal die Pferde liefernden eindringenden 'Weißen' durch die Büffel-Vernichtung etwa im Interesse der Ledergewinnung wieder abgeblockt (J. OSTERHAMMEL 2009, S. 485).

**Jagd und Sammeln von Wildfrüchten wird bis in die jüngste** Zeit selbst in dichtbesiedelten hochzivilisierten Staaten noch betrieben, jetzt ziemlich beschränkt auf Waldfrüchte und Pilze. Vogelfang war üblich. Nutzung des in langsam fließenden Gewässern oder auch an Ufern gedeihenden Grases Flutender oder Manna-**Schwaden/*Glyceria fluitans*** war im Mitteleuropa des 19. Jh. und im Osten im 20. Jh. weit verbreitet und lieferte die geschätzte 'Schwadengrütze'. In Notzeiten besann man sich mancher Nahrung aus der Natur (A. MAURIZIO 1927). Heidelbeeren wurden erst in naher Gegenwart auch Kulturpflanzen. Ebenso ist die künstliche Pilzzucht jungen Datums, beim Pfifferling gelingt sie noch immer nicht. Mit dem wildwachsenden **Schilf/*Phragmites communis*** TRIN. werden manche Dächer gedeckt, die Reetdächer.

.

### Reisen über Meer, auf Inseln, so im Mittelmeer

Ausbreitung auf Inseln vollführten schon Menschen vor der Einführung von Ackerbau und Viehhaltung, also vor der 'Neolithischen Revolution' um 9000 v. Chr. Mit welchen Mitteln der Wasserüberquerung, die wohl auch bei dem einst tieferen Meeresniveau nötig waren?

Menschenreste auf Flores, eine anderen Art als Homo sapiens, deuten auf über 1 Millionen Jahre zurück. Die Einwanderung von Menschen nach Australien wurde einst in jüngeren Zeiten vermutet, aber das mußte völlig revidiert werden. Nach **Australien** kamen ursprünglich aus Afrika stammende Miganten des **Homo sa-**

**piens** wohl vor 50.000 Jahren, wenigstens 16.000 Jahren, also wurde Australien früher vom Homo sapiens (D. J. MULVANEY 1966, YouTube 2019: Einer von uns ...) besiedelt als Europa. So ganz primitiv können sie nicht gewesen sein, denn von einem anderem Festland waren Neuguinea und der Fünfte Kontinent nun doch wohl durch Meer damals wie später getrennt, wenn auch wohl durch flacheres Wasser, auch wenn Java vielleicht zu Fuß erreicht werden konnte und so dort der "Pithecanthropus" lebte. Auf 40.000 Jahren zurückgescätzt wird eine Bestattung eines Mannes am Mungo-See. Der den Toten umhüllende Ocker verweist auf mögliche religiöse Vorstellungen. Nach Gentest gab es wohl **nur eine** Migrationswelle nach Australien, von denen alle australischen ´Aborigins herkemmen, zuletzt etwa 1 Millionen in 300 Sprachgruppen. Es gab bis zur Ankunft der Europäer keinen Kontakt zu Ethnien außerhalb Australiens. Es entstand eine eigene Kultur, in der alte Rituale und Vorstellungen oder eine eigentümliche Felsmalerei erhalten blieben. Es bestand aber auch die Gefahr der Inzucht, die nur durch Austausch der Gruppen innerhalb Australiens gebremst wurde.

Neuere Forschungen ab der 1990-er-Jahre im **Mittelmeer** "have revolutionized our understanding of the early occupation of the Mediterranean islands" (A. SIMMONS 2012, S. 895). Erreichten auch Neandertaler Mittelmeerinseln? Menschen auf den südlichen Ionischen Inseln vor etwa 110.000 Jahren? Menschen auf Zypern vor 12.000 Jahren, Obsidian auf der Ägäis-Insel Melos etwa 1.000 v. Chr., Säugetiere hatten sich auf Mittelmeerinseln längst umgebildet, so lebte ein Zwergflußpferd/*Phannourios minutus* auf Kreta.

Kulturelle Errungenschaften reichen weiter zurück als manchmal vermutet, so auch hier!

Haben Menschen der Frühzeit auf Schilfdbooten und der Fähigkeit, auch gegen den Wind zu segeln, sogar den Atlantik überquert, wie DOMINIQUE GÖRLITZ )s. YouTube) mit sebst entworfenen Schilfbooten, den 'Abora', nachzuweisen suchte und was ihm auch altägyptische Darstellungen nahelegten?.

## Im Mesolithikum - der Mittelsteinzeit - in Nordeuropa

Wann begann das Mesolithikum und wann endete es? Im **Norden Europas** muß noch um 3000 v. Chr. (T. D. PRICE et al. 1987), **noch von 'Mesolithikum'** gesprochen werden als **im östlichen Mittelmeergebiet** und auch darüber hinaus **schon 'Neolithikum'**, also anfängliche Landwirtschaft, bestand, in Griechenland um 6000 v. Chr. In China wird das auch dort vorhandene Neolithikum um 6000 v. Chr. angesetzt (N. TARLING 1992, S. 92). Um 10.000 v. Chr. müssen Dänemark und das südliche Schweden als noch so gut wie von Menschen unbewohnt gelten

und hatte sich der Eisschild erst kürzlich von dort zurückgezogen. Um **7000 v. Chr.** erscheinen deutliche Spuren mesolithischer Kultur im südlichen Skandinavien. An Küsten von Dänemark lebten relativ große noch als Sammler vor allem von Meeresgetier lebende und gleichzeitig so gut wie seßhafte, nicht sehr an Mangel leidende Menschengruppen (S. 91). Eine auffällige Hinterlassenschaft der Menschen im späteren Mesolithikum nahe nordöstlichen dänischen Küsten sind die zahlreichen Abfallreste vor allem von Meerestieren, auch vielen Muscheln, aber nicht nur von Meeresgetier. Man spricht von den **Kjökkenmöddingern**, kitchen middens, den Haufen von Küchenabfällen oder auch deren Verursacher. Der Begriff geht zurück auf den dänischen Zoologen JAPETUS STEENSTRUP aus der Mitte des 19. Jh. (Wikipedia 2014). Die Kjökkenmöddinger-Reste gehören also zu früh erkannten Vorzeit-Resten. Landhebung hat die Kjökkenmöddinger-Anhäufungen, auch Affaldsdynger oder Skaldinger (Muschelhaufen) genannt, mehr ins Landesinnere verlagert (F. BEHN 1950, S. 59). Im nordöstliche Jütland sah diese Abfallhaufen LUBBOCK (so bei F. RATZEL 1874, S. 137) nunmehr "in einem prächtigen Buchenwald." Wie immer die 'Küchen' ausgesehen haben und mehr oder weniger im Freien standen, Müll gab es also genug. Die Haufen sind 1 - 3 m hoch, manche wallartig 100 - 300 m lang, 50 - 150 m breit (F. BEHN, S. 59; F. RATZEL 1874, S. 136)). Wenn man bedenkt, wie wenig an eßbarem Fleisch bei einer Muschel oder Schnecke im Vergleich zur Schale vorhanden ist, dann läßt sich die Abfallmenge verstehen. Die auch vorhandene Auster war in der Neuzeit dort nicht mehr vorhanden. Daß es nicht natürliche Muschelansammlungen sind wird daran gesehen, daß nur Schalen von halb oder ganz ausgewachsenen Tieren in den Abfallhaufen liegen, während sonst in Muschelansammlungen auch Jungtiere vorhanden sind. Es liegen auch Schalen von Arten zusammen, die in der Natur an getrennten Orten leben (S. 138). Die Schalen sind kräftiger als heute in der Ostsee, Zeugnis von der Veränderungen mit abnehmendem Salzgehalt. "Unzählig" vertreten sind auch Fischgräten, von Hering, Schellfisch, Scholle, Seeaal. Unter den Knochen von Vögeln finden sich solche vom überall ausgestorbenen Riesenalk/*Alca impennis*, dem in Dänemark längst verschwundenem Auerhuhn, dem Singschwan (so bei F. RATZEL 1874, S. 140). Knochenresten gehören (so F. RATZEL 1874, S. 141) zu Säugetieren, darunter zum Auerochse. Eingebettet sind auch Stein-Werkzeuge, noch nicht geschliffen. Wie sehr man hier Vorgeschichte zu einer Zeit betrieb, als sie erst aufkam, wird deutlich durch einen 1860 veröffetnlichten 6. Bericht einer Kjökkenmöddinger-Untersuchungskommission (S. 138). Die Wirtschaftsweise der Kjökkenmöddinger-Leute mag mit der heutiger Eskimo auf Grönland eine gewisse Ähnlichkeit haben. Friedhöhe bezeugen die Seßhaftigkeit der Kjökkenmöddinger-Leute (T. D. PRICE et al., S. 93). Agrikultur, damit Neolithikum, beginnt in Dänemark um 3200 v. Chr.

Kjökkenmöddinger fanden sich auch auf Florida (O. ABEL 1926, S. 76).

## Feste Dörfer, fast stadtähnliche Siedlungen, und Kultstätten – noch vor der Landwirtschaft, noch im Mesolithikum, in Anatolien

Im Mesolithikum ab schon wesentliche Verbesserungen bei den Steinwerkzeugen, so die Verwendung neben den Feuersteinen auch von Felsgesteinen, so für sogenannte Spitzhauen, auch Vollbohrunges. Und es erscheinen auch die **ersten festen** menschlichen **Siedlungen** mit **stadtähnlichem Charakter**, schon um 10.000 v. Chr., und Kultstätten, Siedlungen, die noch nicht von Menschen mit Viehzucht und Kulturpflanzen-Anbau bewohnt wurden.

Als **älteste städtische Siedlung** fand sich das immer wieder einmal besiedelte und wieder verlassene oder zerstörte **Jericho** (I. LISSNER 1981) östlich des Jordan, noch im Jordangraben und so 250 m unter dem Meeresspiegel, 23 km nordöstlich von Jerusalem und in unserem 2015 n. Chr. eine etwa 22.000 Einwohnerstadt (Wikipedia 2017). Die Ausgrabungen begannen durch englische Archäologen um 1865. Die weiteren Ausgrabungen waren durch die politischen Ereignisse begrenzt, die des auch anderswo aktiven JOHN BURGES EUSTACE GARSTANG (O. R. GURNEY et al. 2004) 1930 bis 1936 und die bei Anwendung neuer stratigraphischer Methode unter Frau KATHLEEN MARY KENYON (I. LISSNER 1981, S. 21, P. J. PARR 2004) ab 1952. Die älteste Periode, nach 10.000 v. Chr., war "**vorkeramisch**", d. h. es gab noch keine Tonwaren, es war noch Mittlere Steinzeit, Mesolithikum. Seßhaftigkeit war also früher als Keramik, jedenfalls hier. Schalen, Teller und anderes wurden, sofern erhalten, aus Stein gefertigt. Erhalten blieb ein aus Natursteinen gefertigter 9 Meter hoher Turm. Tonwaren erscheinen zu einer späteren Zeit, als die Stadt nicht als großartige Siedlung bestand.

Wurden die alten Siedlungen, und eben auch Jericho, aus irgendwelchen Gründen zerstört, so wurde bei oft nach langer Unterbrechung Weiter- oder Neubesiedlung **auf** dem ohnehin meist aus Lehmmaterial bestehenden **eingeeebneten Schutt die neue Siedlung** angelegt.und entstanden so Schichten von Siedlungsmaterial, sich **von unten nach oben** im Alter **ablösende Siedlungen**. Jericho gilt als etwa 25-mal zerstört und auf dem Trümmerschutt ebenso oft wiedererrichtet (E. E. VARDIMAN 1977). Die Siedlungen bilden daher flache, aber aus dem Geländer sich heraushebende Hügel, **tells**. Ihnen geht der moderne Archäologe nach..

Das Jericho der Bibel, das die Israeliten unter JOSUA eroberten, angeblich auch durch die Mauern zum Einsturz bringende Trompeten, fällt in die Zeit um 1375 v. Chr. und jünger.

Eine der merkwürdigsten und das Bild von der dem Neolithikum vorangehenden Zeit verändernden frühgeschichtlichen Stätten sind die auf einen ersten, mindestens



Abbildung 9: Göbekli Tepe. Ausgrabung. 2007.

auf **9000 v. Chr.** zurückgehenden Tempel verweisenden steinernen T-förmigen Pfeiler von **Göbekli Tepe** (M. MEISTER 2007), auf einem etwa 15 Meter die fast baumlose Umgebung überragenden Hügel, unweit der Stadt Urfa/Edessa., 1963 wurde der Hügel als archäologisch interessanter Ort erkannt wegen zahlreicher auf ihm aufzufindender Feuersteinartefakte (J. H. REICHHOLF 2010). Seit 1995 wird hier unter KLAUS SCHMIDT (2007) ausgegraben, wobei genügend artefaktartige Gesteinchen noch herumliegen.

Die T-förmigen rötlichen Pfeiler, aus den voneinander absonderbaren Schichten eines nicht entfernten Steinbruchs entnommen, sind wenigstens 4 Meter lang, 1,5 Meter breit, stecken etwa einen halben Meter aufrecht an ihren Standort, wohin sie, rund 10 Tonnen schwer, transportiert werden mußten. Vergleichbar sind das Zurechthauen und der Transport der Steinfiguren auf der Osterinsel. An den Pfeilern von Göbekli Tepe sind teilweise Tiere ausgemeißelt, Wildtiere, besonders oft Füchse. Gelebt haben die Menschen dort noch von Jagd und Sammeln, es fanden sich nur Wildtier-Knochen. Die Architektur, hier der Tempelbau – und das ist das grundlegend Neue – begann also **vor der Herausbildung der Landwirtschaft**, vor der Herausbildung der Haustiere und Kulturpflanzen. Ein geistiger Aufbruch, ja nach mancher Darstellung eine "**geistige Revolution**", brachte ein Bauwerk, wohl eine Kultstätte, nachdem man im Paläolithikum nachweislich vorhandene Höhlen vermutlich für Kulte genutzt hatte, jedenfalls deuten das die Höhlenmalereien an. Die Pfeiler von Göbekli Tepe erscheinen als **das erste von Menschen hinterlassene Bauwerk**. Galt die Kultstätte dem Totenkult, wie so vieles noch lange im Altertum und darüber hinaus den Toten galt, eher auf Kosten der verängstigten Lebenden? Ohne Zusammenarbeit, ohne Regie, dirigierende Aufsicht, hätte der 'Tempel' von Göbekli Tepe nicht zustandekommen können.

Die Gesellschaft war offensichtlich nicht mehr die von Gleichen, war differenziert. Und in dieser Gesellschaft, man spricht von einem "Epiphänomen" einer geistigen Wandlung und nicht so sehr einer von der Natur durch kargere Jagdbeute erzwungenen materiellen Bedürfnisbefriedigung entstand dann die Landwirtschaft. Erst war die 'Instittution' vorhanden (D. ACEMOGLU' et al. 2009), die gesellschaftliche Ordnung in einem Kollektiv, die vorgegebene Sicherheit in einer strukturierten Gesellschaft, bevor zu Haustierhaltung und zum Ansäen von Nahrungspflanzen geschritten wurde, die nicht von einzelnen einfach so und unbehelligt vorgenommen werden konnte. Aber war es so möglicherweise nicht überall?

**Älteste Tempel** in vorkeramischer Zeit, zwischen 2000 und 1800 v. Chr. werden auch für Peru genannt. Im **Mississippital** wurde im frühen **2. Jahrtausend v. Chr.** ein großer künstlicher Hügel mit konzentrischen Erdwällen aufgeschüttet, der Poverty-Point, wohl ein Zeremonialzentrum (H. PLETICHA 1988, S. 326).

**Bauten für das Jenseits**, gar **für die Toten**, waren in vielen Kulturen bis in die Neuzeit oft viel großartiger und ressourcen-aufwendiger errichtet als die Behausungen für die Gegenwartsvergnügungen der meisten Lebenden, abgesehen von Palästen für die hohen Herren. Man vergleiche auch heutige Friedhöfsbauten in Zentralasien mit den Jurten der Lebenden. Wie wurde diese Ideologie möglich? Angst und Furcht? Grausam und pflichtfordernd waren die Götter in vielen Religionen sowieso und drohten mit Vergeltung im Jenseits.

Kleiner sind ähnliche Pfeiler wie in Göbekli Tepe an der nicht weit entfernten, nunmehr überfluteten Stätte **Nevali Cori**.

# Neolithikum – "Neolithische Revolution", "Agrarische Revolution"

## Der langdauernde große Sprung: Landwirtschaft, Keramik

Die wohl **wichtigste Zäsur in der Geschichte der Menschheit** war die Entstehung der **Landwirtschaft,** die **"Agrarische Revolution"** und damit die in manchen Regionen reichlichere Bildung von Dörfern, die "**Neolithische Revolution**". Technische und wissenschaftliche "Revolutionen" sind natürlich keine Tages- oder Jahresereignisse. Aber die **Geschehnisdichte** in der Geschichte ist auch bei ausgedehnten Vorgängen **ungleich**, und es gibt '**epochale Niveausprünge**' in der Technik (A. DEMANDT 1993). In der Neuzeit sind sie enorm verkürzt. **Wann** begann das Neolithikum? Das mußte mit der Radiocarbon-Datierung um 2000 Jahre vordatiert werden (E. PERNICKA 2009).

Alles, was **nicht mehr Paläolithikum** war, fällt in das **Holozän**, in die Nacheiszeit, gemeint das 'Postglazial' nach der letzten Eiszeit. In den Hochstadien der letzten Eiszeit. um etwa 20.000 bis 16.000 Jahren zurück, muß es etwa im nicht gletscherbdeckten Nordeurasien sehr dürftig gewesen sein, Wüsten-Steppenvegetation (B. FRENZEL 1985, S. 19), kälteangepaßt, in der gegenüber dem letzten Klimaoptimum erfolgten Abkühlung um etwa 14 - 16° C (S. 12). **Warum** kommt das Neolithikum erst und nur nach der letzten Eiszeit? War in früherer Warmzeit das Gehirn der frühen Menschen für die so etwas wie die nun kommenden Neuerungen noch nicht ausgebildet? War es nun der Verlust der Groß-Jagdtiere, was neue Wirtschaftsformen veranlaßte?

Ein Problem besonderer Art ist die Einordnung der landwirtschaftlichen und kulturellen Entwicklung in die durch Schwankungen ausgezeichnete **Klimageschichte** des **Postglazials** (B. FRENZEL 1985). Als Gletscher weit in Richtung nach Süden reichten, als Kältesteppen vor ihnen lagen und die klimatisch gemäßige Breitenzone eingeengt war, oder andererseits: wenn wegen zu wenig Inlandeis das Wettergeschehen nicht wechselvoll genug wäre, auch vielleicht sich weniger Kohlendioxid für reicheren Pflanzenwuchs in der Atmosphäre befände - hätte sich die Kulturentwicklung der Menschen in der uns bekannten Weise vollziehen können? **War das Postglazial** ab vor 10.000 v. Chr. nicht vielleicht **eine der Segenszeiten in der Erdgeschichte**? Gab es Menschen, die biologisch und intellektuell weit genug entwickelt waren, um die Gunst der Zeiten auszunutzen und dann auch einer nochmaligen Tundrenzeit zu widerstehen? Wobei die Auswirkungen der zweiten Tundrenzeit im Süden geringer waren. Was sich in zunächst in einer Region vollzog, wurde wohl - vor allem jedenfalls - von den hier an den Neuerungen beteiligten Menschen weitergetragen, die sich ausbreiteten. Wer konnte das alles einfach übernehmen?

"**Neolithische Revolution**" - das bedeutet neben **Landwirtschaft** die **Keramik** und stark **verbesserte Steinwerkzeuge**. Die später folgende Entstehung von stadtähnllichen Siedlungen etwa im Euphrat-Tigris-Tal wird dann bezeichnet als "**Urbane Revolution**". Diese Begriffe und anderes gehen zurück auf den 1892 in Sydney geborenen VERE GORDON CHILDE (P. GATHERCOLE 2004), der sich nach dem Studium in Oxford sowohl als Friedensaktivist betätigte und dann durch zahlreiche Bucher zum großen Synthetiker in der Betrachtung der alten Kulturentwicklung wurde. Seine Linie als Historiker war: "... das Wesentliche und Bezeichnende in der langen und verwickelten Reihe von Ereignissen herauszuarbeiten, ..." (V. G. CHILDE 1959, S. 11). Von australischen Universitäten wegen seiner Friedenspropaganda ausgeschlossen, wurde der einem westlichen Marxismus zugewandte CHILDE 1927 erster Professor des Abercromby-Lehrstuhls für Prähistorische Archäologie an der Universität Edinburgh und 1946 der erste Pro-

fessor für Prähistorische Europäische Archäologie und Direktor des Instituts für Archäologie der Universität London. 1957 zurückgekehrt nach Australien beging er in den Blauen Bergen hinter Sydney Suizid, oder erlitt einen Unfall?. Von den Stromtal-Zivilisationen schloß er, daß ihnen eine frühere Phase vorangegangen sein mußte, die mit der Entstehung der Landwirtschaft zusammenhing (R. J. BRAIDWOOD 1972, S. 310). Eine ganz bedeutende frühe Phase in der Menschheitsgeschichte wurde synthetisch betrachtet. Korrigiert werden mußte CHILDEs Auffassung, die Anfänge der Pflanzen- und Tier-Domestikation in den Stromtälern zu suchen, und das leistete zuerst vor allem ROBERT J. BRAIDWOOD (1972, S. 312).

Die einzelnen Komponenten, die man als charakteristisch für die Neolithische Revolution ansah, die bessere Stein-Bearbeitung, die **Keramik**, die **Viehhaltung und der Ackerbau**, verbunden mit stärkerer **Seßhaftigkeit**, sind **unabhängiger** und zeitlich getrennter voneinander entstanden als lange angenommen wurde, und das unterschiedlich in den verschiedenen Gebieten (E. HUYSECOM 2008). Um der Komplexität gerecht zu werden, wurde auch von "A series of Neolithic revolutions" gesprochen (S. L. LEWIS et al. 2015, S. 174). Im Vorderen Orient, in dem "**Fruchtbaren Halbmond**", dem "**Fertile Crescent**" (C. A. DRISCOLL et al. 2009), war vieles zuerst und am vollständigsten vorhanden, vor allem die Landwirtschaft. Die altsteinzeitlichen Höhlenzeichnungen in Europa und die Felszeichnungen in Westafrika bezeugen sehr frühe Kultur anderswo. Der Orient war also nicht Wiege der Kultur, aber die mit der Steppe verbundenen frühen Getreide und Haustiere, also geographischer Begünstigungen, ließen den Orient in der Kulturentwicklung einen Vorsprung gewinnen. Das hob hervor etwa der von 1919 - 1934 in Erlangen als Geographie-Professor wirkende ROBERT GRADMANN (1934, S. 1), der in den Monaten März und April 1933 (S. 20) mit einem kleinen Team und Benutzung des Kraftwagens und besonderer Beachtung der Vegetation Steppengebiete im Vorderen Orient bereiste. Erze gibt es auch anderswo, aber nicht die für die frühe Landwirtschaft nötigen Getreide und Tiere (S. 9). Der Mensch war von Anfang ein Savannenwesen, kein 'Waldmensch' wie seine verwandten Großaffen. Dank der Errungenschaften des Orients holten andere Regionen Europas auf, schufen auch 'Steppe', 'Kultursteppe', und haben später mit verbesserten agrartechnischen Verfahren in ihren Ernteerträgen für Getreide Spitze erreicht. Geographische Begünstigung muß nicht endlos weiterwirken. Unabhängig vom Offenland des Orients entstand Landwirtschaft auch anderswo.

Der **Terminus "Fertile Crescent"** wurde geprägt, zuerst 1916 in seinem Text 'Ancient Times' (R. J. BRAIDWOOD 1972, S. 312), von dem berühmten US-amerikanischen Ägyptologen JAMES HENRY BREASTED, der selbst lange in Ägypten war, dort vor allem Inschriften sammelte, also die Epigraphik voranbrach-

te, und dann Professor in Chicago war. Ägypten wird übrigens nicht zum "Fertile Crecent" gerechnet. Der "Fertile Crescent" umfaßte vor allem die nördlicheren Teile vom heutigen Irak, Syrien, Libanon und reichte bis nach Anatolien. Die Anfänge im Vorderen Orient, vor allem in Palästina, liegen in der '**Natufien'** genannten Kultur etwa 12000 - 9500/9000 v. Chr. Noch spielte Sammeln von Wildgetreide eine große Rolle und gab viel Jadg auf Kleintiere wie Rebhühner. Die Kulturstufe wurde erkannt und benannt 1928/1929 von DOROTH GARROT, Tochter des Pioniers bei der Auffindung der biochemisch Vererbung, Sir ARCHIBALD GARROT, und sie selbst erste Professorin in Cambridge. (Wikipedia 2018). Eine Herausforderung muß gewesen sein, daß die schon bis zur fast uns normal erscheinenden Erwärmung nach der letzten Vereisung Mitteleuropas noch einmal abgebrochen wurde, in der 'Jüngeren Tundrenzeit', genannt auch 'Jüngere Dryaszeit", 11.000 - 10.300 Jahre zurückliegend, und diese größte postglaziale Klimaschwankung auch im Vorderen Orient zu einem kühleren und trockeneren Klima führte. Hat das die verstärkte Nutzung der Errungenschaften der Neolithischen Revolution veranlaßt (C. A. DRISCOLL et al. 2009, S. 9972)? Oder war, was auch CHILDE debattierte, Austrocknung als Umweltfaktor beteiligt (F. HOLE 1966, S. 605)? Näherten sich Mensch und Tier in Oasen und wurden hier die Haustiere geschaffen? War am Ende die Landwirtschaft eine Antwort auf die Jüngere Tundrenzeit? Als Problem wurde auch gestellt, ob nicht am Ende der Eiszeit der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre stieg und das dabei erfolgende bessere Pflanzenwachstum die Ldnwirtshaft möglich machte (R. F. SAGE 1998). Damit konnte sogar eine Erklärung für das doch ziemlich zeitgleiche Aufkommen der Landwirtschaft gegeben sein, auch für die Herausbildung der besonders ertragreichen C4-Pflanzen wie Mais und einigen Hirse-Arten (S. 101).

Daß im Spät-Paläolithikum längs des Nils zahlreiche Reibsteine gefunden wurden weist zwar auf das Zermahlen von Pigmenten und bei der Häufigkeit auch auf das Zerreiben von Körnern hin, aber hing nicht von Anbau von Gräsern ab. Ein Sprung im Vorkommen von nun neolithischer Kultur läßt an Einwanderung aus dem Norden denken und diese Leute waren dann jene, von denen aus die ägyptische Zivilisation hervorging (F. WENDORF et al. 1970, bes. S. 1170).

Zur Entstsehung der Landwirtschaft hat seit dem Ende des 19. Jh. viel diskutierte , auch bleibende und zu Recht in vielem abgelehnte Gedanken vorgebracht EDUARD HAHN (P. HONIGSHEIM 1929, E. WAHLE 1966), der als gewisser Außenseiter angesehen lebenslang, bis zum Tode mit 72 Jahren 1928, in Berlin Privatdozent blieb, unbeamtet mit dem Titel ao. Professor., HAHN wird beschrieben als "ein Gelehrter von ausgeprägter Eigenart und ungewöhnlicher Selbständigkeit, oft im Kampf mit der herrschenden Tagesmeinung" (TH. H. ENGELBRECHT 1928, S. 257). HAHN war kein Reisender. Er stand aber in Verbindung etwa mit

dem Afrikaforscher SCHWEINFURTH.

Da die Errungenschaften der Neolitischen Revolution im Vorderen Orient gemeinsam vorhanden waren, kamen sie so auch nach dem mittleren und nördlicheren Europa. In den einzelnen Regionen etwa Europas ist das Neolithikum von Südost nach Nordwest nacheinander nachzuweisen. In Irland wird es, mit geschliffenen Steinwerkzeugen, für um 3700 v. Chr. angegeben (K. S. BOTTIGHEIMER 1985). Wie viele Menschen haben seinerzeit die neolithische Revolution mitgemacht, waren dazu befähigt, und mit welcher Begeisterung? Gilt JULIAN HUXLEYs (zit. bei R. J. BRAIDWOOD 1972, S. 320), daß Leben in einer 'Revolution' ein zweifelhaftes Privilegt ist? War der Ausfall der Großwildtiere auch in Europa ein Grund zu einer neuen, mehr sicheren Wirtschaftsweise überzugehen? Oder bemerkte der einzelne nur wenig von einer 'Revolution' und sah in seiner im Durchschnitt nur kurzen Lebenszeit nur allmähliche Neuerungen?

Was nun **fehlt** ist **große Kunst**, worauf etwa HOERNES 1925 aufmerksam machte (s. V. G. CHILDE 1925)**.** Es gibt jetzt keine Höhlenmalerei mehr, keine Elfenbeinschnitzereien. Jedenfalls überlieferte Kunst ist im Neolithikum Verzierung der Tongefäße, sind **'geometrische' Stile**. War es in der Bauernwelt nicht mehr möglich, eigene große abeichende Gedanken auszubilden?

**Menschen verbrauchen anorganische und organische Rohstoffe**

Der Mensch ist wohl des einzige Wesen, welches in historischen Zeiträumen **nicht ersetzbare nicht nachwachsende Rohstoffe** verbraucht (A. DEMANDT 1993). Wobei es in der Frühzeit gesehen noch harmlos war, denn Steine und auch Lehm und Ton sind keine Mangelware.

Auch der Bestand gewisser Lebewesen, auch von Pflanzengesellschaften, von Wäldern etwa, kann immerhin so zerstört werden, daß ein geordnetes Nachwachsen ausfällt und hier dann der Begriff 'Nachwachsende Rohstoffe' auch an ein Ende kommt. Welche Brände, etwa Steppenbrände, legte schon der Frühmensch?

## Aus Steinen kann mehr gemacht werden - Neue Steinwerkzeuge

Mit der "**Neolithischen Revolution**" wurde das Sortiment verwendeter **Steine** erweitert und wurden die Steine in andere Formen gebracht, dabei mit neuen Verfahren bearbeitet Es kam Oberflächenbearbeitung durch **Schleifen** und **Polieren**, schließlich **Durchbohren**. Es erscheint auch die **Hohlbohrung**, wobei mit "einem hohlen Bohrer aus Holz oder Knochen nur ein Ring in das Steingerät gebohrt" wird und der herausfallende "Bohrkern" verbleibt (G. MILDENBERGER 1950, S.

34). Geformte zugespitzte Steine wurden auch mit einem Stück Holz verbunden, was die **Axt** ergab. **Holz** (A. BOCQUET 1985) wurde noch vielfältig verwendet, Gegenstände aus Holz erhielten sich allerdings nur in Sümpfen.

**Flintstein** wurde dabei auch in kleinen, in die Erde hineinführenden **Bergwerken** gewonnen, bergfrisch und deshalb besser oder bergfeucht überhaupt zu bearbeiten. Englands größtes prähistorisches Flint-Bergwerk, Grimes Graves, unweit Norfolk, geht auf etwa 1800 v. Chr., also hier auf das jüngere Neolithikum zurück, auf prähistorischen Bestand untersucht seit 1852 (R. RUDGLEY 2004) Bei diesem Bergbau wurden auch mehrere obere Flintschichten durchstoßen, um eine beste, weiter unten liegende auszubeuten. Bei der belgischen Stadt Mons fielen 1860 zahlreiche neolithische Feuersteinartefakte an der Oberfläche auf und einige Jahre später wurde auch hier vorgeschichtlicher Bergbau erkannt. In Polen gibt es Flintstein-Bergbau im polnischen Mittelgebirge. 1987 fand sich in Ägypten Untertagebau, der auf 30.000 Jahre zurückgeht, also in das Paläolithikum einzuordnen war.

## Ein Rohstoff wird dauerhaft verändert: Ton zu Keramik

Bei 500°C bis 800°C **gebrannte Tonfiguren** werden auf 26.000 Jahre, also bis weit ins Jung-Paläolithikum zurück, datiert. Bei 15.000 Jahre v. Chr. eingeordnet wurde die 'Venus'-Statuette von Vestonice (H. PLETICHA 1988, S. 37). **Tongefäße** oder überhaupt Tongegenstände wurden in **Töpferöfen** gebrannt, werden so fest, fast Stein vergleichbar und bis zu gewissem Maße haltbar und hitzefest, weiche tonhaltige Erde also durch Feuer dauerhaft verfestigt. Herstellung von **Keramik** wurde zu einem **ersten einen Rohstoff der Natur verändernden chemischen Prozeß**. Es war wie "die Verwandlung von Schlamm oder Staub in Stein", mußte wirken als "eine Art zauberhafter Transubstantiation ..." (V. G. CHILDE 1959, S. 94). Für höhere Temperaturen erfordernde Prozesse, auch für die spätere Metallurgie und das noch im Mittelalter etwa für Eisen war die **Begrenzung der Höhe erreichbarer Wärmegrade** ein technisches **Hemmnis** (H. MICHELL 1957, S. 170). Wurde die Nutzung von gebranntem Ton auch für Gefäße in Verbindung mit den kleinen Tonstatuetten gefunden? Oder wurde ein geflochtener Korb mit Ton ummantelt, geriet in Feuernähe und so entstand überraschend ein gebranntes Tongefäß? So kann es eine 'Erfinderlegende' sehen. Es muß das Brennen von Ton nicht überall auf die gleiche Weise gefunden worden sein (H. PLETICHA 1988, S. 37). Auch an Stein oder Knochen läßt sich manches verändern, kann manches weggeschnitten werden, können Werzeuge aus diesem Material geschärft. zugespitzt, gebohrt werden, aber mit Ton konnten Hohlgefäße geformt werden und ließ später zähflüssiges oder flüssiges Metall ganz andere Formung zu (V. G. CHILDE 1959,

S. 93 u. a.).

Manchmal wurden Tongefäßte zu sehr mit Landwirtschaft verbunden gesehen. Aber Keramik wird schon für das **Mesolithikum** angegeben, in den Kjökkenmöddingern und CARL SCHUCHARDT (1944 b, S. 56) und andere sahen einen Beginn bedeutender Errungenschaften und auch die 'Indogermanisierung' wenigstens in gewissen Errungenschaften im Norden, gar in Thüringen, und Ausbreitung nach dem Südosten. Das war nicht unbedingt mit der nationalsozialistischen Vorgeschichte verbunden und auch die Großsteingräber kamen wohl vom Norden. Als die ältesten bekannten Keramik-Gefäße erschienen später die der **Jomon-Kultur in Japan**, die auf 35.000 Jahre zurückdatiert werden muß (M. J. HUDSON in W. M. TSUTSUI ed. 2006) und sich dann aber mit einigen Veränderungen bis wenige Jahrhunderte v. Chr. hinzog. Frühe Keramik gab es also - ausgerechnet in Japan, auf Inseln fern der nächsten Festlandküste. Es gab auch damals, wenn man an Fischer an fischreichen Flüssen und Küsten denkt, **nicht nur Umherschweifen**, und Vorratsgefäße wie Kochgefäße waren dann nicht nur Ballast. In dem westafrikanischen Staat Mali fand sich im Jahre 2003 auf dem seit den 1990er-Jahren ausgegrabenen Fundplatz Ounjougon gebrannte Keramik, die aus über 10.000 Jahre zurück zu datieren war, ohne daß sich hier Ackerbau nachweisen ließ. Es ging wohl um die Aufbewahrung von Erntegut aus Wildpflanzen.

**Feuer** wurde wohl allgemein immer wieder **erzeugt**. Der im Gletschereis im **Ötztal** gefundene Mensch hatte bei sich Utensilien wie **Pyritkristalle zum Feuerentzünden und Zunderschwamm.**

**Tonwaren** sind nicht unzerbrechlich und waren für manche Zwecke, etwa Erhitzen, auch nicht endlos brauchbar. Aber Tonscherben bleiben sehr lange, ja sogar endlos erhalten, werden auf manchen Äckern massenweise gefunden. Nicht so bedenklich wie im 20./21. Jh. die bis zu Staub zerfallenden Kunststoffreste. Mit der Herstellung von Tongefäßen und daraus anfallenden Scherben wurde die Archäologie des Neolithikum, aber auch in vielem der folgenden Zeiten die manchmal bespöttelte **Scherbenwissenschaft**. **Töpferwaren**, **Tongefäße**, unterschieden sich bei den verschiedenen Menschengruppen und solchen, die aufeinanderfolgten, **in** der **Form** und in der an vielen Tongefäßen angebrachten Verzierung. Die Außenverzierung, das **Ornament**, war die eingeritzte **geometrische Verzierung**, aber namentlich im Osten auch die **Bemalung**. Neolithische Gefäßmalerei gab es in den tiefen neolithischen Schichten von **Susa**, zeichnet aus die **Tripolje-Kultur** (F. BEHN 1950, S. 68 ff.) der Ukraine, wohin sie wohl von anderswoher gebracht worden war. Gefäßmalerei des Neolithikum reichte nach Westen bis nach Böhmen und war verbreitet in Bulgarien. Die Gefäße von Susa müssen auf der **Topferscheibe** hergestellt worden sein (F. BEHN 1950, S. 56).

Wo Menschen seit dem Neolithikum längere Zeiten lebten, gibt es auch Tonscherben, wenn nicht gar ganze Gefäße. Die Verzierungsmuster mochten zuerst auf das Aussehen vorangegangener aus Zweigen geflochtener Körbe zurückgehen. Daß den Gefäßen in den verschiedenen "Kulturen" vielfach eine **typische Gestalt** gegeben wurde und man auch an Kulturen gebundene typische, oft aufwendig wirkende Verzierungen anbrachte, und daß solche Verzierungen mehr oder weniger auch auf den Scherben festgestellt werden können sind ein Glücksumstand für den Vorgeschichtsforscher. Er kann **'Stile**' unterscheiden. Die "Verschiedenheit" der Stile wurde "... der Schlüssel zur Geschichte der Entwicklung und Differenzierung regionaler Kulturen im vorzivilisatorischen Zeitalter" (A. J. TOYNBEE 1988, S. 47). Manche Stile sind teilweise weit verbreitet, die sie bestimmenden Tongefäße oder auch nur Tonreste sind dann "Leitfossilien" von Kulturstufen (D. O. EDZARD 2004, S, 16). Solche Stile wurden als in **einer Gruppe zugehörig** gesehen, also sollten verschiedene Stile unterschiedliche Gruppen, ja Rassen unterscheiden lassen, wie etwa MENGHIN um 1925 ausführte und CHILDE 1925 wohlwollend rezensierte, als MENGHIN noch nicht zu den Nazis übergelaufen war. Aber eine Argumentation anderer war: Gleicher Stil **muß nicht** Zugehörigkeit zu einem bestimmten Volk oder Stamm bedeuten. Stile können durch Wanderungen verbreitet werden, zeugen vielleicht von Einwanderung, ja Verdrängungsleistung von Gruppen mit eigenem Stil der Keramik und ihrer Verzierung. Urgeschichtsforscher gelten in der Vorstellung mancher Außenstehender nicht zu Unrecht vor allem als Scherbensammler.- und müssen es sein. In **Mitteldeutschland** gibt es als Hauptgruppen im Neolithikum die vom Donauraum kommende, durch ein einfaches Muster ausgezeichnete **Bandkeramik**, die **Trichterbecherkultur**, zuletzt die wohl von Osten her kommende **Schnurkeramik** und ganz zuletzt noch die **Glockenbecherkultur** (G. MILDENBERGER 1959, S. 29 ff.) Ihnen sind etliche Untergruppen beizuordnen.

'**Moden**' bestanden auch den sich immer einmal ändernde **Bestattungsritus** sowie Kleidung und **Schmuck**. Auch hier können Unterschiede, ob Brandbestattung oder Körper-Grablege und Anordnung der Gräber etwa in Reihen auf unterschiedliche Ethnien verweisen, es kann aber auch an Übernahmen von anderen oder Sittenveränderung bei denselben geben.

Lehm ist nicht Lehm, Ton ist nicht Ton. Zu naß wird das für Tongefäße anvisierte Material zu Brei. Zu trocken wird das Material bröckelig. Ohne genügend Kies läßt sich das Material als zu klebrig nicht gut formen, zerspringt beim Brennen. Zu grobe und zu viele Partikel dürfen in dem zu verwendenden Ton auch nicht enthalten sein (K. J. NARR Hrsg. 1975, S. 116). **Materialunterschiede** wurden bewußt, denn sie mußten auch bei einem vielen so einheitlich wirkenden Material wie **Ton** beachtet werden. Das gilt auch für so unterschiedlich zu Werkzeugen zu




Abbildung 10: Amphore Schnurkeramik.

gebrauchenden **Steine** und für **Holz**, Für Speere wurden nur bestimmte Holzarten benutzt, schließlich vor allen Eiben. Der frühe Mensch wurde also zum **Materialkundler**.

Die Produzenten der Frühzeit, ob für Keramik oder später mit Metallen sowie ihren Legierungen, und noch lange, Jahrtausende danach und auch bis in die Gegenwart, gewannen durch ihr **Hantieren mit Material eine Fülle von Erfahrungen**, welche sie erstaunliche Produkte hervorbringen ließ. Wie faszinierend sind viele Kunstgegenstände aus Bronze. Wie erfahren erscheint der Schmied, der wußte wie man Eisen durch plötzliches Abkühlen härtet. Das alles geschah ohne Deutung der Materialien etwa durch Kenntnis von Kristallstrukturen. Es war **Empirie**, **Materialerfahrung ohne** großartige **Materie-Deutung** (C. S. SMITH 1968). Spätere Wissenschaft ist auf dieser Empirie aufbauend zu mancher Erkenntnis angeregt worden.

# Es kommt zur Landwirtschaft - Haustiere und Kulturpflanzen

## Landwirtschaft im Entstehen

Die mit der verbesserten Steinbearbeitung verknüpfte "**Agrarische Revolution**", die wegen der langen Dauer auch als "agrarische Evolution" bezeichnet wird, ist die Herausbildung der Landwirtschaft. Kenntnis der Naturressourcen wae wohl nötig für die Herausbilduing von **Haustieren** und **Kulturpflanzen** und es wurden dazu **Bodenbearbeitungsgeräte** benutzt. Wie ist die Herausbildung der Landwirtschaft zu erkennen? Zur Ernte kleine, mit scharfen kleinen Steinen besetzte **Sicheln** und zur Aufbereitung des Erntegutes primitive **Mahlsteine** (R. J. BRAIDWOOD 1972, S. 316), konnten zuerst benutzt worden sein zum Zerreiben, zum Zermahlen von Körnern von Wildgräsern und sind also noch kein sicheres Zeichen für Landwirtschaft. Von den Sicheln werden gefunden die kleinen Steinchen, von denen einstiges Einsetzen in nunmehr verschwundenes geborgenes Holz anzunehmen ist. Angebaute Früchte und gesammelte sind jedenfalls am Anfang nicht leicht zu unterscheiden. Auch gesammele Früchte, 'Sammelfrüchte', konnten gelagert werden und finden sich dann in Haufen.

Die in ihren Ausmaß ohnehin umstrittene Jagd mußte wohl auch ersetzt werden, als sie so erfolgreich betrieben werden konnte, daß die Jagdgründe immer wildärmer wurden. Wurden sie das? Und wann?

Mit der entwickelten Landwirtschaft, und das dauerte noch eine Weile, **nahm die** in der Eiszeit wohl stark verminderte **Bevölkerung zu** und es konnte keine Rückkehr zur reinen Sammelwirtschaft mehr geben. Grüne Wildpflanzen und Pilze konnten nach den großen neuzeitlichen Kriegen nicht größere überlebende Bevölkerungen ernähren.

## Kenntnisreiches Sammeln vor und neben der Herausbildung der Landwirtschaft

Landwirtschaft bedeutete nicht auf Jagen und Sammeln, '**foraging**', generell zu verzichten, 'Sammler' sind auch heutige Europäer noch - bei der Suche nach Pilzen im Wald und auf der Heide und beim Pflücken von Heidelbeeren und anderen Wildfrüchten oder beim Angeln und bei der Hochseefischerei. Noch im 19. Jh. gab es auch in Mitteleuropa Vogelfang, wurden mehr Früchte gesammelt. Und Jagd - das große Vergnügen blieb sie für hohe Herren und wird ausgeübt heute von

vielen. 'Neue Zeit' bedeutete auch hier: es kommt **zu Bleibendem Neues hinzu**. 1963 wurden im Tiefland des südwestlichen Iran in **Ali Kosh** Zehntausende verkohlter Samen von dortigen Wildpflanzen gefunden, welche gesammelt worden war und auf die offenbar reiche Kenntnis der wildwachsenden Pflanzen verwies (K. V. FLANNERY 1965, S. 1250). Kapern/*Capparis* waren ebenso dabei wie wilde Luzerne/alfalfa/*Medicago* und Tragant/Süßholz/*Astragalus*. Manche der Pflanzen hatten Verbreitung nur im Tiefland oder lediglich in 1500 m Höhe und wurden dennoch zusammengetragen, also aus einem weiten Umkreis zusammengebracht (S. 1250). **Intensives Pflanzensammeln** mit wohl **reicher Pflanzenkenntnis** und Kenntnis ihrer Verwertbarkeit wie Jagd auf die Vorfahren der späteren Haustiere gingen der Landwirtschaft voran, und zwar für lange Zeit, mindestens seit 40.000 v. Chr. (K. V. FLANNERY 1965, S. 1250). Pflanzenkenntnis gibt es auch heute bei den naturnahen Völkern in aller Welt. 1972 begann ein Team unter dem aus England an das Rochester Institute of Technology in den USA tätigen ANDREW M. T. MOORE (1979) Ausgrabungen an einer Siedlungsstätte am Euphrat in Nord-Syrien, in **Abu Hureyra**, wo noch 'pre-neolithisch' frühe **Landwirtschaft mit reichem Jagen und Sammeln zusammen** betrieben worden waren und wohl beides zur Versorgun nötig war (S. 58). Die Jagdtiere Gazelle, Schaf und Ziege waren wohl eher gehütet als gejagt worden (S. 56). Jagen und Sammeln und frühe Landwirtschaft liefen wohl **lange parallel**, auch im nördlichen Europa (M. ZVELEBIL 1986). So gab es Harpunieren von Robben (S. 88). Und man hat sich als Sammler und Jäger vielleicht auch nicht nach der mühsamen Landwirtschaft gedrängt, wenn es etwa bei Gewässerreichtum angenehmeren und weniger risikobelasteten Nahrunsgerwerb gab, und für die Nutzung der Gewässer auch entsprechende Technik ausgebildet war (S. 92). Mit dem Ackerbau gab es Bindung an geeignete Lokalitäten und an Jahreszeiten (N. TARLING 1992, S. 90). Der Übergang zur Landwirtschaft lag jedenfalls in manchen Regionen nicht an ihrer prinzipiellen Überlegenheit gegenüber Sammeln und Jagen mit Fischfang, bis gewisser Ressourcen knapp wurden, die Auster in Dänemark, die Wassernuß/*Trapa* in Nordwest-Rußland.,

Landwirtschaft und den damit entstehenden neuen Rassen der Kulturpflanzen und Haustiere mußte der **Mensch** bgreifen, daß er **nicht mit der Natur identisch** war und machte (nach BOHM in W. H. MURDY 1975, S. 1169) eine Art von Autonomie in seinem Denken möglich. Auch das Alte Testament der Bibel forderte ja zur Unterwerfung der Natur auf. Und es wird auch im 20.Jh. gemeint, daß dieses Denken, eine Art Anthropozentrismus, nicht aufgegeben werden darf: "Belief in the value and creative potential of the human phenomenon is requisite to our survival" (W. H. MURDY 1975, S. 1168). Wie unbewußt oder vielleicht auch bewußt, wurden mit der Züchtung von Kulturpflanzen und Haustieren genetisch veränderte Formen aus Vorfahren geschaffen und der Mensch war das erste Lebewesen in der

Evolution, daß andere Spezies genetisch 'manipuliert' (W. H. MURDY 1975, S. 1170), wenn man davon absieht, daß jede immer wiederholte Nahrungsaufnahme eines Tieres, selektiv in den Artenbestand eingreift

## Landwirtschaft - zuerst in Vorderasien und dann auch anderswo

Garten- oder Landwirtschaft entstanden wohl unabhängig voneinander in mehreren Zentren, denen jeweils auch eigene Kulturpflanzen und Haustiere entstanden: Die wohl **älteste Landwirtschaft,** die in **Vorderasien**, wird auf um 8500 v. Chr. zurückgeführt. Das Vorderasien der frühesten Landwirtschaft – das ist die Region südlich des Taurus- und des Zagros-Gebirge, der schon erwähnte "**Fruchtbare Halbmond**", wo noch **Regenfeldbau** möglich war und nicht ganzjährige Bewässerung erfordert wurde..Es gilt also und namentlich für den Orient zu unterscheiden den **Regen-Feldbau**, in großen Teilen Europas allgemein, und den mit der Wasserlauf- und gar der späteren Stromtalbeherrschung möglichen **Bewässerungs-Feldbau**, der viele Anbaugebiete erst erschließen ließ. Für den Bewässerungsfeldbau war das Wasser also anderswo als im Nutzungsgebiet, vielleicht gar in fernen Gebirgen, herabgeregnet.

An verschiedenen Orten im Nahen und Mittleren Osten wurde **gegraben**. Unter dem an solchen Grabungen beteiligten Chicagoer Archäologen ROBERT J. BRAIDWOOD (1960; 1972, S. 312, 314) wurde, begleitet von seiner Frau LINDA, begonnen in der Saison vom 1. Mai bis Anfang Juni 1948 und in der Saison Frühling 1955 beendet der besonders aufschlußreiche vorzeitliche Platz, das Dorf **Jarmo** ausgegraben. Der Name bezieht sich auf ein Tal östlich von Kirkuk (1972, S. 312) im nordöstlichen Irak. Ergebnis der Grabungen in Jarmo war, daß an einem Platz wie diesem der Übergang zur Landwirtschaft zu finden ist. Nicht in den großen Stromtälern wie CHILDE angenommen hatte und wohin auch BREASTED seinen Blick bevorzugt gerichtet hatte, in den "hilly flanks of Breasted's 'Fertile Crescent' in Südwest-Asien war es zu früher Landwirtschaft gekommen (R. J. BRAIDWOOD 1972, S. 312). BRAIDWOOD (S. 315) wandte sich dann Plätzen/Sites in der Südost-Türkei zu. Zu den einstigen alten Ortschaften kamen später dazu und rückten auch einander nahe (F. HOLE 1966, S. 607). Landwirtschaft mit Bewässerung zwang den einzelnen viel stärker in die Gemeinschaft, bedeutete einen Wendepunkt in des Menschen Beziehung zu seiner Umwelt und den Mitmenschen (S. 608).

Daß sich die Landwirtschaft wenigstens in der Alten Welt und der Neuen Welt **unabhängig voneinander** geschaffen wurde und ein Pflanzen- und Tier-Austausch

zwischen Europa und Amerika erst mit dem Erscheinen von Europäern in Amerika eintrat, legt trotz weniger gegenteiliger Ansicht, die Art-Verschiedenheit der genutzten Gewächse und domestizierten Tiere nahe (E. D. MERRILL 1938 / 1946). Wie stand es mit Neuguinea, das eher nach Südost-Asien Verbindung hatte?

## Kulturpflanzen in der frühen Landwirtschaft Vorderasiens – im "Fruchtbaren Halbmond" und von dort nach anderswohin: Die Körnerfrüchte, Getreide

Mit dem Ackerbau verbindet sich vor allem die Vorstellung von Getreide, obwohl andere Kulturpflanzen gerade am Anfang auch wichtig waren. Von den einst tatsächlich genutzten Pflanzen blieben fast nur die verkohlten Körner erhalten, "in Abfallgruben, an Herdstellen, als Dreschrückstände oder als Vorräte in Gefäßen oder Silos" (M. HOPF 1978, S. 36) und aus den Resten muß die Art rekonstruiert werden. Noch 1817 meinte der Berliner Botaniker HEINRICH FRIEDRICH LINK (1819), daß die Getreide-Arten, die in der heutigen Form seit frühen Zeiten angebaut wurden, einem Völkerstamm zu verdanken sind, der "Naturkenntnis und Natureinsicht in einem hohen Grade gehabt habe" (S. 124). Der Völkerstamm sank herab, aber andere, und bis Amerika, nahmen die Kenntnisse auf. Das heißt, man wußte von der Umbildung von Pflanzen nicht viel.

Getreide sind 1-jährige Pflanzen des offenen Geländes, die in Samen überleben, die trocken nicht keimen und so aufbewahrt werden können. Wichtig war vor allem einst die **Gerste/*Hordeum***, zuerst die 2-zeilige. Sie muß auch als das Hauptgetreide im späteren antiken Griechenland gelten (H. MICHELL 1957, S. 50). Eine Mutation lieferte die **6-zeilige** Gerste/*Hordeum hexastichum* (K. V. FLANNERY 1965, S. 1252/1253). Sie soll aufgetreten sein um 6000 v. Chr. im Tiefland von Kusistan (Khuzistan), als bis um 5000 v. Chr. in den höheren Bereichen noch allein die 2-zeilige bekannt war.

In der Gattung Weizen/***Triticum*** waren zuerst von Bedeutunt der **Emmer**/*Triticum* ***diococcum*** und das **Einkorn**/*Triticum* ***monococcum*** (J. R. HARLAN et al. 1966, S, 1074). Noch im 19. Jh. wurden sie in der Schwäbischen Alb angebaut. Der noch immer mit brüchiger Ährenspindel ausgestattete, aber wegen hohem Backwert in etlichen Gegenden Süd-Deutschlands ncch heute angebaute Spelt oder **Dinkel**/*Triticum* ***spelta*** wird zuerst vom nördlichen Alpenvorland genannt (E. WERTHE 1938). Spätere genutzte Weizen-Arten waren auch Bastarde – und damit ihr höherer Ertrag gegeben.

Die wildwachsenden und den Kulturarten stark verwandten **Vorfahren** der Getreide (J. B. HARLAN et al. 1966) und anderer Kulturpflanzen sind trotz anzuneh-



Abbildung 11: 2.zeilige Gerste.



Abbildung 12: Einkorn. Kloster Veßra.



Abbildung 13: Einkorn.



Abbildung 14: Emmer.



Abbildung 15: Rispenhirse/Panicum miliaceum L..

mender Verbreitungsreduzierung im Entstehungsgebiet der alten Landwirtschaft oder wenigstens in Nachbarregionen durchaus heute noch vorhanden und können sogar als Zusatz genutzt werden (H. E. WRIGHT. Jr. 1976, S. 385). Das Hauptvorkommen der **Wild-Einkorns *Triticum boeoticum*** (manchmal genannt *aegilipoides*) erscheint auf der Verbreitungskarte wie in den Fruchtbaren Halbmond eingepaßt (S. 388) und hier im Nahen Osten, mit der Beifuß-/Artemisia-Steppe und nicht in Italien oder Spanien war das ihnen genehme trockene Sommerklima vorhanden (S. 388). Und ebenso dort und auch in Palästina gibt es den **Wild-Emmer**. Die Gerste wird zurückgeführt auf die **Wild-Gerste/*Hordeum spontaneum*** (K. V. FLANNERY 1965, S. 1252). 1932 hatte GRADMANN (1934, S. 49) die Wild-Gerste in besonderem Maße gesucht und fand sie "in ganz Vorderasien von Palästina bis Beludschistan", in Palästina häufig und in Gesellschaft weiterer 1.jähriiger Pflanzen. Bekannt wurde die Wild-Gerste auch in der Cyrenaika. Lange unbekannt blieb der **Wild-Weizen/*Triticum dicoccoides***. Der führende Getreidekenner FR. KÖRNICKE fand die zunächst verkannte Pflanze in der Sammlung des Wiener Hofmuseums, mit angegeben Fundort Hermon. Der in Palästina lebende "zionistische" und naturwissenschaftlich ausgbeildete Landwirt AARON AARONSOHN wurde bei einem Deutschlandbesuch damit bekannt gemacht, suchte sie "mit leidenschaftlichem Eifer" in Palästina und fand sie 1906 am Hermon und anderswo (R. GRADMANN 1934, S. 51).

Bis in die Jungtseinzeit zurück führt auch die **Rispenhirse/*Panicum miliaceum*** L

Nur manche Pflanzen und Tiere haben jene Eigenschaften, die ihre Verwendung grundsätzlich möglich machen und dennoch Abänderungen erfordern. **Die Wild-**

**formen** von Gersten und Weizen mußten für die Nutzung als Landwirtschaftsgewächse einige **Änderungen**, Mutationen, erleben. Wohl durch unbewußte oder gar bald auch bewußte Auslese wurden die geeigneten Kulturformen erhalten. Dabei haben in Kultur genommene Lebewesen wohl nicht eine grundsätzlich größere Veränderungsfähigkeit als Wildlebewesen. Aus dem normalen, überall gültigen, wenn auch vielleicht artspezifisch unterschiedlichem Mutations- und Kreuzungsgeschehen mußten die domestizierten Formen entstehen (G. LARSON et al. 2014, S. 6142). Auch rasch wirkende Veränderungen beruhten auf andersartigen Auslesefaktoren beim Anbau. Bei den Veränderungen, bei verschiedenen domestizierten Kulturpflanzen und mit anderen Merkmalen auch bei Haustieren erfolgte eine 'konvergente Evolution', ein 'Parallelismus' in den Veränderungen, wird gesprochen von dem für viele Arten ähnlichem "**domestication syndrome**" (s. u. a. J. ROSS-IBARRA et al. 2007, S. 8642). Das Ganze war verbunden mit einer Einschränkunge der genetischen Vielfalt, also geringem Polymorphismus, was aus Vergleich mit den Wildformen zu ermitteln wäre. Allgemein sind größere Frucht, reduzierte Verzweigung, auch Gigantismus (S. 8642), auch das Fehlen von dem Menschen schädlichen Abwehrstoffen gegen Fraßfeinde oder Parasiten bis hin zu Giftstoffen. Notwendig ist besonders beim Getreidebau eine **gleichzeitige Reifung**. Wer erlebt, wie in Mitteleuropa in der Natur bei den Individuen vieler Arten ein ziemlich gleichzeitiges Keimen, Blühen und Fruchten stattfindet, wird gleichzeitiges Reifen auch bei Kulturpflanzen erwarten und hier vielleicht kein großes Problem sehen, aber manche Pflanzen gedeihen über längere Zeiträume hin. Samen tiefer in den Boden zu senken mag Auslese auf gleichzeitiges Keimen noch befordert haben. Kritscher war wohl die **brüchige Ährenspindel** , das leichte Zerbrechen der Ähre und das leichte Ausfallen der Körner, was die Ausbreitung in der Natur begünstigt. Für eine sichere Ernte ist notwendig ein **fester Sitz der Körner** in der Ähre. Ernte durch Abschneiden der Ähren mit der Sichel mußte die Ähren intakt lassen und Getreidepflanzen mit dieser Eigenschaften wurden asusgelesen. Geschah das am Ende doch schon wenigstens teilweise bewußt? Blieben die Körner in den stabilen Ähren, mußte ein weiterer Arbeitsgang kommen: **das Dreschen**, das Herausbringen der wiederum nicht zu fest sitzenden Körner aus den Ähren. Eine einzige Mutation habe, nach STUBBE (1959 zit. bei K. V. FLANNERY 1965, S. 1252), dazu geführt, daß in der Gersten-Ähre das sich zum Dreschen lösende Korn bildete. Scharfe **Grannen** der Spelzen mochten Vogelschutz sein oder Transpiration begünstigen. Für die Ernte durch den Menschen war auch das ungünstig. Bis Getreide mit diesen Eigenschaften vorhanden war, verging nach der ersten Getreidenutzung wohl noch etliche Zeit, bis gegen 7500 v. Chr. Gräser sind im allgemeinen im Sommer oder gar im Spätsommer reif und streuen dann ihre Samen, also ihre Körner aus. Diese Samen keimen dann nach dem Winter, wie kurz der Winter im Orient auch gewesen sein mag. So war Getreide wohl anfangs zumindestens

häufig **Wintergetreide**, also im Herbst zu säen. Eine lange Samenruhe war nicht erwünscht. Jedenfalls gilt das für das spätere antike Griechenland, wie HESIOD zu entnehmen ist (H. MICHELL 1957, S. 55).

Der für die Nutzung der Getreidekörner für die Ernährung entscheidende '**Mehlkörper**', in der Pflanze angelegt zur Ernährung ihres Embryos, wurde bei den Nutzgräsern gegenüber den Wildgräsern immer stärker herausgezüchtet, und heutige Getreidekörner enthalten bei etwa 12% Eiweiß gegen etwa 70% Stärke (K. HAHLBROCK 2009).

**Bevor** gelernt wurde, **Brot** zu backen, und das führt über das Neolithikum hinaus, wurden die Körner wohl aus den noch grünen Ähren herausgenommen, mit den Fingern zerrieben und diese Reibmasse verspeist (E. E. VARDIMAN 1977). War es das? Der Amerikaner PATRICK McGOVERN (M. SCHULZ 2009, in Der Spiegel) führte den Ackerbau darauf zurück, daß man berauschenden Sud gewinnen wollte. Angegorene matschige Feigen, die man zerkaute, hätten vielleicht den Rausch entdecken lassen. In Deutschland bezweifelt der Ökologe JOSEF H. REICHHOLF (2008 / 2010), daß die wohl kaum in der freien Natur in dichten Beständen stehenden Getreidegräser zuerst die Ernährung im Vergleich zu den viel nahrhafteren Nüssen, Feigen, im Norden Beeren und natürlich dem Fleisch gejagter Tiere verbessern konnten. Nach dem Rückzug des lezten Eises waren jedenfalls im Norden **Haselnüsse** weit verbreitet, und waren auch aufzubewahren. Wenn man Feldbau vor allem mit Brot, mit Körnerfrüchten assoziiert, mag das wohl doch einseitig sein. Mit den Grassamen in ihren Schalen, die mühsam herausgepult werden mußten, war kaum Energie für den Körper zu gewinnen. Man hätte aber entdeckt, daß solche Körner in Gärung übergehen können und daraus ein berauschendes Getränk, ähnlich wie Bier, gewonnen werden konnte. Rauschmittel würden bei vielen auch einfachen Völkern benutzt und waren, etwa vom Fliegenpilz, wohl auch dem nacheiszeitlichen Menschen nicht unbekannt. Mit dem **Wunsch nach Rausch**, nach Besäufnis, wohl in Grenzen, kam es zur **Beschäftigung mit Gerste und dann** mit **Weizen**. Um Bier zu bekommen, mußten die Körner nicht einmal von ihren Spelzen befreit werden. Bis zum Anbau von Getreide in größerem Maßstab wäre immerhin noch etliche Zeit vergangen, Aber mit dem Suff kam das Beugen unter das Joch des Ackerbaus. Mußte man auf dem Dorfe groß gewordener Niederbayer sein, wie REICHHOLF, um diese durchaus einleuchtenden, wenn auch - wie REICHHOLF zugibt - nie sicher zu beweisenden Dinge zu finden? 'Rausch', in Amerika auch von besonders intensiv wirkenden Pilzen, benutzt von Priestern (H. PLETICHA 1988, S. 323), anderswo Priester stehend im Rauch von Weihrauch, entstanden in den von solchen Ingredienzien hervorgerufenen Träumen **zu den Religionen** führenden Vorstellungen, menschenähnliche Wesen im Traum zu Monstern, zum strafenden Gott vergrößert?



Abbildung 16: Fladenbrot-Backen/Chiva 1972.

Als später der Getreideanbau vom Vorderen Orient nach Griechenland und dann auch andere Teile Europas übertragen wurde, stand wohl das Brotbacken im Vordergrund. Die Südeuropäer erhielten ohnehin ihren Wein. Die Germanen tranken ihren Met aus Bienenhonig. Roms Getreideeinfuhr diente dem Brot.

Die Ernte der Getreideähren geschah und das bis weit in die beginnende nachchristliche Neuzeit mit **Sicheln**. Sensen waren bis weit ins hohe Mittelalter nicht ausreichend zu schärfen. Aber in einem verunkrauteten Acker, und das gab es wohl häufig genug, konnten die Ähren nur mit der über dem Unkraut ansetzenden Sichel geerntet werden. lIn Hacilar (J. MELLAART 1961, S. 91) in Anatolien bestanden die Sicheln aus poliertem Sprossen von Geweih von Hirschen, in die kleine scharfe Steinchen eingesetzt waren. Reife harte Körner konnten nicht mehr roh gegessen werden, bestenfalls geröstet. Zur normalen Nahrung wurden die **Körner in einer Grube geröstet**. Reis wird noch heute meistens in Körnerform verwendet. Und Gräupchen schmecken vielen heute auch. Aus Körnern, etwa zerkleinert, wurden **Breie** hergestellt. Viele mehlhaltigen Körnerfrüchte können nur zu Brei verarbeitet werden oder liefern nur ein schlechtes Brot, weil ihnen der Kleber fehlt (R. KRZYMOWSKI 1951, S. 74). Das gilt für Hirse, Reis, Mais, Buchweizen, Hülsenfrüchte, Hafer, Gerste und andere. Auf wohl zuerst einem heißen Stein wurde Brei von Getreidekörnern und dann auch eingeweichtes Mehl erhitzt und so **Fladen** gewonnen. In Altägypten wurde wie macherorts noch heute in aus einem Hohlraum mit Wand bestehenden Backöfen Getreidebrei im Innerem an die Wände geworfen und in der durch eine Feuer im Inneren erzeugter Hitze gebacken.

Auch aaf einer von unten erhitzten Herdplatte läßt sich Fladenbrot backen. Die ältesten Fladen sind nur an einer Seite gebacken, da man auch das Wenden der Fla-



Abbildung 17: Backöfen für Fladenbrot. Museal, S-Marokko.

den noch zu lernen hatte. "Unser täglich Brot" war also einst keine so großartige, war eine nur allmählich beherrschbare Sache.

Die Geschichte der menschlichen Pflanzennahrung wurde umfassend dargestellt von ADAM MAURIZIO (Wikipdia 2015), einem Schweizer, der nach Tätigkeit in Zürich Professor in Lemberg/Lwow und dann in Warschau war.

Graskörner zu zermalmen, um zu Mehl zu kommen, konnte geschehen durch **Zermahlen** oder **Zerstampfen**. Mehl erhielt man nur durch Mahlen in der Reibemühlen. Mit den noch lange einzig verfügbaren handbetriebenen **Reibemühlen** war es ein mühsames Tun und es konnten immer nur geringe Mengen an Körnern zerrieben werden, für den täglichen Bedarf etwa an Fladenbrot, '**Zerreiben**' beschrieb das besser als zermahlen. ALFRED EDMUND BREHM, der in jungen Jahren in Ägypten und dem Sudan forschte, schrieb, 19-jährig, von Ägypten am 3. August 1848 in einem Brief an die Eltern: "Denn die Araber backen alle Tage zwei- bis dreimal Brot und zerreiben die dazu nötige Frucht vorher auf ihren Reibesteinen" (zit, b, H.-D. HAEMMERLEIN 1985, S. 70). Wie STUHLMANN und SCHWEINFURTH schilderten (hier zit. b. A. MAURIZIO 1927, S. 271 war im Inneren Afrika das Mahlen mit der Reinemühle die Arbeit weiblicher Sklaven, von denen immer neue beschafft werden mußten. Auch bei angestrengter Tagesarbeit schaffte eine Sklavin den Mehlbedarf nur für 2- 6 Menschen pro Tag zu liefern. Der niederländische Afrikareisende JUAN MARIA SCHUVER (1883, S. 72) sah 1882 im Gebiet des oberen Blauen Nil "ein erwachsenes Mädchen völlig nackt an einem rohen Tische stehen und in der gewöhnlichen Weise Getreide mahlen ..., indem sie es auf einer geneigt gestellten Steinplatte mit einem kleineren, von beiden Händen umfaßten Steine zerrieb." In den Handmühlen von einst gab es so viel abgeriebenes, in das Mehl gelangtes Gesteinsmehl vom Reibstein, daß



Abbildung 18: Reibemühle. Biskupin/Polen.



Abbildung 19: Stampfen. S-Afrika. Museal.

der an Schädeln nachweisbare Abrieb der Zähne schon in jungen Jahren auftrat. Mit alten Reibmühlen wurden etwa 700 g Mehl pro Stunde ermahlen. Konnte das so erhaltene, unreine Mehl, die aufgewandte Muskelernergie überhaupt ersetzen? Bis in nachchristliche Zeit waren Handreibsteine auch in Europa vielerorts üblich. Vor allem die Römer durchbrachen die Mühsal etwas durch **Drehmühlen**, für den Handbetrieb durch Menschen oder durch Tiere.

Das zetlich nach den Reibemühlen aufgekommene **Zerstampfen** geschah in einer Steinmulde oder einem oft hölzernen Trogmit einem **Stößel**. Neuer war dann die Stampfe, wobei der Stößel nicht von oben her niedergedrückt wurde, sonden in einem 90°-Winkel an einem Stiel befestigt war und so wie ein Hammer gehandhabt wurde.

## Brot aus Mehl

Zum **Brot** (R. KRZYMOWSKI 1951, S. 73; MAURIZIO 1927) im engeren Sinne gelangt man, in dem in **Teig**, das heißt zu mit Wasser angerührten fein zerteilten Getreidekörnern, also Mehl, gasförmiges **Kohlendioxid** entweichend **den Brotteig lockert**, also sich eine "lockere schwammige Masse" bildet. Das Kohlendioxid entsteht durch Hefepilz, die von außen hinzugekommen in dem Teig heranwachsen und den Teig zu **Sauerteig** machen. Solchen Sauerteig konnte man zur rascheren Säuerung noch nicht saurem Teig zusetzen. Später wurde, aus der Bierbrauerei, **Hefe** gewonnen und diese direkt dem Teig zugesetzt. Im 19. Jh. wurden die Hefepilze gefunden. Jedoch vom Gehalt an gewissen 'klebrigen Eiweißstoffen, dem 'Kleber', hängt es ab, ob der Teig "aufgeht oder nicht." **Nur** das Mehl der '**Brotgetreide' enthält diesen 'Kleber**'. Wurde **über** den Backrost oder den **Backtopf** ein **Deckel gestülpt** und damit die Eigenfeuchtigkeit des Teiges besser erhalten, erstand die **Urform des Backofens**, den es auch in Miniform gab und der in größerer Gestalt dann festsehend am Haus oder freistehend gebaut wurde (A. MAURIZIO 1927, S. 314 ff.). Im Backofen vergrößern sich die Blasen im Teig, der neben dem Kohlendioxid entstandene Alkohol entweicht als Dampf und lockert auch. Das Stärkemehl zerkleistert und wird so verdaulicher, in der Rinde bildet sich Dextrin, bräunliche Röstprodukte bringen den Wohlgeschmack, Solches Brot wurde dann bevorzugt, bis heute. Backen und Nutzung der Backöfen blieb auch in die späteren zeiten hinein **Hauswerk** und die viel jüngere gewerbliche Brotherstellung ist mit dem Sauerteig verbunden (A. MAURIZIO 1927, S. 371).

## Die Ausbreitung der Landwirtschaft Vorderasiens nach Europa, bis in den Norden

Bei aller unabhängigen Entstehung von Landwirtschaft anderswo, die von Vorderasien war maßgebend auch für die von **Europa und Nordafrika**, wohin sie durch Ausbreitung kam. Das zu ergründen wurden manche Wege eingeschlagen und einer war in der zweiten Hälfte des 19. Jh, jener des aus Dorpat stammenden Kulturhistorikers VICTOR HEHN (1874), aus den Namen der Kulturpflanzen und Haustiere in den verschiedenen Sprachen Herkunft und Ausbreitung zu ermitteln. Das geschah nicht ohne Mißtrauen der Naturwissenschaftler (S. III). Die Errungenschaften der im Nahen Osten erstandenen 'Neolithischen Revolution' kamen früh auch nach Zypern und Kreta. Landbebauer in **Griechenland** erscheinen **um 6000 v. Chr.** In Thessalien gab es sogar Landwirtschaftszeugnisse noch ohne Keramik (H. T. WATERBOLK 1968, S. 1095), während sonst bei der Ausbreitung die Keramik in Europa stets dabei war. Mit der Radiocarbon-Methode war das 1961

untersuchte **früh-neolithische** Dorf **Nea Nikomedeia** in Nord-Griechenland auf etwa 6220 v. Chr. zu datieren (R. J. RODDEN 1965). Statt einer Unterrichtung von Nachbarn zu Nachbarn für die Ausbreitung von Landwirtschaft wird eher eine nicht unbedingt ganz friedliche Ausbreitung der schon Landwirtschaft betreibenden Bevölkerung in die Regionen der zum Rückzug gezwungenen Sammler- und Jägerstämme angenommen (M. HOPF 1978). Bandkeramik-Bauern gibt es im Nordwesten um 4500 v. Chr. (H. T. WATERBOLK 1968, S. 1093; M. ZVELEBIL 1986, S. 91). In Dänemark erscheint die Agrikultur um 3200 v. Chr. (T. D. PRICE et al. 1987, S. 93).

Wie namentlich für Südwest-Deutschland R. GRADMANN (1934, 1950) erkannte und in seiner **'Steppenheide-Theorie**' formulierte, wurde zuerst gesiedelt in trockeneren Regionen, wo sich die ansonsten vor allem im Südosten Europa beheimateten 'Steppenheide'-Pflanzen finden. Holz benötigte man auch, aber die Waldungen waren wohl lichter und man konnte auf mühsame Waldrodung verzichten, auch, wenn es sicher gekonnt wurde. Zudem gibt es in diesen relativ trockenen Gebieten, zu denen auch das Mitteldeutsche Trockengebiet zwischen Halle/Saale und Harz gehört, fruchtbare Böden, die **Schwarzerdeböden**, und die frühe Siedlungsgeschichte war also auch eine Bodenfrage (1950, S. 13). Der Geograph HANS MORTENSEN (G. OVERBECK 1965, S. 21) stellte im Südost-Baltikum fest, daß ältere Besiedlung **zuerst hügelige Gebiete** bevorzugte trotz der nach heutiger Ansicht besseren Böden im mehr ebenem Gelände. Mit Feuchtigkeit ist eben schwerer auszukommen. Die ab dem Neolithikum dem Ackerbau erschoossenen Gebiete blieben vielfach Ackerland in aller folgenden Geschichte (O. HÄRTEL 1971, S. 498), Zeugnis einer bleibenden Fruchtbarkeit bei nachhaltiger Bodenbearbeitung. Viel Beachtung in der Siedlungsgeschichte fanden dann (s. u.) die **Schweizer 'Pfahlbauten**'

## Weitere Kulturpflanzen, auch solche in der späteren Landwirtschaft in Mitteleuropa

Zu den Schmetterlingsblütlern gehört die **Erbse**/*Pisum sativum*, die sich in neolithischen Siedlungen um 7000 v. Chr. und dann auch an Schweizer See-Siedlungen findet. Die **Linse**/*Lens esculenta*, resp. *culinaris* MEDIK. wurde in bronzezeitlichen Ausgrabungen am Bieler See in der Schweiz festgestellt. Alt ist auch die **Kichererbse**/*Cicer arietinum*. Und etwas später ersceint die **Puff-Bohne**/*Vicia faba*, ein sehr nahrhafte Samen, "Bohnen", lieferndes Gewächs. In Portugal wurde an den untersuchten Fundplätzen (zusammengefaßt M. HOPF 1978) *Vicia faba* an erster Stelle unter den Kulturpflanzen gefunden.



Abbildung 20: Hafer, 1960.



Abbildung 21: Roggen, um 1965.

Nach dem Eintreffen der "Gründerpflanzen" aus dem Südosten, den "primären Kulturpflanzen", kamen **im nördlichen Europa** neu hinzu **Hafer und Roggen**, auch **Mohn**. Hafer und Roggen waren ursprünglich wohl Unkräuter, die man zu Kulturpflanzen entwickelte – sogenannte "**sekundäre Kulturpflanzen**" so genannt von dem russischen Kulturpflanzenforscher VAVILOV. Er hatte nachgewiesen, daß in Emmer-Proben der Unkraut-Hafer, *Avena fatua* u. a., als Unkraut bevorzugt auftrat (E. WERTH 1938, S. 425) und also seine Ansicht erhärtet. Im alten Mykene kannte man an 'Korn' Weizen und Gerste, nicht aber Hafer und Roggen (H. GEIß 1975, S. 232).

**Mohn** diente wohl nicht oder nicht nur zur Gewinnung des Öls aus den Samen, sondern auch der Gewinnung des "Mohnsaftes" mit seinen psychischen Wirkungen (R. RUDGLEY 2004), also brauchte man hier nicht so den Suff aus Getreidebier.

Von der **Schwäbischen Alb** wird von KARL BERTSCH (1954) über Funde im Blautal bei Ehrenstein berichtet. Hauptfrucht waren hier die wildwachsenden **Knöterich**-Gewächse *Polygonum convolvulus*/Winden-Knöterich und *Polygonum persicaria*. Verkohlte Reste in größeren Mengen an verschiedenen Stellen verwiesen auf ihre Verwendung. Nicht angebaut und eindeutig in der Natur gesammelt gesammelt waren die kräftigen, noch bis ins 20. Jh. als Grütze geschätzten Körner des mit den Blättern teilweise in Wasserläufen flutenden **Mannagrases**/*Glyceria*, *fluitans* etwa. Getreidereste fanden sich nur spärlich, Hauptgetreide zu 68% ist die Sechszeilige **Gerste**/*Hordeum hexastichum*, die Weizen ***Triticum*** *monococcum*/Einkorn, *T. diococcum*/Em(m)er, *T. spelta*/Dinkel.

Für Kulturpflanzen und auch Haustiere im südlichen Mitteleuropa teilweise noch vor der Metallbenutzung boten die **Schweizer 'Pfahlbauten'** wichtiges Material, so verkohlte oder vertorfte, aber bestimmbare Pflanzenreste. Schon im 19. Jh. hat nach der Entdeckung der Pfahlbauten HEER deren Untersuchung eingeleitet (H. CHRIST 1879, S. 429 ff.). Die als die ältesten erkannten Pfahlbauten von Robenhausen erschienen als besonders interessant. Weizen und die beiden Gersten-Formen waren mit kleineren als den heutigen Körnern vorhanden. Auf den Süden weist wie diese Getreide zudem ein **Flachs/*Linum angustifolium*** HUDS. Es fehlten die im 19. Jh. dann vorherrschenden Spelt, Roggen, Hafer (H. CHRIST 1879, S. 431). An Unkräutern ließen sich nachweisen Kornrade und Kornblume/Cyane. Die gut haltbaren Samen der Weinbeeren fehlen.

## Pflanzenbau anderswo als in Vorderasien und Europa

Manches über andere Entstehungsgebiete von Landwirtschaft, mit meistens ganz anderen Pflanzen, wurde erst in der zweiten Hälfte des 20. Jh. erforscht (D. Q FULLER et al. 2014, S. 6148). Auch außereuropische Kulturen haben Kulturpflanzen geschaffen, damit auch Züchtung durch Selektion durchgeführt. Die Entstehung der Hirse-Art **Durrha**/*Sorghum durrha* in **Afrika** erkannten schon DECANDOLLE und andere (E. HAHN 1893, S. 379). Für **Nordwest-Indien** wird Ackerbau bis etwa 6000 v. Chr. genannt (D. ROTHERMUND hrsg, 1995, S. 78). **China** - womöglich getrennt das mittlere China mit der **Kauliang-Hirse** und der südliche Teil einschließlich Vietnam mit **Reis**, ab etwa 2800 v. Chr., als Hauptkulturpflanzen; **Mesoamerika** mit vor allem dem **Mais**/*Zea mays* L., **Bohnen** und **Kürbis**/*Cucurbita pepo* L; das **Anden und Amazonasgebiet** mit Kartoffeln und Maniok, mit der Erdnuß/*Arachis hypogaea*) in Ausgrabungen in Peru 2000 - 3000 v. Chr.; dazu das **östliche Nordamerika** mit der Sonnenblume. **Neuguinea** lieferte wohl Zuckerrohr und Banane. die **Sahelzone** den Sorghum; das **tropische Westafrika** steht mit afrikanischer Yams und Ölpalme; **Äthiopien**



Abbildung 22: Reis, heute. S-Indien.

mit Kaffee und Tee (im wesentlichen nach J. DIAMOND 1998). Um 2000 v. Chr. kultivierte man in Indien auch die Eierfrucht, die **Aubergine**/*Solanum melongena* L..

**Reis** mit seinen verschiedenen Sorten wurde für die Menschen im tropischen Asien und später auch anderswo wichtigste Nahrung, die "Schale Reis" noch im China der Anfangszeit der Volksrepublik zum Symbol der Mindestnahrung.

Die unter Wasser wachsenden **Reispflanzen** (für Indien alles YouTube Galileo) werden vorgezogen und dann die Setzlinge per Hand in 10. cm Abstand in bestimmte Tiefe in dem gewässerten Acker eingepflanzt - eine schwere, mit Bücken verbundene Handarbeit Der ausgereifte, trocken gewordene gelbe Reis muß mit der Sichel schnell geerntet werden, um Körnerverlust zu vermeiden. Das Dreschen geschieht per Hand durch Aufschlagen der gebundenen Garben .Jedenfalls in Japan wird der Reis um 1980 in 40 bis 59 Tagen in Saatbeeten herangezogen und dann in die bis zu einer Tiefe von 1 Meter bearbeiteten Böden der Naßfelder ausgepflanzt (J. BERNDT 1983, S. 265).

Beim Getreide und Mais waren Samen, die Körner, das Ziel, und auf deren möglichst große Zahl wurde ausgelesen. Es gibt aber auch Fruchte, in denen die Samen eher stören und das Fruchtfleisch Speise ist. War vegetative Vermehrung möglich, so wurde offensichtlich auf **Samenlosigkeit der Früchte ausgelesen**, so bei vielen Bananenfrüchten oder der Brotfrucht mit ihrem als Nahrung dienenden Fruchtfleisch, der Pulpa.

Wie aufwendig **manche tropischen Kultrpflanzen** betreut werden müssen, bietet der **Yams/*Dioscorea***. Das sich in die Höhe windende Gewächs liefert zur Nahrung dennoch unterirdische aus dem Boden zu holende **Knollen**. Vom seiner-



Abbildung 23: Frisch gesetzter Reis.



Abbildung 24: Trockenreis. S-Indien 1999.



Abbildung 25: Spelzenabtrennung: Worfeln.

zeitigen **Neupommern** berichtet E. von HESSE-WARTEGG 1902, S. 161: "Für Yams und Süßkartoffeln muß der Boden erst umgegraben und fertig bearbeitet sein. Als Yamssetzlinge dienen kleine Abschnitte von der reifen Knolle mit Augen darin. Ein halbes Jahr aufbewahrt, sind sie fast ganz zusammengetrocknet. In der ganzen Pflanzung werden Erdhäufchen gemacht, so groß wie Maulwurfshaufen, und in diese die Yamssetzlinge hineingesteckt. Sobald sie anfangen zu sprossen, steckt man meterlange Stöcke daneben, an denen sie emporranken, und dann sieht eine solche Pflanzung von weitem gerade wie ein üppiger Weinberg aus. Die Yamsknollen sind meistens länglich rund, zum Teil auch lang gestreckt oder handförmig. Ihre Größemist je nach der Fruchtbarkeit und Lockerheit des Bodens ganz verschieden. Die größten sind jedoch nicht immer die schmackhaftesten." Wann entstand das? Jedenfalls werden im Jahre 2016 weltweit fast 60 Millonen Tonnen erzeugt, vor allem in West-Afrika, also liegt ein ganz wichtiges Nahrungsmittel vor (Wikipedia 2018).

## Was war mit dem Pflanzenbau verknüpft?

Erster Pflanzenbau war wohl **Hackbau** und EDUARD HAHN (u. a. 1910; P. HONIGSHEIM 1929, A. VIERKANDT 1928/1929) läßt ihn als eine erste Stufe in der Entwicklung der Landwirtschaft auftreten, als eine besondere Hackbau-Epoche.. Der **Grabstock** konnte auch benutzt worden sein zum Ausgraben der Wurzeln von Wildpflanzen (A. MAURIZIO 1927, S. 5), war also eine Errungenchaft der Sammler-und Jäger-Gesellschaft. In mit dem **Grabstock** oder dann der **Hacke** in den Boden geschlagenen Löcher oder aufgeritzten Streifen im Boden wurde Saatgut gebracht. Die Ackerfläche mußte beim Hackbau nicht von allen Steinen geräumt werden, da Löcher auch zwischen die Steine gehackt werden können. HAHN (u. a. 1910) nimmt zudem an, daß der Frau die Erfindung des Hackbaus zu verdanken ist. Während die Männer Jäger waren, mochten von durch Frauen gesammelten Pflanzen Samen auf den Boden gefallen sein und keimten. Das hätte dazu geführt, bewußt Samen in Boden zu bringen und so entstand der frühe Pflanzenbau. Der **Pflugbau** kam später und soll nur in einer Region erfunden worden sein, in der mesopotamischen Tiefebene, in Babylon, der bei HAHN angenommenen Wiege.aller Kultur. Pflugbau ist nötig beim Getreide. Beim Pflug wird die **Zugkraft** eines Tieres, **des Ochsen**, herangezogen, und "der Mann lenkt das Pfluggespann" (zit. b. TH. H. ENGELBRECHT 1928, S. 258). Die dem Hackbau fehlende **Verbindung von Pflugkultur und Haustier** wird von HAHN beonsders betont (1906, S. 80). Die Verknüpfung von Ackerbau und Viehzucht wäre (R. GRADMANN 1934, S. 9) keineswegs selbstverständlich gewesen. Daß auch manchmal Menschen Pflüge ziehen spräche (E. HAHN 1906) nicht gegen die ursprüngliche Verbindung zum ziehenden Tier, wie die 'älteste' jedenfalls ihm bekannte primitvive Pflugdar-

stellung zeigt, ein 'Säepflug' von Babylon, der auch die religiöse Beziehung zum Säen zeige (E. HAHN 1916). R. GRADMANN (1934, S. 9) nannte den Pflug "bei aller Einfachheit vielleicht die geistreichste aller Erfindungen. Mit der Bespannung wäre er auch **eine erste Maschine** gewesen, "mit einer außerhalb des Menschen liegenden Triebkraft." Das hääe auch zum Wagen mit Zugtier geführt. Von der mesopotamischen Tiefebene her wäre, wie HAHN ausführt, das Pflügen auch nach anderswohin gedrungen. Hackbau wird von HAHN als das Primitive in der Landwirtschaft bezeichnet und soll heute noch zurückgebliebene Ethnien, 'Wilde', 'Naturvölker' auszeichnen. Man solle bei 'Negern' und Indianern nicht von 'Ackerbau sprechen (E. HAHN 1910). HAHN sah sicherlich richtig, daß nicht überall und bei allen Ethnien die gleichen Wege in der Wirtschaft beschritten worden waren wie es die 3-Stufen-Theorie mit Sammlern-Hirten-Ackerbauern im Sinne vieler Evolutionisten vorsah. ALEXANDER von HUMBOLDT wird als ein Forscher angeführt, welche die 3-Stufen-Theorie für Amerika bezweifelt hatte, trotz der Lamas. An der Auffassung vom grundsätzlich primitiveren Hackbau erhob sich berechtigte Kritik (s. R. LASCH 1906). Hackbau wird eben dort und bei den Pflanzen durchgeführt, wo er besser als der Pflug geeignet ist. Das sah HAHN dann (1906) bei Mais und Maniok. Wenn eine Hacke auf dem Boden entlang gezogen wird, dann wirkt sie ritzend ohmehin wie ein Pflug und es wäre nicht so schwer gewesen, von der Hacke zu einem primitiven Pflug zu gelangen. HAHN (1910) wußte auch, daß der Hackbau sich weiterentwickelt hatte zum **Gartenbau**, zur **Gartenkultur**, der intensivsten Form der Bodennutzung (E. HAHN 1903), nötig bei größerer Bevölkerung (1906, S. 80). Im Garten gab es viel mehr angebaute Arten als auf dem Acker, das auch in späteren Jahrhunderten, bis heute. Und bei den verschiedenen Weisen der Pflanzenbaues sind längst beide Geschlcchter beteiligt, und der 'Mann' hackt ebenso wie es erfolgreiche männliche Gärtner gibt. Von der Hacke leite sich auch der Spaten ab (1906). HAHN selbst bringt etwa 1906 auf die Kritik **Ergänzungen**. So erkennt HAHN an, daß der Hackbau auch große Höhe erreichen kann, aber eben selbständig ist und nicht in den Ackerbau übergeht .Schon 1893 hatte er aus Berichten etwa vom Sambesi-Gebiet abgeleitet, daß "Oft sind die Negerfelder von einer geradezu rührenden Sauberkeit und musterhaft gehäufelt und gejätet" und gibt es Verwendung von "Düngung, Fruchtwechsel, Kompost ..." (1893, S. 377). Aber es ist Hackbau, und das Rind wurde nicht eingegliedert (S. 378). Die Botokuden in Brasilien hätten rohen und flüchtigen Anbau von Mais, Maniok und anderem (1906, S. 77). Knollenfrüchte, vielleicht die ersten Kulturpflanzen, wenigstens in einigen Regionen, sind zum Hackbau geeignet. Und ebenso wurde von vielen des phantasievollen HAHN Ansicht abgelehnt, daß man **aus religiösen Vorstellungen** zu, einer Art sexuellen Anritzung des Bodens, zum Pflug gekommen wäre. Nicht erkannter rationaler Nutzen, sondern mythisch-religiöse Vorstellungen hätten die Landwirtschaft beflügelt. Bei LEVY-BRÜH (S. 234) wurde die



Abbildung 26: Primitivpflug 1968.

Rolle magischer und religiöser Einflüsse auf menschliches Handeln ausgebaut. Und das schon behandelte mesolithische Kultstätte Göbekli Tepe ging auch der Landwirtschaft voran. HAHN (so 1913) hat wohl recht, wenn er die **reine Viehzucht**, das **Nomadentum**, **nicht in die Stufenfolge** der Kulturentwicklung **in der Landwirtschaft** einordnet, sondern sie wie einige vor ihm als einen **Sonderweg**, einen Nebenweg, von großer auch politischer Bedeutung sieht. Herden sind gerade in Afrika nicht in erster Linie Nahrung. So viel Theorie hier war, sie mußte den Denkenden zu weiteren Untersuchungen anregen!

Unter vorzeitlichen Pflug-Funden in Mitteleuropa war nicht recht einzuordnen der 1822 in der Mark Brandenburg bei **Dabergotz** gefundene und im nahen Neuruppiner Gymnasium aufbewahrte, aus Eichenholz bestehende Hakenpflug, 1865 beschrieben vom Gymnasialdirektor W. SCHWARTZ (R. MIELKE 1924). Die Erwähnung erfolgt auch als Hinweis auf im 19. Jh. aufkommende archäologische Forschung in Deutschland, unter Einbeziehung auch von Lehrern.

Mit der Landwirtschaft waren manche weiteren Dinge notwendigerweise verknüpft. **Getreide**, ob als Wildgras oder beim Anbau, ist nur zu bestimmten Zeiten im Jahre reif. Um von Getreidekörnern ganzjährig oder wenigstens zu weiteren Teilen des Jahres zu leben erforderte **Vorratshaltung**, und Aufbewahrung war bei Getreidekönern relativ gut möglich, sofern man Schädlinge fernhält. Graskörner sind **Speicherfrüchte**, andere Früchte sind zumindestens weniger Langzeitspeicherfrüchte. **Speicherung** war eine **wichige Angelegenheit in der Wirtschaftsgeschichte der Menschheit** zu allen Zeiten, auch in der Speicherung von Rohstoffen wie Holz, Salz, Schätzen verschiedenster Art, gar in **Depots**, in der neuesten Zeit abgelöst durch Großspeicher.. **Speicher** aber kennzeichnen bis heute in vielen Regionen der Erde Dörfer mit Getreidebau oder Anbau aufbewahrbarer Früchten. Holzspeicherung gibt es noch heute vielerorts. Speicherung "entspricht"

einem Elementar- und Völkergedanken" (A. FIEDLER 1971, S. 180), also ist ein **Grundelement in der Landwirtschaft** und ihm schließt sich die Scheune an. Die älteren Speicher in der einfacheren Landwirtschaft wurden nach dem Alten Testament der Bibel bereits in Ägypten auch durch Großspeicher abgelöst und in den modernen Industriegesellschaften gibt es die Riesensilos. Viehzüchter wie die Mongolen haben weder Stall noch Heuscheune, und das wird mit überkommenen religiösen Vorstellungen verknüpft, aber es wird eben auch nicht in der Steppe gemäht, sondern nur geweidet (so etwa erklärt auf Mongolei-Reise 1963).

Große **Viehzuchtgebiete** gingen verloren als **die Sahara** (YouTube Phönix 2008) nach 5000 v. Chr. zunehmend **austrocknete**. Felsgravurenmit Tierdarstellungen aus den verschiedenen Zeiten bezeugen den Vorgang. Die Menschen zogen sich in die Oasen zurück, wo Wasser aus dem Untergrund verbraucht und nicht ersetzt wird..

Der frühe Ackerbau geschah der seßhaften Bewohner geschah wohl auf **Kleinflächen**, eher beet-artig. In dem Ackerbau und der Viehzucht erschlossenen Gebieten kam es auch zu ökologischen Veränderunge, auf dem Acker und in der Umgebung, kamen auch unbeabsichtigt neue Pflanzengesellschaften zustande.

## Tier-Domestikation - Haustiere

**Zähmung** ist noch nicht Haustierwerdung (C. A. DRISCOLL et al. 2009, S. 9972). Wildtiere werden noch immer manche gezähmt, selbst Löwen und Geparden. Arbeitselefanten werden in Süd- und Südost-Asien noch immer eingefangen, sind also keine in der Hauswirtschaft vermehrbaren Tiere.

Der im Mesolithikum oder früher A. W. CROSBY 1991, S. 26) und damit vor der 'Neolithischen Revolution' auftauchende **Hund** ist ältestes Haustier, wohl Ergebnis einer vorangehenden Zähmung junger Wölfe. Heute gibt es gegen 400 anerkannte Hunde-Rassen (C. A. DRISCOLL et al. 2009, S. 9974).

**Die verschiedenen Haustier-Arten** haben **unterschiedliche Eigenschaften** und müssen deshalb unterschiedlich gehalten, in verschiedener Weise genutzt werden. Man kann Rinder nicht behandeln wie Schafe und umgekehrt. Enstanden sind Haustiere wohl in Siedlungen, wo ihre Zähmung möglich war. Erwa zwischen den Häusern von Catal Hüyük. Nachdem das geschehen war, konnten sie, Herdentiere von Natur aus, in Herden auch fern von Siedlungen geweidet werden. Wie die Kulturpflanzen gegenüber den Wildformen **neue Eigenschaften zur Nutzung** ausbilden mußten, war das auch den Haustieren der Fall. Das haarige Schaf wurde zum '**Woll**-Schaf', mit der stärkeren Ausbildung der unter den Haarfollikel bestehenden sekundären, die bisher verdeckte Wolle und nun verstärkt ausbildenden



Abbildung 27: Ziegen, geschoren, N-Indien.

sekundären Follikel (K. V. FLANNERY 1965, S. 1253/1254). Diese hier geschaffenen Haustiere konnten den Menschen überall hin folgen (nach LYELL W. H. MURDY 1975, S, 1168) und bereicherten auch jene, zu denen sie später durch die auswandernde Haustierhalter gebracht wurden.

**Ziegen und Schafe** sind älteste Haustiere, sie, die dann neben weiteren großen "Kulturtieren" (O. MAULL (1932) gerade auch von Nomaden gehütet werden konnten. Vom anatolischen Ort Asikli Hüyük wird 2019 berichtet (so Leipziger Volkszeitung 20. 4. 2019), daß **Bodenproben** auf Natrium, Chlor, Nitrate untersucht wurden und deren Anwesenheit auf **Urin von Haustieren** verweist, Schafe und Ziegen von vor etwa 10.450 Jahren, und starker Anstieg vor 10.000 bis 9700 Jahren bis um den Faktor 1000. Auch so wird Siedlungsgeschichte betrieben.

**Schafe**, die genügsamen, können bei Zugänglichkeit zu offenem Grünland fast das ganze Jahr hindurch im Freien leben (W. DEHN 1974, S. 14 ff.), ja können auch heute noch nicht ganzjährig im Stall gehalten werden. Der Schäfer gehört noch zum Bild offener Landschaft. Die **Schafwolle** zu gewinnen wurden die Wollhaare **herausgerissen**, die leicht herausziehbaren, wie noch um 1825 auf den Faröer-Inseln zu sehen war (V. HEHN 1874, S. 460). Die Schur kam in der Antike. Eine **Ziege** gibt nach dem Wurf etwa 150 Liter **Milch**. Etwa die Hälfte verbraucht das Zicklein, das man zum möglichst langen Milchgeben möglichst lange an den Zitzen der Mutter läßt. Milch in den Eutern milchgebender Tiere erspart wegen der Beweglichkeit der Tiere Transport in Gefäßen. Säuerung der Milch ließ dem Verderb vorbeugen (E. E. VARDIMAN 1977).

Das **Rind**, für Milchprodukte gezüchtet im 8. Jahrtausend v. Chr., wurde das Haustier der Seßhaftigkeit, das man nicht in Herden durch Wüsten und Steppen treiben konnte, sondern dem feste Weiden verfügbar sein mußten (E. E. VARDI-

MAN 1977), mit besserem Gras als für Schafe und Ziegen. Ägypten holte später Zuchtrinder aus Palästina. In offenem Grasland konnte man das Rind sich selbst überlassen. Im Unterschied zum Schwein kann das Rind auch Zugtier sein und seine Fähigkeit zur Zellulose-Verdauung erweitert sein Nahrungsspektrum (A. W. CROSBY 1991, S. 176). **Stiere** wurden **durch Kastration** zu sanfteren **Ochsen** und konnten **Zugtiere** sein. Wer Zug- und Reittiere besaß, konnte mit seinen Körperkräften sparen (A. W. CROSBY 1991, S, 28).

Jahrtausendealte Haus- oder Weidetiere wurden auch in Afrika gezüchtet. Als 6000 Jahre alt gilt das **Watussi-Rind** (Wikipedia 2018 und anderes im Internet), herangezüchtet von den einmal Watussi genannten Tutsi in Ruanda und Burundi. Sie sind ausgzeichnet durch ihr gewaltiges, viel Luft zur Kühlung enthaltendes Gehörn. Nur durch bewußte Auslese konnte das herausgebildet werden. Die Fellfarbe ist viel variabler, weil auf die nicht so ausgelesen wurde. Die auch als heilig geltenden oder als Wertmesser dienenden Watussirinder werden traditionell nicht geschlachtet Sie wurden gemolken und zur Blutgewinnung zur Ader gelassen. Blut wurde auch mit Milch vermischt getrunken. In der baumlosen Steppe ohne Brennholz ist der getrocknete Dung der Watussi-Rinder unersetzlicher Brennstoff.

Nordafrika und der Nahe Osten sind die ebenfalls um 6000 Jahre alten **Fettschwanzschafe** (Internet 2018). Eine etwa 5000 Jahre alte Abbildung gibt es in Uruk. Zu diesen Schafen gehört auch das Karakulschaf.

Bewußte Tierzüchtung ging der Pflanzenzüchtung voran. Gezüchtet wurde nicht nur zum unmittelbarem Nutzen.

**Milch-**Trinken, Milch-**Verwertung** ist eine Form der Haustier-Nutzung, bei der das Tier nicht nach der Aufzucht nur geschlachtet Nahrung bringt, sondern länger lebend Menschen ernährt. Man fand und untersuchte **Milchreste** beziehungsweise Spuren von Fettsäuren allgemein, auch von Pflanzenfetten, in Tontöpfen verschiedener Epochen. Die Gefäße wurden zu Pulver zerrieben und diese dann getestet (J. DUNNE et al. 2012, S. 393), Im heutigen Rumänien und Ungarn wurden aus der Zeit von 6000 - 5500 v. Chr. stammende Tonscherben untersucht, an denen sich Spuren von mittelkettigen Ketonen fanden, die aus Fetten stammen müssen und die auf Erhitzen von Milch in den Tongefäßen, also auf **Milchverarbeitung** verweisen (F. HÖFFELER 2009).Milch wurde genutzt im 7. Jahrtausend im Nahen Osten, Zwischen vor allem 6000 v. Chr. bis 2600 v. Chr. wurden wie auch Felsbilder nahelegen in der damals jedenfalls weithin grünen Sahara Viehherden gehalten und wird dort Milch an Tongefäßen ermittelt (J. DUNNE et al. 2012). Im 6. Jahrtausend besteht Milch-Nutzung in Ost-Europa, im 4. Jahrtausend in England.

Mit Milch, gerade auch die der Rinder, ist das Problem verbunden, daß **viele**

Menschen auf der Erde als Erwachsene Milch **nicht vertragen**. Nach den ersten Lebensmonaten oder Lebensjahren verlieren viele Menschen die Fähigkeit, den in der Milch enthaltenen Milchzucker, die Lactose,, zu verdauen (F. HÖFFELER 2009). Ursache ist das Fehlen des Enzym Lactase im Darm dieser Menschen. Die unverdaute Lactose verursacht im Enddarm, auch je nach Darmflora, Blähungen und Übelkeitsgefühle. Vergorene Milch, Produkte wie Kefir, Jogurth, Käse, waren und sind wegen geringeren Gehalts an Milchzucker eher verträglich, und solche Produkte konnte man früh herstellen, Teil der sogar realtiv frühen Agrikultur. **Käse** (M. SALQUE et al. 2013) machte Milch für viele nutzbar. Wegen seiner relativen Haltbarkeit ist Käse auch eine **Konservierung von Milch**. Die Herstellung ist nicht ganz einfach: zuerst geschieht die Milch-Koagulation, dann wird das Flüssige mit dem gelösten Milchzucker abgetrennt und bleibt das Solide, das unter Einfluß von Mikroben zum Käse reift (S. 522). Gefäßreste mit siebartigen kleinen Löchern sollen auf die zur Käse-Bereitung nötige Trennung der Milchbestandteile verweisen und mit chromatographischen Methoden hat man Milchreste an solchen Gefäßen ermittelt. Milch-Verwertung kam vom Nahen Osten, Südost-Europa, Nord-Afrika schon im 6. Jahrtausend v. Chr. auch nach Nord-Europa, nach Dänemark und den Britischen Inseln.

Als die Ackerbauen mit Rindern nach dem Nordwesten zogen, trat bei wohl zunächst wenigen Menschen eine Mutation auf, die im Darm Laktase entstehen ließ und somit Milch in größeren Mengen verdauen ließ. Es war eine positive Mutation insofern, als eine Stoffwechselleistung hinzutrat. Während nach molekulargenetischen Untersuchungen an alten Knochen die Bauern im Orient Milch nicht vertrugen, waren die im 6. Jahrtausend v. Chr. nach Mitteleuropa vordringenden **Bandkeramiker** zum **Milchtrinken befähigt** (M. SCHULZ 2010, in Der Spiegel). Namentlich im Norden, wo im Winter Grünpflanzen knapp wurden, waren Milchtrinker im **Vorteil** gegenüber jenen ohne diese Fähigkeit. Vor allem gab es auch weniger Kindersterblichkeit. Die vor den Bandkeramikern lebenden Bewohner, solche ohne die Fähigkeit zur Ernährung mit Milch, verloren in der Konkurrenz. Auch der Ackerbau der Milchtrinker und die Siedlungen mit ihren Langhäusern wurden verbessert. Tonfiguren zeigen Bauern mit Hosen und rasiert, also mit höherer Kultur. Im Norden gab es für die Rinder etliche Zeit im Jahr frisches Gras. Es hielt sich in dem kühleren Klima Milch auch länger. Vorgeschichtsforscher nennen den Erwerb der Fähigkeit zur Ernährung mit Milch gar "**weiße Revolution**", meinen, daß "Milch" Geschichte schrieb. Milch vertragen wegen Persistenz der Lactase in ihnen auch einige Völker Afrikas, so die Fulbe (J. DUNNE et a. 2012, S. 393) und sie gab esbei den innerasiatischen Nomanden, welche trotz zeitweiliger Herrschaft in China keine Milchkultur in China zustanebrachten. CÄSAR traf in England im Landesinneren Leute, die weder von Jagd und Ackerbau lebten, sondern von ihren Viehherden, von Milch und Fleisch (A. W. CROSBY 1991, S. 31). Kennt

man nicht die physiologischen Probleme der Milchnahrung, dann entwickelte man wie E. HAHN (1906) merkwürdige reine kulturgeschichtliche Erklärungen für ihr Vorhandensein.

In Südamerika ist auf um 5400 v. Chr. die Domestikation der **Lamas**, der Neuweltkamele, anzusetzen. Ab 3200 v. Chr. erscheinen sie an der Westküste, also fern ihrem Heimatbereich (H. PLETICHA 1988, S. 325).

Die in der Landwirtschaft benutzten Formen, **Pflanzen wie Tiere**, **veränderten sich**, wohl **durch Auslese**, ob nun **unbewußt** oder auch schon **mit Absicht** durch Aussaat und Vermehrung geeigneter Individuen. Letzteres wurde unter den Haustieren bei Pferden wohl früh praktiziert. Kulturpflanzen verloren so ihre für die Ernährung ungünstigen Schutzstoffe. Der Urahn der Schafe hatte ein glattes Borstenfell wie noch heute Schweine und erst unter dem Menschen wurden die Schafe zu Lieferanten von geeigneter Wolle (E. E. VARDIMAN 1977). Das in Ägypten vor der Eroberung durch die Hyksos vorhandene Schaf mit dünnem Schwanz wurde abgelöst vom Fettschwanz-Schaf, und dieser Schwanz wurde beliebte Nahrung.

**Archäozoologen** versuchen aus den **Knochen** die Domestikation bis in Einzelheiten zu verfolgen (C. VARWIG 2009). Domestierte Tiere sind im allgemeinen kleiner als wilde, weil die kleineren Exemplare besser beherrschbar waren. Aus der Verwachsung von Knochen ist das Schlachtalter zu ermitteln. Das Verhältnis von Knochen männlicher und weiblicher Tiere kann dazu dienen, Auskunft über das Bestehen von gehüteten Herden zu bekommen, da die männlichen Tiere eher geschlachtet wurden als die etwa für Milch nutzbaren weiblichen. Auch **Chemiker** tragen zur Aufklärung der einstigen Verhältnisse bei, bei der Aufklärung etwa der Milchreste (s. ob.) Das also Beispiele, wie man nunmehr unter **Einbeziehung verschiedener Fachdisziplinen** in die frühe Landwirtschaft eindringt.

Tiere lieferten vieles. Die **Tierhäute** dienten zur Herstellung jener **Schläuche**, in denen Flüssigkeiten transportiert wurden - bei Wüstenreisen bis in jüngste Zeit.

Mit der Landwirtschaft kam stärkere **Seßhaftigkeit**, falls nicht abnehmender Bodenertrag zu Wanderfeldbau zwang. Mit Viehherden wurde bei vorhandenen Weideflächen in einem begrenzten Gebiet umhergezogen oder auch ins Weite gezogen, aber wohl vor allem in späteren Zeiten.

Seßhaftigkeit – das wurde auch bestätigt durch Obstbäume.

Der **Dung** der Tiere wurde - ab wann? - **getrocknet** und diente als Heizmaterial.

#bildDungtrocknung Indien 1999

Mit der Landwirtschaft und dem Ackerbau wurde die Nahrungsgrundlage sicherer, unabhängiger vom Auftreten von jagdbarem Wild, wohl auch einseitiger und nicht wetterunabhängig.

Das **Pferd** als **gezähmt**es Tier ist nach Befunden im Norden des heutigen Kasachstan, in der Botai-Kultur (T. BAIER 2009, nach Science), um 3500 v. Chr. anzusetzen, 1000 Jahre vorher als bisher angenommen wurde und damit 2000 Jahre bevor gezähmte Pferde in Europa auftauchten. Pferde gab es dann bei den Kelten und den Hyksos. Die Hyksos brachten das Pferd auch nach Ägypten (PH. K. HITTI 1951). Als Zeugnis für Pferde als Reittiere gelten charakteristische, an den Knochen gefundene Schäden, die durch Zaumzeug auftreten, und offensichtlich von Pferdemilch herrührenden Fett-Spuren in Tongefäßen. Auf dem Pferderücken ließen sich **größere Entfernungen in kürzerer Zeit** zurücklegen. Pferde **veränderten** somit die **Kommunikation, den Transport,** die Kriegführung. Auch im Winter konnten Pferde ihr Futter selbst suchen. Im bergigen Gelände allerdings mußten **Esel** und die Kreuzungen zwischen Pferd und Esel, die Maultiere und Maulesel, verwendet werden. Für Kriege sind Esel - glücklicherweise? - ungeeignet (E. HAHN 1913).

Es gab auch Tiere, die Menschennähe nutzten, hier Abfälle und gewisser Schutz vor Raubtieren fanden. So wurden Mäuse, Ratten, Frettchen zu '**commensal species'**, menschennahe Mitbewohner, und auch die lange nicht in unterschiedliche Rassen umgebildete **Katze** gehört dazu. Nachweise von Hauskatzen stammen aus dem Neuen Reich im alten Ägypten, in Grabmalereien, aber ältere Hinweise für wenigstens gezähmte Katzen gibt es auf Kreta, etwa vor 9.500 Jahren, und von Jericho vor 8.700 Jahre (C. A. DRISCOLL et al. 2009, S. 9975).

Das **erste** gezähmte **Geflügel** wurde die **Felsentaube**/*Columba livia* (D. HAAG-WACKERNAGEL 2011). Mit dem Ackerbau erschienen auf den Feldern Tauben, wurden Feldtaube, Die Menschen gaben den Tauben Behausung, Nistplätze, ab irgendwann die Taubenhäuser. Diese Tauben leben in Einehe, sind sehr standorttreu und kehren zu ihrem Quartier zurück, benötigten also keine Volieren. Tauben wurden Nahrung, und boten als solche doch einiges mehr als kleine Vögel liefern. Der Kot konnte ein wertvoller Dünger auf den Äckern werden, Tauben kratzrn oder hacken den Menschen nicht. Unter sich gibt es Rivalenkämpfe.

## Ausstattung mit besten kultivierbaren Pflanzen und zähmbaren Tieren auf der Erde unterschiedlich

Die **unterschiedliche Ausstattung mit Nutzpflanzen und Haustieren** in den **einzelnen Gebieten der Erde** hat, wie der US-amerikanische Historiker JARES DIAMOND (1998) ausführte, die wirtschaftlichen und damit machtpolitischen Unterschiede bei den verschiedenen Völkern bis in viel spätere, ja neue Zeiten wesentlich bedingt. Eurasien mit seinem Getreide, der Puffbohne, mit Schaf, Ziege und später Rind, Schwein, Pferd wurde anderen Gebieten überlegen. (auch YouTube) : **Mesoamerika** besaß weder Transporttiere noch größere Fleischlieferanten, Fleisch kam nur von Truthahn, einigen hasenartigen Tieren, Leguanen, Fischen Kannibalismus, also Menschenfresserei, mag für Hochgestellte dann hin und wieder eine Lösung gewesen sein. In den **Anden** gab es immerhin Lama und Meerschweinchen. Lamas lassen sich nicht melken wegen ihrer Wirbelsäule nicht reiten, und auch Lasten dürfem nicht von oben drücken aber ihre Wolle, besonders die der Alpaka, sichert das Überleben der Menschen in den Hochlagen. Lmas sind friedlich, liefern gutes Fleisch. **Nordamerikas** einstige höhere Säugetiere sind veschwunden, wohl auch von frühen Jägern ausgerottet. Fleisch lieferte den Indianern Nordamerikas nicht gezähmte Haustiere, sondern Herden von zu jagenden und immer wieder verfügbaren größeren Säugetieren: Bisons in den Prärien, Ren im höheren Norden. Es fehlten vor der Ankunft der Europäer Schußwaffen und Pferde. Wie schwer sich manche auch höheren Tiere zähmen lassen, ja auch nur in Gefangenschaft fortpflanzen, bezeugt jeder Zoo. Flußpferde mit Packsattel zum Transport im Fluß - das war reine Akklimatisationsphantasie (E. HAHN 1906). Wegen der unterschiedlichen natürlichen Ausstattung mit Gütern konnte eben, um JARED DIAMONDs (1998) Gedanken zu folgen, im 16. Jh. der König von Spanien Peru erobern und nicht der Inkaherrscher in Spanien anlanden. Europas Haustiere ab dem 16. Jh. nach Nordamerika, das war ein Segen.

## Hausbau und Dorf

In Höhlen lebten die 'Urmenschen' wohl auch in der 'Urzeit' nur zeitweilig. Mit der Landwirtschaft lebten man im Dorf. Rund- oder Ovalhütten sind jedenfalls in Mitteleuropa wohl älter als Langhäuser (C. SCHUCHARDT 1944b, S. 64/65). Aus Stein baute man **Rundbauten**, bei denen Steinkreise verengend und so überkragend von unten nach oben aufeinandergelegt werden. Das Dach ist ein "sogenanntes "falsches Gewölbe"" (C. SCHUCHARDT 1944b, S. 65). Im Mittelmeerraum gibt es noch heute mancherorts Trulli, nicht nur als Wohnbau, sondern auch als steinerne Schutzhütten in der Feldflur (S. 65). Das Langholz brachte das

**Langhaus**, als mehr Raum erforderlich war in Hufeisenform (S. 64):

## Größere Siedlungen - frühere und spätere

## Größere Siedlungen schon im relativ frühen Neolithikum - 7. Jahrtausend Catal Hüyük

Nach den Anfängen im Mesolithikum erscheinen nun Siedlungen im Neolithikum. Im Norden, in den Ländern der Wälder, gab es wohl zuerst "kleine, offene Siedlungsinseln in der Wildnis" (W. CONZE 1992, S. 37).

Anders im Nahen Osten. Nach dem besonders alten Jericho war eine der ältesten stadtartigen Siedlungen das gegenüber Göbekli Tepe wesentlich größere **Catal Hüyük** im südlichen Anatolien, etwa 40 km südlich der heutigen Großstadt Konya, entstanden um 7000 v. Chr., ausgegraben ab 17. Mai 1961 unter dem britischen Archäologen JAMES MELLAART (1964). Es kann betrachtet werden als erste 'mediterrane Zivilisation' (S. 104). **Im Hügelland**, Catal Hüyük etwa am Südhang der Hochebene Anatoliens wie auch weiter östlich Göbekli Tepe, kam das auf, was man wegen der Zusammenballung von zahlreiche Menschen, dem Kult, den reicheren häuslichen Errungenschaften als **frühe Zivilisation** im e..S. bezeichnen kann (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 64), wenn man also etwa von den Höhlenkulturen absieht. Diese Hügelland-Zivilisation ging der viel schwieriger zu schaffenden Kultur in den **Strom- und Flußtälern fast 2 Jahrtausende voraus**. Auf den mäßigen Höhen wurde manches errungen, wenn man an das Eisen der späteren Hethiter denkt. Es mußte also in der zweiten Hälfte des 20. Jh. ein **neues Bild von der Frühgeschichte und der alten Geschichte** entworfen werden. Zwischen Jarmo und Sumerern, also zwischen den neolithischen Döfern und Weilern und der 'urbanen Revolution' in den Stromtälern. war also einiges einzufügen, nämlich größere, als 'Städte' zu bezeichnende **"Agglomerationen", im 7. Jahrtausend v. Chr.,** von anderer Struktur als die Stromtalstädte . Es war CHILDE zu ergänzen.

Der Mann von Catal Hüyük, MELLAART (Wikipedia 2014), kam von der Ägyptologie, lebte und lehrte in der Türkei, so als Assistent am British Institute of Archaeology in Ankara, und lehrte ab 1965 in London, starb 87-jährig 2012. Im Zusammenhang mit Beschuldigungen seitens der türkischen Behörden in einer dubiosen Schmuggel-Affäre, der Dorak-Affäre, war ihm die selbständige Grabungserlaubnis in der Türkei entzogen worden (Wikipedia 2014). Vor Catal Hüyük hatte MELLAART (1961) 1956 weiter westlich in Anatolien einen anderen Siedlungshügel, **Hacilar**, aufgefunden und von 1857 bis 1960 ausgegraben. Hier fanden

sich übereinander 3 Kulturen, die etwa 2000 Jahre umfaßten und bei Landwirtschaft mit etlichen Kulturpflanzen nach oben bis ins beginnende Chalcolithikum, also mit Kupferbenutzung, reichen. Mit dem Fahrrad war MELLAART etwas später durch die hügelreiche und als eine der Kornkammern der Türkei dienende Ebene südlich von Konya gefahren und hatte hier etwa 200 Hügel begutachtet (Der SPIEGEL 1963, Nr. 17, S. 97). Dabei wurde er in einem 17 m hohen und etwa 500 m langen Doppelhügel fündig und konnte hier Ausgrabungen beginnen, **Catal Hüyük**. Es gab mehrere Schichten von Siedlung, In der freigelegten verwinkelten Siedlung der 6. Schicht von oben, auf einem sanften Hügel, in einem im Frühsommer aus raschelnden gelben Gräsern bestehendem Gelände, wurden Bauten aus Ziegeln mit standardisierter Größe aus getrocknetem Lehm (J. MELLAART 1964, S. 96) errichtet, und lebten zuerst geschätzt hier vielleicht bis 10.000 Menschen. Nach außen hin war die Siedlung durch eine Mauer abgeschlossen (S. 97). Die rechteckigen Häuser schlossen großtenteils eng aneinander, und die Bewohner mußten ihre Häuser mit Gehen über die Dächer der Nachbarn durch eine Luke am eigenen Haus von oben her betreten. Andeutungen von Leitern an Wänden werden erwähnt. Das Gemeinschaftsleben spielte sich wohl auf den Dächern ab, die also so etwas wie der Dorfplatz waren. In dem zwischen Häusern eingeschlossenen freien Räumen wurden möglicherweise eingetriebene Tiere gehalten, ja erst gezähmt. Jedes Haus enthielt ein Wohnzimmer mit Steinbänken, einem Herd sowie einer erhöhten Plattform und mehrere Vorratsräume. Es gab in den Häusern der 6. Schicht sogar an Teppichmuster erinnernde **Wandmalereien**, darunter eine Darstellung der Stadt selbst, erste Darstellung einer Landschaft und einer Stadt (H. KLOTZ 1995). Die Mineralfarben waren mit Fett angerührt (J. MELLAART 1964, S. 104). Rot gab es in mehreren Schattierungen. Es fanden sich auch verkohlte **Textilreste** selbst in Gräbern unter der Level IV, in 3 verschiedenen Typen von Weberei, die **frühesten bis dahin bekannten** Textilreste (J. MELLAART 1964, S. 99). Anorganische farbige Mineralien, roter Ocker, blauer azurite, grüner Malachit, vielleicht 'galena' dienten der Kosmetik wie hoch polierte Spiegel aus Obsidian. Farben Es fanden sich Statuetten vorwiegend weiblicher Gestalten und wurde in einem offensichtlichen Heiligtum ein riesiger modellierter Stierkopf aufgefunden, zu besichtigen im Museum in Ankara. So ein Stieraltar. Diese sowie Statuetten zeugen von religiösen Vorstellungen. Es war keine Bauernsiedlung aber reich (J. MELLAART 1964; S. 94), mit nur wenigen Spuren von Handwerk (S. 99). Die Nahrung wurde offensichtlich außerhalb der Siedlung erzeugt (S. 99) und reichte auch für Beschäftigung mit zahlreichen anderen Dingen als nur der Nahrungserzeugung (S. 104). MELLAART (H. KLOTZ 1995) hatte seine Ausgrabungen 1965 beenden müssen und sein Nachfolger IAN HODDER rechnete bei der weiten Ausdehnung der Lehmhütten nun mit einer Bevölkerung von etwa 100.000 Menschen, einer Art Stadt von um 6800 v. Chr. bis etwa 5700 v. Chr.



Abbildung 28: Catal Hüyük. Überdachte Ausgrabung. 2007.

Warum kam es gerade in der jüngeren Jungsteinzeit zur Bildung solcher Siedlungen? Bedrohung hatte es doch schon lange gegeben (E. E. VARDIMAN 1977).

## 'Pfahlbauten' in den Alpen und dessen Vorländern - Neolithikum und Bronzezeit

In Teilen Mitteleuropas, im Vorland der Alpen, fand sich entwickeltes **Neolithikum** und dann **Bronzezeit** in den sogenannten '**Pfahlbausiedlungen**' etwa an Seen der Schweiz oder auch am Federsee in Schwaben. Diese Siedlungen waren einzuordnen zwischen 2200 - 1800 v. Chr. und wieder 1200 - 800 v. Chr. Sie waren also zeitgleich mit dem pharaonischen Ägypten und dann Mykene, also lagen zeitlich Jahrtausende nach der Entstehung de Landwirtschaft im Vorderen Orient. Erste Befunde gab es 1829 (F. BEHN 1950, S. 114). Außergewöhnlich tiefer Wasserstand an verschiedenen Schweizer Seen im Winter 1854/1855 wurde für Hafenerweiterung und Landgewinnung genutzt. In Meilen am Zürichsee nahe Zürich stieß der mit Archäologie befaßte FERDINAND KELLER (E. VOGT 1977) auf Reste von Holzpfählen, Keramik und Knochen. Wegen der Reste der Holzpfähle nahm KELLER übertrieben rasch und fälschlich an, daß die Häuser auf hohen Pfählen standen, wie es etwa von Küsten in Südost-Asien bekannt geworden war. An zahlreichen weiteren Seen wurden in der Suche solche Gebäude nachgewiesen. am Bieler See, am Vierwaldstätter See und vielen weiteren. In der Schweiz wurden bis 1950 (F. BEHN 1950, S. 115) etwa 200 Stationen genannt. Am Bodensee waren 1950 rund 50 bekannt. Dazu traten die französischen Ufer des Genfer See, italienische Seen, die Ost-Alpen. Allein in der Schweiz wurden wurden von der UNSECO im 20. Jh. bis 50 'Pfahlbausiedlungen' in die Liste des Weltkulturerbes aufgenommen. Die Auffassung von hochpfostigen Pfahlbauten mußte aber aufgegeben werden. Nahe-



Abbildung 29: Nachbau Pfahlbaudorf bei Zürich.

gelegt wurde das etwa durch den auf Grund seines Studiums auch mit Architektur vertrauten OSCAR PARET (R. GRADMANN 1950). Die Gebäude standen wohl an Seeufern, wo es auch Fische gab, aber kaum auf hohen Pfählen. Sie standen auf niedrigeren Pfählen, waren '**Feuchtbausiedlungen**', an die bei hohem Wasserstand das Wasser heranreichte und die bei niedrigerem Seespiegel trocken lagen. Sumpfumgebung gewährt wohl sogar mehr Schutz als mit Booten überwindbare Wassernähe. Große Klimaschwankungen als Ursache von durchaus vorhandenen starken Seespiegel.Schwankungen sollte es nach R. GRADMANN (1950) aber nicht gegeben haben. Vielleicht kann man an so manches heutige Häuschen, Bade-oder Bootshaus an Gewässern denken, Gut geeignetes Baumaterial auch für seinerzeitigen Hausbau war die Linde (E.-D. SCHULZE et al.2010, S. 173).

Als besonders aufschlußreich erscheinen die **Kulturinterlassenschaften in großer Zahl.** In dem sumpfigen Gelände um die 'Pfahlbauten' erhielten sich auch Reste aus **organischer Substanz**, wenn auch, die Fladen etwa, verkohlt. Es wird hier ein recht vollständiges Bild etlicher Perioden **vor** der in Europa geschriebenen Geschichte bekannt. Ein Bild gibt es von den genutzten **Pflanzen**, von den gejagten oder auch gehaltenen **Tieren**. Erhalten blieben **Textilreste**. Erstranige Kulturpflanze war die **Hirse** (A. MAURIZIO 1927, S. 321). Untrschiedliche Ernährung je nach sozialer Stellung erscheint.

## Älteres Eisenzeit im polnischen Biskupin

Seit 1933 wird ein Dorf im westlichen Polen archäologisch erforscht, das schon der Eisenzeit angehört, der älteren, **700 - 400 v. Chr.**, **Biskupin** (Wikipedia 2017), das die Landwirtschaft der vorchristlichen Zeit bietet.



Abbildung 30: Nachbau Befestigungsanlage Biskupin/Polen.

## Was es sonst an Entwicklungen gab

## Von der Subsistenzwirtschaft zum Handel

Jäger und Sammler wie ebenso die frühe Landwirtschaft betrieben **Subsistenzwirtschaft**, das Wirtschaften **für und auch nur für den Eigenbedarf**. Für die kleinen neolithischen Dörfer mit Ackerbau und Viehzucht spielte Handel kaum eine Rolle (V. G. CHILDE 1959, S. 91). Aber bei langer Seßhaftigkeit nahm der Güteraustausch auch zu. Manche wichtigen Güter, so **Salz**, waren **nicht überall** verfügbar oder wurden nicht überall hergestellt. Oft auf weite Strecken weitergegeben konnten sie Gewinn jenen bringen, welche das Wagnis des Handels mit Transport eingingen. Und gesucht waren teilweise auffallende Steine, vielleicht für Amulette verwendbar.

## Boote

Wasser hat oft eher verbunden als getrennt. Auch wurde auf dem Wasser gefischt. Vieles **Holz** schwimmt, kann also zur Wasserüberquerung dienen. Fast zu Kohle gewordene Boote, zunächst **Einbaumboote**, wurden von früher Kulturstufe mancherorts gefunden.



Abbildung 31: Einbaum. Federsee.



Abbildung 32: Frühes Boot. Biskupin/Polen.



Abbildung 33: Biskupin: Holzbohlenweg.

## Weben, Töpferscheibe, Räder und andere Errungenschaften

Nach Einführung der Landwirtschaft wurden nach den rohen Geweben des Paläolithikum feinere **Textilien** hergestellt. Die Natur, ob Tierwolle oder Pflanzenfasern, liefert nur Fasern bgernzter Länge. Durch **Verspinnen** werden daraus sher lange Fasern, Fäden, gewonnen Aus diesen wurden auf zunächst primitiven **Webstühlen** flächige Textilien **gewebt**. Später kamen Fasern aus Baumwolle und Seide in manchen Regionen dazu.

Zur Drehbewegung kam man möglicherweise durch den Drillbohrer. Gedreht wird die **Töpferscheibe**. Sie war zuerst und wohl lange **mit der Hand** zu bewegen, hatte keine Einrichtung zur Bewegung mit dem Fuß. Gegenüber dem den Lehm oder den Ton formenden Töpfer mag dann ein Partner, vielleicht ein Sklave gesessen haben, welcher die Töpferscheibe mit den Händen drehte (H. MICHELL 1957, S. 157).

Vielleicht gab die Töpferscheibe Anregung für die Erfindung des **Rad**es. Es kam im Orient wie im nordwestlichen Mitteleuropa wohl ziemlich gleichzeitig auf. Um 3500 v. Chr. wurden in Niedersachsen erste breite, einige Kilometer lange **Holzbohlenwege** in Sumpfgebieten für die Benutzung mit hölzernen Wagen angelegt, was eine zentrale Organisierung der Planung und des Anlegens der Wege voraussetzen mußte (H. HAYEN 1987). Schließlich folgte Metallherstellung (s. unten).

## Steintransport und Steinsetzungen in den frühen nicht-urbanen Gesellschaften noch des Neolithikum und dann der Bronzezeit - die Megalithkultur(en)

Wohl aus kultischen Gründen und dabei auch für Begräbnisse wurden und das zu unterschiedlichen Zeiten Steine, oft große, in Beziehung zueinander oder in **Megalithgräbern** übereinander gesetzt. Das geschah namentlich in den nordischen Ländern Europas, auch als 'nordische Kulturprovinz' bezeichnet, in dem die meisten Megalithgräber besitzenden Dänemark, in Süd-Schweden, in Nord- und Ostdeutschland . Man spricht von einer '**Megalithkultur**' (F. BEHN 1950, S. 86 ff.). Solche bestand dann auch in England und Schottland und vor allem in der Bretagne mit Carnac als einem Mittelpunkt, und. auch auf Malta.. Aus relativ kleinen Steinen bestehen "**Steintänze**" in Mecklenburg. Großsteine erscheinen in Stonehenge oder bei Carnac in der Bretagne.

Ein Franzose, LEGRAND D' AUSSY (H. KÜHN 1976, S. 32), hat 1796, also noch im Abgesang der Französischen Revolution, aus der bretonischen resp. keltischen Sprache die in der Vorgeschichtsforschung üblich gebliebenen Bezeichnungen für die in der Bretagne besonders auffälligen Steingebilde eingeführt: **Menhir** für aufrechtstehende monolithische Steine, Menhire in Halbkreisen angeordent heißen **Cromlechs,** eindrucksvolle ganze **Steinalleen** aus zahlreichen Menhiren gibt es in der Bretagne. **Dolmen** sind Gräber mit Deckstein (F. BEHN 1950, S. 90, 100 ff.; a. J. A. H. POTRATZ 1962, S. 168).

Waren Megalithbauten auch Wohnbauten? Oder ahmten sic nur die Form der primitiveren Holzbauten nach?

**Megalithgräber** sind Begräbnisstätte, für einen als bedeutend eingeschätzten Toten, aber waren wohl auch Sippengräber. In Mitteldeutschland gehören sie vor allem in die Trichterbecher-Kultur des Neolithikum (G. MILDENBERGER 1950, S. 42/43). Teilweise finden sich nur die Steinsetzungen, teilweise übrdeckt mit einem oder mehreren Deckblöcken. Diese Deckfelsblöcke können auch abgefallen sein und neben den senkrecht stehenden Steinen liegen. Die steinernen Gräber sind oft mit einem ziemlich hohen Erdhügel bedeckt. Auf ihnen gewachsene Bäumen schützen vor schnellem Abtrag, der dann die innenliegende Steinblöcke freilegen könnte. Diese Hügelgräber im nordmitteleuropäischen Flachland sind teilweise beeindruckende Landmarken. Allein auf der dänischen Insel Seeland gibt es etwa 4500 solcher Bauten aus mächtigen Steinblöcken (F. BEHN 1950, S. 92). Für Mecklenburg werden weit über 1000 angegeben (Internet). Viele der Steingräber und hier und da auch die Hügel sind zerstört. Die Steine wurden teilweise anderwärts verwendet. Ein Schutz ist dringend geboten.



Abbildung 34: Menhir. Carnac.



Abbildung 35: Steinerne Jungfrau. Halle.

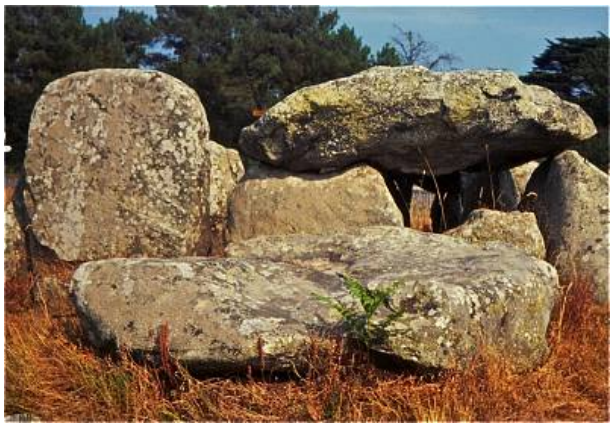

Abbildung 36: Dolmen. Carnac.



Abbildung 37: Dolmen. N Köthen.



Abbildung 38: Großsteingrab Bernburg.



Abbildung 39: Grab Steinfassung, Qualitz/Meckl..



Abbildung 40: Überwachsenes Großsteingrab, Lauterbach/Rügen.



Abbildung 41: Klein-Görnow/Meckl..



Abbildung 42: Kegelgrab. Görslow, O Schwerin. 1975.



Abbildung 43: Kegelgrab b. Alt-Rehse.



Abbildung 44: Hügelgrab 'Dobberworth', Sagard/Rügen.



Abbildung 45: Grabkomplex 'Woorker Berge'/Rügen.

Der **älteren Bronzezeit** werden auf **Rügen** die 13 Hügelgräber 'Woorker Berge' zugerechnet, also eine ganze Grabnekropole. Die einzelnen Hügel etwa 30 m Durchmsser, bis 6 m hoch (Internet Rügen wir sind Insel).

Megalithgräber hatten im Norden wohl ihren Ursprung und wurden dann nach Griechenland, nach Mykene etwa, übertragen, im Zuge von Wanderungen nach dem Südosten, der bezeugten 'Dorischen Wanderung' (s. a. C. SCHUCHARDT 1944b, S. VIII).

Unter den frühen Steinanordnungen ist besonders beeindruckend der Ring aus einzelnen höheren Steinen mit überlagernden Platten die Anlage **Stonehenge** nördlich der Stadt Salisbury in Süd-England. Gegen die schon 1872 allgemeine Meinung von hohem Alter sah der britische Architekturhistoriker JAMES FERGUSON D. B. HAYCOCK 2004, S. 383) Stonenenge noch als nach-römisch. Die Anlage geht in den Anfängen aber auf etwa 3000 v. Chr. zurück, gehört also dem Neoithikum an. Die kanpp 100 benutzten Felsensteine stammen aus Wales, etwa 200 km entfernt. Manche der Steinblöcke sind schwerer als ein beladener Lastwagen. Wie war der Transport möglich? Durch dichten Wald wohl kaum. Und die Region, wo ein solches aufwendiges Bauen stattfand, kann auch kaum sehr dünn besiedelt gewesen sein. Für irgendwen mußte die Steinstätte ja errichtet worden sein. Zum Transport wurde auch erörtert: Waren es Gletscher, welche die schweren Blöcke schon lange vorher wenigstens bis in die Gegend von Stonehenge transportiert hatten (A. BOJANOWSKI 2009), und also den Ferntransport nicht nötig gemacht hatten? **Totenkult oder Observatorium**, die Frage gilt wie bei den 3100 v. Chr. aufgestellten Monolithen von Stenness auf einer der Orkney-Inseln nördlich von Schottland, also hier älter als Stonehenge. Und der ganze Steinkreis



Abbildung 46: Stonehenge.



Abbildung 47: "Steintanz" Mecklenburg.

größer. Ist die Kultur dieser Steinkreise von Norden nach dem Süden gekommen? Orkneys Kultur älter als die Pyramiden von Gizeh?

Für den Ackerbauer benötigt wurde **Astronomie** eigentlich vor allem dort, wo die Tageslänge und auch das meist schöne Wetter sich im Jahreslauf wenig unterschieden und es dann wichtig war, am Sternenhimmel, etwa am Stern Sirius, abzulesen, wann Aussaat einzubringen und die Ernte vorzubereiten war, wann man an die Nilflut denken mußte (J. H. REICHHOLF 2010).

Etwa 400 Jahre älter, also um 2500 v. Chr. und viel größer und umfangreicher als Stonehenge ist das, was sich auf den **Orkney-Inseln** (YouTube 2019) erhalten hat, 27 von etwa 60 großen Steinsäulen und eine Mauer, die eigenartige Gebäude umschloß, wohl eine Kultstätte.



Abbildung 48: 'Steintanz' von Boitin, b, Bützow .



Abbildung 49: Carnac/Bretagne, Steinsetzung.



Abbildung 50: Carnac/Bretagne.

Es war als ob man erst einmal etwas schaffen mußte, was den Besuch lohnte, zuerst als Pilgerstätte und in der Neuzeit als mit Neugier und ohne innere Bindung zu bestaunendes Touristenziel

**Megalithkulturen** gab es um 2000 v. Chr. und eher und später auch in **Südamerika** (H. PLETICHA 1988, S. 326 ff.).

Die Großbauten im Niltal sind bis gewissem Grade als Fortsetzung von Megalithbauten zu sehen, wenn auch ohne Beziehung zu Europa.

In Großbritannien galt ab 1882 ein **Gesetz zum Schutz** der prähistorischen Monumente (J. OWEN 2014, S. 31) in der Landschaft, womit die Prähistorie vor Überbauen einen gesetzlichen Schutz erhielt.

## Nachdenken anläßlich der Megalithbauten

Das Phänomen, daß man als **Mensch plötzlich und ungefragt** bei irgendwelcher Mutter und gar mit erziehendem Vater **'da' ist** und **dann wieder verschwindet** ist etwas, mit dem Menschen bis zur Gegenwart nicht so richtig fertig werden, "ein kurzes Fest in den gewaltigen Zeitdauern universaler Lebensentwicklung" (M. SCHELER 1947, S. 15). Religiöses Denken hat darin wie in den oft unbeherrschbaren Wechselfällen des Lebens seinen Grund. **Transzendenz, Tod und** vielleicht **Nachleben**, das muß diese Leute und spätere, so in Ägypten, tief bewegt haben. Das oft gefährdete kurze Leben war nur mit der Aussicht auf Totenehrung oder gar imaginäres Weiterleben zu ertragen? Kam man nur so aus der vielleicht als trist empfundenen Gegenwart heraus? Geschah es aus unerklärlich tiefem Gehor-

sam vor weltlichen und angenommenen überweltlichen Mächten? Sagten einem die gestorbenen erfahrenen Ahnen besonders zu? Aber es gab auch Kindergräber. Und mit dem Totenkult konnte man sich auch gestalterisch und künstlerisch entfalten, konnte die Zeit mit 'etwas' verbringen. **Gemeinsame Arbeit** mußte **Gemeinschaften zusammenhalten**, festigen, individuellem Chaos entgegenwirken Man stand weniger allein, wie noch heute bei der oft aufwendigen Grabpflege auf Friedhöfen namentlich in kleineren Orten zu meistens bestimmten Zeiten zu sehen ist.

Die **Megalithgräber**, also nicht die der Astronomie oder einem Götterkult dienenenden Anlagen, sind aber wohl auch Ausdruck dafür und seitdem in der Geschichte fortgesetzt, daß **eine kleine Elite** die übrigen, **die Massen**, religiös-politisch-ideologisch bestimmte und auch heute bestimmt und **beherrschte** (Y. N. HARARI 2017, S. 182 ff.). Waren es einst Typen wie der 'Seewolf' von JACK LONDON während sie später geschmeidiger wurden? Kriegerische Aristokratien trennten sich auch von religiösen, in einer Art Arbeitsteilung. Die Vorstellung von 'Gleichheit' in den frühen sozialen Gemeinschaften ist wohl eine Illusion. Trotz Thing und Versammlungen. Auch Volksmärchen legen nahe, daß selbst Verwandlung in einen Frosch noch Erniedrigung zum Aschenbrödel wahre Legitimität auslöschen. Primatenherden haben auch keine Gleichheit. Das Bild von einem ihnen genehmen, ihre Ordnung schützenden 'Gott', streng und hart, haben die Führungskräfte durchgesetzt, auch wenn viel später dem Kind in den Unter- und Mittelschichten das Gebet 'Lieber Gott ...' gelehrt wurde. Wann denn, auch in schwersten sinnlosen Kriegszeiten, haben sich auch gepeinigte, getretene Massen gegen die Eliten erhoben und sie in ihrer Sicherheit bedroht? Das gab es kaum. Alles wurde gebilligt. In beneidenswerter Selbstsicherheit sind die Angehörigen der elitären Schichten fast immer aufgetreten und ihre Skandale und Verfehlungen wurden und werden mehr bestaunt, ja bewundert, als mißbilligt. Reichtum, wie später der Bronzeschmuck von wohl Frauen der Eliteschicht, wurden offen zur Schau gestellt, wie heute teure Uhren, die Zeit nicht viel schlechter anzeigen wie billige Uhren, Fast ohne Wachen konnten sich Könige unter ihre auf dem Schlachtfeld verwundet stöhnenden Grenadiere mischen oder 'das Bad in der Menge' genießen Um den Schrifsteller HOWARD FAST zu zitieren: es gelang den Führenden "Menschen zu Sklaven zu machen, daß es nie der Ketten bedurfte." Eine überschaubare Zahl von Engländern, von denen manche an Indien reich wurden, kommandierte bis auf die Zeit des grausam niedergeschlagenen Sepoyaufstand 1857 die große indische Armee und wenige Beamten verwalteten bis weit ins 20. Jh. so gut wie unangefochten das riesige Land. Gescheitert waren die 'Fremden', etwa 16.000 Engländer, aber 1841 in Afghanistan, wo heimische Elitäre den Ton angaben. Eliten, der 'Adel', heirateten auch Jahrhunderte, vielleicht seit der Bronzezeit, fast nur untereinander, und die obersten Geschlechter, also Kaiser, Könige, Fürsten, dann noch einmal nur in

ihren engen Kreisen, bis hin zu Inzuchtschäden. Heirat mit Unterschichten kam im allgemeinen nur mit Ausnahmepartnern zuwege, welche sich dann manchmal machtvoll einpaßten, wie Sultan SÜLEYMANs Gattin ROXELANE. Das elitäre Verhalten, das fast angeboren wirkende Selbstbewußtsein, wie auch der nicht hinterfragte Gehorsam der Nicht-Elitären wurden als wohl auch genetisch gefestigt betrachtet. Konservative, gehorsame Haltung wurde als in der Evolution ausgelesen betrachtet, weil Gesellschaften mit solchen Individuen stabilisiert wurden, so gesehen bei dem Psychologen DONALD CAMPBELL (zit. bei R. B. EDGERTON 1994, S. 82). Ob evolutionär bedingt oder nicht, es ließe sich feststellen, daß "den meisten Populationen widerstrebt es eindeutig, ihre traditionellen Glaubenssysteme und Praktiken zu ändern" (R. B. EDGERTON 1994, S. 82). Das gilt auch für die bei vielen Menschen in Glauben und religiösen Ritualen bis in Absurditäten festgelegten Europäer, Juden, Mohammedaner oder bis in die Grausamkeit der von selbst gebildeten Witwen bis in neue Zeit vielfach selbst gebilligte Witwenverbrennung in Indien, welche die Briten zu unterbinden suchten (R. B. EDGERTON 1994, S. 180 ff.). Man nannte die begrenzten Fähigkeiten vieler Menschen "**eingeschränkte Rationalität**" (R. B. EDGERTON 1994, S. 257), aber etwa bei der Witwenverbrennung oder Verboten der Wiederverheiratung der ehegattenlos ohnehin zur Absonderung verurteilten und zu einem unwerten Leben verurteilten Witwen ging es den Befürwortern auch recht rational um Erbschaftsfragen. ROBERT B. EDGERTON, Professor für Anthropologie und Psychologie an der University of California in Los Angeles, trug (1994, S. 198 ff. u. a.) trug zahlreiche Fälle zusammen, wo in neuerer Zeit und vor allem unter dem Einfluß europäischer Anregung in Afrika, bei Indianern, auf Neuguinea **grausame Rituale aufgegeben** wurden und zwar **unter freudiger Billigung der nun davon Befreiten**. Die Aristokratie, der Adel, gerade auch in Europa, haben sich trotz mancher blutigen Opfer und Auslöschungen mancher Geschlechter immer wieder erholt. Wie der italienische Historiker GAETANO MOSCA (zit. T. B. BOTTOMORE 1969, S. 9). beibemerkte, ist die herrschende Minderheit durch ihre **Organisiertheit** geschützt. Opfer - die wurden gebracht auch in Kämpfen der Eliten untereinander, in Fronde-Aufständen gegen höherstehende absolutistische Herrscher, gegen zum Aufstand gebrachte Massen in einigen Jahren der Französischen Revolution, in Jahrzehnten der russisch-sowjetischen Revolution. Die verkündete Gleichheit aller hat keine der sozialistisch-kommunistischen Gesellschaften verwirklicht, eine regierende Elite im Sinne PARETOs erschien immer und man konnte froh sein, wenn sie einigermaßen gerecht regierte. Außer den neuen Eliten erschienen die nach revolutionären Umstürzem überlebenden elitären Reste der vorangegangenen Zeit nach etlicher Zeit auch wieder auf der Weltbühne, gemischt mit neu Erhobenen in Frankreich wenige Jahre nach der Revolution schon unter NAPOLEON und dessen neu ernannten Marschällen. Nach etwa 1990 auch in der Sowjetunion. Bis

hin zur Beisetzung des Admirals KOLTSCHAK an der Kreml-Mauer. Wie ist diese Anerkennung der Eliten, so sehr sie manchmal beschimpft werden, 'psychologisch' zu erklären? Wie 'erblich' war das? Oder wie recht hat ROBET OWEN (zit. aus E. MAYR 1984, S. 66) mit "die Kinder jeder beliebigen Klasse in der Welt könnten durch wohlüberlegte Erziehung zu Erwachsenen jeder anderen Klasse gemacht werden." Tatsächlich sind immet wieder übelste Gestalten, ob grausam oder nahezu unfähig, zu Autoritäten gworden. Wieso fanden die Anerkennung Millionen Geführter?

Fühlen sich die Moslem befriedigt bestätigt, wenn sie alle zum Ramadan fasten (Y. N. HARARI 2017, S. 199/200) oder Mekka gesehen haben? Wenn ein Umsturz sich zeitweilig stabilisierte, dann, weil neue Eliten sich rasch festigten, "selbst wenn diese ... in der Folge von Revolutionen an die Macht gelangten, die zur Gleichheit führen sollten" (R. B. EDGERTON 1994, S. 119). und den Ton angab, In der Sowjetunion bestimmten bald allein die 1917 etwa 23.000 Mitglieder umfassende Partei der Kommunisten (Y. N. HARARI 2017, S. 185) gegenüber Millionen von Leuten, die man dann ihrer Äcker beraubte, und dann kam die Dspotie unter STALIN.

Wie stark selbst in noch einfacher strukturierten Gesellschaften die Sonderstellung eines Häuptlings war, wurde auf der Tiefsee-Expedition der 'Challenger' auf der Fidschi-Insel Matuka erlebt, wo die im Meer gefangenen Nautilus-Tiere sind "wie die Schildkröte eine Speise, so köstlich, daß die Häuptlinge allein die Erlaubnis haben, sie zu essen "R. VON WILLEMOES-SUHM (hrg. G. MÜLLER 1984, S. 185)

# Wie entstanden die Errungenschaften der Menschheit, lebte und dachte man in der Frühzeit? – Rekonstruierte Frühzeit

## Ur-und Frühgeschichte in der Weltanschauung

Wenn hier über die Vor-und Frühzeit der Menschengeschichte geschrieben wurde, so ist das möglich, weil eine lange Forschung zu den gegenwärtigen Erkenntnissen führte. Die **Entstehung** des Menschen nicht nur organisch, sondern auch in seiner **Kultur**, gehört zu den **großen, weltanschaulich** oft **umstrittenen Fragen der Kultur- und Wissenschaftsgeschichte.** Aus vermeintlichen Kenntnissen über die wie immer konstruierte Frühgeschichte wurde abgeleitet, ob und wie die Menschen sich im Laufe längerer Zeiträume, so kurz man sie einschätzte, verändert hat-

ten, **wie die Staatseinrichtungen und das soziale Leben zustandekamen**. Sieht man von der auch angenommenen göttlichen "Schöpfung" ab, dann entlarvten Entstehungsgeschichten als "geworden" und damit "nicht selbstverständlich". was manche als "ewig", "unveränderlich", "heilig" ansehen wollten. Den Staat etwa. Mit den "Ursprüngen", den "**Ursprungsfragen**", wurden oft moralische Wertungen verbunden etwa über die 'Heiligkeit' der Familie oder des bestehenden Privateigentums und die Macht der Regierungen oder die Herkunft und damit Berechtigung der Religionen. Man konnte es andererseits gerade aus solchen Relativierungen auch fertigbringen, sich kaltschnäuzig über alle Tradition hinwegzusetzen und alles neu zu verteilen und zu ordnen. Letzteres fand meistens zu wenige entschlossene Anhänger.

Die **Vor- und Frühzeit der Menschheit wurde zunächst konstruiert**, deduktiv aus allgemeinen Überlegungen hergeleitet, nicht kleinlich. Der schon unabhängig von der Bibel eine angenehme Frühgesellschaft annehmende ROUSSEAU war sich darüber im Klaren, daß seine Annahmen von den Zuständen in der Frühgesellschaft der Menschen nur eine Konstruktions sind, "als bedingte und hypothetische Vernunftschlüsse" zu "betrachten, die mehr die Natur der Dinge beleuchten, als ihren wahren Ursprung zeigen" (1756, dtsch., S. 46).

Auch die Bibel behandelte eine Frühzeit, nach der Vertreibung aus dem Paradies. "Als Adam pflügte, Eva spann, wo war denn da der Edelmann?" fragte man schon im Mittelalter, und bezweifelte der unterdrückte Bauer die Rechtmäßigkeit der Herrschaft des "Edelmannes". Von "Ewigkeit" her bestanden die Rechte des "Edelmannes" offenbar nicht. Ein besonderes **Problem** war zunächst die **Sintflut**, denn über das, was vorher gewesen sein sollte, konnten damals nur die Bibelerzählungen herangezogen werden. Wer mit der herschenden Bibellehre nicht kollidieren wollte, ließ die vermeintliche Geschichte vor Noah aus, ignorierte sie vorsichtshalber stillschweigend, obwohl eigentlich dort Wichtiges geschehen sein mußte. Waren Adam, Eva, Kain und der so unselig umgebrachte Abel Hirten und Pflanzenbauer, so war der sagenhafte Noah doch ein Könner, der wohl Handwerks- und Schiffbau-Wissen in großem Maße besitzen mußte, um ein solche tolles Ozeanfahrzeug zu bauen wie seine "Arche". Trotzdem sollte hier - o Wahnsinn! - eine zweite Menschheitsgeschichte beginnen, aber mit Erfahrungen aus der ersten Periode. Als sich SCHLÖZER inmitten der kommenden Aufklärung in Göttingen **1772** an einer "**Universal-Historie**" versuchte (s. a. D. HAKELBERG et al. 2010) hieß es "Die Welt stehet etwa 6000 Jahre: ein langer, unüberdenklich langer Zeitraum!" (S. 59). Es gab es zunächst den ersten der großen 'wüsten' Zeiträume, den von der "Schöpfung bis zur Sündfluth" und von ihr "Kein Denkmal mehr, keine Annale ... übrig. Nur einige wenige dunkle Nachrichten von dem Anfang aller Dinge hat die Sage unter Chaldäern, Aegyptiern, Phöniciern, und Hebräern erhalten, ..." In

einer zweiten großen Zeit , wie der erste Zeitraum "etwa 1600 Jahre lang" (S. 62) "siehet" die Erde "ein neues Menschengeschlecht aus Noah's Söhnen entstehen" (S. 63). Die "ganze Geschichte vom Anfange der Welt bis auf den Anfang Roms" will SCHLÖZER "**Vorgeschichte**"(S. 67) nennen.

Namentlich Philosophen lösten sich aber von der Bibel. Dachten auch eher an die alte, die antike Geschichte. Der englische Philosoph THOMAS HOBBES sah etliche Zeit vor SCHLÖZER in den heutigen wie schon in den frühen Menschen ohne Bändigung Chaoten, die im "Krieg aller gegen alle standen." Wie er schrieb (s. 1978, S. 145): "... wo die Menschen in kleinen Familien zusammenlebten, war gegenseitiges Rauben und Plündern ein Gewerbe und weit davon entfernt, als naturgesetzwidrig angesehen zu werden. Je größer die Beute, ..., desto größer die Ehre." Jede raubte bei allen und lebte in ständiger Angst das Opfer von Mitmenschen zu werden. Nur durch absolute Monarchen, und diesen unterwarfen sich die frühen Menschen schließlich gern und ohne großartigen Vertrag, waren die Menschen zu bändigen. Demgemäß war HOBBES (u. a. W. und A. DURANT 1966), schon 1637 und besonders 1651, der Befürworter ungebundener absoluter Monarchen. Dem vom Bürgerkrieg zerrissenen England und somit HOBBES sollte damit Sicherheit geschaffen werden. Gottgeschaffen war der "Staat" bei HOBBES aber damit nicht, sondern menschliche Übereinkunft oder von Einsicht getragene Unterwerfung.

JOHN LOCKE dagegen, 1690 vor allem, dachte sich die frühe Gesellschaft als eine ohne Arbeit, da genügend Nahrung ohne Anbau bereitstand. Dann wurde Arbeit nötig, die Zivilisation wuchs, der von LOCKE durchaus verteidigte Besitz wurde ungleich. ROUSSEAU postulierte eine **einstige Gleichheit der Menschen**, deren Gesellschaften dann zu ihrem Schutz auf eine völlig imaginäre Weise einen 'Gesellschaftsvertrag' schufen, in dem Herrschende dann zu mißbrauchende Macht erhielten. 'Zurück zur Natur" hat ROUSSEAU (s. a. R. ENSKAT 2011) nicht gesagt, aber es ist der Satz überliefert, daß der Anblick der Menschheit viel schöner wäre, wenn sie nur aus Ackerbauern, Jägern und Schäfern bestünde.

Wer wie der Schweizer ISAAK ISELIN (1784, II). Basel, den Fortschritt in der "Geschichte der Menschheit" nüchtern darstellen wollte, konnte zu den ganz alten Zeiten, zu den Anfängen, aus allgemeiner Überlegung etwa nur sagen: "Der erste, der ein Kraut pflanzete und säete..." (S. 17), oder "Die Erfindung des Säens und Pflanzens setzet schon ziemliche Fähigkeiten voraus. Man muß über die Fortpflanzung der Gewächse vielfältige Beobachtungen gesammelt haben. Man mußte schon gelernet haben, der Zukunft mit Geduld entgegen zu sehen, und mannigfaltige Mittel zu einem gemeinsamen Endzwecke vereinigen" (S. 19/20). Sicherlich nicht falsch, wenn auch sehr allgemein. Und was war vorher? Und wissen die Menschen heute mehr über die Psychologie der ersten Ackerbauer? ISELIN wollte dann vor

allem auch die Entstehung von Eigentum und Ungleichheit ableiten, ohne ROUSSEAUsche Hypothesen. **Die großen Erfindungen** führte ISELIN - ähnlich der griechischen Antike - auf hier und da entstehende **Genies** zurück, also "So roh eine Nation auch ist, so können doch von Zeit zu Zeit unter derselben große Geister entstehen" (S. 131).

Nach HEGEL und wieder aufgegriffen bei F. FUKUYAMA (1992) entwickelten wenigstens etliche Menschen in der frühen Gesellschaft einen regelrechten **Trieb**, eine Sucht nach Anerkennung, **nach Prestige**, den Thymos. Klassen entstanden wegen der unteschiedichen Haltung zum gewaltsamen Tod. Es entwickelten sich Herren, die ihr Leben in einem reinem Prestigekampf riskieren wollten und Knechten (S. 208/209), die das nicht anstrebten und kam so zu unterschiedlicher Mentalität. Der Kriegergeist der Herren blieb der Aristokratie erhalten, und manche wurden in blutigen neuzeitlichen Revolutionen beseitigt. Nationen hätten noch immer und bis ins 20. Jh. auch wegen Prestige und nicht nur wegen materieller Gewinne miteinander blutige Kriege geführt - und das ansonsten ausgeschlossene Volk beteiligt sich. In den modernen Demokratien, das sollte eine ihrer besten Seiten sein, hat die Anerkennung aller, die Anerkennung der Menschenwürd für alle, die Möglichkeit der politischen Partizipation für alle, das Streben anch Anerkennung nur einiger die Lage entkrampft.

Mit der Kenntnis von anderen, oft ganz anders handelnden und deshalb offensichtlich anders denkenden **Völkern**, auf anderer Wirtschaftsstufe, bekannt seit den großen Entdeckungen, wurde überlegt, ob nicht auch die Europäer einst einfachere ökonomischer Entwicklungsstufen durchliefen. Das ließ neue Gedanken über die Herkunft der Kultur aufkommen. TACITUS hatte ja schon auf die andersartigen Germanen verwiesen. Eingermaßen annehmbare Berichte über ferne Völker stammen im 18. Jh. von der Großen Nordischen Expedition Rußlands und den Südseereisen etwa aus der Zeit von COOK und GEORG FORSTER.

Bei LEIBNIZ 1710 und dem Pfarrer HERDER 1772 gab es Überlegungen zum **'Ursprung' der Sprache**, die anders waren als es die Bibel nahelegte mit der Sprachkatastrophe beim Turmbau zu 'Babel', also in Sprach-Überlegungen bei HERDER die 'Evolution' der Sprache (J. TRABANT 2009), wenn er auch über den Ausdruck 'Evolution' nicht verfügte. Und wie ist **in der Evolution** die **Entstehung** der **Menschensprache** zu sehen? In winzigen Schritten? In **einem einmaligen** Akt einer **Mutation**? In zahlreichen Einzelmutationen, in 'Gradienten'? R. DAWKINS (2016, S. 636): "Wenn ein mutierter Mensch geboren wurde, der plötzlich über eine echte hierarchische Sprache verfügte, kann man natürlich fragen mit wem er wohl sprach. Wäre dieser Mensch entsetzlich einsam gewesen? ..." War das die Sprache bewirkende Gen dominant gewesen, hätten 50% seiner Nachkommen das erben können. Nur sie konnten dann miteinander sprechen, nicht mit den vielleicht

ebenfalls 50% der Geschwister? Gab es "eine erste sprachfähige Familie?" oder gab es, daß "ein Elternteil und etwa die Hälfte von dessen Kindern ... unmittelbar mit der Kommunikation beginnen konnten."? Galten die Sprechfähigen dann als Außenseiter, als Spinner, oder sonderten diese sich von den Zurückgebliebenen erfolgreich ab? Ein bestimmtes Gen, Fox P2, wurde als für das Sprechenkönnen wichtig angesehen, und Menschen mit einem mutierten solchen Gen können nicht richtig sprechen. Und "Fox P2 liegt in einem der wenigen Abschnitte des Genoms, die beim Menschen unter allem Menschenaffen einzigartig sind" (R. DAWKINS 2016, S. 636). Aber die Dinge mußten, 2016, als umstritten gelten, auch wenn eine Zwischenstufe zwischen Nichtsprachfähigkeit und in einer Syntax zu sprechen angezweifelt werden mußte.

**Die Theoretiker des Sozialismus / Kommunismus**, auch MARX und ENGELS, griffen gern auf Überlegungen über die Ur- und Frühzeit zurück, als eben Gemeinsinn bestand, ein "Urkommunismus". Abgeleitet auch aus Studien über fremde Völker, etwa, durch MORGAN, in Nordamerika. Und der Kommunismus sollte auf höherer Ebene, in der Gleichheit zwischen allen, wiedererstehen.

**Rekonstruktionen der Frühzeit** auch ferner der Archäologie gab es jedoch auch noch im 20. Jh. Besonders ausgefallen in rekonstruierter Frühzeit zeigte sich S. FREUD mit der Annahme der Ermordnung des Vaters durch die ebenfalls Frauen begehrenden Söhne und die anschließenden Sühnemahle – die sich noch in der antiken Sagenwelt widerspiegeln. Die Erinnerung daran sollte sich, in 'lamarckistischer' Weise bis in die Gegenwart erhalten haben und etwa im Vater-Sohn-Verhältnis auftreten.

## Die Vor- und Frühgeschichte erhält ihre eigene Quellenbasis - Archäologie

Die sich auf Quellen, auch sichere Dokumente stützende neue Geschichtswissenschaft namentlich ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. hielt dann die hypothetische Frühgeschichte, verbunden mit Geschichtsphilosophie, für obsolet (H. ZEDELMAIER 2011), einer exakten Wissenschaft nicht zugehörig. Stücke aus alten Zeiten, 'Antiquitäten', die man immer einmal fand, konnte man bisher nicht historisch einordnen, sie galten als "heidnisch" oder gar nur "römisch" (D. HAKELBERG et al. 2010). Geschichte sollte beginnen, wo **Schriftlichkeit** anfing, also schriftliche Dokumente vorlagen, und sei es Schrift an Felsen. Schriften, die man allerdings verstehen mußte. Schriften, Archivalien, sollten Grundlage historischer Erkenntnisse sein.

**Mit den archäologischen Funden** namentlich im 19. Jh. bekam die **Früh-, ja**

**Urgeschichte eine eigene Quellenbasis**. Die Früh-, ja Urgeschichte war nun nicht mehr Phantasie oder nur aus heutigen Völkern abgeleitete Analogie. Allerdings hat die Kenntnis der Lebensweise fremder Völker viel zur Interpretation von Altfunden beigetragen. Ernst zu nehmende Archäologie begann aber nicht mit Vor- und Frühgeschichte. Sie begann mit Ausgrabungen von **Stätten aus der Römerzeit**: 1738 von Herculaneum, 1748 von Pompeji (H. KÜHN 1976). Erst später und neben der großartigen Archäologie für die griechische Antike und die alten Kulturreiche wie Ägypten, Babylon, Assyrien wurde mit Bewußtsein in die ferne, ja ganz ferne Vergangenheit zurückgegangen. Und Archäologie war nicht nur Werk der Schaufel, das Abräumen von Erde, Vulkanasche, Sand, sondern auch das **Freihauen aus** wilder **Vegetation**, in Paestum, in Tenochtitlan in Mexico, bei den Maya-Tempeln und anderswo. Zur Erhellung der Vor-und Frühgeshcichte waren allerdings wohl lange **unerwartete Bodenfunde** wichtiger als systematisches Ansetzen des Spatens.

Noch ein großes Umdenken begann in der zweiten Hälfte des 19. Jh.: die ältesten Gegenstände, welche den Archäologen in die Hände fielen, stammten von andersartigen als den heutigen Menschen. Die zuerst gefundenen Primitivwerkzeuge ließen noch offen wie anders deren Verfertiger im Vergleich mit heutigen Menschenwaren. Skelett- und Knochenfunde, zuerst vor allem der erste "Neandertalter" 1856, legten andersartige Vorläufer der heutigen Menschen nahe. Die Archäologie wurde auch **Vormenschen-Archäologie**. Und Sintflut? Nirgends in den angeblich in der Sintflut abgelagerten Sedimenten eine Spur dieser Katastrophe!

Und Möglichkeiten für **Interpretationen**, **ja Konstruktionen**, blieben genug. Malereien, Schnitzereien, Gräber sollten etwas von den religiösen Vorstellungen voneinst ergeben.

Der Soziologe FRANZ BORKENAU (1991, S. 530 / 531) meinte, daß **die Bindung an den Boden den Menschen nicht nur günstig beeinflußte**, und in den von Jägern angefertigten Höhlenmalereien des Magdalenien sah BORKENAU Zeugnis "von ruheloser Kühnheit und tiefster innerer Freiheit", während die Töpferei der Landbauer nur schlichte geometrische Figuren, "schüchterne, unbeholfene Behandlung des Materials und der Form" aufweise: "Die ausgreifende Jagd" habe "den Geist befreit, der Boden fesselte ihn". Der Jäger war "frei und gleich", "der Landmann wurde zum Sklaven und sein Herr zum Despoten" (S. 530).

In diesem Sinne versuchten andere die Bibel zu interpretieren. Die "Vertreibung aus dem Paradies" zum schweißtreibenden Ackerbau wurde als die gebliebende Erinnerung vom Jagd- und Sammelleben zur mühsamen und gar nicht geliebten Feldbestellung.gedeutet. Allerdings war Jagd kaum in einem friedvollen Paradies möglich. Oder war einst das Land weniger dicht besiedelt und deshalb alles fried-

voller? Der Gott noch wohlgefällige, relativ immer noch freie Hirte Abel wird laut Bibel immerhin vom neidischen Ackerbauer Kain erschlagen.

Wanderhirten waren von irgendwelcher Obrigkeit weniger kontrollierbar. Aber DSCHINGIS-KHAN unterwarf sie später seinem Willen doch? Jedoch auf jeden Fall: "Feldarbeit bedeutete bis in die Gegenwart Frondienst. ... Die Ackerbauer, waren die Arbeitskräfte, die sklavengleich das zu erzeugen hatten, was die Herrscher- und Priesterkaste beanspruchte" (J. H. REICHHOLF 2010, S. 281). Der große Fortschritt "Seßhatigkeit" also geprägt auch vom Fluch der Unterjochung der vielen. Immerhin wurde in den Ackerbaugebieten, namentlich dann den orientalischen, auch Reichtum angehäuft, der die oft wohl besser genährten Hirtenvölker zum Raub veranlaßte, ja zur Unterjochung der Ackerbaustaaten. Höhere Herren haben zum Vergnügen in der Geschichte immer wieder Jagd betrieben, und die Untersassen durften mit dem Treiben, mit Hilfsdiensten, beitragen. Forderung nach freier Jagd für alle, und nicht nur auf Niederwild, der bewunderte freie Wildschütz - die Geschichte von Ackerbau und freiem Leben war nie zu Ende!

Manches ließ sich aus Überlegungen auch zur alten Geschichte ableiten. **Wie darf, kann oder muß der "Mensch" leben,** der "Mensch" in den verschiedenen Gesellschaften? Wenn etwa Bevölkerungszunahme zu neuer Lebensweise, etwa zum Ackerbau und gar zu intensivem Ackerbau zwingen? Aber auch die Gier von Machthabern zwang zu unangenehmen Arbeitsleben. Zwang etwa zum Goldschürfen. Oder zum Einpassen in die kapitalistische Arbeitswelt, die zu Renditen führt, nicht unbedingt bei dem Arbeitendem! Die **Nazis** lobten die angebliche Kampfbereitschaft der alten "Germanen", wenn sie auch viel jünger als Frühmenschen waren. Und immer wieder sollte die Frühgeschichte beantworten: **Wer** war in einem Gebiet **zuerst da** und hat dann vielleicht sogar **heute noch Besitzrechte**! Weil dort einmal die Goten oder Wandalen waren? Oder im 20. Jh. noch schlimmer: Wem gehört Palästina, das ganze Palästina, das "biblische Land?

Die Ur- und vor allem Früh- und Vorgeschichte war und ist ein "ideologisch" besetztes Feld. Sie schuf schon im Hinblick auf die Religion "**ganze Weltsichten**", für "Millionen von Menschen die tragenden Kräfte" (H. KÜHN 1976). Um so wichtiger ist, daß - wie mit jeder Geschichte - verantwortungsbewußt umgegangen wird. **Frühgeschichte ist kein reiner Kinderspaß**, keine Kindergeschichte nur für Fünfklässler**!**

1

# 2. Bronzezeit - "Urbane Revolution" - Vorderer Orient und Europa - Eisenzeit

## Hoch-Kulturen vor und neben der Antike

Aus **schriftlichen Zeugnissen**, entweder aus den lesbaren der Antike oder später auch aus der **Entzifferung alter Schriften** und dann der **Archäologie** wurde die Welt der Bronze- und dann auch der Eisen-Kulturen erschlossen. Im 19. Jh. wurde wesentlich mehr über die alten Reiche, und besonders über die in Mesopotamien bekannt, als die ihr zeitlich näher stehende Antike aufgezeichnet hat.

Die europäische Kenntnis der vor um 500 v. Chr., also dem Beginn der klassischen Antike schon bestehenden alten Reiche, einschließlich des vorklassischen Griechenland, beruhte zunächst auf späterer, meist schon antiker **schriftlicher Überlieferung**, in Gestalt von oft allerdings mythisierenden Schriften. Über die alten Völker und Reiche gibt es **Hinweise, ja Berichte**, im Alten Testament der Bibel. Diese waren in Europa am bekanntesten, bestimmten lange Zeit die vagen Kenntnisse über das ferne Altertum. Im Alten Testament konnte man erfahren von Ägypten, aus dem die ausgebeuteten Israelis flohen, über Jerusalems Eroberung durch den babylonischen König NEBUKADNEZAR, die Überführung wenigstens zahlreicher Juden in die babylonische Gefangenschaft und ihre Befreiung durch den Babylon erobernden Perserkönig CYRUS. Zu Assyrien werden im Alten Testament 122 Textstellen genannt, dabei zu der assyrischen Hauptstadt Ninive 20 (so M. T. LARSEN 2010, S. 221). Der angeblich mißratene 'Turmbau' zu Babel wurde in christlichen Zeiten in Predigten angeführt, in denen man den unbedarften, nie einen Hochbau errichtenden Menschen vor Hochmut warnen wollte. Zur Zeit der antiken griechischen Autoren existierten manche der alten Reiche noch, namentlich das bis Ägypten reichende Perserreich. Die überlieferten Schriften oder deren Reste namentlich der antiken Autoren, der Enzyklopädisten, Geographen und Historiker der Griechen und der Römerzeit, wurden namentlich im 19. Jh. auf alle Hinweise auf fernere Reiche und deren Geschichte durchforstet. Aus der Rückschau und doch etwas näher an der alten Vergangenheit als wir versuchte HERODOT Technik, etwa den Bau der Pyramiden oder den ägyptischen Bootsbau, zu beschreiben. Von einem Priester MANETHO aus dem 3. Jh. v. Chr. wurde eine Ägyptische Königsliste verfaßt, die sich als ziemlich richtig erwies, STRABO(N) und PLINIUS der ÄLTERE etwa gaben im 1. Jh. n. Chr. viele verwertbare Hinweise zum ihnen Übrlieferten.

Seit etwa 1800 drangen, oft nicht ohne Gefahr für ihr Leben, europäische Forscher in die Gebiete alter Reiche etwa auf der Arabischen Halbinsel ein und entdeck-

ten Inschriften, unter anderem auf Felsen. Dann setzten die **Archäologen**, meist mit Team, ihre Spaten an. Die Überlieferungen wurden bestätigt oder auch korrigiert, Neues wurde gefunden. Wenn **Widersprüche zwischen der Bibel,** der 'heiligen Schrift' und **'Ausgrabung'** auftreten, wird man im allgemeinen wohl den **Ergebnissen der Ausgräber trauen** müssen! Das entgegen fortdauernder katholischer Anschauungen! Als Nimrud und vor allem Ninive durch LAYARD ausgegraben und das in England bekannt gemacht worden war, fürchteten manche Widersprüche zur Bibel und hofften andere, daß die 'Bibel wahr gemacht worden' wäre (J. PARRY 2004, S. 216). Auch Archäologie und namentlich auch Orientarchäologie war **in religiös-weltanschauliche Dispute** eingeschlossen (M. T. LARSEN 2010, S. 213 ff.). Die "Schriften" wie die Bibel können natürlich Hinweise geben, wo noch zu graben, noch zu untersuchen ist.

Viele Bereiche der **Geschichte der Menschheit** wurden erst lange nach der längst bestehenden Kenntnis des klassischen Griechenland und des Römischen Imperiums sowie der östlichen Mittelmeerküste und Kenntnissen über China nach 1860 **weit nach** unten angefügt, nach **"hinten" erweitert**, das 'Gedächtnis' der Menschheit mit einer immer ferneren Vergangenheit großartig erweitert.

Die Aufdeckung der alten Kulturen, der alten Reiche, war eine Tat europäischer Gelehrter der jüngeren Neuzeit. Sie lieferten damit den Ländern dort ihre eigene alte Geschichte (Y. N. HARARI 2014, S. 364 ff.), nun nicht mehr nur bestehend vielleicht aus Mythen. Alte Hügel, tells und andere, hatten ja jahrhundertelang bestanden. Die Anwohner, die auch Dörfer auf ihnen erbeut hatten, wußten schon, daß hier alte Geschichte verborgen liegt (M. T. LARSEN 2010) und ließen sie im Raum der Sagen. Niemand im Osmanischen Reich oder in Indien und auch im nachantiken Griechenland hatte sich an den alten Resten, Trümmern und gar Ruinen, interessiert und daran gerührt. Wäre ohne die Europäer jemals in den Ländern mit alter Geschichte so etwas wie Archäologie entwickelt worden? Die Bibel etwa in vieler Weise korrigierend, in die Welt der Sagen verweisend? Die europäische Ausgräber, zunächst keine geschulten Archäologen, versuchten zuerst, viele möglichst großartige Funde etwa mit Reliefs oder mit Inschriften vor allem in der British Museum in London oder den Louvre in Paris zu transportieren (M. T. LARSEN 2010). Dort gab es eine interessierte Öffentlichkeit. Und ihr Interesse konnte bewirken, daß schon wegen des nationalen Wettbwerbs die Regierung Gelder herausgab. Wichtige Dinge nahm man sich in Einzelfällen sogar gegenseitig ab, denn der dreisprachige 'Stein von Rosette' war unter BONAPARTE in Ägypten gefunden worden, jedoch nach Frankreichs dortiger Niederlage gegen NELSON von diesem nach London gebracht worden. Dort befindet er sich heute noch. Selbst aus Griechenland holte man Plastiken und anderes, wie auf Veranlassung des Earl von ELGIN (W. ST. CLAIR 2004) um 1802 die "Elgin marbles" von der Akropolis in

Athen. Auch privat wurde mit Altertümern früh gehandelt. Vielfach hat der oft noch auf öffentliche Museums-Zurschaustellung gerichete Raub gerettet, was im Lande selbst gefährdet war.

In Zentralamerika, bei den **Mayas** etwa, nach 200 n. Chr. - 1000 n. Chr. und weiter gab es auch beachtliche technische Leistungen, aber nicht mit Bronze.

## Veränderungen in der Geschichte in unterschiedlich langen Dauer

Auch die alten Zeiten haben ihre mehr oder weniger aufschließbaren Ereignisse, ihre Machtwechsel nach Schlachten, Einwanderungen oder Massakern. Aber in der Jahrtausende währenden Geschichte werden vor allem **langdauernde geschichtliche Vorgänge** deutlich und interessant, Vorgänge die in vielem die Wirkung etwa von Schlachten weit übetrafen und welche, wenn man an die Umweltveränderungen denkt, bis heute wirken, ja die **heutige Lebensumwelt entscheidend bestimmen**. Ja Schlachten oder politische Umstürze waren bei all ihrer Wirkung auf die folgende Entwicklung oft nur Ergebnis sich lange vorher anbahnender Veränderungen. Das Konzept (P. BURKE 1998 b), das die "Domäne des Historiker" weit ausdehnte auf von 'traditionellen Historikern vernachlässigte Bereiche' (S. 112) wurde ausgebildet in der die Geschichtswissenschaft revolutionierenden 'Annales-Schule' führender französischer Historiker der ersten Hälfte des 20. Jh. und in ihr besonders durch FERNAND BRAUDEL Benannt wurde die 'Annales-Schule' nach ihrer 1929 gegründeten Zeitschrift 'Annales d'histoire e´conomique et sociale'. BRAUDEL (S. 37) selbst hatte nach seinem Studium an der Sorbonne seinen Gesichtskreis erweitert als Lehrer in Algerien 1923 - 1933, lehrte 1935 - 1937 in Brasilien an der Universität von Sao Paolo, war im 2. Weltkrieg Kriegsgefangener in Lübeck und arbeitete hier nach dem Gedächtnis weiter. 1949 wurde BRAUDEL Professor am Colle'de France in Paris. Bei den allmählichen, langwirkenden Umwandlungen sprach man nach dem Vorschlag von BRAUDEL von "histoire de structures", 'Strukturgeschichte, Feststellung der Vorgänge von '**Longue dureé**'. Die politischen Einzelereignisse, eben Thronwechsel oder Kriege, erschienen bei dieser Geschichtsbetrachtung bei allen auch durch sie bewirkten Veränderungen wie die 'gekräuselte Oberfläche des Meeres' auf den sich allmählich dauerhaft verändernden Strukturen. Diese unter die 'longue duree´' fallende Geschichte "schreitet langsamer voran als die Ereignisgeschichte. Sie bewegt aich im Rhythmus von Generationen oder Jahrhunderten, so daß die Menschen ihrer kaum gewahr wurden. Dennoch werden sie im Strom mitgetragen." (P. BURKE 1998 b, S. 40). In die 'longue duree´' gehörte die allmähliche Veränderung in der Ökonomie, in der Wirtschaftsweise, allmähliche soziale Umschichtung, zählte die nicht mehr

rückgängig zu machende Umwandlung großer Regionen, so die Umwandlung der großen Stromtäler, die selbst nach Verfall nicht in den einstigen Zustand regenerierten, auch sich verändernde "Formen der Kriegsführung". Im einzelnen sind länger bis lange dauernde Vorgänge unterschiedliche lang, fast möchte man Mitteldauer-Vorgänge von Langdauer-Vorgängen unterscheiden. Völkerwanderungen und Inbesitznahme von Land durch neue Siedler konnten kurz sein oder länger anhalten. Sprachveränderungen waren oft kürzer als Landesmeliorationen und auch der Aufbau neuer Strukuren wie die der christlichen Kirche mit ihrer Bistumsordnung dauerte in der Spätantike seine Zeit (s. etwa R. KAISER 2004, S. 11 u. a.). Die Technik- und Wissenschaftsgeschichte kennt gewiß viele Einzelentdeckungen. Aber wichtig ist auch deren länger anhaltende Durchsetzung, ihre Verbreitung und allgemeine Anwendung, die in vielen Feinheiten stattfindende Verbesserung der Neuheiten.. Die Strukturgeschichte gilt auch für die Neuzeit. Man denke nur an die letzten 500 Jahre, von der Zeit LUTHERs bis heute. Überlegt wurde, was alles auch in der neueren Zeit zur Strukturgeschichte zählt, und auch die Schilderung der Agrargesetzgebung in der Römischen Republik durch B. G. NIEBUHR um 1804 muß als Strukturgeschichte gesehen werden, also auch die Strukturgeschichte hat ihre Vorläufer. Bei J. BURCKHARDT geschah Geschichte im Spannungsfeld von 'Staat, Religion und Kultur', war also mehr als Ereignisgeschichte, wie sie RANKE betonte, und der ebenfalls im 19. Jh. wirkende französische Historiker MICHELET "forderte" schon "die Geschichte derjenigen, die gelitten und gearbeitet haben, zugrundegegangen und gestorben sind, ohne daß sie ihre Mühsal hätten beschreiben können" " (P. BURKE 1998 b, S. 12). Die Vernachlässigung des einzelnen Menschen, der Differenzen im Denken der einzelnen Menschen während derselben Zeit waren einige der Kritikpunkte am Konzept der Konzentrierung auf die Strukturgeschichte (S. 111).

Die **bleibenden Umweltveränderungen** setzten sich mit dem weiteren Gang der Kulturen **fort**, abhängig auch von der Besiedlungsdichte.. Die **Waldarmut im Mittelmeergebiet** (etwa O. HÄRTEL 1971), aber auch in China und anderswo, das ist die Folge vom Wirken von Menschen, die zudem auch bestimmte Bäume bevorzugt nutzten. Wilder 'Wald' hat der Antike wohl nicht viel gegolten, 'silva', 'silvestris' war sinnlose Wildheit, und auch der Hirte mit der Panflöte am Quell weidete in einer stark umgestalteten Umwelt, umgestaltet schon durch die Beweideung.

## Von Steinzeit-Siedlungen zu Bronzezeit und Eisenzeit - 'Urbane Revolution'

Siedlungen mit hausähnlichen Wohnstätten gab es schon in der Steinzeit, sogar in der dem Neolithikum mit Keramik und Landwirtschaft vorangehenden Mesolithikum. Im Neolithikum erscheinen im 7. Jahrtausend schon so reich bevölkerte Siedlungen, daß man von **Städten** sprechen muß, So von Jericho (s. d.) und Orten auf der Hochebene Anatoliens (H. KLOTZ 1995). Es waren wie die **Dörfer** wohl völlig autonome Kommunen. Es bestand wohl 'vorwiegende' "Gruppierung der Menschen nach Geschlechtsverbänden ohne staatliche Autoriät" und kam dann "zum Weltalter der politischen Gesellschaft und des Staates oder von vorwiegend 'lebensgemeinschaftlicher' zu vorwiegend 'gesellschaftlicher Gruppierungsform' (M. SCHELER 1947, S. 19). Vielerorts bestehen Familienclans oder Stammesclans bis heute und sie bestimmten auch viele Geschehnisse in den mittelalterlichen Kommunen vorallem Italiens. War bei **'Urbaner Revolution'** zuerst wohl an die städtischen Siedlungen in der mesopotamischen Tiefebene gedacht worden, so war das zu korrigieren, und auf höher gelegenem festem Untergrund war wohl auch besser zu bauen als auf einer flachen und vielfach sumpfigen Ebene. **Nun** kommt es auch zu höheren gesellschaftlichen Organisationen, ausgestattet meist mit einer Hauptstadt und mehr oder weniger vielen Dörfern unter sich. Es entstehen **Staaten** (R. L. CARNEIRO 1970). In der viel späteren Antike war für PLATON und ARISTOTELES der "Staat" schon so selbstverständlich, daß seine Entstehung schon nicht mehr ein Prolem war. Eine kennzeichnende und in der Geschichte niemals mehr verschwundene Einrichtung ist die Stadt. vor allem auch **die größere Stadt**. In ihr konzentieren sich Macht. Politik, Handel, Kultur. Um Städte mit ihrer wenigstens zum Teil nicht mehr mit Nahrungsmittelerzeugung befaßten Bevölkerung zu unterhalten, mußte wenigstens der nahewohnenden Landbevölkerung die **Subsistenzwirtschaft**, die autonome Wirtschaft nur für den Eigenbedarf, **ausgetrieben** werden. Wohl auch, wenn manche Städte innerhalb oder vor ihren Grenzen selbst Landwirtschaft betrieben im Sinne der noch bis in die Neuzeit auch in Europa bestehenden Ackerbürgerstädte. Eine **Stadt** war **nicht denkbar** mit einer nur auf **Sammel- und Jagdwirtschaft angewiesenen** Einwohnerschaft (D. Q FULLER et al. 2014, S. 6147). Das Neolithikum beruhte im wesentlichen noch auf Subsistenzwirtschaft und kannte wohl nur wenig Handel, mit Salz oder Schmuck. Wurde das Land durch Gewalt oder Druck abhängig gemacht? Was sollte der Dorfbewohner an Vorteil für sich an einer mehr oder weniger nahen Stadt sehen? Aber die Beziehungen des Dorfes zur Stadt funktionierten dann offensichtlich auch ohne immerwährende Gewalteinwirkung, mehr wohl zunehmend durch Absatz in der Stadt. Nicht jeder auf dem Lande war dabei wohl Gewinner. Mit größeren Handelsgebieten setzen sich bestimmte Städte durch, ja beherrschen einzelne Städte

einen gesamten Wirtschaftsraum. **Um die Städte**, und herrschenden Städte zumal, bildeten sich "auf unterschiedlicher Stufe" stehende **Zonen** (F. BRAUDEL 1986, S. 36), ein von dem Agrarwissenschaftler VON THÜNEN 1826 entwickelter Gedanke, den der Historiker F. BRAUDEL (1986) namentlich für die "Sozialgeschichte des 15. - 18. Jahrhunderts" ausbaute, Die Anfänge solcher Wirksamkeit der Städte gehen aber wohl bis in die Bronzezeit zurück. Auf dem Lande geborene befähigte Leute konnten sich im wesentlichen nur in der Stadt entfalten, als Politiker, Künstler, Gelehrte, Forscher. Schon im Altertum konnten sich als für die damalige Megastädte zu bezeichnende Siedlungen entfalten, Babylon, Memphis, Persepolis, die antiken Großstädten hier nur angedeutet.

Die Sumerer-Stadt **Uruk** rund 270 km südöstlich des heutigen Bagdad, ein Stadtstaat, wird auf das frühe 3. Jahrtausend zurückgeführt, in die **Kupferzeit**. Die **Frühe Bronzezeit** begann **um 3000 v. Chr. Gold** wurde für wertvolle Schmuckstücke benutzt – ob als Agamemnon-Maske und den Schatz des Priamus in Mykene auf dem Peloponnes. Woher kam das Gold (E. PERNICKA 2009)?

**Bronze**-Funde gibt es auch im nördlichen Europa viele. In **China** war die recht plötzlich und recht vollendet auftretende Bronze ab 1766 v. Chr, allgemein in Gebrauch, blieb lange das wichtigste Metall (I. LISSNER 1981 / 1981). Eisen erschien auch noch im 2. Jahrtausend v. Chr.

Metalle herstellen und bearbeiten - **kaum konnte das jeder**. Bewässerung verlangte Organisation. Schon mit dem Neolithikum und noch mehr jetzt sind wichtige soziologische Fragen, die **Geschichte der sozialen Differenzierung** in der Gesellschaft verknüpft. Arbeitsteilung brachte horizontale Differenzierung. Namentlich Organisation bringt auch vertikale Differenzierung. **Herrschaft durch Eliten**, an deren Spitze vielleicht gar nur einzelne stehen. Alle Versuche zur Abstellung sozialer Ungleichheit endeten seitdem, laut PARETO, nur in Elitenwechsel. Je mehr unterschiedlicher Reichtum durch die Naturgegebenheiten oder die Arbeit, desto mehr kam Anlaß zu Krieg, zum Raub durch die Benachteiligten. Krieg in Mesopotamien erscheint nachweisbar etwa 2500 v. Chr. (F. HOLE 1966, S. 609).

Mit Agrikultur und Seßhaftigkeit war **Urbarmachung des Landes** verbunden, unterschiedlich und **mit unterschiedlicher Schwierigkeit** je nach Landesbeschaffenheit. Am günstigsten war sicherlich **Regenfeldbau** in weitgehend offenem Gelände. Schwieriger war **Bewässerungskultur und Stromtal-Veränderung**. Die hier erforderliche zentrale Organisation verhinderte ein solches privates Grundeigentum wie es sich später in anderen Regionen herausbildete. Das führte zum **Despotis**mus. dem '**orientalischen**', wie es, 1853, auch F. ENGELS sah (Beitrag zu VOLTAIRE 1981/2, S. 361). Und entsprechende Geräte verlangte die **Waldro-**

**dung**.

## Maya-Kulturen in Zentral-Amerika

Die **Indianer-Kulturen** in Zentral-Amerika besaßen weder Bronze noch Eisen noch Pflug, weder Glas noch Schießpulver und das Rad allenfalls bei kleinen Kultwägelchen. Aber dennoch gab es hochentwickelte Landwirtschaft, mit dem **Mais in Zentralamerika** als **Hauptkulturpflanze**. **Obsidian,**

das vulkanische Glas, bei Teotihuacan unweit des heutigen Mexico-City gewonnen und bearbeitet, wird als der 'Stahl der Steinzeit' bezeichnet, war eben mehr als sogar ein scharfer Feuerstein. Dazu kam beträchtliches Kalenderwesen und auch Mathematik bei den Maya. 1790 fand sich unter dem Hauptplatz von Mexico-City der berühmte große weiße **Kalenderstein**, der "piedra de sol", der Azteken (A. KNIGHT 2002, S. 2819, der heute in dem großen Nationalmuseum in Mexico City bewundert werden kann.

Was es gab waren teilweise **gewaltige Bauten**, Pyramiden wohl als Kultsätten, auch Paläste, bei den Vorläufern der Azteken, bei den andere Völker unterwerfenden **Azteken**, bei den **Mayas** im Osten des heutigen Mexico und in Zentralamerika. Die **Ruinenstätten** in **Mexico und Zentralamerika** können es mit denen in Griechenland an Architektur und Zahl aufnehmen. Die griechischen Stätten waren menschlicher, ohne Blutopfer in den Tempeln, gewesen,

## Schrift, Schreiben

Die Reiche der Bronze- und selbstverständlich der Eisenzeit sind oft, jedenfalls im Südosten und Osten, '**Schriftkulturen**', Kulturen mit Schrift – die man mehr oder weniger sicher lesen, wenigstens interpretieren kann. **Lesen**, nicht nur bildliches oder einfaches graphisches Festhalten von Eindrücken, sondern als Übermittlung von Texten, am Anfang wie kurz auch immer - ist eine realtiv junge Erfindung, rund 4000 Jahre alt. Am Anfang gab es sicherlich nur **Zeichen für aktuelle Nachrichtenübermittlung** (R. HERZOG 1988, S. 51, 57). Erst mit festgelegten Zeichen wurden auch **Texte für die "Ewigkeit"** irgendwo **eingaviert** oder auf **Beschreibmaterial** festgehalten. Man rechnete dabei nicht damit, daß lange Zeit später die Schrift nicht mehr bekannt war und sie im 19. Jh. mühsam, ja genial wieder entschlüsselt werden mußte. Die **Hieroglyphen Ägyptens** sind etwa 350 Zeichen, die **Keilschrift** Mesopotamiens etwa 300 (I. LISSNER 1981 / 1961). Die **Hieroglyphen** befinden oft auf Stein, auch auf Papyrus. Für die **Keilschrift**

wurden zu einem beträchtlichen Teil Tontafeln verwendet. Vom überlieferten akkadischen Schriftgut wird berichtet, daß es, dank der Erhaltung der Tontafeln, umfangreicher ist als die aus der Antike stammende lateinische Überlieferung (S. SPEICHER 2008). Ähnlich vielfältig waren die Bilderzeichen der Maya in Amerika.

Die frühen Schriften sind etwa 6000 Jahre alt, aber **bis in die Neuzeit** haben **viele** Menschen Lesen und Schreiben nicht beherrscht (O. KRAEMER 1963, S, 244), waren **Analphabeten**, wobei auch die großen Vereinfachungen der Schriftlichkeit, ab der Antike, das nur teilweise änderte. Die Schriftzeichen, die vielen in der Frühzeit der alten Kulturen sowieso , beherrschten einst nur die **Schreiber**, die besonders geehrt waren, aber auch in moderneren Fürstenhöfen spielten gut Schrift- und Stilkundige eine angesehene Rolle. Brauchbare Brieftexte zu entwerfen ist nicht jedermanns Sache.

Aber ein Kind ist nicht vom Gehirn darauf festgelegt, eine bestimmte Sprache zu erlernen, sondern erlernt die Sprache oder die Sprachen jener Gemeinschaft, in der es heranwächst. Ein in China bei chinesischen Erwachsenen heranwachsendes Europäerkind erlernt also Chinesisch wie umgekehrt ein Chinesenkind in Europa eine europäische Sprache. Aber Analphabeten gibt es auch noch in unserer Zivilisation.

Auch in den alten Reichen wurden in der zeitlichen Abfolge oder auch gleichzeitig unterschiedliche Sprachen benutzt. Nicht allzu oft, aber doch vorhanden, reichlich im Perserreich, gab es **Texte in verschiedenen Sprachen** auf demselben Stein, und davon war für die Forscher der Neuzeit die eine der Sprachen vielleicht zu verstehen, zu lesen. Das war der **Schlüssel zur Aufklärung der alten Sprachen**, die längst kein Lebender mehr verstand. Erstes Beispiel war der Stein von Rosette, welcher zur **Entschlüsselung der altägyptischen Hieroglyphen** wichtig war. Der schwarze, unregelmäßig begrenzte schwarze Basaltstein von 114 cm Länge und 72 cm Breite wurde im August 1799 bei Schanzarbeiten bei der Stadt Rosetta (Rashid) etwa 56 km nordöstlich von Alexandria am Rande des Deltas gefundenen, und nach der Kapitulation der Franzosen gegenüber den Engländern 1801 nach London überführt, wo er noch heute aufbewahrt wird. Die Inschrift stammt aus der Zeit des PTOLEMAIOS V. EPIPHANES und besteht aus 3 im Inhalt gleichartigen Texten aus jeweils einer anderen Sprache: ganz oben in altägyptischer Hieroglypenschrift, in der Mitte in dem damals gesprochenen Demotisch und unten in griechischer Sprache. "Demotisch" war die aus den Hieroglyphen gebildete Schrift auf Papyri der griechisch-römischen Zeit. Das Griechische war lesbar und verstehbar. Der Schwede JOHAN DAVID AKERBLAD entzifferter 1802 einen Teil des demotischen Textes. Der vielseitige englische Gelehrte THOMAS YOUNG begann mit der Entschlüsselung, fand etwa, daß Kartuschen im Hieroglyphenteil, also um-

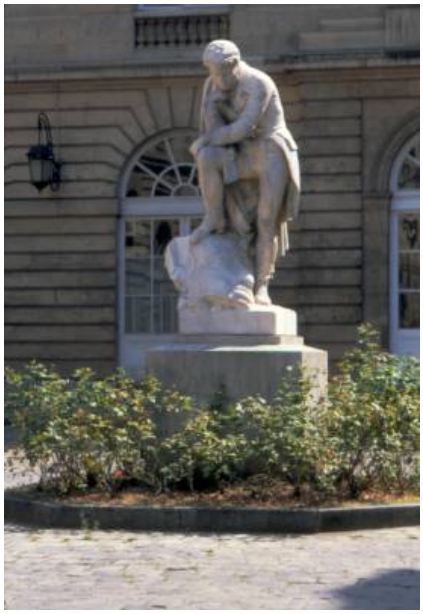

Abbildung 51: CHAMPOLLION Paris.

rahmte Namen, der Königsname sind. 1808 beschaffte sich der damals noch junge, 1790 geborene spätere französische Orientalist JEAN FRANCOIS CHAMPOLLION, dann hauptsächlich in Grenoble tätig, eine Abschrift und legte die Grundlage für die Entschlüsselung der Hieroglyphen. Das Koptische sah er zu Recht als eine Weiterentwicklung des Altägyptischen. Seit 1829 Konservator im Louvre in Paris starb CHAMPOLLION 42 Jahre alt 1832 nach einem Schlaganfall.

Mit **Keilschrift** bedeckte Tafeln oder Felsen wurden schon vor der Auffindung von Ninive bekannt, so in Persien und der erste, der sie führend erschloß war der 1771 in Münden geborene GEORG FRIEDRICH GROTEFEND (C. W. CERAM 1980, S. 220), seit 1797 Hilfslehrer in Göttingen und nach weiteren Stationen seit 1821 Direktor des Lyzeums in Hannover. Jeder Mensch hat seine Handschrift und die Schriften veränderten sich wie die Sprachen. Man kann durchaus jedoch feststellen: "Die Entdeckung, dass gesprochene Sprache in grafische Elemente umgewandelt werden kann, war die bislang größte Kulturrevolution in der Geschichte der Menschheit" (E. PÖPPEL 2010, S. 72). Schrift ist eine Voraussetzung für die Dokumentierung von Daten und von Wissen – wobei zu mancher Enttäuschung am Anfang der Beschäftigung mit alten Schriftdenkmälern sich nicht kaum ausdenkbare Geheimnisse aufgezeichnet fanden, sondern oft sehr nüchterne Verzeichnis von Abgaben, Herrscherlisten. Schon interessanter erscheinen Diplomatenprotokolle, religiöse Auffassungen oder meist kurze Aufzeichnung historischer Ereignisse. Aber schon im alten Mesopotamien, zurück bis zwischen 2100 - 600 v. Chr., wurde

eine **Dichtung** niedergelegt und konnte gelesen werden, das **Gilgamesch-Epos** (u. a. Wikipedia). Geschrieben in Keilschrift auf Tontafeln, gefunden lückenhaft an verschiedenen Orten und in verschiedenen Sprachen. Aus Fragmenten mußte das Epos erschlossen, rekonstruiert, auch etwas ergänzt werden, seit 1872, zuerst durch den aus einfachsten Verhältnissen stammenden Autodidakten GEORGE SMITH (Wikipedia). Als ihm eine Reise in den Orient ermöglicht war, starb er dort 36-jährig 1876 an einer Darmerkrankung. Am vollständigsten war der Text, 11 Tafeln, in der Tontafel-Bibliothek des Assyrerkönigs ASSURBANIPAL in Ninive. Im Gilgamesch-Epos gibt es auch die große Erdüberflutung, hier wohl die Original-Erzählung und sekundär ins Alte Testament der Bibel übernommen. Die **letzten** datierten Keilschrift-Texte sind auf 74/75 n. Chr. zurückzuführen (J. WIESEHÖFER 1999, S. 85).

Die großartige Erfindung war dann, statt einer großen Menge von Zeichen für fast jedes Wort, jeden Begriff, oder auch für die immer noch zahlreichen Silben **Zeichen für Laute** zu verwenden und sie in Worte zu kombinieren. Die Laute sind in ihrer **Zahl begrenzt**, Damit konnten verschiedenste Worte mit einer recht begrenzten Zahl von Zeichen geschrieben werden. Voraussetzung war, daß die **Laute unterschieden** wurden. Das muß als eine **großartige Entdeckung** gesehen werden. Um Sprache, also Laute, in die mehr oder weniger 24 Buchstaben vieler Sprachen umzusetzen, durfte Sprache nicht nur als allgemeines Gemurmel und Gestammel wahrgenommen werden. Zuerst schrieb man nur Konsonanten. Das mag merkwürdig sein. Aber hier kann man wohl bei dem oft schwierig lesbaren HERDER 1772 (in 1978, S, 96 u. a.) anknüpfen, daß die Laute und gerade auch die Vokale sehr unterschiedlich gesprochen wurden und werden: "Der Artikulationen unserer Sprechwerkzeuge sind so viel, ein jeder Laut auf so mannigfaltige Weise ausgesprochen, daß z. B. Herr Lambert im zweiten Teil seines "Organon" mit Recht hat zeigen können, "wieweit weniger wir Buchstaben als Laute haben" und "wie unbestimmt also diese von jenen ausgedrückt werden können" (S. 96). Was die Vokale betrifft (S. 98), sie konnten nicht geschrieben werden: "Ihre Aussprache war so lebendig und feinorganisiert, ihr Hauch war so geistig und ätherisch, daß er verduftete und sich nicht in Buchstaben fassen ließ. ... Was ist unbeschreibbarer als die unartikulierten Töne der Natur?" Das Bewußtwerden der Laute führte sicherlich schließlich zu einer klareren, nun bewußt lautgemäßeren Diktion beim Sprechen, heute immer wieder geübt für Schauspielerinnen und Schauspieler und Lehrkräfte. Gesprochene Laute, "Phoneme", entsprechen auch in der modernen Sprache nicht 1 : 1 den Buchstaben. Das ist eines der Probleme des Erlernens der Rechtschreibung, der richtigen Nachschrift von Ungeübten beim Diktat. Wieviele Laute auch in der heutigen deutschen Sprache sind Umlaute wie ä. ö. ü, oder zusammengesetzte Laute wie ai, ei, eu, au, sie, für die man ohne weiteres eigene Buchstaben hätte einführen können. Wieviele 'e' gibt es, im Französischen mit

Zusatzzeichen versehen. Wer Englisch autodidaktisch erlernte, steht beim Hören eines Engländers wenigstens zunächst sehr betroffen da. Der Dichter RAABE hat 1867 in seinem 'Abu Telfan' (in 1976, S. 159) einmal spöttisch dargelegt:"Der Urmensch verwundert sich ungeheuer, und alle Verwunderung ist O A!" Und für alles Ungemach, ein Stoß etwa, endet in dem 'verdumpften Vokal' U.

Älteste **Annäherung an eine alphabetische Schrift**, bei der die einzelnen Zeichen nicht mehr ganze Begriffe, sondern so etwas wie Buchstaben, wohl Laute, kennzeichnen, sind die Zeichen auf den 1949 und später gefundenen Tontafeln von **Ugarit** (u. a. H. KLENGEL 1975), hier unter dem Hügel von Ras Shamra, Die zeitweilige Handelsmetropole Ugarit liegt an der syrischen Mittelmeerküste nördlich der heutigen Hafenstadt Latakia. Ugarit war Zentrum eines eigenen kleinen Handelsstaates mit Königspaästen, in Blüte im 14. und 15. Jh. v. Chr., Die für die Erkenntnis zur Alphabet-Entstehung wichtigen Ausgrabungen in Ugarit begannen **1929** nach der Aufdeckung von Resten durch den Pflug eines Bauern 1928. Leiter der Erschließung von Ugarit war CLAUDE FREDERIC-ARMAND SCHAEFFER, der auch an anderen Ausgrabungen beteiligt war und auch die spätbronzezeitliche von Kriegen bestimmte Katastrophe erkannte (s. u.). Die alten Zeichen für die **Buchstaben in Ugarit** sind noch solche wie in der Keilschrift, aber das alte kanaanitische Alphabet von Ugarit, nach 1500 v. Chr., verwendete eben nur 28 bis 30 (I. LISSNER 1981, S. 47) 'Buchstaben' in Keilschrift. Und diese wiederholen sich auf den gebrannten Tontafeln, auf denen sie eingeritzt sind, eben immer wieder, so wie uns in einem heutigen Text dieselben Buchstaben immer wieder begegnen. Der Hallenser Semitistik-Professor HANS BAUER begann mit der Entzifferung. Die Sprache war die Akkadische, im 2. Jahrtausend v. Chr. eine Art 'Diplomatensprache' (H. KLENGEL S. 210).

In den kaum immer klar ausgesprochenen Worten die in ihrer Zahl begrenzten Laute zu unterscheiden, sie in ihrem wiederkehrendem Klang **getrennt wahrzunehmen und** die Laute **mit speziellen Zeichen wiederzugeben**, das war die geniale Erfindung. Die Gestalt der Buchstaben war sekundär und hat sich erst später, bei den Griechen, den Buchstaben der späteren lateinischen und der kyrillischen Schrift angenähert. Auch die Vokale kamen erst dann hinzu. Der griechische Geschichtsschreiber HERODOT wußte um die Herkunft des Laut-Alphabets von den Phöniziern/Kanaaitern.

Die Ausgrabungsstätte Ugarit besteht heute im wesentlichen aus ziemlich ebenerdigen Resten, zwischen denen Kühe weiden und im Frühling Alpenveilchen blühen, während die Tontafeln im Museum in Damaskus zu besichtigen sind.

Assyrien unterwarf unter vor allem unter dem 727 v. Chr. gestorbenen TIGLATPILESAR III. die Stadtstaaten des semitischen Volkes der Aramäer, vor allem



Abbildung 52: Ugarit. 2000.

weiter im Westen gelegen. Aber das **Aramäische** (so a. YouTube 2019) mit 22 Buchstaben entwickelt aus dem phönizischen Konsonantenalphet erscheint ab dem 9. Jh. v. Chr., geschrieben von rechts nach links, wurde eine viel leichter zu erlernende und auf verschiedenes Material schreibbare Schriftsprache und wurde vor allem eine Volkssprache im ganzen Vorderen Orient. Auch Jesus und die Jünger, auch PAULUS, benutzten das Aramäische. Das Aramäische splitterte sich auch in Dialekte. Aus ihre entwickelten sich auch das **Hebräische** und das **Arabische**. (a. M. MANN 1994). Erhalten blieb das Aramäische in der Liturgie der syrisch-orthodoxen Kirche. In christliche Zeiten fällt die von einem Heiligen, MESROP MASCHTOZ, zwischen 403 und 408 n. Chr. entwickelte **Armenische Schrift** mit 36 Buchstaben und die seit 430 n. Chr. nachweisbare **Georgische** Schrift mit 33 Buchstaben, 28 Konsonanten und 5 Vokalen, wobei jeder Buchstabe einem Phonem entspricht, geschrieben von links nach rechts (u. a. Wikipedia 2019).

Andere Kulturen entwickelten völlig andere Schriftzeichen und andere Anordnung des Geschrieben, so **China** und übernommen von **Japan**. Im **Japanischen** gibt es etwa 50.000 Schriftzeichen. Geschrieben und also gelesen wird **von oben nach** unten und die Schriftzeichen dabei angeordnet **in Spalten,** die **von rechts nach links** aufeinanderfolgen (Internet 2019). Erste Bewunderung bei der Einreise in China kommt, wenn man etwa Zöllnerinnen ihre Schrift in rasenter Schnelligkeit anferigen sieht.

Als man in den 20-er-Jahren des 20. Jh. alte Städte in Zentralasien an der Seidenstraße erforschten, hatten man es bei den gefundenen alten Texten mit 17 verschiedenen Sprachen und 24 verschiedenen Schriftarten zu tun (I. LISSNER 1981 / 1961, S. 318).

Daß man auch **Übersetzungen**, Dolmetschen, kannte, bezeugen Stücke von Ton-

tafeln von einer Art Wörter'buch' in Sumerisch – Akkadisch – Hethitisch (E. AKURGAL 2001).

In manchen Regionen der alten Welt, etwa in Kleinasien, ging die ohnhehin nur auf eine Minderheit beschränkte Kenntnis von Schreiben und Lesen im Gefolge von Eroberungen auch wieder einmal verloren.

Als die Europäer etwa im 19. Jahrhundert nach Afrika kamen, etwa STANLEY 1876 auf dem Kongo-Strom fuhr, besaßen die dem europäischen Feudalismus ähnelnden dunkelhäutigen Völker **keine** eigene **Schriftsprache** oder über schriftlich überlieferte Erkenntnis (P. SCHOLL-LATOUR 2003). Schriftlosigkeit legt keinerlei Aussprache der Worte fest. Für die ständige Veränderung der Sprache gibt es keine Grenze. Und die Fülle der Sprachen der nordamerikanischen Indianer und der Schwarzen Afrika, wo sich die Ethnien oft nicht verständigen konnten, zeugt davon. Die Einführung der wenigen europäischen Sprachen oder des Arabischen war also eine Tat der Kolonisatoren, die Härten nicht entschuldigt oder für den Weg für die afrikanischen Staaten des 20. Jh. nötig war und so gibt es eben in den ehemaligen französischen Kolonien Westsafrikas wenigstens auch das Französische, in Tansania das Englische, in den ehemals portugiesischen Kolonien das Porugiesische. Schwarze, die unter günstige Bedingungen kamen, **erlernten oft rasch** eine europäische Fremsprache und auch fließend Lesen und Schreiben. Auch den schriftlosen Völkern wohnte also die Fähigkeit inne, Schreiben und Lesen zu beherrschen, ohne daß Generationen vergehen mußten, bis diesen Völkern diese Fähigkeiten erwuchsen. Auch das Hochdeutsche in Deutschland läßt sich nur durch die Schriftlichkeit festhalten, während fast alle Regionen auch ihre Dialekte haben, wovon nur wenige, wie Plattdeutsch, auch für größere Dichtungen dienten oder durch Heimatdichter oder etwa von GERHART HAUPTMANN in Dramen versucht wurden lautgemäß zu schreiben.

## Die Erforschungsgeschichte der alten Kulturen und alten Reiche

**Ägypten** war in der Bibel bekannt durch die Moses-Legende und auch "Babylonien und Assyrien tauchten aus dem Halbdunkel des Alten Testaments auf" (J. HUIZINGA 1954, S. 28), aber lange blieben die Dinge verworren.

Früheste eingehendere Kenntnisse von den alten Reichen gab es von **Ägypten** und dem nicht so entfernten Nahen Osten. In Ägypten liegen alte Bauten, ob Pyramiden oder Tempel großenteils wie auch im Iran offen, nicht wie in Mesopotamien zerstört, verschüttet, für spätere Primitivbauten abgetragen (M. T. LARSEN 2010).

Etliche Zeit vor NAPOLEON vermaß eine Expedition nach Ägypten unter ROBERT WOOD (D. M. WHITE 2004) 1750 die Pyramiden und reiste dann nach den viel jüngeren Ruinenstädten **Palmyra** im heutigen Syrien und **Baalbek** im heutigen mittleren Libanon. In den Kreisen der Pariser Aufklärer verkehrte VOLNEY (J. C. GREENE 1976), der 1782 - 1785 Syrien, Palästina und Ägypten bereiste und , 1791, zu geschichtsphilosophoschen Betrachtungen über die Fürstenstaub und Sklavenstaub vermischenden 'Ruinen' angeregt wurde.

An der französischen militärischen Expedition zur Besetzung **Ägyptens** (Wikipedia 2016) unter dem 29-jährigen NAPOLEON **BONAPARTE 1798** waren nicht nur etwa 35.000 Soldaten beteiligt, sondern auch etwa 500 Zivilisten und unter ihnen **114 Gelehrte**, neben Naturforschern auch Kulturforscher, Ausgräber. BONAPARTE entfloh 1799 auf einem den Engländern im Mittelmeer entgehenden Schiff nach Frankreich, um dort den Staatsstreich durchzuführen. Die militrärische Expedition, die etwa 20.000 Soldaten das Leben kostete, lief bis 1801. Auch die meisten Gelehrten blieben erst einmal in Ägypten und betrieben reichlich Forschung. Ägypten was das mit am besten erforschte außereuropäische Land und auch in der Einwohnrstatistik. Nach ihrer Rückkeht wurde auf Befehl NAPOLEONs, nunmehr Kaiser, ab 1809 das schließlcih 23 Bände umfassende Riesenwerk 'Description de l'Egypte...' mit zum Text gehörenden 837 Kupfertafeln mit über 2.300 Abbildungen veröffentlicht, ein enzyklopädisches Unternehmen, das weit in die Zeit der nach NAPOLEON ab 1815 wieder regiernden und das Unternehmen ebenfalls fördernden Bourbonen hineinreichte. Der während der Ägyptenexpedition gefundene "Stein von Rosette" mit einer Inschrift in 3 Sprachen brachte den Einstieg in die Entzifferung der Hieroglyphen.

Angesichts der Fülle des an Fundstätten Gebotenem wollten manche in kurzer Zeit, während ihres Lebens vielleicht, einen Gesamtüberblick erzielen und zogen dann schnelle Grabungen, oft eher Raubgrabungen, dem langwierigen Abtragen von Boden - oder Trümmerschichten vor. Das gilt auch noch für GIOVANNI BATTISTA BELZONI, der 1815 nach Kairo ging und dem ägyptischen Herrscher und Modernisierer MOHAMMED ALI PASCHA Irrigationsmaschinen anbot und dann unter anderem bei **'Theben'/Luxor** und dort im Tale der Könige grub, die Insel Elephantine in Südägypten erforschte und den Tempel von Edfu, und den Eingang zum großen RAMSES II.-Tempel von **Abu Simbel** zugänglich machte. Sir JOHN GARDNER WILKINSON (J. THOMPSON 2004), Englands erster bedeutender Ägyptologe, erforschte, zuerst 1821 - 1833, die Adligengräber von /Luxor/'Theben' und veröffentlichte viel zu den darin vorhandenen Wandmalereien zum Alltagsleben des alten Ägypten - ein für die alten Reiche anderswo nicht so reichhaltig vorhandenes Material. Von Preußen aus leitete der in Naumburg geborene K. RCHARD LEPSIUS (C. W. CERAM 1980, S. 123, F. HINTZE et al. 1984) 1843 bis

1845 eine von A. VON HUMBOLDT empfohlene und auch von König WILHELM IV. gewünschte **Äygpten-Expedition** (E. FREIER et al. 1984(. Ihr stand auch Zeit für längere Untersuchungen zur Verfügung. Zeichner, Archtekten, zeitweilig auch zwei Btiten, begleitetn die Expedition. Denkmäler wurden in großer Detailtreue abgezechnet, Gipsabgüsse und Papierabklatsche von Inschrften und Reliefs wurden angefertigt. die auch Zeit für längere Untersuchungen hatte. Die Reise ging nach Süden über das ebenfalls untersuchte mit seinen Pyramiden untersuchte Meroe. LEPSIUS reiste auf dem Blauen Nil weiter bis zum 13. Breitengrard. An Bord betrieb er auch Sprachstudien. Die Zahl der Pyramidenreste konnte auf 67 erhöht werden. 31 Mastabas, die 'Schacht-Grabkammern' der Vornehmen wurden erforscht, auf dem Rückweg das teilweise schon bekannte Tell-el-Amarna (M. MODE 1984) in Umrissen erkundet, das 'Tal der Könige' vermessen. Königsnamen massenweise festgehalten.

Von 1849 . 1859 wurde das 12-bändige großformatige Tafelwerk 'Denkmäler in Aegpten und Aethiopien" geschaffen (F. HINTZE et al. 1984, S. 74/75). In der Königsliste konnte vieles an MANETHOs Werk aus dem 3. Jh. v. Chr. bestätigt werden. 1866 war LEPSIUS noch einmal in Ägypten. In Berlin wurde ein 'Ägyptisches Museum' durch LEPSIUS begrümdet (W. MÜLLER 1984). LEPSIUS wurde 63.jährig auch noch 'Oberbibliothekar' der Deutschen Staatsbibliothek in Berlin (F. HINTZE et al. S.. 80)

**Ägypten** erschien als **"Gewordenes'** und war nicht mehr nur ein zeitloses Trümmerfeld (C. W. CERAM 1980, S. 123), war "durch Untersuchung Ordnung und Verallgemeinerung des geschichtlichen Materials" "Geschichte" erfaßbar.

**Mesopotamien** war um 1840 der Ostteil des Osmanischen Reiches (M. T. LARSEN 2010). Dort lebten wenig beherrschbare Beduinenstämme und ebenso eigenwillige christliche Sekten, die Jesiden. Doch in einer Stadt wie Mossul am Tigris oder gar Bagdad gab es Konsulate der führenden europäischen Mächte. Die Diplomaten waren manchmal mehr Amateurarchäologen als Konsul. Und von solchen Personen aus begannen Ausgrabungen, welche zuerst das verschüttete **Assyrien** erschlossen, NIEBUHR war in Mossul gewesen und hatte das Ruinenfeld in einer Stadtskizze eingezeichnet, aber mehr konnte er nicht erschließen (M. T. LARSEN 2010, S. 22). Zuerst war es der Franzose PAUL-E'MILE BOTTA und dann der Brite LAYARD, die auf Hügeln bei Mossul gruben. So wurde die **Assyrer**hauptstadt **Ninive** seit 1842 bekannt und somit vor Babylon. BOTTA konnte große Reliefs nach Paris schicken, ihm später folgend AUSTEN HENRY LAYARD nach London, und in beiden Ländern lösten sie große Begeisterung aus. Bei Untersuchungen zu den damaligen Staatsgrenzen im Euphrat-Tigris-Gebiet ritt WILLIAM KENNETT LOFTUS (R. SMAH 2004) an weiteren Ruinenstädten vorbei, konnte 1853 drei Monate graben, fand proto-sumerische Wälle und konnte anderswo wenigstens

auf den Reichtum des Gebietes an alter Kultur verweisen.

Nicht ungefährlich waren Reisen von Forschern im 19. Jh. nach dem Südwesten der **Arabischen Halbinsel**,wo man sich in das einstige **Reich der Sabäer** begab. Aus der Bibel und viel in der arabischen Sagenwelt, war bekannt die legendäre Reise der **Königin von Saba** zu dem angeblich von ihr hochverehrten Judenkönig König SALOMON. In Südarabien ist die Königin von Saba aber "archäologisch oder epigraphisch noch nicht nachweisbar" (so W. KREBS 1971, S. 197).

Süd-Arabien, das Reich der Sabäer, heute in Jemen, war ein eigenes Kulturzentrum (A. LEIDLMAIR 1961, S. 9). Von hier kam der Weihrauch und die Myrrhe, von hier zogen Karawanen nach dem östlichen Mittelmeer. Eine römische Armee-Expedition in der Zeit des Kaisers AUGUSTUS unter dem Heerführer AELIUS GALLUS mußte wegen Erschöpfung von einer Unterwerfung absehen und zurückkehren. Berichtet wurde und auch in ZEDLERs Universal-Lexikon Band 33 (Spalte 31) 1742 ist es wiedergegeben, daß Gott wegen des Stolzes der Bewohner der Hauptstadt **Marib** (Marab, Mariaba) "eine Wasserfluth über" die Stadt schickte, sie "in einer Nacht zerstörte" und die Einwohner umkamen. Es handelte sich um den Bruch des vielleicht größten Staudammes des Altertums, geschehen im 6. Jh. n. Chr., und im 19. Jh. war es ARNAUD, der den zerstörten Staudamm von Marib für Europa bekannt machte. In Süd-Arabien, so im Hadamaur, gibt es keinen wie Nil, Euphrat, Tigris oder Indus periodisch mit hohem Wasserstand das Land bewässernden Strom. Hier ist die Landwirtschaft bis in die Neuzeit angewiesen auf die **Seyls**, Hochwasser auf starke und unregelmäßig eintretende Starkregen. Ihr Wasser muß irgendwie aufgefangen und aufgestaut werden, wobei sie in den Tälern auch schwere Zerstörungen anrichten können (A. LEIDLMAIR 1961, S. 35). Im Auftrag der Pariser Akademie brachte JOSEPH HALE'VY aus dem Jemen auf einer Reise 1869 / 1870 683 Inschriften mit, teilweise in einer anderen als der sabäischen Sprache, auf Minäisch, Zeugnis einer Mehrzahl von alten Staaten auch dort. Der Reisende EDUARD GLASER (E. KOMORZYNSKI 1964), Pionier der Sabäistik, brachte auf 4 Reisen zwischen 1882 und 1894 zahlreiche Inschriften in Abschrift oder im Original nach Europa.

Legendenumrankt ist die Entstehung des **Kaiserreichs Äthiopien** unter dem ersten Kaiser MENELIK I., angesetzt auf 980 v. Chr. MENELIK I. soll der Sohn der Königin von Saba sein, den bei ihrem Besuch beim König SALOMON dieser mit ihr zeugte.

Selbst das **vor-klassische bronzezeitliche Griechenland** war vor den durch HEINRICH SCHLIEMANN immer wieder besuchtem **Troja** und den 1876 erfolgten Grabungen SCHLIEMANNs in Mykene und dann mit WILHELM DÖRPFELD 1884/1886 in Tiryns In **Mykene** (s. a. Wikipedia 2018, H. GEIß 1975) ), in seiner

Geschichte eher legendenhaft, mit Trojanischem Krieg und dem Schicksal Agammemnons, und hatte man andererseits schon vorher zahlreiche Funde der materiellen Kultur gemacht. Beide Städte liegen im nordöstlichen Peloponnes. Gegraben hat auch Lord ELGIN. SCHLIEMANN war zu seinen Untersuchungen aber auch durch die an das klassische Griechenland überlieferten Sagen, die "Ilias" zumal und die Tragödien der Dichter des klassischen Giechenland, zu seinen Forschungen angeregt worden und stützte das. Wer auch immer in Mykene residiert hatte, die sagenhafte "Klytemnästra" konnte nicht mit Eisen, sondern bestenfalls mit Bronze töten. Die Fürstcnsitze von Mykene waren im Unterschied zu den unbefestigten Palästen Kreta stark befestigt. Um die Wende vom 16. zum 15. Jh. v. Chr. scheint eine "neue Dynastie an die Macht gekommen zu sein", und statt der bisherigen Schachrgräber gab es nun **Kuppelgräber,** (H. GEIß 1975, S. 226) wie das sogenannte 'Schatzhaus des Atreus'. Was SCHLIEMANN ausgrub waren die goldreichen Gräber, während die zyklopischen Mauern und das Löwentor frei lagen (C. SCHUCHARDT 1944b, S. 271), schon ab 1700 durch einen venezianischen Ingenier von Schutt befreit wurden. Die Mauern sind seit etwa 1350 v. Chr. anzusetzen, das Löwentor um etwa 1250 v. Chr. Auch nach dem Verfall der mykenischen Kultur was das Stadtgebiet immer wieder einmal bewohnt gewesen (Wikipedia 2018). Die Schrift, aus Tontafeln vom mykenischen Pylos an der Westküste des Peloponnes, sind dieselben Silbenschriftzeichen, 1975 bekannt 89, wie die von Knossos auf Kreta (H. GEIß 1975, S. 228). Die Zerstörung von Tiryns, mit seiner wuchtigen Oberburg, wurde einmal auf ein Erdbeben zurückgeführt, das aber auch bezweifelt wurde.

Schon um etwa 1300 v. Chr. gab es in Griechenland eine rätselhafte Schrift. Seit 776 v. Chr., mit dem Beginn der Olympischen Spiele, besteht die griechische Schrift, von den Phöniziern übernommen (I. LISSNER 1981, S. 142) und man schreibt die eigene Geschichte.

In der neueren Zeit, zu Beginn des 21. Jh., werden immer neue zum Teil beträchtliche Siedlungen, **Hafenstädte rings um die Ägäis**, bekannt und teilweise ausgegraben. So südlich von Troja die Siedlung Liman Tepe (W. SPERLICH 2009), mit Wehrmauer aus Lehmziegeln um 3000 v. Chr. und um 2600 v. Chr. eine aus ganz aus leicht in Blöcken gewinnbarem Kalkstein der Umgebung.

Als der führende Althistoriker EDUARD LEHMANN (G. A. LEHMANN 1994) 1879 begann eine gesamte Geschichte des Altertums "mit gleichmäßiger Berücksichtigung" auch der altorientalischen Reiche neben denen der Antike zu schreiben konnte er nicht ahnen, mit vielem er wenige Jahrzehnte später diese allumfassende Geschichte bald noch ergänzen mußte, etwas, was den Naturwissenschaftlern dauernd geschah.



Abbildung 53: Knossos: Vorratsgefäße.

Die auf **Kreta** ausgegrabenen Kulturreste faßte erst nach 1900 der dort Knossos freilegende Sir ARTHUR EVANS (J. L. MYRES et al. 2004) unter dem von ihm geschaffenen, also nicht aus dem Altertum übernommenen Bezeichnung der **Minoischen**/"Minoic" **Kultur** zusammen.

Seine viel zu starken Rekonstruktionen wie auch Deutungen der "Paläste" wurden auch bezweifelt (H. G. WUNDERLICH 1972 / 2007) und in EVANS' Palästen Totenstätten gesehen.

Warum verschwand die minoische Kultur? Diese Kultur mit ihren wohlgebautenTänzerinnen auf den Wandgemälden, aus denen man ein angenehmes, sorgloses, friedensvolles Leben auf Kreta abgeleitet har. War das möglich für die meisten Bewohner? Wurde die minoische Kultur, Europas früheste Hochkultur, vernichtet durch den noch heute in einer großen Caldera sichtbaren überregional sich auswirkenden Vulkanausbruch auf dem immer wieder erdbebenbedrohten **Santorin**?, In dem relativ engen Mittelmeer hat der Ausbruch vermutlich einen verheerenden Tsunami ausgelöst. Nach nicht sehr beachteten Funden vorher wurden hier 1967 nach Grabungsbeginn durch den bald 1967 dabei durch den Sturz von einer Mauer tödlich verunglückten griechischen Archäologen SPYRIDON MARINATOS (R. VOLLKOMMER 2003, Wikipedia 2014) großartige Ausgrabungen zustandegracht, in dem Ort **Akrotiri**. Unter den Ascheschichten fand sich eine gut konservierte Siedlung, die in ihrem Erhaltungszustand sogar mit Pompeji verglichen werden kann. Es gibt alte Gebäudereste mit zerstörten Treppen ohne Funde von Menschenresten.



Abbildung 54: EVANS. Knossos.

Wegen Erdbeben wurde Santorinvielleicht schon vor der verheerenden Vulkankatastrophe von seinen Bewohnern verlassen. Auf Grund von vulkanischem Material auf Kreta hatte MARINATOS die auch umstrittene Theorie vom Ende der minoischen Kultur durch den Tsunami auch auf Kreta entwickelt, weil die Flutwelle auch weite Teile Kretas überzog und in den Ebenen alles zerstört habe. Wobei der Untergang der Minoer auf Kreta sich noch etwa 200 Jahre hinzog, aber eine angeschlagene Gesellschaft kann auch langsam untergehen.

1907 wurde mit den deutschen Ausgrabungen unter HUGO WINCKLER bei dem in **Zentralanatolien** gelegenen Ort Bogazkale (Boghazköy) deutlich, daß die dortigen Ruinenreste die Hauptstadt des bisher nur unbestimmt aus Bibel- und Hieroglyphen-Zitaten genannten **Hethiter-Reiches** sind. Nicht in einem Stromtal, auf etwa 1200 m Höhe liegt in schöner, im Juni grünen und von Vogelgsang umrauschten Mittelgebirgsumgebung die Hethiter-Hauptstadt **Hattusa**/Hattusche.

Besonders auch JOHN B. EU. GARSTANG (O. R. GURNEY et al. 2004) erschloß weitere Hethiter-Stätten, beschrieb das Reich und seine Geographie. Der vor allem durch Sumerer-Forschung bekannte (CHARLES) LEONARD WOOLLEY untersuchte mit LAWRENCE ("of Arabia") die in Nord-Syrien gelegene Neu-Hethiter-Stadt Carchemish.

Bei HOMER werden als Verbündete der Trojaner **Thraker** (G. VON BÜLOW 1981, Wikipedia, YouTube, so 2019) unter einem König RHESOS erwähnt, Reiter



Abbildung 55: Annäherung an Santorin.



Abbildung 56: Hattuscha. 2007.



Abbildung 57: Hattuscha, Stadtmauer. 2007.



Abbildung 58: Hattuscha, Skulptur. 2007.

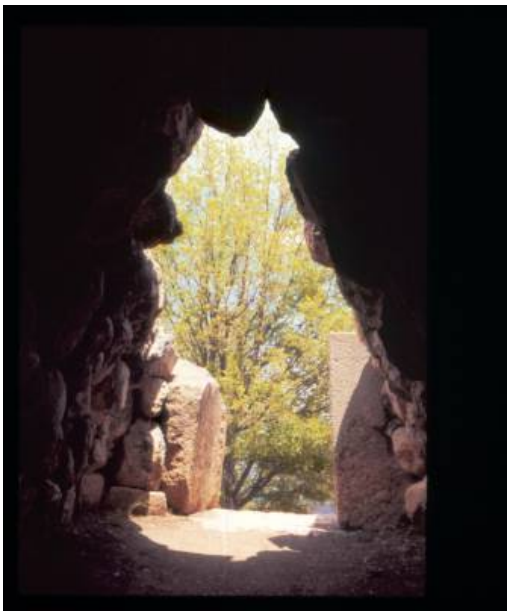

Abbildung 59: Hattuscha, Gewölbe in Mauer. 2007.



Abbildung 60: Auch Hattuscha.



Abbildung 61: Yazilikaya bei Bogazköy. 2007.

mit von Gold- und Silbergeschirr geschmückten Pferden. Die Thraker sind in den Jahrhunderten bis tief in die Römische Zeit besonders im heutigen Rumänien und Bulgarien durch wenigstens 1.500 teilweise beachtlich hohe Siedlungshügel bekannt geworden. Erst in neuerer Zeit wurden etliche ausgegraben, bargen reiche, fein ausgearbeitete Goldarbeiten und Wandgemälde. Es erstand die **Thrakologie**. Am 19. April 1944 (YouTube 2019) wurde das Hügelgrab bei Kasanlik im Rosental bekannt. Eigenständige Kontakte zum Perserreich gab es früh. Daß der Sänger Orpheus ein Thraker war, war bekannt, Aber die altgriechische Mytheologie erhielt von den Thrakern auch andere Göttergetalten, Apollo, Artemis, Dionysos. Führend wurde das Odrysenvolk, im Peloponnesischen Krieg im 5. Jh. v. Chr. an der Seite von Athen. Sie wurden später einbezogen in Mazedonien. Und Thraker waren die unter TRAJAN teilweise besiegten Dacer,

Von Assyrien war in der in der Mitte des 19. Jh. etliches an Statuen und Reliefs, was Aufsehen erregte, nach Paris und London verbracht worden. **'Babylon**', das Neu-Babylonische, wurde wirklich bekannt erst durch den deutschen Architekten und Archäologen ROBERT KOLDEWEY (D. BENNETT 1995, L. HÖLLERER 2008), einen rauhen, groben Mann, der sich durch Untersuchungen auf Lesbos und in Baalbek bekannt gemacht hatte.

1924 teilte Sir JOHN HUBERT MARSHALL (M. WHEELER 2004) aus dem archäologisch bisher vernachlässigten Indien die Entdeckung der **Indus-Tal-Zivilisation** aus dem 3. Jahrtausend v. Chr. mit, mit der Stadt **Mohenjo-daro** und dann auch

**Harappa**. MARSHALL grub aber wie einst SCHLIEMANN rasch und grob, um einen Gesamtüberblick zu erhalten. Wer waren die Träger der nach Nachläufern im 17. Jahrhundert v. Chr. verschwundenen Kultur? War die Kultur **drawidisch** (H. KULKE 1998, S. 47), das heißt geschaffen von jenen dunkelhäutigen Menschen wie im heutigen Südindien, übrigens sehr angenehme Inder? Der Lebensstandard Mohenjo-daro wird als bemerkenswert hoch geschildert, mit einem Baderaum und einer Toilette in fast jedem Haus (E. BOYE 1957). Vor der Einwanderung der Aryas war die Industal-Kultur nicht mehr existent. Erhaltene Baudenkmäler dessen, was man als 'Indien' sehen kann, erscheinen erst im 7. Jh. n. Chr., in Mahabalipuram/Mamallipuram.

Als Daten verfügbar wurden, vesuchten MONTELIUS und etwa FLINDERS PETRIE ab 1889, die **Funde im Norden Europa den Daten im Orient anzuschließen**.

Reiche stiegen auf und fallen, kommen und vergehen, verändern sich. Verändert hat sich auch **China**, dessen bestimmendes Volk, die Han-Chinesen, sich vom Hoangho, dem Gelben Fluß, nach Süden ausbreiteten und schließlich südostasiatische Völker einbezogen.. Aber China **blieb** über die Jahrhunderte trotz des Einfalls der Mongolen oder der Mandschu China ab 1644 das Land der Chinesen, immer wieder einmal verändert, heute auf dem Wege zur Hochtechnologie. Welches andere Reich hat das geschafft? Ägypten vielleicht etwas, aber lange Zeit nicht unter ägyptischen Regenten.

## Schaffung fruchtbarer Ländereien - oft Frage des Wassers

Kultur, wie Jericho zeigt, gab es zuerst in eher **Hügel- und Bergland.** Am Rande der syrischen Wüste, auf den Hochebenen Anatoliens, im Iran, "in Höhenlagen zwischen 600 und 900 Metern", wo Schafe, Ziegen, gar Rinder und Schweine und die Wildgräser vorkamen (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 64). Hier entstand das, was man als Zivilisation bezeichnet, kam es zur Landwirtschaft, zu stadtähnlichen Siedlungen, wie im Süden des anatolischen Hochplateaus Und Entstehung im Hügel- und Bergland gilt für die "mediterranen Bevölkerungen" (S. 23) überhaupt.

Bemerkenswerte frühe **größere Kulturen** kamen dann in den **großen Stromtälern** des Euphrat und des Tigris sowie des Nil, am Indus und am Hoangho zustande. Manchmal wurde der Kulturbeginn fast nur in den Stromtälern gesehen, wenn auch die Landwirtschaft nicht ihren Anfang dort nahm. Die Nutzbarmachung der **Strom- und Flußtäler** (F. BRAUDEL et al. 1990) war überall auf der Erde mühsam, zog sich über Jahrhunderte hin. Es hieß das Wasser zu bekämpfen und dann für die Ernten Wasser gelenkt zuzuführen. Die Bewässerung brachte aber

auch recht **sichere Ernten** (R. GRADMANN 1934, S. 16), jedenfalls dort,. wo es kaum völliges Ausbleiben der saisonbedingt höheren Wasserstände der aus fernen schneesicheren Gebirgen kommenden Ströme gab. Unsicherer war es etwa in Süd-Arabien, wo ein Hochdamm lange maßgebend war.

Die **Beherrschung des Wassers**, also der Bau von Dämmen, Rückhaltebecken, Kanälen war die Exstenzfrage in Kulturen, die also ganz anders funktionieren mußten als in Regionen mit Regenfeldbau, wo aber auch beim Ausbleiben der Niederschläge verhängnisvolle Folgen auftreten mußten und wo für Schifffahrt, Handel, Trinkwasserversorung, Bergbau, Hochwasserschutz die Wasserbeherrschung dann auch aufkommen mußte. Die Wasserbeherrschung, die **Wasserregulierung** gehört zu den wesentlichen Teilen der **Enwicklung der Technik**. Nur mit der Wasserbeherrschung konnte so etwas wie Angkor Wat mit seinen Hunderttrausnden Einwohnern in Kambodscha zustandekommen.

In **Ägypten** war die Wüste zur Zeit des Eisrückzuges im nördlichen Mitteuropa wohl noch eher savannenartig und es gab jagdbare Tiere wie noch später im Sudan. Das Delta zur Zeit des Neolithikum muß als zum größten Teil unbewohnbares Sumpfland angesehen werden. Die Austrocknung der Regionen außerhalb des Niltales führte zur Niederlassung im Niltal und dessen landwirtschaftlicher Kultivierung (S. PASSARGE 1941).

**Die regulierende Erschließung der Stromtäler** durch Bewässerung und Entwässerung **verlangte von vornherein eine zahlenmäßig große Bevölkerung und dort gab es bedeutsame gesellschaftliche Entwicklungen**, nämlich die Herausbildung disziplinierter Gesellschaften (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 22) mit Entstehung auch unter Zwang ordnender und dann sich selbst bereichender Despotien. Der Soziologe und Sinologe KARL AUGUST WITTFOGEL 1963) nannte die in den Stromtälern entstehende, unter dem die Wasserverteilung regulierendem Zwang stehende Gesellschaft die **'hydraulische Gesellschaft'** und schrieb von der 'orientalischen Despotie', mit seinen Studien ab 1922, 1923. Aber nicht immer führten große Wasserbauunternehmen schon zu einer solchen Dspotie, und er verweis auf die spätere Regulierung der Po-Ebene. Aber die 'Despotie' folgte, wo große Massermassen zu bewältigen waren und oft große Überschwemmungen zu meistern waren. WITTFOGEL bezog sich besonders auf **China**. Kenntnisse in der jährlichen Veränderung in der Sternenwelt, Kalender dienten der jährlich sich wiederholenden Voraussage der Flut. WITTFOGEL leitet aus diesen Notwendigkeit sich ergebende Folgen ab, der entsehende 'Managerstaat', die Zentralisierung der Religion, Diese 'orientalische Dspotie' sieht er als eine erste, in der marxistischen Epochengliederung der Sklaverei und dem Feudalismus vorangehende Gesellschaftsordnung und sah Ähnliches in der stalinistischen Sowjetunion, die den einzelnen völlig einordnete. Bei den Kommunisten der damaligen Prägung machte

er sich höchst unbeliebt. In den USA totaler Antikommunist, hat er sogar vo dem McCarthy-Ausschuß denunziert (Wikipedia 2018), einer der merkwüdigsten auch im Westen kritisierter Historiker, der also mit den alten Kulturen begann. Diese 'alt-orientalische Produktionsweise' wurde auch von Marxisten manchmal nicht recht anerkannt (s. H. KREIßIG 1981, S, 69 ff.).

Auch andere haben sich Gedanken über die **Zustände in den Stromtalkulturen** gemacht, ohne Gegenwartsbezug und politisch zweifelhaftes Geplänkel. Unter anderen der Geograph OTTO MAULL hat die Folgen der an die Ströme gebundenen Bodenkultur einmal zu rekonstruieren versucht (1925, 1932). Die wechselnde Wassermenge der großem Ströme, gebunden an ferne Regenzeiten mit nicht jährtlich unbedingt gleichen Niederschlagsmengen oder Schneeschmelze, in Indien etwa unmittelbar gebunden auch an den jährlichen Monsun, "zwang" "den Ablauf des Lebens während während des Jahres in eine strenge kulturfordernde Regel ... Ordnendes, aber auch sammelndes Prinzip prägte sich diesen Kulturen damit auf" (1932, S. 98). Und "diese Kulturarbeit an den Strömen konnten nur von Menschenmassen, die durch einen einheitlichen Willen geleitet werden und sich auf dem ergiebigen Wirtschaftsareal immer mehr zu verdichten vermochten, geleistet werden. Das schuf die größeren, eigentlichen Staaten mit monarchisch-despotischer Spitze und führte zur Klassenschichtung. Damit entstand aber auch der Gegensatz von Dorf und Stadt." Oder 1925 (S. 243): "Diese Kulturmethode bedrohte die Freiheit des einzelnen, reihte ihn als notwendiges Glied in die Gesamtheit ein, erweckte den Sinn für Unterordnung und Staatsgemeinschaft und bildete die Grundlage für die Zusammenfassung der Siedler und die im Herrscher gipfelnde Zentralgewalt. So entstanden abhängig von der allein möglichen Bodenkultur despotische Staatsformen". Die Klassenschichtung von Regulierern und den Beherrschten bis zu einer Art Sklaven aus dem eigenen Volk, wenigstens bodengebundenen Landbebauern, das mochte in der inneren Haltung der Menschen vielleicht weiterwirken bis heute, jedenfalls bis in jüngere Vergangenheit. Das Flachland ist nicht, wie man 'a priori' denken könnte, leichter zu kultivieren als höhere Regionen (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 64). In der Bewässerungskultur waren andererseits Zivilisation, Kultur und Wissenschaft verbunden, kam es zu den weiterführenden Fortschrittenn, die dem Folgenden vorangingen, ja zu unserem 'Heute' führten. Was soll man nun verurteilen oder beurteilen, die Despotie verwerfen oder die zivilisatorischen Fortschritte schätzen? Die Fortschritte auch für alle einzelnen, wo kam es und in welchem Maße? Es war die Bewässerungskultur selbst, welche zu Kenntnissen, zu Wissen zwang (R. GRADMANN 1934, S. 17), Anfänge von Wissenschaft schuf. Feldmessen war ebenso erforderlich wie aus den Veränderungen der Sterne oder Sternbilder am Himmel Kenntnisse über den vorherzusehenden Jahresablauf, über die Zeit der Wasserhochstände, der Zeiten für Schließen und Öffnen der Kanäle zu haben. Nur wenige und nicht etwa "die Babylonier" haben in dem oft so klaren orientalischem

Himmel die bewundernswerten Sternbeobachtungen getätigt, die auch die antiken Griechen anregten. Auch große Bauten wurden von der zur Verfügung stehenden Arbeit her möglich: "Gewaltige Kunstbauten zeugen von der weiteren Verwendung der Massen. Neben den machtorganisatorischen Zwang trat der aus dem gleichen Milieu geborene geistige. Die vielfach in Sklavenfron schwer arbeitenden Massen fanden Trost in den Jenseitsreligionen, die damals entstanden." Dieser "Geist des Kollektivismus ... zerschellte", wie MAULL (S. 99) es sah, "an den Gestaden des Mittelmeeres", die damit zu einem höheren Kulturtyp fanden. "Mit der Befreiung vom Berieselungszwang ward der mediterrane Mensch zum Menschen im höheren Sinne, in dem der Individualismus den älteren Zeitgeist besiegte" (S. 97 / 98). So kam es zur griechischen Demokratie, zum griechischen, zumindestens idealen Menschenbild.

Wie frei, möchte man fragen, waren wohl eher die Bewohner Helvetiens, der späteren Schweiz, weil sie vielleicht eigenständig ihre Äcker bebauten und ihr Vieh hüteten? Allerdings in den Stammesgebieten der Kelten mit ihrem Helden- und Todeskult war der einzelne keineswegs in einem auch für uns geltenden 'Glück' (S. JAMES 1998).

Der Geograph SIEGFRIED PASSARGE, weniger bekümmert über Zwang, meinte (1941, S. 185); daß der Aufstieg **Altägyptens** bedingt wurde durch den aus dem Klimawandel bedingten Zwang zur Erfindung der **Oasenkultur**. Das im Niltal zu kultivierende **Ägypten** wurde um 4000 v. Chr. zu einem einheitlichen Reich vereinigt mit nur zeitweilig, wenn auch Jahrhunderte dauernder Fremdherrschaft und wohl wenig bleibender Einwanderung. Und so entstand wie im Euphrat-Tigris-Tal "eine bestimmte Kultuschichtung ... " und "wenn z. B. eine Herrenschicht Unterworfenen Zwangsarbeiten auserlegt sind die Bedingungen für einen Aufstieg besonders günstig." Und so kam es zu Kulturentwicklung, mit Schrift, Astronomie, "fester staatlicher Organisation". Wehe dem einzelnen!

Viel später als die Erschließung der Täler von Nil oder Euphrat kam oft die anderer Ebenen, so des Guadalquivier südlich des späteren Seville oder des Po, begonnen oft in der Römerzeit. **In den Strom- und Flußtälern** wurden **Landschafts-Veränderungen** vollzogen, die **bleibend** waren, und die solche Regionen überhaupt erst menschlicher Siedlung erschlossen.

Versalzung, auch Vernachlässigung der Bewässerungsanlagen, konnte Errungenes wieder zunichte machen und die Erschließung mußte, wenn möglich, wiederholt werden. Der **Nil** etwa überschwemmte vor der Landerschließung das Tal und das Delta regellos und immer einmal anders. Die Flut mußte im Interesse des Feldbaus also möglichst gelenkt, ja gebremst werden. Die Felder sollten alle den fruchtbaren Nilschlamm erhalten. Durch die Ablagerung von anderswo abgetragenem Material



Abbildung 62: Flußoase Draa Süd-Marokko.

und im Unterschied zu den höhergelegenen Gebieten, wo Boden-Abtrag, wo Boden-Erosion bestand, blieb in den großen Stromtälern infolge der Anschwemmung des anderswo abgetragenen Materials die **Fruchtbarkeit** nicht nur **erhalten**, sie nahm zu. Das Nildelta erweiterte sich Richtug Mittelmeer. Die Schilflandschaft längs der Ströme, auch des Nils, verschwand.

In den großen Stromtälern, namentlich am **Nil, Euphrat und Tigris, Indus und Hoang-Ho** entstanden die **Stromtalkulturen**, mit stadtähnlicher Siedlungen, und wegen der stadtähnlichen Siedlungen wird die Bezeichnung "**urbane Revolution**" verwendet. Die Schaffung der **Irrigations -**, der Bewässerungs-**Systeme** war eine ersten großen ingeneurtechnischen Leistung. Die Erhaltung der Bewässerungskanäle und die Landvermessungen der mit neuem Schlamm bedeckten Feldfluren nach dem Ende der Flut setzten eine wirkungsvolle Gemeinschaft, ein Zusammenwirken der Menschen wenigstens der einzelnen Siedlungen voraus, und erzwangen fast eine einheitliche Leitung. **Despotie** wurde möglich.

Die gerade in Ägypten wegen der jährlichen Nil-Überschwemmung immer erneut nötige **Landvermessung** erforderte Geometrie. Die Höhe der Nilflut wurde auch an Pegeln verfolgt.

## Das wechselvolle politische Bild von vor-antiken Reichen: In den Stromtalkulturen

## Die Sicht auf verschiedene Zivilisationen

In der vor-antiken Zeit waren große Teile der bewohnbaren Erdoberfläche bewohnt. Es entstanden jene in vielem unterschiedlichen Kulturen, welche als unterschiedli-



Abbildung 63: Nilstandsmesser, Assuan.

che Zivilisationen bezeichnet werden. Der Kontakt zwischen Menschen verschiedener Erdregionen hatte Grenzen. Eine unabhängige Entwicklung in den verschiedenen Regionen war fast unvermeidlich. Die Reiche Chinas hatten kaum oder keine Kontakte zum Orient. Auch Indien lag durch Hochgebirge und Wüsten begrenzt abseits. Die Menschen unterschieden sich in der Religion, in Baustilen, im Alltagsleben, in Kleidung und Mode, in den verfügbaren Kulturpflanzen und Haustieren. Wohl schon vorher eingesetzt hatte ein unterscheidendes körperliches Aussehen. Auch wenn manche den Terminus 'Rasse' vermeiden möchten, so bleibt doch die Tatsache, daß die übergroße Mehrheit der Menschen bis heute anders aussieht als erwa die Menschen in Norwegen und anders die in China, wie immer das genetische begründet ist. In **China** hat sich eine völlig eigenständige Sprache und eine eigenständige Schrift herausgebildet. Im Chinesischen (FRANCOISE HAUSER im Spiegel 30. 07. 2008) gibt es etwa 50.000 Zeichen, etwa 10.000 sind aktiv im Gebrauch, mit 3000 Zeichen kann man Bücher und Zeitschriften lesen, Zeitungen mit weniger Zeichen. Jedes Zeichen ist einzigartig, wie ein Bild und muß einzeln erlernt werden. Das Kind muß zunächst also sehr viel in sein Gedächtnis aufnehmen. Schrift und Aussprache (Internet) haben sich mit der Zeit stark verändert, die moderne Form gibt es seit etwa 100 Jahren. Die Worte kann man meistens nur in einem Zusammenhang, in einem Satz in ihrem Sinn verstehen. In **tonalen** Sprachen, in denen also auch die Tonhöhe die Wortbedeutung bestimmt, wie gerade auch im Chinesischen, war die Entwicklung der Schrift mit ihren auch die Tonhöhe zu berücksichtigenden Buchstaben oder den Zusätzen zu den Buchstaben komplizierter als in jenen, deren Worte rein phonetisch sind, so sehr sich der Ungeübte etwa bei französischen Worten in der Betonung der Silben und Weglassung der Endungen blamieren kann. Worte nur im Zusammenhang verstehen ist dem Deutschen nicht fremd, man kann als Dichter 'dichten' oder als Klempner einen

Wasserhahn 'abdichten' und anderes tun. Die Lokomotive 'zieht' einen Eisenbahnzug und vom offenen Fenster kann es gesundheitlich gefährlich ziehen, oder man 'zieht um'.

Die unterschiedlichen Kulturen beleben die Vielfalt der Welt. Diese Unterschiede völlig einzuebnen, ruft auch berechtigtes Bedauern aus und gelingt gar nicht so ohne weiteres. FERDINAND BRAUDEL (zit bei N. FERGUSON 2013, S. 32) wird zitiert mit: "Die Geschichte einer Zivilisation ist die längste Geschichte von allen ... Eine Zivilisation ... kann eine Reihe von Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen überdauern." Manche Zivilisationen sind verschwunden, vor allem einige des Altertums und jene in Amerika. Die chinesische, japanische, indische, islamische und die abendländische Zivilisation haben Jahrtausende überdauert (N. FERGUSON 2013, S. 32 in Anlehnung an MATTHEW MELKO). Ein Land wie Japan wehrt sich erfreulicherweise gegen Nivellierung trotz großer Nutzung aller technischen Errungenschaften. Wie viele und vor allem welche 'Zivilisationen' zu unterscheiden sind, wurde viel diskutiert, war umstritten. Die Auslöschung der Unterschiede ist Ziel mancher im 21. Jh.

## Mesopotamien - von den Sumerern an

In dem durch die wohl älteste Zivilisation ausgezeichnetetn **Mesopotamien** existierten oft zahlreiche kleinere Staaten, um Städte herum, und nur zu etlichen Zeiten erfolgte eine Vereinigung des Gebietes, zwangsweise. Das politische und auch kulturelle Bild Mesopotamiens änderte sich immer einmal wieder, war wechsellvoller als das des Niltales. Von den bergigen Grenzländern kamen manche Eroberer in die Ebene von Euphrat und Tigris.

## Die Sumerer

Die Inhaber einer wohl ältesten Zivilisation im oft üblich gemeinten Sinne waren die **Sumerer**. Die Existenz eines eigenen sumerischen Volkes, das in alten Texten und auch im Alten Testament nicht erwähnt ist und dessen selbständige Existenz im Jahre 2017 (G. HEINSOHN) sogar wieder in Zweifel geriet, wurde aus sprachlichen Denkmälern, aus keiner anderen Sprache zuzuordnenden Schriftzeichen, von dem aus Hamburg stammenden und in Frankreich wirkenden jüdische Altorientalisten JULES OPPERT abgeleitet. OPPERT nahm 1851 an einer französischen Mesopotamien-Expedition unter FULGENCE FRESNEL teil, und gebrauchte 1869/1875 den Begriff 'Sumerer', der aber erst etwa 20 Jahre später anerkannt wurde (Wikipedia 2015, 2017 u. a.). Woher kamen die Sumerer? Von den nahen Gebirgsgegenden

östlich von Mesopotamien? Oder waren an den frühen Städten beteiligt Leute, die als Jäger oder Fischer wohl in dem mesopotamischen Tiefland lebten (F. HOLE 1966)? Waren sie gemeinsam in der Sprache oder auch in anderen Dingen? Die älteste Siedlung hier, Eridu, wurde auf etwa 5300 v. Chr. datiert (S. 607). Die Sumerer lebten seit etwa 3300 v. Chr. in Stadtstaaten, Städten wie Erech/Uruk, Nippur, Ur, Lagasch. **Uruk** war wohl die größte Stadt unter den ältesten Dynastien und der Wall umschloß eine Fläche von über 7mal so viel wie die von Ur, 445 zu 60 Hektar (F. HOLE 1966, S. 607). Abgesehen von piktographischen Zeichen erscheinen Texte nicht vor 2500 v . Chr., also nach dem Entstehen der städtischen Siedlungen (S. 607). Die Sumerer sind wohl jene, die der Schrift der Assyrer und Babylonier den Weg ebneten. Klarere Spuren der Sumerer ergrub der sich auch als Archäologe betätigende französische Konsularagent ERNEST DE SARZEC, der (Wikipedia 2017) sogar als Entdecker der Sumerer bezeichnet wird, und der die dann in den Louvre verbrachte, aus hartem Diorit gemeißelte und wohlgeglättete Statue des Gaufürsten oder Priesterkönigs GUDEA in Lagasch ausgrub (C. W. CERAM 1980, S. 232). Im unteren Teil seines Gewandes befinden sich beweisende Inschriften. Den Platz der Stadt **Ur**, eine der Städte der **sumerischen Stadtstaaten**, war zwar schon bekannt, aber eine Ausgrabungsserie unter WOOLLEY (1930) 1922 - 1934 hat ungeahnte großartige Dinge dieser frühen Kultur, etwa 4000 v. Chr., erbracht. Was sich unter den Bedingungen der gemeinsamen Urbarmaschung und Bewässerungskultur die Herren von **Ur** leisten konnten zeigt ein von WOOLLEY (1930) erschlossenes **Königsgrab** von Ur von etwa 2700 v. Chr., bei dem neben dem Herrscher sich nahebei 3 Personen und in einem "offenen Todesschacht" 62 weitere befanden. Im nahen **Grab der 'Königin'** gab es weitere etw 52 weitere Personen. Die Knochenreste der mit den Herrschen Beigesetzten zeigten keine Gewaltwirkung. Hatten sich das in die Gräber gefolgte Begleitpersonal 'freiwillig' zum Mitgehen entschlossen und, wie WOOLLEY diskutiert, vor dem Opfergang betäubt, mit Haschisch oder Opium? Von dem großartigen Kunsthandwerk zeugte der Schmuck, vor allem Goldschmuck, der Königin. Anderswo fand sich ein ehemals auf einer verschwundenen Holzunterlage angebrachtes "Mosaik in Lapislazuli und Muschel", bekannt geworden als "die **Standarte" von Ur**, da das Mosaik auf dem Holz an einer Stange getragen worden war, Zu sehen sind außer den Herrschern Kriegsszenen, unter anderem Wagentruppen mit von je 2 Eseln gezogenen Wagen mit je einem Lenker und einem leichte Speere schleudernden Kämpfer. Vor den Wagen liegen Leichen, offenbar getötete Gegner. Von Landwirtschaft soll noch extra berichtet werden.

Goldhelme, Golddolche, Schmuck zeugen von frühen **Elite**bedürfnissen. Fast alle diese und späteren Städte wiesen ein besonders auffallendes hohes Gebäude auf, einen "**Stufenturm**", einen **Ziggurat**. Der spätere "Turm von Babel" war ebenso einer, der vielleicht wegen seiner Überdimensionierung nicht fertig wurde. Bei

diesen und späteren Großbauten anderer, vor allem bei der Chinesischen Mauer, ersteht immer wieder das Erstaunen über die Menschenmassen, welche dabei zur Verfügung gestanden haben müssen und deren Leben wohl oft mehr als erbärmlich war, völlig der Knochenarbeit ausgesetzt. Und pflanzten sie sich fort oder wurden immer neue Leute herbeigeholt, vielleicht noch nicht Sklaven wie in der Antike? WOOLLEY meinte auch Zeugnisse einer großen Flut zu erkennen, die allerdings auf das Euphrat-Tigris-Tal beschränkt gewesen wäre und somit als ein außergewöhnliches, regional begrenztes Hochwasser erklärt werden konnte, jedoch den betroffenen Bewohnern als allgemeine Erdüberflutung gelten konnte und so zur Sintflutsage führte.

## Das Reich von Akkad

**Stadtstaaten**, ein Zentrum mit Umland, war weit verbreitete gesellschaftliche Organisationsform, meist kleine Monarchien, ob bei den Sumerern, Phöniziern oder - später teilweise als Republiken bei den Griechen.

Mit der Einwanderung semitische Stämme begründete ihr offensichtlicher Anführer SARGON unter Einbeziehung der sumerischen Stadtstaaten um 2300 v. Chr. das **Reich von Akkad**, das trotz seiner Ausdehnung **nur** im Euphrat-Tigris-Gebiet als **erstes Großreich der Geschichte** bezeichnet wird, verschiedene Völkerschaften umfaßte und bis gegen 2150 v. Chr. bestand. Statt der Selbstbestimmung des einzelnen oder der kleinen Gemeinde also eine umfassende Einordnung, die vielleicht Frieden und Ordnung brachte und Untertänigkeit dazu. Nach der Legende soll SARGON wie in der Bibel MOSES auf einem Schilfbündel treibend aus dem Fluß geborgen worden sein, SARGON aufgefangen von einem Gärtner statt von Frauen wie MOSES. Es galt für SARGON also offensichtlich das Bild eines aus niederem Ursprung emporgekommenen Eroberers. Der Althistoriker EDUARD MEYER (K. CHRIST 1989, S. 305) sah in SARGONs angenommenen Titel "König der vier Weltteile" einen ersten in der Geschichte formulierten Anspruch auf eine **Universalmonarchie,** also eine hier neu auftretende Idee, die man dann, aber nicht kontinuierlich, bis TROTZKI und andere weiterverfolgen kann. "Weltmonarchie" als ein Ende der kulturell so lebensvollen Vielfalt? Wie die viel viel später allein herrschende katholische Religion? Großartig für Wissenschaft und Philosophie? Vielleicht unter der religiös weniger zwingenden Herrschaft der Römer?

## Babylonien und anderes in Mesopotamien und Ägypten

Im Zweistromland Mesopotamien und seinen Randgebieten lebten verschiedene, auch sich abwechselnde Völker, im Norden die Aramäer, im Süden die Chaldäer. Vereinigt war Mesopotamien nur in Zeiten, in denen vom Reich "**Babylonien**" und nicht nur der Stadt Babylon die Rede ist, zuerst unter HAMMURABI, um 1700/1800 v. Chr. Damit entstand hier so etwas wie eine geeinte **Nation**, die mehr als ein Stadtstaat war, "mit einem gemeinsamen schriftlich festgelegten Gesetzbuch, einem gemeinsamen Kalender, und einem dauerhaften Regierungssystem unter Hammurab" (V. G. CHILDE 1959, 158). HAMMURABI eroberte und zerstörte auch das selbständige Königreich, das die Hauptstadt **Mari** hatte, im heutigen Syrien am mitteleren Euphrat, ausgegraben seit 1933 unter ANDRE´ PARROT. Der königliche Palast besaß mehr als 250 Räume. Tausende, etwa 20.000, von Keilschrifttafeln geben Einblick in das Regieren und Leben. **Quatna**, in Syrien, fand sein Ende etwa 1600 v. Chr. wohl durch die **Hurriter**, die von Norden kamen.

Auch das Gebiet um Assur war oft geplündert worden. Aber die **Assyrer** (YouTube) bauten die kriegstechnisch damals beste Armee, eine Berufsarmee. Sie konnten von grausam Besiegten große Tribute einforderm. Um 900 v. Chr. hatten sie die **erste eisenbewaffnete Armee**. Reliefs führen die Kriegstechnik vor: Die Massen von Pferden, die erste Kavallerie der Welt. 2-rädrige statt 4-rädrige Streitwagen. Die Pfeilschützen mit ihtrn Bögen und Lanzen. Die große Moblität auf Straßen, Flüsse von Fußkriegern überquert auf Flößen aus Tierhäuten. Belagerungsmaschinen, die Belagerer geschützt unter großen bedachten beweglichen. zum Schutz vor Brandpfeilen mit Leder überzogenen Rammböcken. Und die Reliefs zeigen auch die Graumsamkeit beim Umgang mit den Besiegten, die zahlreichen Pfählungen etwa. Der Assyrerherrscher SANHERIB nahm 689 v. Chr. Babylon ein und demolierte es stark und unter seinen Nachfolgern wurde er wieder mehr geschont.

Es folgte nach 607 v. Chr., nach der Zerstörung der Assyrer-Hauptstadt Ninive durch Verbündete Gegner das **Neu-babylonisches Reich**, unter Herrschern der von südlich am Persischen Golf hergekommenen **Chaldäer**, wobei die Bezeichnung 'Chaldäer' auch für 'Babylonier' verwendet wird. Namentlich unter dem 604 – 562 v. Chr. regierendem NEBUCHADNEZZAR II. wurde das Neubabylonische Reich berühmt. Das waren hohe Zeiten der Kultur bis hin zur Wissenschaft, aber auch Zeiten, die in der Rückschau wegen der Bemerkungen im Alten Testament der Bibel noch als die "Hure Babylon" fortleben. Die astronomischen Aufzeichnungen, wohl auf dem neu errichteten Ziggurat aus Beobachtungen gewonnen, wurden über alle politischen Wechselfälle fortgesetzt. Das Neubabylonischen Reiches mußte wohl angrenzende Reiche fürchten, und deshalb wohl wurden die Juden, jedenfalls

einen Teil von ihnen, in die "Babylonische Gefangenschaft" geführt. Für die im Namen der Berliner Museen durch die 1898 gegründete Deutsche Orientgesellschaft durchgeführten Ausgrabungen des südlich Bagdad gelegenen Babylon übernimmt KOLDEWEY 1898 die Leitung. Schon durch Suchgräben findet er die mehrfache Mauer, 1899 die Prozessionstraße, stößt 1900 auf den Tempel des Hauptgottes Marduk als Zentrum und findet 1912 die Fundamente des dem Marduk gewidmeten quaderförmigen großen Tempels, des vermutlichen "**Turms von Babel**". Erst in 20 m Tiefe stößt man auf den 'gewachsenen' Boden. 1930 eröffnet das Vorerasiatische Museum in Berlin mit Teilen der wieder zusammengesetzten Prozessionsstraße mit den glasierten Ziegeln mit den Löwen-Reliefs und dem Ischtartor - damit ist Babylon auch in Berlin.

Das unter KYROS II. erstarkte **Perser**-Reich (s. u.) besiegte das babylonische Heer, zog am 12. Oktober 539 v. Chr. kampflos in Babylon (E. KLENGEL-BRANDT 1982, S. 93) ein und verhielt sich gegenüber den babylonischen Überlieferungen großzügig, ließ auch die Juden wieder frei. XERXES beendete diese Großzüigkeit. Babylon blieb aber eine große Stadt und HERODOT besuchte sie gegen 460 v. Chr. (E. KLENGEL-BRANDT 1982, S. 97) und hinterließ eine Beschreibung. Der Babylon besetzende und von den Bewohnern gefeierte ALEXANDER DER GROSSE von Makedonien (s. u.) wollte dann Babylon zu seiner Reichshauptstadt machen, aber verstarb dort im Juni 323 v. Chr.

Einheitlicher war lange die Geschichte **Ägyptens**, wenn auch dieses Land mehrmals unter Fremdherrschaft stand, einmal unter den Reitervolk der **Hyksos** und später unter den Persern, dann den Mazedoniern und schließlich den Römern, endlich den Arabern. Aber Ägypten - das war das lange dauernde **Alte Reich der Pharaonen**. Archäologen (YouTube 2019) haben im 20. Jh. noch zahlreche weitere Pyramiden ausgegraben und konnten aus den Texten vieles entschlüsseln Das Pyramidenzeitalter des Alten Reiches endete revolutionär, mit Großbränden etwa der Vorrazskammwern der Pyramiden. Königinnen hatten zunehmend eigene Pyramiden erhalten. Der Pharao, zuletzt etwa der kaum balegte TETI I., PEPI I., PEPI II., TETI II., verlor an Macht. Immer mehr Leute wurden einbalsamiert und sollten so auch in den Genuß der Ewigkeit kommen. Aber es gab auch einen Klimawandel, was Savanne war wurde Wüste, wie Tierdarstellungen nahelegen. Es gab nicht mehr die Jagd der Vergangenheit.

Der Hyksos-Beherrrschung setzte der Pharao AHMOSE 1550 v. Chr. ein Ende und es kam als Erfolg des im Süden erhalten Gebliebenen das weiter ausgreifende **Neue Reich**, bis 1070 v. Chr., mit der 18 bis 20. Dynastie. In diese Zeit fallen die großen Namen der THUTMOSIS, RAMSES, Königin HATSCHEPSUT.

In den Stromtal-Städten lebte schließlich eine Bevölkerung mit Arbeitsteilung. mit

Anlage von Vorratshäusern, Obstkulturen, Dammbauten. All das zeugten von bleibendem Wohnsitz. Die vermehrte Nahrungerzeugung entließ mehr Menschen von der Landwirtschaftsarbeit. Auch längere Kriege wurden möglich. Gewaltsamer politischer Zusammenschluß war Mittel gegen Selbstzerstörung durch Zersplitterung (A. J. TOYNBEE 1988). Religion band die Gemeinschaften.

In den **Städten** gab es mehr als vorher Menschen, die nicht an der Nahrungsmittelproduktion beteiligt waren, sondern als Verwalter, Priester, Handwerker, Künstler, auch als parasitäre Elite lebten. Die **Stadtkultur ist seit dieser Zeit niemals mehr verschwunden**. Stadt und Land blieben vielfach als Gegensatz. Städte blieben Zentren, gingen von der spätrömischen Zeit auch in Europa vielerorts lückenlos in das Mittelalter über.

## Der Weg ins Meer, vom Osten zunächst ins Mittelmeer: Die Phönizier

Der nach Westen gewanderte Semitenstamm der Kanaaniter (Canaanites) wurde das von den Griechen **Phönizier** genannte Volk (PH. K. HIITI 1951, S. 70), ein das Mittelmeer erschließendes Volk, ein Volk vor allem auch des Handels, Die Phönizier wohnten zuerst in dem schmalen Küstenstreifen vor dem Libanongebirge an der östlichen Mittelmeerküste (H. G. NIEMEYER 1999), das auch die Heimat ihrer Mutterstädte blieb. **Tyrus** und **Sidon** waren es vor allem, wobei namentlich für die Erschließung des westlichen Mittelmeeres die unzugängliche Inselstadt Tyros wichtig war (R. PIETSCHMANN o. J., S. 221, 225). Die Phönizier gingen, wie etwa der französische Althistoriker und klassische Philologe VICTOR BE´RARD nachzuweisen suchte, in vielen den Griechen voran (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 79). Sie expandierten in den 3 Jahrhunderten, nachdem von Mykene nichts mehr zu hören ist und bevor die Kolonialexansion der Griechen der klassischen Zeit begann (S. 80).

Wenn es später von den Griechen hieß, sie würden in ihren Küstenkolonien rings um das Mittelmeer wohnen wie die Frösche um einen Teich, so gilt das für die Phönizier ebenso, oft sogar vor den Griechen. Die erfindungsreichen Phönizier errangen eine Schlüsselstellung im Mittelmeerhandel, wurden die fähigsten Seefahrer des Altertums, ja erschlossen den Weg zum Meer. Sie hatten die Nordrichtung des Polarsterns erkannt und fuhren auf ihren Schiffen auch nachts (PH. K. HITTI 1951, S. 98). Das Mittelmeer war zeitweilig phönizisches Binnenmeer. In der zweiten Hälfte des 8. Jh. gab auf dem wegen seiner Erze interessanten Sardinien und auf Korsika Koloniegründungen. Die phönizischen Kolonien wurden oft selbständige Stadtstaaten. Um 1000 v. Chr. oder eher erstand die phönizische Kolonie **Ga-**

**des**, das heutige Cadiz, westlich der Straße von Gibraltar, also westlich, jenseits der oft als Westgrenze des Mittelmeer-Schiffahrt geltenden "Säulen des Herkules", wie die Straße von Gibraltar hieß. Damit waren die Phönizier **am Atlantik**. Es war damit der **große Ozean für die Antike entdeckt**. Die Fahrt von der syrischen Küste bis nach Gades, also längs über das ganze Mittelmeer, dauerte in griechischer Zeit 80 Tage (R. PIETSCHMANN S. 235), also die Verbindung zwischen den Mutterstädten und den Kolonien konnte nicht ungelockert bleiben. Um 850 v. Chr. wurde das bald aufsteigende **Karthago** F- BRAUDEL et al. 1990) gegründet, das dann eigene Kolonien besaß. Karthago war jünger als Utica und Hippo. Die reichen Erzvorkommen im Rio Tinto-Gebiet im südwestlichen Spanien wurden spätestens ab 4./3. Jahrtausend v. Chr. ausgebeutet. Hier bestand um die Wende zum 1. Jt. v. Chr. das von den Griechen als "**Tartessos**" bezeichnete Reich oder eine Kolonie. Zinn wurde geholt schließlich von Cornwall. Wurden dafür Schiffe längs der Westküste des Atlantik genutzt, wurde damit eine Meerbeherrschung erreicht, die dann lange in diesem Umfang ausblieb. Aber Zinn konnte auch über Land durch Westeuropa nach Massalia (H. MICHELL 1957, S. 116), dem heutigen Marseille an Frankreichs Südküste gebracht werden. Dann war weniger See zu überqueren.

Haben Karthager **Afrika umrundet**, von Osten, also über das Rote Meer und dann nach Süden um das Kap der Guten Hoffnung und zurück durch die 'Säulen des Herkules", also über die Straße von Gibraltar zurück von Westen? Den Zweifeln entgegen steht die Bemerkung, daß sie die Sonne auch rechter Hand hatten. Das mußte so sein, im Süden Afrikas, wenn die Sonne am Äquator steht.

Die erfolgreiche Händler wurden auch gehaßt, von den Römern vor allem, die das 'große Karthago' nicht mochten, für die es ein Konkurrent war.

## Frühe Schifffahrt auch im Indischen Ozean durch arabische Boote und Schiffe von Oman aus

Jahrtausende v. Chr. gab es lange vor der Gründung des Islam arabische Schifffahrt (YouTube 2019) von Oman nach Hormus am Eingang zum Persischen Golf, zum Indus, nach Ostafrika. Etwa Kupfer aus dem Oman war ein wertvolles Handelsgut

## Immer neue Völker in die Hochkulturen - weitere Siedlungsgebiete und reiche außerhalb der Stromtäler

Immer wieder wurden die Reiche in Mesopotamien, aber auch an der östlichen Mittelmeerküste und im übrigen Inland von Völkern von der Grenze her geplündert, ja erobert und oft in neuen Grenzen neu begründet. Mit technischen Fortschritten dienten etwa die Hethiter, hoch in Kleinasien.

Die geschichtlichen Anfänge mediterraner Bevölkerungen liegen im **Hügel- und Bergland**, wo die Bewirtschaftung schwierig war, aber die Malaria nicht grassierte und Schutz vor Feinden bestand. "Daher die vielen im Gebirge versteckten Dörfer und kleinen Städte, deren Befestigungsanlagen unmittelbar aus dem abschüssigen Fels herauswachsen ... Gebirge ist für die Vergangenheit der Konservator schlechthin" (S. 23).

Im mitteleren und nördlichen Europa mit seiner Bauernkultur dringt Bronze um 1700 v. Chr. ein, auch hier nicht die Verwendung von Steinen rasch zu beenden. Die älteste Kultur der Bronzezeit in **Mitteldeutschland** ist die **Aunjetitzer-Kultur,** der Name nach einem Ort bei Prag (G. MILDENBERGER 1959, S. 56 ff.). Die wertvolle Bronze läßt sich auch wie ein Schatz aufbewahren, was die **Hortfunde** mit ihren teilweise großartigen Stücken zeigen. Daß auch im nördlichen Europa manches geschah wird deutlich aus allein in **Dänemark** etwa 40.000 **Grabhügeln** namentlich aus der Zeit zwischen 1500 und 1100 v. Chr. Die Materialien für die Bronze mußten von weither herbeigeführt werden, etwa aus den Ostalpen oder dem Karpatenbecken (YouTube 2007 u, a.). Beachtenswert ist das zwischen dem 16. oder 18. Lebensjahr gestorbene, 1921 auf eiem Acker in einem Baumsarg gefundene **Mädchen aus Egdvet** (Wikipedia 2019, wissen ntv u. a) , das wohl aus dem Schwarzwald nach Dänemark kam. Die Kleidung ist aus Schafwolle, und als Beigaben fanden sich ein bronzener Ohrring und verschiedene bronzene Armreife. Die Armreife an nackten braungebrannten schönen Frauenarmen der Vorzeit waren wohl angenehmer anzusehen als vermummte Religiöse der Neuzeit.

Andere Grabhügel wurden erst in der Völkerwanderungszeit aufgeschüttet.

### Ende der Bronzezeit-Reiche - Völker vom Meer ?

Um 1200 v. Chr. , genannt wird in einem Buchtitel von E. H. CLINE 1177 v. Chr., und sich mehrere Jahrzehnte hinziehend gab es ein Ende der mittelmeerischen Bronzekultur, wohl der minoischen und mykenischen und jenen in Syrien, so Ugarit an der Küste, in Anatolien und im oberen Mesopotamien. Gesprochen wird gar von "das stabile internationale System der späten Bronzezeit" (E. H. CLINE 2015, S. 201), mit einem trotz sicherlich auch Gegensätzen funktionierenden Zusammenwirken der verschiedenen Reiche, mit Import und Export, und wo wohl

wegen Dürre, Ugarit Getreide an die Hethiter schickte (S. 207). Es folgte etwa für **Griechenland** die bis in das 8. Jh. reichende, zu den **"Dark Ages"** gerechneten Perioden in der Geschichte, aus welchen Kenntnis über Geschehnisse selten sind oder nahezu fehlen. Ägypten unter vor allem RAMSES III. widerstand, aber nach offensichtlich heftigen Kämpfen. Da nach Reliefs etwa im Tempel von Medinet Habu Kampf mit Schiffen dargestellt war, wurde der Untergang auf 'Seevölker' zurückgeführt, unidentifizierte, vielleicht gar solche wie die Vorfahren der Wkinger (A. KILB 2014)? In Ägypten wurde nicht der zusmamenfassende Begriff 'Seevölker' verwnedet, sondern wurden einzelne Stämme genannt (E. H. CLINE 2015, S. 23). Zahlreiche detaillierte Forschungen (s. R. DREWS 1993, E. H. CLINE 2015) in den zerstörten, ja durch Brände gekennzeichneten Städten, so Troja wie Mykene, Ugarit wie die Hethiter-Hauptstadt Hattuscha, lieferten das Bild eines umfassenden Untergangs-Szenarios. Auf Kreta wurde eine Flucht der Bevölkerung in die Berge und nunmehr die Anlage befestigter Orte festgestellt. All das wurde eingereiht in die allgemeingeschichtlich-geschichtsphilosophisch betrachteten Untergänge von Staaten und Gesellschaften in der Weltgeschichte und gab der auf aufwendigen Detailforschung, den vielfach teueren Ausgrabungen ihren höheren Sinn. Das **Ende der Bronzezeit** im **östlichen Mittelmeer-Raum** wird von dem es umfassend darstellenden Historiker ROBERT DREWS in dessen Buch 'The end of the Bronze Age ...' von 1993 sogar als **einer der fürchterlichsten Wendepunkte in der Geschichte** bezeichnet, als "wahrscheinlich die schlimmste Katastrophe in der Geschichte des Altertums" (zit. in D. ABULAFIA 2013, S. 102), "the worst disaster in ancient history, even more calamitous than the collaps of the western Roman empire" (R. DREWS 1993, S. 3). ERIC H. CLINE schreibt von "Der erste Untergang der Zivilisation". Allerdings erscheine in der weiteren Geschichte dieser Untergang auch als schließlicher **Neubeginn** (R. DREWS 1993), und nach den 'dunklen Jahrhunderten' erschien **statt der Palastkultur** etwa von Mykene oder Troja die griechische **Poleis**. Die "people in Israel, Greece, and even Rome sought their origins" in der Zeit nach dem Untergang (S. 3).

**Verschiedene Ursachen** wurden für den Untergang in Erwägung gezogen, innergesellschaftliche Faktoren wie äußere. Erdbeben und Trockenheit hätten kaum überall ähnlich wirken können. Auf Santorin/Thera mag der Vulknausbruch gewirkt haben, aber für gegen weite Wirkung und auch einen Tsunami sprachen die überall vorhandenen Brandspuren. Eine große Einwanderung Fremder, einmal als 'dorische Wanderung' bezeichnet, eine Wanderung der Phrygier von Europa nach Kleinasien galt ebenso als nicht nachweisbar. Der im Hintergrund wirkende, entscheidende Faktor der für viele als Katastrophe zu sehenden Wandlung sollte die **immer mehr verbreitete** Herstellung von **Eisen** gewesen sein. Eisen war zuerst wohl den Hethitern bekannt, seine Herstellung blieb aber kein Geheimnis und Träger von Eisenwaffen konnten die Hethiterhauptsatdt Hattusa niederbrennen.

CHILD (zit. bei R. DREWS 1993, S. 85) und MARIO LIVERANI (S. 86) sahen einen durch Eisenwaffen möglich gewordenen Aufstand der Unterdrückten gegen die nunmehr weniger von ihren Wachen geschützten Königen, gegen die von Handel und anderem reich gewordenen Eliten. Ja CHILD (zit. R. DREWS 1993, S. 74) schrieb vom größten Klassenkampf in den 5000 Jahren zwischen der Urbanen Revolution und der Industriellen Revolution. ROBERT DREWS, Althistoriker an der Vanderbilt University, machte mit weiter Anerkennung mit Eisenwaffen ausgestattete Plünderergruppen, ja solche Armeen für den mit vielem Untergang verbundenen Herrschaftswandel verantwortlich. Gegen solche Gegner waren die bisherigen **Streitwagen-Heere unterlegen**. Und so ging eine trotz mancher Kriege mit den Streitwagen eine als relativ friedlich und stabil eingeschätzte lange Periode zu Ende.

## Einzelnes zu Landwirtschaft und Technik in den alten Kulturen

## Nicht-schriftliche Zeugnisse/Quellen/Dokumente zu Landwirtschaft und Technik

Es gibt **Direkt-Funde** von Werkzeugen, Zwischen- oder Fertigprodukten und von Endprodukten. So etwa Schiffsfunde. Es gibt auch **Modelle**, etwa von Schiffen als Grabbeigaben, im Zusammenhang mit der offensichtlichen Vorstellung von der Fahrt ins Totenreich. **Darstellungen** an Denkmälern und vor allem in Gräbern in Ägypten **Wandmalereien** von vielen Vorgängen im Alltag geben ein ausreichendes Bild von dem, was war. Daß der begüterte Tote mit möglichst viel vom Alttag des Lebenden umgeben sein sollte kommt der Aufklärung der Vergangenheit gewaltig entgegen. Hier wurde also Kunst geschaffen, die nicht der Öffentlichkeit zugänglich war, für die Öffentlichkeit nicht gedacht war. "Die große Kunst Ägyptens wanderte auch den Werkstätten des Bildhauers sofort unter die Erde in die Mastabas und Pyramiden, weil der namenlos bleibende Künstler für die Toten und für die Götter schuf und nicht die Absicht kannte, sich und sein Werk der Öffentlichkeit preiszugeben" (TH. LESSING 1930, S. 260). Fast frivol holen die Forscher der Neuzeit nicht für den Anblick damals Lebender gedachte Schätze wie die des TUTENCHAMON aus dem Dunkel der Grabkammern. Es gab keine Ausstellungen, um die Wunderwerke erst einmal oben zu bestaunen. Und wie stand es mit den Tempeln, mit alle den Statuen von RAMSES II., den Reliefs an den Tempeln, wer sah sie? Nur die eingeweihten Priester? Es ist nicht wie bei den Altargemälden von christlichen Kirchen.



Abbildung 64: Schaduf, Schöpfen am Nil.



Abbildung 65: Schaduf Luxor.

## Landwirtschaft in den Stromtal-Kulturen und anderswo

## Technik der Bewässerung

**Bewässerungsmaschinen,** Apparate zum Heben von Wasser, im einstigen **Ägypten** sind **denen von heute wohl ähnlich.** Sie transportieren das Wasser um einige Meter aufwärts, sodaß es in die Bewässerungskanäle fließt, aus denen es ebenfalls mit Maschinen auf weitere Niveaus gehoben werden kann. Der **Schaduf**, ein hölzerner zweiarmiger Hebel, trägt an dem einen Arm ein Schöpfgefäß, am anderen Arm als Gegengewicht, einen Ton -oder Lehmklumpen.

Bei der **Sakyah** wird durch ein größeres Tier ein waagerechtes Göpelwerk bewegt,



Abbildung 66: Sakiah Luxor.

das über Zahnräder ein Schöpfrad dreht. Mit dem Tierantrieb war die Sakyah dem Schaduf weit überlegen und das Wasser floß viel gleichmäßiger.

## Staudämme zur Sicherung der Bewässerung: Königreich Saba

Wo Wasser nicht ganzjährig verfügbar war, wurde Wasser an einigen Orten auch durch **Staudämme** gespeichert. Die Pflanzkultur im **Königreich Saba** im Südwesten der Halbinsel **Arabien**, Höhepunkt um 700 v. Chr., war zumindestens stark abhängig von dem Staudamm nahe der Hauptstadt **Ma'rib**, etwa 150 km östlich der heutigen Hauptstadt des Jemen, Sana. Die Scheitelhöhe der ein Wadi sperrenden Mauer wird angegeben mit 15 m, die Länge mit 1500 m (bei H. L. KASTER 1986, S. 164, 167), mit den Wasserausfluß kontrollierenden Toren. Etwa 1.600 Hektar wurden bewässert. Zweimal ausgebessert, brach er im 6 Jh. n. Chr. endgültig, mit einer im Koran erwähnten Flut.

## Milchwirtschaft im alten Ur, bei den Sumerern

Auf einem Mosaikfries im von der Sumererstadt Ur 6 km entfernten Al-Ubaid gibt es vielleicht mit einer Tempelwirtschaft verbundene, **Milchwirtschaft** zeigende **Szenen**: ein Zug von Kühen, auf niedrigen Stühlen sitzende und Kühe melkende Männer, zwei glattrasierte Männer seihen Milch in ein auf dem Boden stehendes Gefäß und zwei andere sammeln sie in großen Vorratsgefäßen.

## Wie und mit welchen Geräten betrieb man Agrikultur und Gartenbau

Mit Bewässerung gab es fruchttragende Landwirtschaft. **Getreide**, Gerste vor allem und dann Weizen, waren Hauptanbaufrucht. Der Alltag auf dem Dorfe und in ihm die landwirtschaftlichen Tätigkeiten werden wie manche andere Technik gut dokumentiert überliefert, in den Wandmalereien zahlreicher Gräber altägyptischer Würdenträger und auch auf Siegeln etwa in Mesopotamien. Altägyptische Würdenträgert wollten wenigstens im Grabgemälde den Alltag des Lebenden bei sich haben, in regelrechten Genrebildern, bei Sakkara um 2650 v. Chr. im Grabe des TI etwa oder dem des PTAHOTEP.

In der Religion der Ägypter spietten auch Tiere eine große Rolle und Götter sollten auch in Tieren präsent sein (YouTube Die heiligem Tiere der Pharaonen). Yon Falken und besonders vom Heiligen Ibis wurden so viele einbalsamiert in Tongefäßen gefunden, daß sie wohl nicht alle im Freian gefangen werden konnten und Massenhaltung anzunehmen ist, etwa um Ibisse an Pllger zu verkaufen..

Auf einem Rollsiegel des 4. Jahrtausend aus Ur findet sich die erste bildliche Darstellung eines technisch schon perfekten Pfluges (E. E. VARDIMAN 1977), ohne Räder, also den Boden aufkratzend, Es gab auch den **Saatpflug**, der die Saat über einen Trichter und so in Reihen in den Boden senkte. Hier also nichts von einem Sämann noch im Europa des 18. Jh., der die Saatgut-Körner frei Hand aus einem Saattuch streut und Anlaß gab zu dem Gleichnis von den Menschen, die eben wie gestreute Getreidekörner günstig oder ungünstig aufkommen und das zu tragen haben. Der Pflug wurde auch gefeiert als Geschenk der Götter. Der räderlose Pflug wurde auch von Zugtieren gezogen, was der Beginn der **Nutzung von Tierkraft in der Landwirtschaft** war (PH. K. HITTI 1951, S. 145).

Für Ägypten läßt sich im Grabe des PAHERI der ganze **Jahresablauf bei Getreide** verfolgen (M. CLAUSS 2001, .S. 364 ff.). Diese Darstellung stammt aus der Zeit von THUTMOSiS III., 1479 - 1425 v. Chr. Auf einem Gemälde ziehen 4 Männer einen aufkratzenden Pflug: Ein dahinter gehender Mann sät. Gemalt wurden hier aber auch von Ochsen gezogene Pflüge.Die reifen Ähren wurden mit Sicheln kurz unter dem Ährensitz abgeschnitten. Durch Tierfüße auf einer Art Tenne wurden die Ähren ausgedroschen. Das Stroh wurde gesondert entnommen und wurde beim Dreschen nicht mit zerhäkselt. Es wurde also kein 'leeres Stroh' gedroschen. Das beim Dreschen angefallene Material wurde dann geworfelt, das heißt in die Luft geworfen. Das Korn wurde dann in Gefäßen abgemessen und gespeichert. Sprechblasen über der Darstellung der Männer loben ihren Vornehmen, für den sie gern die Arbeit durchführen.

Das **Verhältnis** von eingesetztem **Saatgut zu** den geernteten **Körnern** soll in der babylonischen Stromtalkultur **1 : 30** betragen haben (S. SPEICHER 2008). Im nordeuropäischen Mittelalter war es 1 : 2, 1 : 3. Auf fruchtbarem Boden soll etwa im Negev-Gebiet **Gerste** nach legendärer Überlieferung einst 100-fachen Ertrag geliefert haben.

Die Städte des Altertums, gerade auch die nicht so großen, im Binnenland, ob in Palästina oder Anatolien, trugen den Charakter von Marktflecken, von **Ackerbürgerstädten**, und in ihrer im Unterschied zu ungeschützten Dörfern mehr oder weniger geschützten Umgebung gab es jenen Gemüse- und Obstbau, jene Gartenlandschaft, welche den Feldbau wohl übertraf (M. RIEMSCHNEIDER o. J.).

## Neue Kulturpflanzen erscheinen

Bedeutende frühe Kulturpflanzen, manche schon aus der Frühzeit bekannt, lieferte die Familie der **Kürbisgewächse**/Cucurbitaceae (viel aus Wikipedia). Der **Gartenkürbis, *Cucurbita pepo*** L., wurde schon ab 7000, 5000 v. Chr. in Mesoamerika, zur Kulturpflanzen entwickelt, gehört also zu den noch der menschlichen Frühzeit angehörenden Kulturpflanzen. Der pantropische, also in den Tropen vieler Regionen vorkommende **Flaschenkürbis/*Lagena siceraria*** (MOLINA) STANDL. wurde um etwa 7000 v. Chr. in Mexico genutzt, in Ägypten spätestens 2000 v. Chr., wird von PLINIUS bei den Römern genannt und diente auch als Gefäß. Die Früchte des Flaschenkürbis können etwa 1 Jahr lang in Salzwasser schwimmen und die auf Afrika zurückgeführte Pflanzen konnte sich daher weit verbreiten. Die heute weltweit angebaute **Wassermelone/*Citrullus lanatus***, stammt aus Afrika, wurde um 2000 v. Chr. domestiziert, hatte um 1000 v. Chr. weite Verbreitung in Indien und China. In das südliche Europa kam es im westlichen Teil durch die Araber, im östlichen durch die Osmanen. Die **Gurke, *Cucumis sativus* L.**, soll etwa 1000 v. Chr. als Kulturpflanze in Indien aufgekommen sein, vielleicht auch in Malaysia. Sie wird angegeben für Ägypten, die Hebräer, die Griechen. Um die Zeitenwende wäre sie in China genutzt worden. Im 9. Jh. wird sie gekannt abgegeben für Frankreich, um 1300 allgemein für England. Die aus den Tropen stammende, varietätenreiche Pflanze hat eine so kurze Vegetationszeit, daß ihr Anbau in der günstigen Jahreszeit auch höher im Norden erfolgreich möglich war. Aus Mittel- und Vorder-Indien kommt die **Zuckermelone, *Cucumis melo*** L., die schon im Altertum auch ins Mittelmeergebiet gelangte. In Asien wurde schon seit mehr als 4000 Jahren angebaut die **Aubergine/*Solanum melongena*** L., die in Europa erst bekannt wurde durch die Sarazenen in Andalusien. Die Aubergine ist variantenreich, in Europa ist bekannt besonders die keulenförmige var. *esculentum*. Die Welternte betrug 2017 52,3 Mill. t (Wikipedia).



Abbildung 67: Kürbis. Spreewald.



Abbildung 68: Wassermelone. Bulgarien.



Abbildung 69: Aubergine.



Abbildung 70: Olive.

Unter den **Gemüsepflanzen** etwa des alten Ägypten der Pharao-Zeit erscheinen die der Gattung Lauch, **Zwiebel**, ***Allium***, Familie Amaryllidaceae, also die Zwiebelpflanze *Allium cepa*, der Lauch oder Porree *Allium porrum*, der **Knoblauch *Allium sativum***. Der Knoblauch mit seinen weißen Teilzwiebeln, den 'Zehen', galt als besonders gesundheitsforderlich, gerade auch später bei den Griechen und Römern, gegessen gerade auch von Soldaten und Seeleuten. Angebaut wude seit etwa 4500 v. Chr. der Salat, **Kopfsalat/*Lactuca sativa*** L., dargestellt auf einem Relief, mit der Steppenpflanze *Lactuca serriola* als Stammform. In der Antike war der Kopfsalat in zahlreichen Sorten verbreitet (Wikipedia 2019 u.a. im Internet). Schon in China 3000 v. Chr., und dann in Ägypten wurde als Kultur- und Heilpflanze angebaut der **Spargel/*Asparagus officinalis*** (Wikipedia 2016), eine von etwa 220 Arten der Gattung Asparagus. Geschätzt haben ihn auch Griechen und Römer, und bei DIOSKURIDES war er Heilpflanze. Mit den Römern kam der Spargel auch nach Norden über die Alpen. Er verschwand als Kulturpflanze mit dem Rückzug der Römer. Im 16. Jh. erscheint er wieder.

Neu als Kulturgewächse erschienen **Fruchtbäume**, im 4. Jahrtausend v. Chr. in Palästina, die Olive, ebenfalls dort und anderswo die Dattelpalme.

Funde verkohlter Kerne lassen offen, ob es sich bei den ältesten Funden um Wildbäume handelt (D. ZOHARY et al. 1975). Baumpflanzungen zeugen von endgültiger Seßhaftigkeit.

Der immergrüne und Frost nicht ertragende und wohl aus Kleinasien stammende **Oliven- oder Ölbaum**, ***Olea europaea*,**

wurde aus Stecklingen 5 Jahre in einer Art Baumschule herangezogen, dann auf den endgültigen Standort ausgepflanzt (H. MICHELL 1957, S. 77) und trägt erste

Ernte nach 7 - 10 Jahren, die volle Ernte nach weiteren 30 Jahren. Einmal ausgepflanzt braucht der Ölbaum kaum noch Pflege es denn wenn nötig Bewässerung. Der Pflanzer selbst hat also, wenn er nicht recht jung einen Ölbaum setzt und ein gewisses Alter erreicht, von seinem Baum nur wenig. Gerade im Ölbaum zeigt sich die generationen-übergreifende Sorge und nur in friedlichen, mit Zuversicht erfüllten Zeiten ist das Pflanzen von Ölbäumen sinnvoll. Der Ölzweig war und blieb **Symbol des Friedens**. Ohne Frieden, ohne Stabilität des Siedelns, mit Flucht und Vertreibung wurde der Ölbaum für jene wertlos, die ihn pflanzten. Ölbäume bei einem Gegner abzuhacken ist Kriegsverbrechen.

Der Ölbaum breitet seine Wurzeln weit aus, auch bis zu nicht tiefem Felsgestein (S. HORNBLOWER 2002, S. 125; H. MICHELL 1957, S. 77), benötigt also keinen tiefgründigen Boden. Ein Ölbaum mit seiner bei der Reife schwarzen Früchten kann für den Bedarf einer Familie an Öl ausreichen (E. E. VARDIMAN 1977) und der Ölbaum wurde damit **im Mittelmeerraum einer der wichtigsten Nahrungslieferanten**. Das Öl befindet sich im Fruchtfleisch und ein fettreiches Öl in dem in jeder Frucht nur in einem Exemplar vorhandenen Samen. Oliven sind also Steinfrüchte. Vom Olivenbaum werden die Früchte im Oktober vom Baum heruntergeschlagen, der Baum gerüttelt oder die Früche zwischen all dem stachligen Geäst abgepflückt. Eine schwarzfigurige attische Amphora aus. dem 6. Jh. v. Cjr. im Londoner Britischen Museum zeigt dieses Ernten, wobei in Mann auch im Geäst sitzt (G. AUDRING 1981, S. 83). Die Ernte geschieht also in einer Zeit, in der die anderen an eine Saison gebundenen Arbeiten auf dem Lande weitgehend erledigt sind. Im Griechenland von heute fällt die Olivenernte also in die Zeit nach der Touristensaison. In **Ölpressen**. Ölmühlen, einem Kollergang, werden die Früchte 1. mitsamt dem Samen **zerquetscht**, und 2. dieser **Ölbrei**, 'Ölmus', **dann gepreßt** (S. BICKEL 2012, S. 227). Die Früchte halten sich nicht, und sofort nach der Ernte innerhalb der folgenden 12 Stunden sollte die Verarbeitung beginnen, bevor enzymatische Prozesse die Öl-Qualität verschlechtern (S. 228). Olivenöl verschiedener Herkunft war und ist nicht gleichwertig und in der Antike war das von Attika besser als das von Ägypten (H. MICHELL 1957, S. 77). Das hellgrüne Olivenöl wurde unter anderem in Krügen aufbewahrt, war viel besser zu bewahren als etwa die ranzig werdende Butter. Olivenöl war daher Exportgut. Olivenöl war nicht nur selbst Nahrung, sondern diente auch zum Konservieren von Nahrung über viele Monate in Tonkrügen, diente zur Beleuchtung in den 'Öl'lampen, zur Hautpflege, zum Salben der Toten. Beliebt war das Ölbaumholz, das feinn gemaserte. Und die Blätter waren etwa Ziegenfutter. Wegen ihres Variantenreichtums spalten die Merkmale der Ölbäume bei der Samenvermehrung auf und werden - seit wann? - durch Stecklinge vermehrt (S. BICKEL 2012, S. 227). Der Oivenbaum ist auch in unserer Zeit eines der wichtigsten Kulturgewächse der Mittelmeerländer, die 90% der Weltproduktion an Olivenöl liefern und dessen Qualitäten eingehend erforscht



Abbildung 71: Dattelpalme.

werden (NZZ 2003 online 2019). Rütelmaschinen schädigen die Olivenbäume, sodaß die Handernte, bis Ende Januar, noch viel üblich ist.

Ein alter Kulturbaum wurde die **Feige/*Ficus carica*** L.. Beheimatet wohl in Kleinasien und Syrien, wurde sie, in Kultur verbessert, über den Mittelmeerraum ausgebereitet. Attika im späteren Griechenland wurde als Region der besten, wohlschmeckendsten Feigen gesehen und wurde hier Exportprodukt.

Die **Dattelpalme/*Phoenix dactylifera* L.**, der Fruchtbaum der Oasen, trägt bis zu 100 Jahre, am reichsten ab dem 20. Jahr. Die Dattelpalme ist 2-häusig und wurde frühes Beispiel für Befruchtungsnachilfe durch Aufhängen männlicher Blütenstände in weiblichen Bäumen. Hier kannte man also die 2-Geschlechtlichkeit der **Blütenpflanzen,** wenigstens bei denen, den **diözischen**, mit männlichen und weiblichen Blüten auf getrennten Pflanzenindividuen. Ein Relief aus der Zeit von ASSURNASSIRPAL II; 883 - 859 v. Chr. zeigt Priester mit Vogelflügeln, die männliche Blütenstände in weiblichen blühenden Dattelpalmen-Bäumen aufhängen (H. STUBBE 1963, S. 4). Man konnte auf eine zu große Zahl der natürlich zur Fruchtbildungen nötigen männlichen Bäume verzichten Die Dattelfrüchte erscheinen zu vielen an Fruchtständen und die Früchte sind die 'Datteln'. Sie leicht aufzubewahren, sind schmackhaftig von keiner penetranten Süße, wurdem wichtige Nahrung jener, welche Wüsten durchquerten. Die Dattelpalme benötigt reichlich Wasser aus dem Boden, aber Regen bekommt ihre nicht (R. GRADMANN 1934, S. 23). Fehlt der Dattelpalme 2 Jahre lang das Wasser, trägt isie keine Früchte (A. LEIDLMAIR 1961, S. 30). Sie ist also typische Wüstenpflanze.

Zu den in der Nutzung bis in die Bronzeit zurückreichenden Fruchtbäumen gehört nicht ganz so viel nachgewiesen der **Granatapfel-Baum**, die Grenadine/***Punica***



Abbildung 72: Dattelpalme fruchtend.



Abbildung 73: Granatapfel-Früchte.

***granatum*** L., eine Lythraceae/Weiderichgewächse, erwähnt vom Alten Testament (Wikipedia 2013), wohl der 'Apfel' der BIbel.

Für die Ernährung in den Tropen wurde eine der wichtigsten Gewächse die Arten der **Banane/*Musa***, die man etwa auf assyrischen Skulpturen erkannte (R. RUNG 1911, S. 3).

**Äpfel**,werden in der Bibel erwähnt. Stammten sie aus dem Kaukasus. Auf Äpfel verweist das im Süden Sibiriens gelegene Jablonowygebirge, 'Apfelgebirge', Apfel russisch = jabloko. Der Asiatische Wildapfel/*Malus sieversii* wurde entdeckt 1833 von CARL FRIEDRICH von LEDEBOUR (Wikipedia 2019), Begründer und Direktor ds Botanischen Gartens Dorpat, der auch Sibirien bereiste. *Malus sieversii* kommt auch in anderen der Gebirge Süd-Sibiriens und dem angrenzenden China

vor, teilweise auch von recht süßem Geschmack, im Tienschan auch bestandbildend. Kasachisch Apfel = alma, s. Alma Ata. Kamen süße Äpfel im Laufe der Zeit über die Seidenstraße Apfelsorten über die Kerne im Pferdedung nach Westen? Der Pomologen MEINOLF HAMMERSCHMIDT hat zu Anfang des 21. Jh. mehrfach die südsibirischen Gebirge wegen des Auffindens weiterer Sorten bereist (ApothekenUmschau 1. 8. 2019).

## Alkoholische Getränke. Wein

Bekannt waren **alkoholische Getränke**, seit wohl um 6000 v. Chr. (R. ULBER et al. 2004), gefunden bei der spontanen Vergärung zuckerhaltiger Säfte, vor allem der wegen ihres Pilzüberzuges besonders geeigneten Weinbeeren. Um 2400 v. Chr. wird Weinkultur in Ägypten bezeugt. Nach dem Alten Testament der Bibel hat sich der aus der Sintflut gerettete Noah im trunkenen Zustand gegenüber seinen Töchtern nicht mehr anständig benommen und die neue Menschheit gezeugt. Als Heimat des Weinstrauches glt auch Georgien (YouTube 360°geo 2009).

Gefunden wurde, daß **Wein an der Luft** mit der Zeit **sauer** wird, **Essig** ergibt, durch die im Essig vorhandene. Essigsäure war die älteste und lange Zeit einzige bekannte organische Säure. **Bier** wurde aus Gerstenkörnern erzeugt. Deren Stärke muß in Glucose abgebaut werden, was bei der Keimung der Gerstenkörner geschieht oder - auch durch den Stärke verdauenden Speichel des Menschen geschehen kann. Die Möglichekti der Bierbereitung wurde wohl beim Backen entdeckt.

## Faserpflanzen

Von **Faserpflanzen** wird **Baumwolle** für Indien auf 3000 v. Chr. angegeben, für Mexico gar auf 5700 v. Chr. Schon neolithische See-Anwohner in der Schweiz hinterließen Faser-Bündel von **Flachs**, der auch in den Stromtalkulturen erscheint. Anbau von **Hanf**, *Cannabis sativa*, geschah in China mindestens ab 2800 v. Chr. und als prähistorisch für Ostasien erscheint auch die **Ramie-Pflanze**, *Boehmeria nivea*, ein Gewächs der Familie der Nesselgewächse/Urticaceae, mit festen, aber nicht leicht gewinnbaren Fasern.



Abbildung 74: Zebu.

## Vom Neolithikum zur Bronzeit: Weitere domestizierte Wildrinder, Geflügel mit besonders Hühnervögel, Bienen, Seidenspinner

Domestiziert wurden 5 oder 4 Rinder-Arten, Gattung **Bos** (Wikipedia 2013). Das sind 1. das aus dem Ur oder Auerochsen hervorgegangene **Haus-Rind**/*Bos primigenius taurus* mit seinen vielen Rassen. 2. Das **Zebu** /*Bos primigenius indicus* ging aus einer Unterart des Ur hervor oder ist auch Nachkomme einer eigenen Art, Vielleicht 4000 Jahre nach dem in Europa geläufigen Rind gab es also zwei weitere Rinder-Arten: Eingekreuzt in afrikanische Rinder brachte das Zebu dort dem Klima angepaßte Rassen, das Watussi-Rind. 3. Unersetzlich in den innerasiatischen Hochländern und genutzt bis in die Mongolei ist der vielleicht um 2500 v. Chr. und damit vielleicht 4000 Jahre nach dem in Europa geläufigen Rind als Haustier aufkommende **Yak**/*Bos mulus* PRZEWALSKI (Wikipedia 2013). Der Yak frißt Pflanzen, die der Mensch nicht als Nahrung nutzen könnte und liefert dem Menschen als Nahrung Fleisch und Milch, liefert Fell und Leder und mit dem Dung Brennstoff, ist für die Pfade der Hochlagen das geeignete Last- und Reittier. In einem Gebiet von über 1,4 Millionen Quadratkilometer bestimmt der Yak die bäuerliche Lebensweise, während der Wild-Yak vom Aussterben bedroht ist. 4. In Südost-Asien wurde aus dem **Banteng**/Bos javanicus D'ALTON 1823 das **Balirind**, domestiziert wohl einige Jahrhunderte v. Chr. Die Wildform ist vom Verschwinden bedroht und vermischt sich auch mit gezähmten Balirindern. Aber vom Haustier Balirind ist auf Java mit etwa 1,5 Millionen Tieren zu rechnen. Es verschwindet also das "Wilde" zugunsten des "Gezähmten" und 'Veränderten". 4, Gezähmt wurde auch der **Gaur**/Bos gaurus.



Abbildung 75: Banteng.



Abbildung 76: Büffel. Bulgarien 1959.

Um 4000 v. Chr., also noch vor der Bronzezeit, wurde wohl in China der **Wasserbüffel**/*Bubalus arnee* KERR 1792 zum Haustier. Der Büffel gehört einer anderen Gattung an als die Rinder/Bos.

Getrockneter Fladen von Rindern und nicht nur vom Yak wird noch heute als Heizmaterial eingesetzt, in Zentralasien oder Indien.

Eine Bereicherung für relativ rasch aufwachsende Nahrung und für Eier brachte der Domestizierung von Vögeln, von '**Geflügel**', vor allem aus der Familie der **Hühnervögel**.

Ins Neolithikum zurückzuführen ist die Domestikation der **Felsentaube/*Columbia livia*** (M. D. SHAPIRO.et al. 2013). Aus ihr wurden zahlreiche, über 300 Varianten herausgeholt, und Tauben-Züchtung wurde bis in neueste zum Sport und gab



Abbildung 77: Trocknende Kuhfladen, Indien.

DARWIN wichtige Anregungen.

Um 3500 v. Chr. oder gar schon 4000 v. Chr. (A. LAWLER 2012) oder später wurden in Südost-Asien wohl fast allein aus den wildlebenden Bankiva-Hühnern, *Gallus ferrugineus* oder *Gallus gallus*, am Hause gehaltene Hühner gezähmt, eben das **Haushuhn**, *Gallus gallus domesticus*. Vielleicht wurden Hähne zuerst für rituelle Zwecke und vor allem Kampfspiele gehalten und kamen dann erst auf den Speiseplan. Hühner waren wohl um 2000 v. Chr. voll domestiziert, wurden um 1800 v. Chr. reichlicher gehalten, im Indus-Tal, dann im 15. Jh. v. Chr. in Ägypten, um 1200 v. Chr, aus Persien auch auf das griechische Fetsland (H. GEIß 1975, S. 233), und wurden über den Mittellmeerraum etwa 700 v. Chr. auch in Mitteleuropa eingeführt. Die wilden Bankiva-Hühner legen 2 bis 3 mal im Jahr 8 bis 12 Eier (L. HEIN 1961, S. 5) im Jahr oder angegeben werden auch etwa 20 Eier. Unsicher ist, ob es noch nicht mit Haushühnern vermischte Wildhühner gibt (A. LAWLER 2012). Nach der Ernte erscheinen Bankivahühner zu 10 bis 30 auf Feldern (L. HEIN 1961, S. 42). Es gibt weitere wildlebende Hühner-Arten im südlichen Asien. Das Bankivahuhn kommt in recht verschiedenen Biotopen vor und daher soll auch die Rassenvielgesalt herrühren Im alten Ägypten soll ein Huhn pro Tag ein Ei gelegt haben. Hühner blieben auch im Freien gehalten in Hausnähe, suchen ihr Futter selbst, aber schon in Ägypten gab es Aufzucht-Stationen. Ob in den Dörfern Afrikas und auf den Inseln des Pazifik – Hühner gab es schließlich überall, sind eines der nützlichsten und verbreitesten Haustiere überhaupt. Mehrere Rassen gab es bei den viel Hühner haltenden **Römern**, wie in Asien (L. HEIN 1961, S.75). In historischer Zeit eingeführt wurde das Haushuhn in Amerika.

**Enten** gab es in der Alten Welt als Haustier zuerst wohl in China. **Gänse** erschienen in der frühesten Bibel – immerhin haben sie später einmal Rom gerettet.



Abbildung 78: Afrika liebt das Perlhuhn.



Abbildung 79: Pfau.

Das **Helm-Perlhuhn**/*Numidia meleagris L.* wurde im alten Ägypten, wo es einst vorkam, domestieziert und wurde im östlichen Mittelmeerraum wohl vor der Nutzung des Haushuhnes dort gehalten. Es verschwand aus dem Gesichtskreis der Europäter mit dem Ende der Römerzeit, wurde im 15./16. Jh.von den Portugiesen nach Europa gebracht und so ein zweites Mal domestiziert (Wikipedia 2013).

Irgendwann ist auch der **Pfau**, *Pavo cristatus*, heimisch in Indien und auf Ceylon / Sri Lanka, auch als Ziergeflügel domestiziert worden, etwa durch König SALOMO nach Palästina gebracht. Wie prächtig war er damals?

Das von Indianern im Südwesten von **Nordamerika** gezähmte und von anderen wild gejagte **Truthuhn/** *Meleagris gallopavo* brachten die spanischen Eroberer um 1519 nach Europa. Nach großen Einbußen in Nordamerika kam von es dort später nach Nordamerika zurück (u. a. Wikipedia 2013).



Abbildung 80: Truthühner. Mexico.

**Gesüßt** wurde mit zunächst Honig von wilden, in Bäumen lebenden Bienen und dem eingedickten Saft von Feigen und Datteln. In der eisenzeitlichen Siedlung Tel Rehov in Israel, knapp 1000 Jahre v. Chr., wurde **gewerbliche Bienenzucht** nachgewiesen, durch den Fund zahlreicher Tonröhren, die in dem relativ warmem Land die Bienenvölker beherbergen konnten (G. LÜSCHER 2008).

Ein domstizierter Schmetterling ist der **Seidenspinner**/*Bombyx mori*, der, allerdings legendenumrankt, um 3000 v. Chr. in China bekannt gewesen sein soll. Die Seidenfäden werden von der Raupe in Drüsen im Mund erzeugt. Die abgehaspelte Rohseide muß veredelt werden, durch Kochen in Seifenwasser wird der Seidenleim entfernt und wird die Seide reinweiß. Auch Wolle mußte ja wegen des Wollfetts noch behandelt werden. Seide kam viel später über Sri Lanka und Alexandria zu den Römern. Es wurde die 'Seidenstraße' eingerichtet (Wikipedia 2014).

## Die besondere Wirtschaftsform Nomadentum

**Sammler und Jäger**, wie sie dem Paläolithikum als Norm zugeschrieben werden, wurden in ihrer Lebensweise manchmal auch als '**nomadisch**' bezeichnet. Man könnte von primären Nomaden sprechen. Das war aber **etwas ganz anderes als** das **Nomadentum mit Herden von gezähmtem Vieh,** mit Haustieren. Dieses Nomadentum war erst nach der Herausbildung von Haustieren möglich, war ein Ableger der Landwirtschaft. Wohl nur hier sollte man von Nomaden sprechen, jedenfalls von Nomaden im engeren Sinn. Die soziale Struktur bei diesen Nomaden mit ihren teilweise großen Viehherden war nicht die 'urkommunistische' der Sammeler und Jäger, sondern **die Herden hatten** wenigstens oft **ihren Eigentümer**, waren "persönliches Eigentum" (A. MAURIZIO 1927, S. 4). Weidende Viehherden

konnte man wohl nirgends nur an Ort und Stelle lassen und es gibt in der Viehhaltung außerhalb fester Orte viele Abstufungen. Das Alte Testament der Bibel schildert etwa mit Abraham, Jakob und Esau, Joseph und anderen Leute ziemliche Seßhaftigkeit und gleichzeitig Betreuung auch von Viehherden. Die saisongebundene Verfrachtung auf verschiedene Weide war stets weit verbreitet und ist auch heute vielerorts noch vorhanden: die **Transhumance**. Schafherden wurden im mittelalterlichen Spanien und auch teilweise bis heute für den Sommer und für den Winter durch das Land getrieben. In Gebirgsländern, und von vielen Menschen auch in den **Alpen** viel beachtet, gibt es bei den Rindern den Sommerauftrieb auf die Hochgebirgsweiden und den **Abtrieb** im Spätsommer, meist mit gut genährten Herden festlich begangen, mit geschmückten Tieren. Großtiere haben unter den Nahrungsquellen den großen Vorteil der **Selbstbeweglichkeit**.

Als eine besondere, im wesentlichen nur auf Vieh zugeschnittene Lebensform bildete sich das Nomadentum heraus als das ganzjährige Leben mit Viehherden. Vieh mußte aber sicherlich zuerst bei saßhaften Bauern gezähmt werden ehe es für das Nomadentum zur Verfügung stand. Nomadentum benötigt viel Raum, mehr als intensive Ackerwirtschaft erfordert. Aber vor allem dort, wo Pflanzenbau nicht sicher getrieben werden konnte, weideten und weiden **Wanderhirten** mit versetzbarer Behausung in Steppen und Halbwüsten ihre Herden. Sie haben die großen, für den Ackerbau ungeeigneten "riesigen Trockenräume Eurasiens und Nordafrikas erobert" (O. MAULL 1932). In Afrika reichen sie von den Fulbe im Norden bis weit nach Süden hinab und zu den Massais in Ost-Afrika. Hirten belegten also nicht nur Land, das auch dem Ackerbau und damit intensiverer Nahrungserzeugung hätte dienen können. "Neuland unter dem Pflug" in Steppengebieten gab es, aber scheiterte öfters auch im 20. Jh. Durch Nomaden wurde wenigstens vielfach Land besiedelt, das ohne sie menschenfrei geblieben wäre. Vom "Nomadisieren" bei Jägern und Sammlern oder irgendwelchem 'fahrenden Volk' zu sprechen wird der spezifischen Wirtschaftsform der viehzüchtenden Steppennomaden kaum gerecht. Die **Hirtenvölker**, wie man sie nennen wollte, sind kein prinzipiell 'fahrendes Volk', sondern die einzelnen Clans oder Stämme haben ihre Weidegründe (J. K. FAIRBANK 1992) und leben in ihrer sozialen Ordnung.

In ihrer geistigen Haltung, in ihrer **Mentalität**, waren Hirten, Nomaden, oft beweglicher. Sie erwiesen sich als kriegerischer. Die seßhaften, bodengebundenen Bauern hatten nicht jene Zeit und Möglichkeit, welche den Nomaden, gar mit Pferden, für Wehrertüchtigung verfügbar war (B. SPULER 1977, S. 163). Kleine Bauern reiten noch heute eher auf Maultieren und Mauleseln. Die Hirten etwa der Mongolei **reiten** wenigstens auf struppigen und kleinen Pferden. Ohne Ackerbau und mit ihren weidenden Nutztieren bestand die Nahrung neben dem Fleisch geschlachteter Tiere aus Milch und Milchprodukten, war die Anpassung der Nomaden also die

an eine **Milchökonomie** (D. SINOR 1990, S. 95). Da gibt es Milch von verschiedensten Tieren, von Schafen, Ziegen, von Pferde-Stuten und dann auch Kamelen. Und es war nicht überall die reine unbehandelte Milch, welche wohltat. Milch als den sauren Kumiß, Käse, Milch-Akohol Beim Melken mußten aber auch Nomaden oder deren Frauen den Rücken krümmen. Ganz wichtig war das **Schaf,** lieferte die Kleidung aus Filz statt Fell, das Material für die Zelte. Rind, Pferd und dann auch Kamele dienten für den Lastentransport. Und um sich in den Besitz dessen zu setzen, was die seßhaften Völker besaßen, oder auch in Notzeiten haben Nomadenvölker auch Raubzüge unternommen, man könnte fast von den Wikingern der Steppen sprechen.

Herden der Nomaden bestehen aus Tieren, die anhänglich gemacht werden können, sind aber nicht die der großen Wanderherden wie die Gnus, die saisonbedingt und nicht zähmbar die Steppen Afrika durchziehen, oder die Saiga-Antilopen, die ähnlich in den Steppen Zentralasiens auftraten. Weide war möglich mit Tieren, die es in der Alten Welt, in Eurasien gab, während in Nordamerikas Gebirgen heimische Dickhornschafe und Schneeziegen dazu nicht herangezogen wurden. Alt-ägyptische Malereien zeigen auch Hirten mit Antilopen. Sie wären mit noch mehr kümmerlichen Nahrung, ja auch mit kaum Wasser, außer dem in der Nahrung, ausgekommen. Die Schafe und Ziegen benötigen immerhin auch flüssiges Wasser, was die Weidegebiete einschränkt (J. H. REICHHOLF 2010). Mit dem viehzüchtendem Nomadentum war die Seßhaftigkeit, die sicherlich auch die erste Haustier-Domestikation überhaupt ermöglicht hatte, wieder wenigstens teilweise in Frage gestellt. In jedes schon genutzte Weidegebiet jedoch konnte wohl niemand mit seinen Herden einfach einziehen.

Ein neuer machtpolitischer Zug kam in das Nomadentum **mit dem Pferd**, Später als in der Zeit des alten Ägypten kamen die **Reiternomaden** (W. CONZE 1993, S. 39). Sie lösten dann manches in der Geschichte Eurasiens aus. Die Weite der Landschaft, die fast unendlich wirkenden Steppen, die wohl dadurch mögliche rasche Kommunikation mittels schneller Reiter auf Pferden und die Haltung größerer Pferdebestände auf den Steppen hat wohl jene politische Organisation möglich gemacht, die wenigstens bei einigermaßen dichter Bevölkerung die **großen**, ja großartigen **Nomadenreiche** entstehen ließ wie das des Dschingis Khan im Mittelalter und etliche kleinere vorangehende auch. Und wenigstens einige waren wenigstens zeitweise Raubvölker, wurden zum Schrecken seßhafter Völker (M. LINDNER 2005). Handel hat wohl nicht ausgereicht. **Nomaden mußten nicht Nomaden bleiben**, aus welchen Wurzeln sie auch immer entstanden waren. Nomaden oder wenigstens Halbnomaden und die **aus** vor allem **Innerasien** sind die Gründer bedeutender Reiche und Kulturen mit dann auch Städten, für Residenzen oder Handelszentren, Der Nomadenstamm der **Nabatäer** wurde seßhaft um die von ihne



Abbildung 81: Ziegenherde. Mongolei 1963.

gegründete Residenz Petra. dem Zentrum des zeitweilig weitreichenden Königreichs der Nabatäer. Reiche mit weitgehend auch seßhaften Menschen oder nur zeitweilig als Nomaden lebenden. Volk auf Volk, in Chroniken von Ostrom oder den Arabern oder China erwähnt, strömten aus den innerasiatischen Steppen nach den Reichen der Seßhaften am Rande, nach Indien oder China oder dem Kiewer Staat. Seßhaft gewordene Nomaden wurden auch von anderen Nomaden bedroht. Ein Nomadenkhan, KUBILAI und seine Nachfolger, regierten längere Zeit die lange seßhaften Chinesen. Was in Zelten begann, führte zu Samarkand und auch zu Peking.

In Zentralasien sind etwa Kasachen noch immer stolz auf ihre teilweise auch fortbestehende Nomadenkultur. Man kann dieses Nomadentum in völlig friedlicher Form noch erleben in der Mongolei und in Kasachstan, und überhaupt in den Steppen Zentralasiens, mit den oft beeindruckenden Herden dunkler Ziegen und den kleinen Pferden, und es gibt solche Menschen auch in Marokko in den Ebenen zwischen den Kämmen des Atlas-Gebirges. Wehe, wenn etwa in der Mongolei in 1000 m Seehöhe im Winter Schnee oder gar Eis alles Gras überdeckt. Wenn dann Abertausende von Tierleichen den gefrorenen Boden bedecken und nach dem Tauen verwesen. Vorräte wie die Getreidebauern kannte man nicht. Vorrat war das lebende Tier. Wenn nichts oder wenig überlebte, wie sollte man neu vorankommen? Weit war und ist in Asien vielerorts das Land, in dem der Nomade lebte und lebt. Der Härte in manchem Krieg steht bei den Hirtenvölkern fast widersprüchlich gegenüber ihrer Gastfreundschaft, die willige Aufnahme von jedem Fremden, der in den Weiten ihres Lebensraumes bei ihnen einkehrt, nach den Regeln verinnerlichten Gastrechtes und der Fremde bringt schließlich auch manche Abwechslung in die dünnbesiedelte Weite. Allerdings mag das in der heutigen dünn besiedelten Mongolei anders sein als es im Hochmittelalter war.



Abbildung 82: Jurte. N-Mongolei 1963.



Abbildung 83: Mongolei 1963.



Abbildung 84: Bei Dshambul/Kasachstan 1989.



Abbildung 85: Im Mittleren Atlas 1998.

Es gab auch **Halbnomaden** und den Weidegang in Siedlungsnähe, selbst bei manchmal langer Abwesenheit im Dorf. Auch die Bibel kennt den Hirten in dem weniger ausgedehnten "biblischen" Land. Und die Griechen mit ihren liebenswerten Hirtengestalten, die während der Arbeit, der Herdenbewachung, auch Flöte blasen konnten. Es muß aber gerade hier. im nahen Osten, auch für die sicherlich im Unterschied zu Zentralasien kleineren Herden auch Stallungen gegeben haben, gab es also Hirten in Siedlungsnähe und mit Siedlungsbindung. Denn HERKULES reinigte den Augias-Stall. Der sagenhafte JESUS soll in der Futterkrippe eines Stalles das Licht der Erde erblickt haben. Wandernde Schafherden trifft man noch in Europa. Es gab auch **sekundäre** Nomaden, wie manche Indianerstämme im 19. Jh. mit ihrer Verdrängung wurden (J. OSTERHAMMEL 2009).

## Krieg und immer wieder Krieg

Im Krieg konnte man Gesundheit und Leben verlieren. Aber Alltagsdasein schien manchem langweilig zu werden. Und Schätze gab es meistens anderswo. Luxus lockte. Und es gab oft den Kult von Ruhm, der das massenweise Töten anderer oder deren Versklavung und Beraubung einschloß. Macht ist manchen angenehm.

Als neues Kriegsgerät brachten Nomaden **Pferd und Streitwagen** (M. MANN 1994, H. VOLKMANN 1975, S, 257 ff.). Das waren keine eigentlichen Waffen, aber Waffen konnten näher und wirkungvoller an den Gegner. herangebracht werden. Mit dem Pferd konnten viel größere Weiten in angemessener Zeit durchquert werden. Es wurde vermutet, daß sich die Reitervölker mit dem Pferd der alten Hochkulturen bemächtigen und man hat nicht ohne Gegenargumente die Ereignisse der sogenannten Achsenzeit, die Entstehung großer, einigender Religionen abgleitet (K.

JASPERS 1955, S. 28). Aus dem nordwestlichen Orient kamen die ethnologisch nicht recht faßbaren **Hyksos** (J. H. BREASTED 1936, S. 146 ff.), die zwischen 1730 und 1580 v. Chr. mit ihrer besseren Bewaffnung, mit Pferd und Streitwagen, das **Ägypten** des Mittleren Reiches, jedenfalls Unter-Ägypten, direkt unterjochen und Ober-Ägypten tributpflichtig machten. Von Militärlagern aus beherrschten sie das Land (R. HERZOG 1988, S. 169). Immerhin brachten die Hyksos Ägypten das **Pferd** und wohl das Kurzhornrind (H. MICHELL 1957, S. 60). Eroberer können auch Neues bringen. Gleicht es die Verluste aus? Und das pharaonische Ägypten ging nicht für immer unter, erhob sich in neuer Gestalt.

Streitwagen/Chariots wurden Kriegsmittel seit dem frühen 2. Jahrtausend v. Chr., im Vorderen Orient, Ägypten, um 1700 v. Chr. in Troja, um 1600 v. Chr. in Mykenae, und sie gab es auch in China. Reliefs wie Schriftzeugnisse berichten von den Streitwagen. **Streitwagen** führten zu einer als **kriegstechnische Revolution** (R. DREWS 1993, S. 105) bezeichneten Kriegführung, kennzeichend in der Späten Bronzeit für die Hochkulturen. Das leichte Speichenrad war entscheidend. Die auf den Streitwagen benutzten Waffen waren **Pfeil und Bogen** und der **Wurfspeer.** Nahkampfwaffen wie das Schwert waren im Streitwagenkampf ungeeignet. Auf dem Kampfwagen stand der Lenker und der mit einem Kompositbogen ausgestattete Bogenschütze (archer). Streitwagen (H. VOLKMANN 1975, S. 259) für zwei Mann gab es dann in dem nach der Hyksos-Herrschaft erneuerten Ägypten. Die Streitwagen der Hethiter trugen einen Fahrer, einen Kämpfer, einen Schildknappen. Der König von Hatti wie die Hyksos hatten etwa 1650 Streitwagen zur Verfügung und mehrere Tausend in der Mitte des 15. Jh. v. Chr. auch THUTMOSIS III. in seinem Sieg in der Schlacht von Megiddo in Palästina (R. DREWS 1993, S. 106/107). In der Schlacht von Kadesh gegen Ägypten unter RAMSES II. ist von 3500 Streitwagen die Rede und auf ägyptischer Seite sind kaum weniger anzunehmen. In Ägypten wurden mehrere Wagen in Streitwagengestalt gefunden, 6 intakte im Grab des TUTENCHAMUN ( R. B. PARTRIDE in A. B. LLOYD ed. 2010, S. 386/387). Wagengeschwader sollen auch auf Zusammenprall gefahren sein. Streitwagen. Von oben gab es wohl ein Bild wie eine Panzerschlacht im Zweiten Weltkrieg, 1943 bei Kursk. HOMERs Helden sprangen vor dem Kampf vom Wagen ab und schlugen sich dann zu Fuß, wie die Kelten und Britannier. Aus Innerasien drangen über den Hindukusch nach zunächst Nordwest-Indien ab dem 2. Jahrtausend v. Chr. die **Aryas**, die "**Arier**" (H. KULKE 1998, S. 44 ff., D. ROTHERMUND hrsg. 1995), Leute mit Rindern und vor allem auch Pferden, auch mit **Streitwagen mit Speichernrädern**. Ihre Sprache, als Hochsprache das **Sanskrit**, wurde 1786 durch den Engländer WILLIAM JONES als eine der indo-europäischen Sprachen erkannt, also auch den germanischen Sprachen zugehörig.

Zum Schrecken des Nahen Ostens wurden die **Assyrer.** Auf ihren Reliefs zeigen

sie sich beim Kampf in geschlossenen Reihen und offensichtlich gut gedrillt, mit eisernem Brustpanzer, zeigen sich als Meister im Festungsbau und bei der Belagerun mit ihre **militärischen Geräten**, ihren fahrbaren Mauernbrechern, Widdern und Wandeltürmen (H. VOLKMANN 1975, S. 283), Rammböcken, Mit aufgeblasenen Ledersäcken überquerten die assyrischen Krieger Flüsse. Zu sehen sind die Zelte der Könige, die Kamele. Massenweise müssen die Besiegten gepfählt worden sein. Das darzustellen diente vielleicht als Warnung und Abschreckung aller potentiellen Gegner, aber kennzeichnet wohl auch die Einstellung jedenfalls etlicher Assyrer gegenüber anderen Menschen, deren Qualen für nichts galten. Auf assyrischen Kampfwagen unter ASSURBANIPAL im 8./7. Jh. v. Chr. standen vier Mann, neben dem Wagenlenker der Bogenschütze und zwei mit großen Rundschilden zur Bedeckung, aber Kampfwagen waren wohl nicht mehr so sehr Mittel in der Schlacht als dienlich für Beobachtungen der Führenden. Reliefs dieser Zeit zeigen Kampfwagen überwindener Fußkämpfer (R. DREWS 1993, S. 144/145). Nur rhetorisch läßt sich fragen, wie sehr denn die normale Bevölkerung von all dem Kampfgeschehen betroffen waren, ob denn immerfort Kriegswagen in den Städten und Ortschaften rasselten wie im 20. Jh. in manchen Städten Panzer, Panzerspähwagen oder gar Wasserwerfer.

Zu den erobernden Nomaden traten von Nordwesten und Norden her mit ihren offensichtlich Segelschiffen die **Seevölker.** Bei den Griechen der Antike und bei den Römern wurde bevorzugt zu Fuß gekämpft und ihre langen Lanzen hätten ebenfalls Pferden vor Streitwagen und Reitern den Garaus gemacht (H. VOLKMANN 1975).

## "Gewerbe"

Es kamen nunmehr Produktionstätigkeiten hinzu, die über die bisherigen hinausgingen oder neu waren. Über die Bedeutung dieser "Gewerbe" auch für die geistige Kultur der Menschheit haben manche Gelehrte Überlegungen angestellt und etwa in "Bedürfnissen" im Zusammenhang mit den Gewerben hat im 19. Jh. der führende Chemiker JUSTUS LIEBIG (1867) sich interessante Altersgedanken über die später daraus hervorgehende Wissenschaft gemacht, solche, die in manchem denen von MARX ähneln.

## Transport, Verkehr

Transport spielte eine Rolle **in Frieden**, für den Handel, und wie oben schon erwähnt **im Krieg**.

## Transportgefäße

Transportiert wurde in Gefäßen aus Keramik und vor allem mit Herkunft von Pflanzen oder Tieren. Wasser und Wein auch wurden in **Schläuchen aus der Haut** von **Tieren** aufbewahrt und mitgeführt: Als in der 'Odysse' HOMERs Nausikaa zum Waschen an den Meeresstrand zieht, nimmt sie von der Mutter neben der Nahrung auch Wein im Schlauch von Ziegenfellen mit (zit. bei V. HEHN 1874, S. 62).

## Transport zu Wasser

Transport auf dem **Wasser** war lange günstiger als auf dem Land. **Auf** schwimmendem **Holz,** auf ausghöhlten Einbäumen, **auf** aufgeblasenen und ansonsten geschlossenen **Tierbälgen** in der Gestalt wie Schwimmkissen konnten Menschen Wasser überqueren.

**Schiffe** im engeren Sinn wurden **wohl zuerst in Ägypten** gebaut (G. E. SMITH 1932, S. 98 ff.). Der Nil legte es nahe sowohl zur Überquerung von Ufer zu Ufer wie für Fahrten auf seinem langen Lauf. Im alten Ägypten (R. B. PARTRIDGE in A. B. LLOYD ed. 2010, S. 370 ff.), zurück bis 5500 v. Chr., wurden Modelle von Booten in Gräbern mitgegeben, Modelle aus Ton und im Mittleren Reich aus Holz. Boote wurden in den Wandgemälden dargestellt und auf Tongefäßen. Und auch echte Boote sind erhalten. Die alten Boote bestanden aus Papyrus-Stengeln, die dreieckig in der Form, eng aneinanderschließen. Die Wände hölzener altägyptischer **Ruderboote** wurde aus Kurzhölzern in der Gestalt von Ziegeln hergestellt (E. E. VARDIMAN 1977). Für bessere Boote mußte Holz von anderswoher besorgte werden. Im Jahre 1954 wurde ein **Boot aus Holz von Zedern** in der alten Gestalt der alten Papyrusboote bei den Pyramiden in Gizeh gefunden und restauriert (R. B. PARTRIDGE in A. B. LLOYD ed. 2010, S. 375). 43,63 m ist dieses Boot lang, 5.66 m breit. Die Planken sind zusammengebunden. Im Mittleren Reich gab es seegänige Boote am Roten Meer. **Wind**"kraft" wurde zuerst für Schiffe benutzt. Es gab **Segelschiffe** zuerst auf dem Nil, in späteren ägyptischen Dynastien erscheinen seetüchtige Segelschiffe mit einem rechteckigen Segel mittschiffs. Auf riesigen **Flößen** wurden die riesigen Obelisken und auch Statuen aus den Steinbrüchen von Assuan nilabwärts gefahren. Am Totentempel der Königin HATSCHEPSUT westlich Theben/Luxor, sind die Flöße abgebildet (R. B. PARTRIDGE in A. B. LLOYD ed. 2010, S. 379). Dort steht auch einer der Obelisken, 29,6 m hoch und wohl 323 Tonnen schwer.

Grabbeigabe eines tönernen Segelbootes aus der ausgehenden 'Obeid-Epoche, **ca. 4000 v.** Chr., gibt es in Eridu in **Mesopotamien** (D. O. EDZARD 2004, S. 19)

und ist jedenfalls hier ältetes Schiffszeugnis.

Führende Seefahrer wurden die **Phönizier**, in ihrer klassischen Zeit, also in Antike, auch die Griechen. Etwa Kupfer, Bronze, Salz, Gold, auch Zinn, wurden im Fernhandel namentlich ab dem 2. Jahrtausend v. Chr. weithin transportiert. Trinkwasser beanspruchte allerdings Ladungskapazität.

Für Schiffe wie für Bauten wurde Holz benötigt, und zwar geeignete und deshalb wertvolle **Hölzer.** Solche fehlten den Stromtälern, Deswegen richteten sich die Interessen auf die **Zedern** auf den Höhen des Libanon-Gebirges (S. PEROWNE 1966, S. 155), von denen heute nur winzige Restbestände blieben. Wichtiger Ausfuhrhafen wurde an der Küste des heutigen Libanon und einst in Phönizien **Byblos**, das für den damaligen Nahen Osten als 'Welthafen' bezeichnet werden konnte und Handel vor allem mit Ägypten trieb. Auch Harz für die Einbalsamierung wurde hier ausgeführt, Das Pharaonenreich bezahlte mit Gold, Papyrus usw. (SWR Youtube 2019). Das **Teakholz** wurde seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. von Indien nach Babylon und dem Jemen gebracht und war somit auch eines der ältesten Handelshölzer, geeignet unter anderem wegen geringer Quellung, geringem Schwund, geringem Abrieb ebenfalls für den Schiffsbau (W. SANDERMANN et al. 1961) .

Die **Schiffe der Phönizier** besaßen zwar ein Segel, aber hatten auch zwei übereinanderliegende Reihen von je 5 Ruderern, waren 'Biereme', jedenfalls so zu sehen auf einem Relief auf der Wand des Palastes von SENNACHERIB etwa 700 v. Chr. (PH. K. HITTI 1951, S. 99). Die Phönizier dichteten, 'kalfaterten', die Planken ihrer Schiffe mit Bitumen vom Toten Meer (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 81).

## Transport auf dem Lande

## Wagen, Rad, Karren

Transport über **Land** war und blieb kostenaufwendig. So wie bis heute Erfindungen und verbesserte Konstruktionen im Transportwesen sich auswirken, so auch einst, nur bei langsameren Fortschritten, Das **Rad**, das bei den Sumerern an Karren auf Relief-Darstellungen erscheint, wurde vermutlich in Innerasien oder nördlich des Schwarzen Meeres erfunden, erschien etwa gleichzeitig in Mitteleuropa. Vermutlich war es hervorgegangen aus der Nutzung von Holzrollen für den Transport schwerer Güter, was nicht unbedingt über weite Strecken bedeuten mußte. Das **Rad ist eine stark verkürzte Rolle**, die wenigstens auf einigermaßen festem Untergrund eine vergeichsweise geringe Reibung gegenüber Schleppe oder auch noch einer langen Rolle aufweist. Da man mit einem schmalen Rad nicht viel anfangen kann,

mußten 2 Räder verbunden werden. Zuerst, im 3. Jahrtausend, gab es Räder aus einer Holzscheibe, auch zusammengesetzt aus 2 verbundenen Halbscheiben, bildete also eine einheitliche Fläche. Zwei **Scheibenräder aus Holz**, wie sie im Alpenraum gefunden wurden, waren zunächst **starr mit einer Achse verbunden**, die sich mitdrehen mußte und auch noch mit dem Wagengestell verbunden sein mußte. Die Manövrierfähigkeit der Wagen war gering (H. WICK 2006). Besser war die **feste Achse**, an der die Räder um ihre Nabe glitten. Neben die revolutionäre Erfindung des Rades trat die **Verwendung von Zugtieren** für das Bewegen der Karre oder schon des Wagens. Auf wenig ebenem Gelände, etwa in den mongolische Steppen oder gar in Gebirgsregionen wie Tibet konnte bis in die Neuzeit wenn nicht allein mit Menschen, dann nur mit **Lasttieren** transportiert werden. Solche mußten gezähmt sein. Lasttiere, Tragtiere, auch Zugtiere, erfordern ausreichend Futter. Konnte nicht am Wege immer wieder einmal geweidet werden, dann schränkte die Mitnahme von Futter die Weite der Routen und die transportierte Warenmenge ein, und nur wertvolle Waren konnten so verfrachtet werden. Das galt für Karawanen, welche Wüsten durchquerten.

Im 14. Jh. v. Chr. erschien das auch als technische Revolution im Transportwesen zu sehende **leichtere Speichen-Rad**, zuerst nur aus Holz, dann mit einem Eisenreifen auf der Felge bedeckt, Das Gewicht eines Speichenrades sank bis zu 1/10 eines Scheibenrades (R. DREWS 1993, S. 104). Das **Pferd als Zugtier** konnte in der Zug-Geschwindigkeit den Ochsen um das 5-fache übertreffen (S. 105). Um 1800 v. Chr. tauchte für den Krieg der leichte Wagen, der Streitwagen mit zwei Rädern an einer festen Achse und einem Pferdegeschirr auf, in Grenzländern etwa von Mesopotamien (M. MANN 1994).

Im Alten Reich von Ägypten und in den Indianer-Kulturen Amerikas **fehlte das Rad,** außer als Spielzeug. Auf holprigen Gebirgswegen wie in den Anden blieb das Lama als Lasttier so unersetzlich wie das Yak in Tibet.

Die Pyramiden in Ägypten, die zwei als "Memnon-Kolosse" bezeichneten Statuen von Pharao AMENOPHIS III. bei Theben/Luxor, die Obelisken, die Steine von Stonehenge zeugen von **Transportleistungen** im Altertum, ausgeführt unter wohl grausamen Arbeitsbedingungen. Ähnliche Leistungen gab es dann auch etwa bei den Maya in Amerika. Obelisken sind senkrecht stehende Säulen mit pyramidalem Ende, wohl Sinnbild der Sonnenstrahlen, standen etwa vor Tempeln. Bei **Assuan** liegt ein wohl wegen seinen Rissen liegengebliebener **unvollendeter Obelisk**, 1168 schwer, der größte seiner Art. Wie konnten etwa Obelisken aus den etliche Kilometer entfernten Steinbrüchen von Assuan in Oberägypten bis zu ihrem Standort gebracht werden? Auf dem Nil, auf riesigen Flößen, sicherlich. Dann auf Schleppen zum Standort auf dem Lande. Es gibt ein Relief des Transports einer Kolossalstatue aus dem Mittleren Reich (R. B. PARTRIDE in A. B. LLOYD ed.



Abbildung 86: Przewalski-Pferd. Berlin.

2010, S. 388). Einige Obelisken wurden noch in der Zeit des Römischen Imperiums nach Rom überführt. Die Umsetzung des jetzt vor dem Vatikan stehenden Obelisken innerhalb Roms im späten 16. Jh. war eine vielbeachtete technische Meisterleistung.

## Transport von Mensch und Waren mit Tieren

Größere Säugetiere, Huftiere, zum Transportieren zu nutzen ging wohl in der Reihenfolge **Lasttier, Reittier, Zugtier.**

Ein erstes geeignetes Transporttier war der **Esel**. Vom Esel gibt es in verschiedene Wildformen. Der wohl um die Wende vom 4. zum 3. Jh. v. Chr. genutzte gezähmte Esel war zäh, handhabbar, kletterte auch bepackt über Berge und man war nicht wie beim Ochsen auf Wege angewiesen, jedoch verlangte er regelmäßig Futter und Wasser (H. L.KASTER 1986, S. 8/9).

Das um 160.000 v. Chr. in der Steppe des westlichen Eurasien gezähmte **Pferde** hat als Vorfahren das *Equus ferus* (V. WARMUTH et al. 2012). Die vielleicht noch auch wild vorhandenen Przewalski-Pferde kommen ihm am nächsten. **Zähmung des Pferdes** ermöglichte Hirtenvölker Einfälle und Raub bei Ackerbauern, wie es die Hyksos taten. Pferdezucht betrieben die Assyrer, vor allem für Kriegszwecke.

Neben dem Esel wurden aus dessen Kreuzung mit dem Pferd die allerdings nicht vermehrungsfähigen **Maultier**e erhalten, vielfach teurer als ein Pferd Später wurde es bis in die heutige Zeit jenes auch für nicht gar so Begüterte wichtige Massentransportmittel, im Individualverkehr, das vor allem auch in bergigem Gelände



Abbildung 87: Sosopol, Bulgarien, 1959.



Abbildung 88: Dromedar. Marokko.

verwendet werden konnte und kann, wo das Pferd versagte. Auf ihren Mauleseln und Maultieren ritten bis in jüngere Zeit die Bauern Bulgariens auf ihre Äcker oder die nahen Märkte und das gibt es vielerorts immer noch oder wieder.

Vor dem Ende des 2. Jahrtausend wurde eventuell im Iranischen das **einhöckerige Kamel**, das **Dromedar,** gezüchtet, jenes Tier, das längere Wüstendurchquerungen überhaupt ermöglichte. Das Bild eines Kamels wird von einem ägyptischen Grab vor 3000 v. Chr. gemeldet (H. L. KASTER 1986, S. 11 ff.).

Kamele sind gut zähm- und lenkbar. Ein Kamel kann sich mit gegen 80 Liter volltrinken und dann lange dürsten. Sein Höcker ist ein Fettspeicher, aus dem sich das Kamel etliche Zeit ernähren kann. Ohne neue Nahrung sackt der Höcker zusammen und daran kann man die weitere Leistungsfähigkeit des Kamels abschätzen. Erschöpft kann das Kamel plötzlich sterben. Dann steht hilflos der vielleicht zu



Abbildung 89: Dromedarrelief. Palmyra.

strenge Mensch, der das Kamel zu sehr beanspruchte.

Die großen innerasiatischen Transportkarawanen bedienten sich bis ins 20. Jh. des eigentlichen **Kamels,** des **mit zwei Höckern**, wohl älter als das Dromedar, und aus dem Wildtier herangezüchtet. Nur der Lastwagen auf ausgebauten Pisten konnte die Karawanen von Kamel und Dromedar und Yaks teilweise ersetzen.

Auch ohne regelrechte Karawanen wird das Dromedar etwa in Nord-Indien zu Transporten genutzt.

## Baumaterial, Wohngegenstände

Wo keine Steine sind und auch wenig Holz, wie in den großen Stromtälern, mußte **Schilf**, also **Reet**, oder auch die **Wedel der Dattelpalme** beim Bauen dienen (F. HOLE 1966, S. 608). Dattenpalmen-Holz konnte man bestenfalls für Dachbalken verwenden, und etwa Pappel, Kornelkirsche und Weide liefern kein Holz für Bretter (D. O. EDZARD 2004, S. 19).

Bauten **aus Lehm**, Stampflehm, sind in trockenem Klima möglich, bilden noch heute die Kasbahs etwa in Süd-Marokko oder Bauten auf der Arabischen Halbinsel. War Wasser vorhanden, konnten bei dem benutzten Material einfache Wohnhäuser rasch im Selbstbau errichtet werden und dann jeder "ohne irgend welche Vorkennt-



Abbildung 90: Kamel. N-Mongolei.



Abbildung 91: Kamel. Mongolei 1963.



Abbildung 92: Dromedar als Transporttier, Jaipur 1999.



Abbildung 93: Stampflehmbau Kasbah, S-Marokko.



Abbildung 94: LehmhausBauen Chiva 1972.

nisse im Stande ist, sich sein Haus selbst zu bauen" (F. v. SCHWARZ 1893, S. 54), auch etwa schnell erneut nach Katastrophen.

Wichtiges **Baumaterial** wurden die **Ziegel**, ab etwa 4000 v. Chr., **luftgetrocknet**, was vor allem in der heißen Sonne möglich war. Der Gedanken an Ziegel mag beim Anblick der durch Risse getrennten Klumpen in ausgetrocknetem Schlamm gekommen sein /G. E. SMITH 1932, S. 58). Um 3000 v. Chr. wurden gereinigtes, feingehacktes Weizenstroh dem zu Ziegel zu verarbeitenden Lehm beigemengt und die Festigkeit der Ziegel beträchtlich erhöht. Lufttrocknung erfordert keinen Brennstoff wie die auch arbeitsaufwendigeren und teureren **gebrannten** Ziegel, die nur für wertvolle Bauten eingesetzt wurden (E. KLENGEL-BRANDT 1982, S. 173 ff.) Wie besonders alte Ziegel durch Fingerabsrücke resp. ihre gewölbe Form erkennen lassen, müssen sie noch ohne Formkasten in der offenen Hand geformt worden sein (E. E. VARDIMAN 1977). Ziegel-Herstellung war eines der ältesten Gewerbe mit



Abbildung 95: Chiva vom Minarett 1972.

**Massenerzeugung**. Aus **gebranntem** Ton erzeugt wurden auch verschiedenfarbige **Mosaikstifte**, wie dicke Nägel, die beipielsweise in Lehmmauern zum Schutz und wohl auch zur Verzierung eingedrückt wurden. Gewaltige Ziegelmauern etwa in Uruk mit 9.5 km im Umfang sind Zeugnis für die Masse erzeugter Ziegel. Für archälogische Ausgrabungen sind luftgetrocknete Lehmziegel ein großer Problem, da sie freigelegt leicht zerfallen /E. KLENGEL-BRANDT 1982, S 174).

**Massivstein**, für Skulpturen, mußte im Zweistromland von den Randgebieten eingeführt werden. Ägypten verfügte über **Bausteine**. Ägyptens erste große Pyramide, mit ziegelähnlich zubehauenen Steinen, war die **Stufenpyramide bei Sakkara**, gebaut unter König ZOSER/DJOSER durch den Baumeister und fast göttlich verehrten IMHOTEP. Mit ihm kam der Bau mit Steinen, eine Revolution im Bauwesen. IMHOTEP )Doku ZDF 2004, abrufbar in YouTube 2019) gilt auch als Erfinder der Einbalsamiering, ja der Hieroglyphenschrift, wurde göttlich verehrt. Die Heranziehung der Bauern zum Pyramidenbau in der Zeit ohne Feldarbeit oder die Nutzung der ländlichen Überbevökerung habe Ägypten vor dem Chaos bewahrt.

Große Bauten gab es also im Umkreis der im Norden, am beginnenden Nildelta gelegenen Hauptstadt **Memphis**, daß auf König MENES zurückgeführt wird, also um 3000 v. Chr. entstand.

**Gewaltige** weitere **Bauten** folgten in den nächsten Jahrtausenden, namentlich im **Neuen Reich**, und diese um Luxor, dem antiken 'Theben'.

Auch Memphis spielte noch eine Rolle und hier entstand in der Zeit der 18. Dynastie, zwischen 1700 - 1400 v. Chr. die 1912 (Wikipedia 2017) entdeckte Alabastersphinx, die mit der Königin HATSCHEPSUT verbunden wird.

Die **Bearbeitung der Steine** mußte mit noch härterem Steinwerkzeug erfolgen,



Abbildung 96: Stufenpyramide Sakkara.



Abbildung 97: Die drei Großpyramiden und kleinere.



Abbildung 98: Cheopspyramide, von Gizeh.



Abbildung 99: Sphinx. Chefren-Pyramide.



Abbildung 100: Liegengebliebener Obelisk, Assuan.



Abbildung 101: Memnonskolosse, Luxor.



Abbildung 102: Karnak, Tempeleingang.



Abbildung 103: Karnak, Widderallee.



Abbildung 104: RAMSES II.



Abbildung 105: Hatschepsut-Tempel.



Abbildung 106: Alabastersphinx von Memphis.

mit Meißel und Stößel. Oder gab es doch Eisen?

**Kalkbrennen** wird neuerdings für das 12. Jahrtausend angegeben (K. WLOKA 2006).

**Schreiben nur für die Gegenwart und auch für alle Zukunft: Beschreibstoffe**

Schriftzeichen wurden eingehauen etwa auf **Stein**. Die Länge des Textes blieb begrenzt, selbst wenn man ganze Wände mit Schriftzeichen bedeckte. **Inschriften auf Stein**, etwa **Marmor**, ganze Dekrete und Berichte und Lebensbeschreibungen, blieben bis in die spätrömische Zeit bedeutend und viel vom Wissen über das Römische Imperium, namentlich seinen Alltag, beruhen auf der Auswertung von Inschriften. Schon in der Renaissance interessierte man sich für solche Inschriften. Bei THEODOR MOMMSEN (A. DEMANDT 1997), der den aufwendigen "Corpus Inscriptionum Latinarum" der Preußischen Akademie leitete, ist einmal von 160.000 gesammalten Inschriften die Rede. Aber viele Gebiete, Nordafrika und der Balkan waren damals noch keineswegs ausreichend durchforscht.

Aus Mesopotamien, aus Assyrien, stammen ganze Bibiotheken von **Tontafeln**, in die feucht die aus Strichen bestehenden Schriftzeichen eingeritzt wurden. Erhalten wurden sie namentlich durch den **Brand ihrer Aufbewahrungsstätten**, etwa der großen Paläste. Erhalten bieb die Tontafel-Bibliothek des Assyrerkönigs ASSURBANIPAL. In der ab Dezember 1933 ausgegrabenen Stadt Mari am mittleren Euphrat fanden sich im Palast des Königs Zimrilim 20.000 beschriebene Tontafeln (I. LISSNER 1981 / 1961). Aus persischer Zeit blieben erhalten die beim Brand von Persepolis unter ALEXANDER den GROSSEN gebrannten Tontafeln

(J. WEISEHÖFER 1999, S. 15). Für Briefe mochten beshriebene Tontafeln auch von vornherein gebacken worden sein.

Für kurze Notizen und einmaliges Lesen wurden auch anderswo und später mit anderen Schriftzeichen als Keilschrift Ton- und Kalkstein-Scherben verwendet. Sie wurden dann weggeworfen wie heutzutage Altpapier, ausgegraben etwa von französischen Archäologen zwischen 1921 - 1951 v. Chr. im 'Tal der Könige' in Deir El-Medine (M. CLAUSS 2001, S. 389). Geschrieben wurde auch auf **Streifen von Blei**, dem relativ leicht zu ritzenden Metall. Die Bleistreifen, gefunden etwa in Assur, wurden beschrieben zusammengerollt und waren damit so etwas wie Briefe.

In der Antike waren gebrannte **Tonscherben, Ostraka** (A. DEISSMANN 1923, S. 39 ff.), Einzahl: Ostrakon, billiges Beschreibmaterial für Kurzmitteilungen auch von Armen und sie konnten Tonscherben, auf die man mit Tinte schrieb oder in die man ritzte auch kostenlos auf Abfallhaufen sammeln. Antikeforscher haben diese Ostraka lange nicht beachtet.

Als **dünneres Beschreibmaterial** waren teilweise bis nahe der Gegenwart genutzt große getrocknete Blätter etwa von Palmen, oder Baumrinde, in Nordeuropa, später, etwa von Birken.

Der genügend dünne **flächenhafte**, verbreitetste **Beschreibstoff** des Altertums und bis weit in die Spätantike und auch für längere Texte geeignet wurde der **Papyrus.** Dieser wurde aus dem "Mark" in den Stengeln eines in Sümpfen gedeihenden, bis zu etwa 3 m hohen Riedgrases, *Cyperus papyrus.* Es wuchs im Nildelta und wurde auch künstlich herangezogen.

Papyrus gab es schon im Ägypten der Pharaonen, in den ersten Spuren zurück ins 3. Jahrtausend v. Chr.. Alexandria hatte in römische Zeit nahezu ein Monopol für die Herstellung (A. H. M. JONES 1974, S. 60). Wie vieles aus der Technik der Antike hat PLINIUS im 1. Jh. n. Chr. die Herstellung überliefert. Das aus den Stengeln entnommene weißlich Mark wurde in Streifen geschnitten, etliche Zeit in Wasser, in Ägypten Nilwasser, gelagert und 2 solcher Streifen auf befeuchtete Tafel kreuzweise übereinandergelegt und zusammengehämmert (s. a. G. MORAVICSNIK 1976, S. 87 ff.). Trotz des Aneinanderhämmern bestand ein Papyrusblatt also aus 2 Schichten, wobei die Fasern des Materials auf der Vorder- und Rückseite quer zueinander verliefen. Die teilweise aufgebrochenen Pflanzenzellen und der begonnene Fäulnisprozeß bilden eine Art Klettverschluß, sodaß die Stücke, manchmal auch mehrere übereinander verschmolzen wurden und etwa eine Woche lang getrocknet wurden. Die eine Seite von solchen Papyrusblättern, jene mit dem waagerechten Verlauf der Fasern, wurde geglättet, meistens nur diese beschrieben. Diese Papyrusstücke wurden zu 7 - 10 m langen **Rollen** um einen Stock zusammengewickelt.



Abbildung 107: Papyruspflanze.

Zum Lesen wurden diese Rollen vom Textanfang her aufgerollt- und beim fortgehenden Lesen wieder zusammengerolt. Man konnte also nicht die Aufgabe stellen, lesen Sie Seite 6 - 9, sondern Lesen - um unser Maß zu nehmen - Zentimeter 6 - 9. In den Bibliotheken standen also nicht Bücher, sondern dort lagen Papyrusrollen. Für längere Werke waren mehrere Rollen nötig. Dann sprach man von 'Büchern', in welche das auf mehrere Rollen verteilte Werk gegliedert war - nur eben nicht 'Buch' im späteren Sinne. In Byzanz waren Rollen bis in das 7. Jh. n. Chr. noch in Gebrauch, jedoch literarische Werke wurden bereits vom 4. Jh. an nicht mehr auf Papyrusrollen kopiert (G. MORAVCSIK 1976, S. 88). Unter den Ptolemäern war Papyrus Staatsmonopol. Um 333 v. Chr. soll eine Rolle Papyrus in Griechenland 2 Drachmen gekostet haben, 296 konnte man für 2 Drachmen mehrere Rollen kaufen (W. TARN 1966). Besonders guter Papyrus kam aus der Stadt Byblos an der Küste des heutigen Libanon und vom Namen dieser Stadt leitet sich Worte wie "Bibliothek" und "Bibel" her, obwohl zunächst nicht Bücher, 'Codices', mit Seiten, hergestellt wurden, sondern eben Rollen. Papyrus konnte sich **erhalten in trockenem Klima**, also etwa in den Wüstengebieten von Ägypten. Privatkeute schrieben auf Papyrusstücke auch Urkunden, Verträge und wie große Leute auch Briefe. Nach **Europa gelangten** erste **Papyrusfunde** am Ende des 16. Jh., als der Baseler Bibliothek ein Fetzen mit griechischem Text und zwei Fetzen mit lateinischem Text geschenkt wurden (A. DEISSMANN 1923, S. 23, Fußnote). Einen Durchbruch in der Papyrus-Kunde des alten Ägypten brachte 1877 ein Großfund in der El-Faijum (dto., S. 23). Wie viel auf Papyrus geschrieben wurde zeigen ebenso

die **zahlreichen Exemplare** der als gültig anerkannten und der nicht anerkannten, also apogryphischen Texte der Evangelien. Es dauert auch heutzutage etliche Zeit, ehe sich jemand in die kirchlich anerkannte Bibel eingelesen hat.

In Mesopotamien blieben auch weiterhin **Tontafeln** in Gebrauch.

## 'Chemie', Stoffnutzung der Frühzeit, der alten Kulturen

Stoffe besaßen in der Technikgeschichte der alten Zeit stets auch eine bedeutsame Rolle. Viele mögen aus Empirie, aus Erfahrungen stammen (PH. BALL 2005), aber möglichweise hatten etwa Metall-Gießer auch eigene Hypothesen.

## Beleuchtung - und was wurde dafür verwendet

**Öllämpchen** werden ab erst um 1700 v. Chr. angegeben (E. E. VARDIMAN 1977. Die Öllampe in Ägypten beschrieb HERODOT als flache, mit Öl gefüllte Schale, in der ein Docht aus Leinenfasern schwamm. Dann kamen Öllampen mit Delle am Rand, in welcher der Docht verlief. Auch gab es dann einen massiven Sockel. Die geschlossene Öllampe mit 2 Löchern erschien in hellenistischer Zeit.

Auch **in den kleinen Dingen des Alltags**, und wichtig genug waren sie ja, gab es über die Jahrhunderte hin die Nutzung leichter gestaltende **Verbesserungen**.

Irgendwann war es auch aufgekommen. Die nach der Blüte dunkel und dürr gewordenen langen fruchtenden **Stengel der Königskerze**, *Verbascum densiflorum* beispielsweise, wurden in Wachs, Öl, Harz oder Pech getaucht und dienten angezündet als Fackeln, "Herba lucernaria - Lampenkraut". Die Kelten sollen solche Fackeln bei ihrer Sonnenwendfeier benutzt haben ('Kräuterkreis' im Internet).

## Tierhaut zu Leder: Gerberei

Tierfelle, und dann auch enthaart und gereinigt, waren jedenfalls in kühleren Gebieten die älteste Kleidung. Aus Tierhäuten, und das schon länger, wurde **durch Gerben Leder** erzeugt. Rohe Tierhäute faulen oder werden trocken-brüchig. Behandelt mit Gerbstoffen werden sie zu dem geschmeidigen, haltbaren Leder. Als Gerbverfahren entwickelten sich: 1. Einreiben der Häute mit Fett: **Sämisch-Gerberei**, 2. mit Lohe, das ist Rinde etwa von Eichen: **Loh-Gerberei**. Auch

mit Gallapfel-Tinktur wurde gegerbt, schon im Altertum. 3. Mit Alaun: **Weißgerberei**. Alaun war schon im alten Ägypten bekannt (K. VOLKE 2004). Für die Erfindung oder Entdeckung der Loh-Gerberei gibt es ebenfalls eine "Erfinder-Legende": Tierhaut fiel in einen Waldteich, in dem sich viel Eichenrinde befand. Die herausgezogene Tierhaut wies lederartige Eigenschaften auf, und so wollte man nun seine Tierhäute haben.

## Färben, Farbpigmente

Körperbemalung und Mineralfarben in Höhlen, die Verwendung von Farben. die Freude an Bunt, sind alt. Gefärbt wurden im Altertum die Fäden, nicht die Stoffe (E. E. VARDIMAN 1977). Wertvoller Farbstoff für Textilien war der **Purpur-Farbstoff**, dessen Nutzung aus dem verwesenden Fleisch einer Meeresschnecke, der *Murex trunculus*, der Purpurschnecke, in Tyros gefunden worden sein soll. Eine Beschreibung der Farbstoff-Gewinnung stammt von PLINIUS (s. PH. K. HITTI 1951, S. 95), also in der Zeit n. Chr.. Vor der Bearbeitung wurden die Schnecken in großen Becken gesammelt. Sterbend spritzen sie in Becken ihren Farbstoff von sich. Salz wird zugegeben, die Flüssigkeit mit dem Farbstoff stand drei Tage und wurde dann moderat gekocht. Der Verwesungsgeruch der toten Schnecken soll entsetzlich gewesen sein. Riesige Abfallhaufen solcher Muscheln fanden sich bei Akko an der israelischen Küste. Zu einem Gramm Purpurfarbe zur Färbung von Tuch mußten etwa 8000 Schnecken verarbeitet werden. Als höchst Qualität galt die Ähnlichkeit mit der Farbe des Blutes. Der Farbstoff war teuer und purpurfarbene Gewänder kamen nur hochgestellten Personen zu, den "Purpurgeborenen".

Der "Lasurstein", der **Lapis lazuli** (F. SEEL et al. 1974), ein Mineral von wundervollem und haltbaren Blau, auf der Mosaikstandarde der Sumerer-Stadt Ur wie auf der Totenmaske des Pharao TUT-ENCH-AMUN, stammte aus heute unbekannten Lagerstätten, die wohl schon im Altertum erschöpft waren.

Bei den **Maya,** also nachchristliche Zeit, gab es ein außerordentlich prächtiges **blaues Pigment**, das auf Mauern angebracht noch immer glänzt. Zurückgeführt auf Indigo und Lehm wurde nun (2002) ermittelt, daß die Indigo-Moleküle "form a highly stable surface complexwith the aluminosilicate sheets of the clay, slotting away the organic substance within slit-like channels in the inorganic matrix and protecting it from acids and alkalis" (P. BALL 2005, S, 13).

## Weihrauch - Weihrauchstraße

Parfürmerien könne auch heute teuer sein. Im Altertum war die wertvollste und auch bei kultischen Ritualen genutzte Geruchsessenz ein hochbezahltes Handelsgut, das beim Verbrennen einen angenehm riechende Dampf liefernde **Weihrauch-Harz**. Das Herkunftsland war Süd-Arabien, unter anderem zur Zeit der Sabäer, aber nicht nur. Wie bei anderer späterer Harzgewinnung auch wurden die Stämme der Büsche oder kleinen Bäume der Gattung *Boswellia* angezapft und das ausfließende Harz in der Sonne getrocknet und dann in kleinen Kügelchen geliefert (H. L. KASTER 1986, 150). Gegen 2400 km war der Haupthandelsweg von Süd-Arabien nach dem Norden längs der Westküste der Arabischen Halbsinsel für besonders dieses kostbare Gut (S. 174), die "Weihrauchstraße".

## Metalle - die folgenden 'Zeitalter' der 'Kupfer'-, Bronze- und Eisenzeit

## Metalle im Menschheitsfortschritt

**Der Wandel in der Werkstoffbenutzung** vom Stein zu Bronze und Eisen wurde als großer Fortschritt, als fast gesetzmäßige Abfolge, 'Evolution', in der Entwicklung der Menschheit gesehen, und die Südseevölker noch ohne Metall bei ihrer Entdeckung im 18. Jh. wurden bis ins 20. Jh. als moderne "Steinzeitmenschen' mit dem Begriff fast verunglimpft. **Kulturelle Höhe,** auch Weltvorstellungen sind, wie schon erwähnt, **nicht nur von der Metall-Verwendung bestimmt**. Auch bei Metall-Benutzung fiel die 'Bronzezeit' in manchen Kulturen aus. In der Abfolge der Kulturen folgte in Afrika südlich der Sahara, also etwa in Simbabwe (früher Rhodesien), auf die Stein"zeit" sofort die "Eisenzeit", die Eisen-Benutzung, wobei hier nur Schmelze das Metall gewinnen ließ. Auch im alten Amerika fehlte bei Verwendung gediegener Metalle die Bronzeit.

## Nutzung gediegener Metalle

Manche Metalle, **"Edelmetalle"**, auch **Kupfer** wurden auch als Metall, "gediegen" gefunden, also im fertigen Zustand. **Gold, Silber** waren **zuerst benutzte Metalle.** Die weitgehend stabilen Metalle waren Wertgut, wurden benutzt als Schmuck, ohne erster Schmuck zu sein. Sie wurden auch bearbeitet Es **war also Metallverwendung ohne metallurgische Technik** (H. PLETICHA 1988, S.

32), Metallnutzung ohen Schmelze (H. QUIRING 1948). Edelmetalle waren dabei nicht überlebensnotwendig. Aber bei der Metallnutzung erscheint Schmuck, Kunst, wenigstens gleichzeitig mit der Werkzeugherstellung aus Metall, ja wohl eher vor dieser (C. S. SMITH 1968, S. 638). Kunst vor Alltag! Ist das im Wesen vieler Menschen verwurzelt? Oder Ausdruck von Machtverhältnissen? Am Anfang des 20. Jh. fanden britische Geologen im Sudan 85 alte Gold-Bergwerke, sorgfältig ausgeräumt. Gold und Silber blieben auch über die Zeit der Benutzung anderer Metalle erhalten, von Wert und auch technischer Verwendung bis in die neueste Zeit. Reich an kunstvollen Gold-Gegenständen waren die vom 6. bis 3. Jh. v. Chr. angelegten Gräber der **Skythen**, die "Kurgane", im südlichen Rußland und in Asien bis hinter den Altai, von einem Volk, das als grausam geschildert wird und bei dem beim Tod eines Fürsten nicht nur Schätze, sondern auch Menschenopfer, völlig schuldlose, auch zufällig des Weges Daherkommende, mitgegeben wurden (I. LISSNER 1981 /1961). Ein Kurgan im Kubangebiet war gegen 15 m hoch, in Sibirien im Altai hatte einer einen Boden-Durchmesser von 58 m. Auch Mykene gilt von der skythischen Goldkunst übertroffen. Gold, geformt in wundervollen Gegenständen, das war auch die wichtigste Hinterlassenschaft der schriftlosen **Thraker**, eines der älteste Völker der Menschheitsgeschichte.

**Kupfer** wurde seltener gediegen gefunden, aber in Gestalt kleiner Nuggeten schon im 9. Jahrtausend v. Chr. bearbeitet (K. WLOKA 2006). Ein Kupferbeil trug der Mensch aus dem Gletscher des Ötztales, der "Ötzi", bei sich, also im Spätneolithikum, zweite Hälfte 4. Jahrtauend v. Chr. An den Großen Seen in Nordamerika fanden die Indianer **gediegenes Kupfer**.

## Metalle werden erschmolzen - das ist der Weg in die weite Metall-Nutzung

Die große Errungenschaft und der Weg zur Metallurgie war die **Erschmelzung von Metall aus Erz**, also aus einem metall-enthaltendem Mineral, enthalten in Gestein und bei Zinn von sonstigen Gesteinen nicht unbedingt zu unterscheiden. **Mit Metallwerkzeugen**, der Bronze zunächst, ließen sich Holz und auch Stein besser bearbeiten als mit Steinwerkzeugen, gab es also bessere Produktionsinstrumente.

**Kupfer** war das **erste** in einem **metallurgischen Prozeß**, einem chemischen, einem **"pyrometallurgischen"** Vorgang, hergestellte Metall, das schließlich nicht nur für Schmuck, sondern für verschiedenste Gegenstände verwendet wurde. Nahe der Oberfläche liegende kupferhaltige Erze, etwa der **Malachit**, CuCO3, Cu(OH)2, fallen durch grünliche oder andere durch blaue Farbe auf. Malachit diente wie auch

aandere Minerale als Kosmetikpaste (G. E. SMITH 1932, S. 50), für Schmuck. Schlacken als Zeugnisse von Verhüttungsaktivitäten erschienen im 5. Jahrtausende v. Chr. Geschmolzen mit Holzkohle wird aus oxydischen Kupfermineralien das bei etwa 1083° C schmelzende **Kupfer** gewonnen und dann wenigstens in späteren Zeiten noch raffiniert, umgeschmolzen. War die Auffindung von Kupfer aus Erzen eine Zufallsentdeckung, etwa im Töpferofen? Wurde schon systematisch experimentiert? Herstellung und Bearbeitung solcher Metalle erforderte den **Spezialisten.** Das relativ weiche Kupfer konnte im wesentlichen nur für Kunstgegenstände verwendet werden, eine allgemeine "Kupferzeit" - ein "**Chalkolithikum**" - gab es kaum. Daß aus durch ihre Farbe auffallenden Mineralien Kupfer erschmolzen werden konnte, führte noch lange nicht dazu, daß bräunliche oder rot-bräunliches Gestein, selbst der als Farbe benutzte Ocker, auf Erschmelzung von Metall, hier von Eisen, erkannt wurden, schon wegen der seinerzeit nicht erreichbaren Hitze. Wenn aber Kupfer aus einem Mineral erschmolzen werden konnte, dann war andererseits die Idee vielleicht nicht so abwegig, vielleicht auf solchem Wege auch Gold zu erhalten (G. E. SMITH 1932, S. 57) und noch bis in die Neuzeit haben Alchemisten danach gesucht.

## Vom Kupfer zu Legierungen, zur Bronze

Natürliche Beimengungen ließen aus verschiedenen Erzen Kupfer etwas unterschiedlicher Eigenschaften erzeugen. Man erhielt zunächst wohl ohne Kenntnis der Ursachen dabei härtere Werkzeuge. Arsenreiche Erze lieferten die "Arsenbronze".

"**Bronze**(n)", Legierungen von Kupfer mit vor allem bis etwa 10% **Zinn**, haben gegenüber Kupfer einen niedrigeren Schmelzpunkt und ihr Guß neigt weniger zur Blasenbildung. Ihre Härte erreicht die von weichem Stahl, weshalb Werkzeuge daraus möglich sind. Metalle, und namentlich Bronze, erwiesen sich als geschmeidiger und gefügiger als der spröde Stein (A. J. TOYNBEE 1988, S. 47). Ihre Nutzung eröffnete eine neue Epoche in der Menschheitsgeschichte, die im 3. Jahrtausend v. Chr. beginnende **Bronzezeit** (M. KOCH 1999), gekennzeichnet durch neue technische wie geistige Errungenschaften. Kupfer und in Legierung erscheint damit als erstes Gebrauchs-, aber vor allem auch Metall für Schmuck und Kunstgegensttände. Die Bronze war nicht das Material des Alltags aller kleinen Leute und Bronze konzentrierte sich offensichtlich auf die besonders beachteten Bessergestellten, aber Bronze gab diesen Jahrhunderten ihr besonderes Gesicht.

Unklar ist, woher man das erste **Zinn** bezog (E. PERNICKA 2000). Möglicherweise kam Zinn zuerst aus Mittelasien, aus dem Gebiet zwischen Buchara und Samarkand, wo Zinnerze jedenfalls am Anfang des 2. Jahrtaussends v. Chr. ab-

gebaut wurden. Das zinnhaltige Erz ist sandig und schwarz, aber auch deutlich schwer. Als ältester Zinngegenstand gilt ein verdrillter Draht von der Insel Lesbos in der Ost-Ägäis. **Brauchbare Erze** jedenfalls für Bronze sind wie Salz **nur an wenigen Orten** vorhanden. Das **Herbeiholen der Erze** für die Kupfer- oder Bronze-Herstellung machte **Handelsbeziehungen** oder Fahrten zu ihrer Gewinnung nötig. Bronze **verlangte Reisen, Kommunikation**. Vorherige Auffindung war nötig. Erze suchende Prospekteure und Händler waren unter den frühen Ergündern der Erde. Die Phönizier und die Griechen setzten **Seefahrt** ein. **Handelsposten** wurden gegründet, **Gruben ausgebeutet**. Das geschah etwa im Südwesten des heutigen Spanien, am Rio Tinto. Erztranport zu Verarbeitungstätten blieb auch später und besteht vielfach auch heute. In der Eisenzeit, wurden Eisenerze von Elba auf die Insel Ischia gebracht und hier in der Griechensiedlung Pithekoussai verarbeitet (M. H. CRAWFORD et al. 1994, S. 55). Da die gediegenen Metalle, jedoch auch nutzbare Erze, vor allem für Kupfer und damit Bronze, nur an manchen Orten vorkommen, wurde die Entstehung des Krieges von dem phantasievollen Geologen HEINRICH (1948, S. 55) auf den Streit um die Metalle oder Erze zurückgeführt. Um Steine wurde nicht gekämpft. QUIRING sah ein friedvolles Neolithikum auf Kreta, und meinte: 2000 Jahren "Gleichheit, Beharrung und Friede stehen" bis ins Jahr 1948 "1500 Jahre Ungleichheit, erfinderischer, wirtschaftlicher Regsamkeit und Krieg gegenüber." Aber die Freidfertigkeit vorher war wohl so groß auch nicht. wie die Kämpfer der Indianer und auch Südseeinsulaner nahelegen. Auch Jagdtiere konnten knappe Ressourcen sein.

Kupfer wurde zuerst wie Gold durch **Hämmern** geformt. Kupfer oder eben Bronze in flüssigem, auch schwerflüssigem Zustand in eine gewünschte Form zu bringen durch **Gießen**/casting, war eine weitere große Errungenschaft der Metallurgie (G. E. SMITH 1932, S. 52).

Zum **Gießen** von Metallgegenständen, Kupfer wie dann Bronze, wurden bei flachen Gegenständen, oft auf einer Seite völlig flach, Gußformen aus gebrannten Ton verwendet, in den die Vertiefungen für den Guß eingebacht waren. Für kompliziertere Gegenstände, feine Kunstgegenstände, diente die "**Methode des verlorenen Wachses**", cire perdue. Über einem entsprechend geformten Tonkern wurde ein Wachsmodell des erwünschten Gegenstandes geformt, auch mit Verzierungen, mit Ornamenten. Über dieses Wachsmodell wurde wiederum Ton aufgetragen. Dieses Gebilde wurde erhitzt. Das Wachs schmolz, wurde vom Ton aufgesaugt. In den durch das verschwundene Wachs entstandenen Hohlraum zwischen dem inneren Tonkern und dem Tonmantel goß man flüssige Bronze. Nach deren Erkalten mußte noch der Außenton entfernt werden. Der Metallgegenstand wurde von Ton im Inneren losgelöst. Im Prinzip wurde der Glockenguß in Europa so während des ganzen Mittelalters und bis in die jetzige Zeit durchgeführt. Die Vettern PAUL

und FRITZ SARASIN (1905, S. 309 ff.), Forscher aus Basel, sahen auf Celebes (heute: Sulawesi) um 1900 noch das Gießen von Kupfergegenständen am Matannasee, so die Herstellung von Finger-, Arm-, Beinringen, kleinen Glocken, wie sie "erst aus Wachs modelliert, dann mit Ausnahme einer kleinen Öffnung mit Lehm umgeben" wurden. "Sobald der Lehm hart geworden war, wurde das Wachs über Feuer herausgeschmolzen und die nun leere Form mit dem flüssigen Metall gefüllt. Die gegossenen Gegenstände" erhielten durch Feilen ihre letzte Vollendung. Für die Bronze-Erzeugung fanden sich in Ägypten große Werkstätten, fast Fabriken. Im Palast von Pylos, einem kleineren mykenischen Fürstentum, wirkten zeitweise 400 Bronzegießer. Feingestaltet waren die auch im nördlichen Europa gegossenen kleinen Kultwagen. In China wurden Bronzen verschiedener Zusammensetzung für die verschiedenen Verwendungen hergestellt, großartige Dinge (I. LISSNER 1981/1961). Bei der späteren europäischen Ergründung Westafrikas im 18. Jh. und 19. Jh. fanden sich hier hervorragende Bronzegießer.

Ein stärker beschädigtes oder zerbrochenes Steinwerkzeug oder Tongefäß kann kaum repariert werden. Schmelzbare Metallgegenstände ließen sich umschmelzen, das Material also **erneut verwenden**. Gegenstände, welche eingeschmolzen wurden, sind natürlich für immer dahin und kein Archäologe kann sie finden. Wenn viel Metall immer wieder umgeschmolzen wurde, dann müßte man vielleicht viel mehr mit Metall gearbeitet haben als die Menge der erhaltenen Gegenstände nahelegt (K. J. NARR Hrsg. 1975, S. 116/117).

Gegenstände aus Gold, Kupfer, Bronze, auch Bernstein, wurden öfters als "**Hort**"**funde** geborgen, auch **"Depot"-Funde** genannt. Sie zeugen von den Begüterten von einst, aber auch vom Können der Metallbearbeiter, Es erscheint sinnvoll, daß man Schätze für spätere Zeiten schützt, als Alters- oder Kinderversorgung, wie in einem modernen Tresor. Aber wertvolles Metall Toten in die Gräber zu geben, wie den Goldschatz des Ägypterpharao TUTENCHAMON, ist rational gesehen Ökonomie der Verschwendung und erfreute in vielen Fällen unbeabsichtigt das Herz von Grabräubern.

## Glas und Steine

Wohl bei den Phöniziern wurde zuerst **Glas**masse hergestellt, ein Werkstoff, der sich durch seine Viskosität, sein zähplastisches Verhalten auszeichnete und Verarbeitungstechnikern erforderte, die einst bei keinem anderen Stoff bekannt waren (K. KÜHNE 1999). Quarz, also heller Sand, wird mit Alkalien, das heißt Soda oder Pottasche, und auch Zugabe von Kalk, zusammengeschmolzen, bei maximal 1100° C und dann bei niedrigerer Temperatur verarbeitet, wobei Kristallisation vermieden werden mußte. Metalle oder auch deren Oxide etwa färben das Glas. Durch

Zusammenschmelzen von **zwei verschiedenen Substanzen** wurde hier, und das erstmals, ein so in der Natur nicht vorhandene **neue Substanz** erzeugt. Zur Entdeckung von Glasmasse kannte schon das Altertum eine "Erfindungs-Legende", eine mögliche, aber nicht belegbare Erzählung über die Erfindung. Durch solche "Erfinder-Legenden" kann ein gewisses Verständnis für das eventuelle Zustandekommen von Erfindungen geweckt werden. Händler hätten zum Waschen benutzbare Soda aus Ägypten mit sich geführt und sich zum Ruhen am sandigen Meeresstrande niedergelassen. Um Wind von ihrem Feuer fernzuhalten, hätten sie Sodablöcke um das Feuer gesetzt. Der Sand wäre mit der Soda zu einer Glasmasse zusammengeschmolzen, was beachtet und dann bewußt durchgeführt wurde.

Glasmasse ließ sich zu Fäden oder Stäben ziehen oder zu Perlen formen. Ein blaues Glasamulett in Ägypten wird auf um 7000 v. Chr. datiert. Glasgefäße wurden geformt, indem ein der Gefäßform entsprechender durch ein Bindemittel wie Ton oder Gips geformter hitzefester Sandkern bei etwa 900° C in Glasmasse wurde. An der Außenseite des Sandkerns setzte sich Glasmasse an und erstarrte. Problematisch war sicherlich die Handhabung des heißen Sandkernes. Der Sandkern schrumpft bei 578° C sogar schneller als das Glas außen, was die Trennung des Kerns im Inneren vom erstarrten Glas erleichterte. Der Sandkern wurde jedenfalls nach dem Abkühlen herausgetan. Man erhielt entsprechend geformte Glasgefäße, **Sandkerngefäße**. Es gab sie seit Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. in hoher Qualität. An den Innenwänden derartig hergestellter Glasgefäße finden sich noch Sandspuren. Später wurden Glasschalen auch hergestellt, indem eine **Glasscheibe auf eine konkave Form** aus Ton oder Gips gelegt wurde, man das langsam auf etwa 750° C erhitzte und sich das Glas unter dem eigenen Gewicht in die Höhlung einsenkte. Auch Schalen mit figürlichen Darstellungen wurden so hergestellt.

Glas wurde nicht überall auf der Erde hergestellt – und die in Europa schließlich billigen "Glasperlen" waren für manche Völker noch in der Neuzeit dann durchaus ein wertvolles, beachtenswertes Gut, so wertlos es dem kolonialisierendem Europäer erscheinen mochte. Silberkettchen erhalten ihren Wert für Europäerinnen auch dadurch, daß sie teuer erzeugt werden müssen, obwohl vielleicht Muschelschalen ähnlich schmücken würden.

## Ein bedeutender Schritt weiter: Eisen – damals nicht gießbar, so ganz anders als Kupfer und Bronze

Ein schließlich viel billigeres, **aus weiter verbreiteten**, meist oxidischen Erzen gewinnbares, aber **schwieriger zu bearbeitendes** Metall wurde das **Eisen**. In Afrika folgte ohne vorangehende Bronzeit die Eisenzeit im früheN Mittelalter. Ei-

sen ist mit 5,6 Gewichts-% 4.-häufigstes Metall in der Erdkruste. Die Erze zur Eisen-Gewinnung mußten meistens weniger durch Fernhandel besorgt werden, auch wenn später gewisse Vorkommen besonders ausgebeutet wurden. Etwa 1000 v. Chr. wurde Eisen wahrscheinlich zuerst in Kleinasien, eventuell an der Nordküste, in Armenien, im Mitanni-Reich, dann namentlich bei den 1906 archäologisch bekannt gewodernen Hethitern, gewonnen. Die Indianer etwa in Nordamerika lebten vielerorts nahezu auf Eisenerz (P. KALM 1764, S. 11), aber fanden das Eisen wie Metalle überhaupt nicht. **Die Substanzen der Natur als verwertbar zu erkennen** ist auf dem Wege der Menschheit etwas **stets Wichtiges** gewesen, bis heute, im Zeitalter auch der 'Werkstoffkunde'. Die Fähigkeit Eisen zu 'erschmelzen' muß als hohe Geistestat geschätzt werden. Eisengeräte werden angegeben aus der Zeit um 1275 v. Chr. und jünger unter König HATTUSILIS III. (E. AKURGAL 2001). Nur langsam hat sich aber die Verwendung von Eisen ausgebreitet. Als erste mit Eisenwaffen ausgerüstete Armee gilt die der Assyrer. Eisen stellten her die **Kelten**. Im 7. Jh. v. Chr. wurde die eine Periode der Eisenzeit nach dem durch Eisen-Herstellung ausgezeichneten Ort in Österreich die **Hallstatt-Zeit** genannt. Um 500 v. Chr. war Eisen verbreitet in Mitteleuropa und Skandinavien. Nach China kam Eisen im 6. Jh. v. Chr. (N. TARLING 1992, S. 116). Nach Afrika soll Eisentechnik zwischen 1000 und 300 v. Chr. gekommen sein (A. CREMIN 2013, S. 110). Der Untergang der Bronzezeit-Kulturen, die mykenische Kultur und die minoische auf Kreta, das Eindringen der 'Seevölker' werden auch auf deren Eisenbewaffnung zurückgeführt. Das **klassische Griechenland** und das **Römische Imperium** waren dann durch Eisenwaffen, etwa die Eisen-Axt und auch eiserne Körperbepanzerung ausgezeichnet. Bronze war ein Metall der 'Aristokratie'. Eisen schuf mehr soziale Gleichheit. Gerade Eisen erlaubte auch, so primitiv die ersten Geräte waren, neues Land zu kultivieren.

Schon antike Autoren, HESIOD und LUCREZ, wußten, daß Eisen eine jüngere Errungenschaft ist, seiner Verwendung die von Bronze voranging.

Die Eisenerze wurden im Altertum verhüttet in den etwa 1 Meter hohen, wegen des Windzuges oft an einem Hang angelegten "**Rennöfen**", bei denen sich auf einer mit Lehm oder Ton ausgekleideten Grube ein schachtartiger Aufsatz aus Steinen erhob. Schichtweise wurden in sie Eisenerz, Sand und Holzkohle eingebracht. Nach der Entzündung wurde durch die Holzkohle das oxidische Eisenerz reduziert. Die Schmelztemperatur von reinem Eisen von etwa 1535° C wurde mit etwa 1300°C im Reinnofen nicht erreicht Es wurde auch kohlenstoffreiches flüssiges Eisen mit niedrigerer Schmelztemperatur nicht erhalten. Gewonnen wurde eine eisenhaltige Masse, die "**Luppe**", aus der das Metall als ein schmiedbarer "Stahl", eine Eisenlegierung mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,5 % bis etwa 1,8 %, herausgehämmert wurde. Gegossen werden konnten dieser Stahl nicht. Aus 4 kg Holz wurde etwa 1



Abbildung 108: Rennofenreste. Stupia Nowa.

kg Holzkohle erhalten, aus 10 kg Holzkohle und etwa 10 kg Eisenerz wurde etwa 1 kg Luppe erhalten, aus dieser ein nochmals niedriger Betrag an Eisen resp. Stahl (Notiz im Archäologischen Museum Freiburg i. Br.). Es war also viel Holz nötig, um Eisen zu erzeugen – und das blieb auch so. In einem Arbeitsgang im Rennofen konnten nur kleine Eisenmengen gewonnen werden.

Nur kleinere, aber als Werkzeuge verwendbare Gegenstände und dann Waffen wurden hergestellt, aus Eisen kaum Schmuck. Andererseits: es gibt keine bronzenen Pflugscharen.

Schmiede kannten auch das "Zementieren", das Erhitzen von Eisenstücken zwischen Holzkohle, was den Oberflächen der eisernen Gegenstände den für die Stahlhärte nötigen, aber bei der damaligen Eisen-Herstellung fehlenden Kohlenstoff zuführte.

Die weite Einführung des Eisens zwischen 1200 und 1000 v. Chr. wurde als weitere metallurgische Revolution bezeichnet.. Eisen-Erzeugung war spätestens 1400 v. Chr. billiger als die von Bronze und es gab nun wohlfeile Gerätschaften, Waffen, auch Rüstungen aus Eisen (M. MANN 1994). Bei HOMERs Odysseus wird das **Härten** als eine Stahlveredlung erwähnt, wobei das Eisen erhitzt und in Wasser oder - später - Öl getaucht, "abgeschreckt" (B. OSANN 1939) wird. Zu große Härte kann durch erneutes sanfteres Erhitzen zurückgenommen werden, als "**Anlassen**".bezeichnet. Eisen war mit Beginn der klassischen antiken Periode um 500 v. Chr. allgemein verbreitet in der Ägais, auch in Griechenland selbst. Eisen an verschiedenen Orten war auch von unterschiedlicher Qualität (K. VOLK 2006) Laut DIODORUS SICULUS, 1. Jh. v. Chr,, haben die Keltiberer ihre Luppenstäbe für längere Zeit in die Erde eingegraben, wodurch das "Schwache" herausrosten sollte und erhielten den römischen überlegene Eisen-Waffen. Das leichter oxydierbare Eisen war dabei verrostet. Der beste Stahl der Römerzeit kam aus In-

dien.

Geendet hat die "Eisenzeit" nie – auch wenn der Begriff "Eisenzeit" auf eine historische Periode beschränkt wurde und nicht auf alle Perioden ausgedehnt gilt, in denen überhaupt Eisen eine Rolle spielt.

Als entsetzlich müssen die Arbeitsbedingungen angenommen werden in den Kupfer- und Eisen-Verhüttungswerken, einem damals regelrechten Industrieort, die der jüdische König SALOMON, der gefeierte und verehrte Mann der Psalmen, in **Ezion-Geber** am Golf von Akaba anlegen ließ. 1938 bis 1940 vor allem grub der aus Cinncinati/USA stammende jüdische Archäologe NELSON GLUECK die auch von FRITZ FRANK entdeckte Stätte aus. Geleitet auch vom Alten Testamtent der Bibel hatte GLUECK in der transjordanischen Wüste und in der Negev gegen 1.500 alte Stätten nachgewiesen und dabei auch Khirbel Nahas als die Erzminen von König SALOMON gefunden. Die Verhüttungsstätte Ezion-Geber war auch SALOMONs Hafen. Von ihr zog die Flotte nach dem Lande Ophir und gegen etwa die Metalle der Umgebung des Golfes von Akaba wurden Gold, Silber, Elfenbein, Sandelholz, Affen und Pfauen an den Hof des Königs SALOMON gebracht, und wegen Ezion-Geber konnte der Tempel in Jerusalem seine Kostbarkeiten bekommen, seine Gefäße und Armleuchter, Beute später der Römer. .

## Religion und Totenkult in den alten Reichen - und sinnlose bis grausame Gebräuche bis in die Gegenwart

Religiöse Vorstellungen sind auch in der menschlichen Frühzeit anzunehmen und in der späteren Zeit entwickelten sich in den verschiedenen Regionen und bei den verschiedensten Völkern unterschiedlichste Religionen, friedlichere und bis zum Entsetzen grausame, bis hin zu Kinderopfern, Opfern der Erstgeborenen und anderem. War das Herzensangelegenheit aller oder wenigstens vieler oder wem dienten sie? Solchen die herrschen wollten? Sollte anerkannt werden, "(..., daß alle bestehenden Glaubensvorstellungen und Praktiken positive soziale Funktion haben)". Und das bis hin etwa zu dem allerdings erst viel später aufgekommenen und nicht als religiös zu bezeichnendem Gebrauch in China, Frauen die Füße zu verstümmeln, was schmerzhafte Eingriffe schon kurz nach der Geburt eines Mädchens erforderte (R. B. EDGERTON 1994, S. 178 ff.). 1963 war das bei alten Frauen in China noch zu sehen (ZIRNSTEIN), gehört aber im neuen China glücklicherweise zur Vergangenheit.

In Ägypten, aber auch anderswo, in Mesopotamien, im bronzezeitlichen Europa und noch im vorklassischen Griechenland wurden gewaltige Bauten errichtet für Tote, herrschte eine **Sepulkralkultur.** Die Menschen waren wohl alle religiös

tief ergriffen. Waren die herrschenden Eliten da Betrüger am Volk? Die ausgeschmückten Gräber auch der Beamten im alten Ägypten zeugen eher auch von deren Glauben. Ein etwas abseitiger Historiker, der Baseler J. J. BACHOFEN sah, wie es K. SCHEFOLD 1987 (S. 9) formulierte, daß "in seinen Gräbern ist das Altertum am größten. Waren doch die Gräber ewige Wohnungen, die Häuser der Lebenden bloße Nachtlager auf den täglich wechselnden Stationen der irdischen Reise. ... Wie weit ist von diesem Geist der unsrige abgewichen. ..." 'Abgewichen' wohl zum Glück muß man sagen und sieht im Geistigen dann lieber das klassische Griechenland! Aber auch im einst sowjetischen Kasachstan, bei Dsahmbul, gesehen 1989 (ZIRNSTEIN), erschienen bei heute lebenden Nomaden ihre Grabstätten großartiger als ihre Jurten und im modernen Lateinamerika gibt es auch in Venzuela laut Internet-Dokumentation Totenkult. Der moderne, die Evolutionstheorie anerkennende Mensch, ist sich seiner völligen Zeitlichkeit bewußt, nimmt sie hin und erforscht auch zum Amusement in seiner Zeitlichkeit als an Archäologie interessiert die von einem anderen Geist kündenden Stätten ferner Frühzeit! Bedeutendes fehlte in unserer Fernsehnsucht, wenn es nicht die Totenbauten und überhaupt religiösen Bauten der Vor- und Frühzeit gegegeben hätte. Aber die Neuzeit konzentrierte sich richtigerweise auch auf schöne Bauten für die Lebenden, die skeptischen. Aber die religiösen Bauten blieben bis in die Neuzeit auch in Europa meistens die schönsten und großartigsten Bauten, wie noch der Berliner Dom unter Kaiser WILHELM II,

## Zeitweilige religiöse und soziale Veränderungen und daraus Bleibendes

Als eine in allen Kriegen und Herrschaftswechseln weitgehend veränderungsfreie Gesellschaft waren auch die alten Stromtalreiche nicht. Wenigstens einige Aufbrüche zur Änderung der sozialen und religiösen Verhältnisse sind überliefert. Der 2371 gestorbene König URUKAGINA von Lagasch im Sumererland ergriff Maßnahmen zugunsten der Unterdrückten, mit Steuer- und Abgabenerleichterung. Ein Vorbild sozialer Revolutionäre?

Anders eine Veränderung in **Ägypten**: In der 18. Dynastie, also im Neuen Reich um 1350 v. Chr., wurde ein spätgeborener Sohn des AMENHOTEP III. als AMENHOTEP IV. (YouTube u. a.) doch noch auf den Pharaonensitz gebracht, offenbar unter dem nicht ganz gesichertem Wirken seiner Mutter TEJE. Dem Aussehen nach war er wohl mit einem besonderen Erbsyndrom behaftet, dem autosomaldominanten Marfan-Syndrom, das aber auch spontan auftretten kann. Das Leiden an diesem Syndrom erklärt vielleicht manche Besonderheit des AMENHOTEP IV. Er. wollte erzwingen, die bisherige, auf Amon zentrierte Religion aufzugegeben und

den **Sonnengott Aton** zum einzigen Gott zu erheben und also eine **monotheistische** Religion zu installieren. Die reiche Zentrale Karnak, bei Theben/Luxor, mit ihren Amon-Tempeln, verlor an Einfluß und wird sich gewehrt haben, die vielen Priester, die Devotionalienhersteller und - verkäufer, die Künstler - alle waren existenzbedroht und die tief Gläubigen kehren sowieso nicht um. Er, der Gemahl unter anderen der wohl an erster Stelle stehenden NOFRETETE, der sich jetzt ECHNATON nannte, hat den Pharaonenhof verlegt, nach dem besitzloasen, in der Wüste gelegnem **Amarna** hier. Tell-el-Amarna liegt etwa 312 km südlich von Kairo und weit nördlich von Theben auf dem Ost-Ufer des Nil. Als altägyptischer Ort schon bekannt im 18. Jh., kam unter FLINDERS PETRIE 1891/1892 die systematische Ausgrabung, ECHNATONs Werk gilt als älteste nachweisbare Religionsstiftung. Etwa 17 Jahre hat er regiert. Tontafeln mit Keilschrifttext verweisen auch auf die (Wikipedia 2018) Korrepondenz zum Orient verweisen. Erstaunlich das Faszinosums, daß in einer religiös gefestigt wirkenden Gesellschaft vielleicht eine Einzelpersönlichkeit in einer relativ kurzen Zeit einen solchen Einfluß ausüben konnte, selbst wenn er Pharao war. Hatte er schon etliche Zeit eine unterstützde Anhängerschaft schaffen können? In Amarna, in kurzer Zeit erbaut, gab es nun nur Tempel, in denen auf Reliefs der Sonnengott Aton seine Strahlen auf die Hände des Pharao sandte, Eine neuartige Kunst bot neuartige Bilder vom Pharao und seiner Familie, also auch auf Frau und Töchter. Der körperlich wohl leidende ECHNATON blieb aber auch Beispiel, daß geistige Beweglichkeit in einem der alten, aus dem Rückblick recht starr wirkendem Reiche vorhanden war. Aber Ägyptens Macht begann zu wanken. Grausamkeit zur Durchsetzung neuer Ideen waren Erneuern bis in die unsere Neuzeit eigen und werden mit dem danach zu erwattendem glücklicheren Zeitalter begründet. Nach dem Tode des ESCHNATON wurde seine religiöse Erneuerung wieder abgeschafft. Amarna wurde zerstört, vom Sande verweht. ECHNATONs Name wurde auf den Stelen ausgelöscht- und wurde bis tief ins 19. Jh. unbekannt. Dann, faktisch widerentdeckt wurde die **kurze 'Amarna-Zeit'**, auch als Trauma gesehen, **in der langen Periode** des Alten Ägyptischen Reiches samt seiner Pharaonen eigener immer wieder hervorgehobener Zeitabschnitt in vielfacher Erinnerung, bis hin zur Literatur, und in der Forschung immer mit Neuem bedacht. Wie die kurze NAPOLEON-Zeit in der Neuzeit Europas. Die DNA-Analyse legte die von vielen Ägyptologen vertretene Annahme nae, daß der aus seinem Felsengrab bei Luxos so vollständig ausgegrabene, etwa 1352 - 1323 v. Chr. Pharao gewesene TUTENCHAMUN (Wikipedia 2016) ein Sohn des ECHNATON war, der also wieder 'amun' und nicht Tutenchaton hieß.

## Von der Vielgötterei zum Monotheismus - vor allem zuerst bei den Juden

Von der Gedankenwelt des ECHNATON her soll auch der mit dem Namen von Moses verbundene und auch zwangsweise durchgesetzte Monotheismus der Juden herkommen. Der abstrakte ferne Sonnengott des ECHNATON habe so ein neues Denken eingeleitet (H. A. WINKLER 2009/2013, S. 17), das die religiösen Vorstellungen vieler Menschen noch heute prägt. Im wesentlichen ist es bei Juden ein oberster Gott, auch wenn noch von Cherubimen und anderen tiefer stehenden Gestalten die Rede ist. Im Alten Testament wird geschildert, wie schwierig es offenbar war, das durchzusetzen. Und dem Gläubigen auch späterer Zeit wurde nahegelgt, das als 'wahrhaft' geschehen anzunehmen, wie es etwa GREGOR VON TOURS (s. dtsch. 1878, S. 70/71) im 6. Jh. n. Chr. in Anlehnung an das Alte Testament der Bibel darstellt: Eine furchtbare Stimme, die Gottes, sprach durch Moses zum Volk: ""Du sollst keine anderen Götter neben mir haben. ... Du sollst den Herrn, deinen Gott, fürchten und ihm dienen und bei seinem Namen schwören:"" Aber das "Volk Israel" wollte zunächst nicht und tanzte um ein aus Gold gegossenes Kalb. Und es "hurten" welche volksvergessen "mit der Moabiter Töchter ..." Aber für diese Verehelichung zwischen den Völkern "durchbohrte" "Pinehas, der Priester, die beiden Ehebrecher ... mit seinem Spieß und Gottes Zorn abwendete, "und es ward ihm gerechnet zur Gerechtigkeit."" 24.000 Menschen wurden nach dem Bericht wegen dieses Tanzes um das 'Goldene Kalb' getötet. Und vom Herrn wird die Rede gegeben: "Alle Götter der Völker sind Götzen, aber der Herrn hat den Himmel gemacht." und "Der Heiden Götter sind Silber und Gold, von Menschenhänden gemacht". Und "Die Götter, von den Himmel und Erde nicht gemacht haben, müssen vertilget werden von der Erde und unter dem Himmel." Weiter: "Ich bin der Herr, das ist mein Name und will meine Ehre keinem andern geben, noch meinen Ruhm den Götzen, die von Anbeginn eitel waren."" Unklar erscheint: Sollte es andere 'Götter' durchaus gegeben haben und die sollen nur nicht mehr anerkannt werden? Oder gab es stets nur den einen 'Gott', den man nur nicht erkannt hatte? Streng wurde verkündet: ""Du sollst dir kein Bildnis machen, noch irgend ein Gleichniß, ,.." Versuche einer bildlichen Darstellung hätten von dem nicht sichtbaren Gott nur abgelenkt und dem Polytheimus erneut Vorschub geleistet und das habe zum Verbot der Gottesdarstellung geführt. Der ja aus wenig bekanntem Stamm und nicht von den Erzvätern herkommende Moses hat das mit dem einen bis zu Abraham, Noah und Adam und Eva zurückdatiert. Ganz so wurde das mit dem einen Gott bei Anerkennung von Erzengeln aber nicht durchgehalten und im Christentum mit seinen viel mehr Gottgestalten, von Maria bis zu den Erzengeln, wurde das regelrecht aufgehoben. Das also über die Entstehung des Monotheismus bot der Christenverkünder GREGOR VON TOURS in Anlehnung an das graue

Altertum seinen Zeitgenossen im 6. Jh. n. an! Und wie konnte sich so etwas als möglich gewesen durchsetzen!? Ein ferner abstrakter Gott war immerhin weniges leicht zu widerlegen als das Göttergetümmel auf dem Olymp und nur die Kenntnis von der historischen Entstehung des Glaubens kann die Zweifel am abstrakten Gott nähren.

Ein Zentrum in der biblischen Geschichte der Juden ist der vom **Auszug aus Ägypt**en und **der Einnahme des ihnen von ihrem Gott geschenkten Landes** in Palästina, beschrieben im 'Deuteronomium'. In Kanaan hatten schon Abraham und seine Nachkommen gelebt, wanderten wegen Hunger nach Ägypten, wo Joseph sogar zum Berater des Pharao wurde und etwa für Vorratshäuser sorgte. Die Menschenzunahme der Isrealiten besorgte die Ägypter und diese ließ der Pharao ziehen. Seit der Flucht aus Ägypten waren sie 40 Jahre lang durch die Wüste gezogen. Endlich waren sie angekommen auf dem 808 m hohen waldlosen Berge **Nebo** östlich des Toten Meeres und von Palästina. Von denen, welche von Anfang an den Wanderzug mitgemacht hatten, waren nur noch 3 Personen am Leben: Moses, Josua, Kaleb. Alle anderen der Israeliten auf dem Berge Nebo waren also während der 40 Jahre der Wüstenwanderung geboren worden und die alte Generation war also aufgerieben, durch eine neue ersetzt. Statt Wanderung hatten die Israeliten wohl wie viele andere Völker als Viehnomaden in Steppen gelebt und nun wollten auch sie seßhaft werden. Moses starb auf dem Berg Nebo. Er hat aber Gottes Auftrag an seine Leute weitergeben können, das den Juden von Gott geschenkte Land, Kanaan. wo 'Milch und Honig' flössen, von den länger dort Lebenden restlos zu säubern bis zu den Kindern, also eine furchtbare Ausrottungspolitik zu betreiben, zu der es wohl auch kam, wenn nicht alles nur Mythe ist. Der vorausgesandte Kaleb hatte das Land zunächst für uneinnehmbar gehalten, aber unter Führung von Josua wurde es gesäubert besetzt. Noch unter Josua (10) spielte sich auch jene Episoda ab, als seine bedrohten Kämpfer ihn über Boten baten, sich an Gott mit dem Wunsch nach einem Tag Stillstand der Sonne auf Mittagshöhe zu bitten und das geschah, "da der Herr die Amoriter dahingab vor den Kindern Israel" (aus Internet). Bewegte sich die Erde um die Sonne konnte der Sonnenstillstand nicht stattgefunden haben und GALILEI, im 17. Jh., wurde also auch der Bibelleugnung beschuldigt. Man kann Juden späterer Zeit nicht für die Taten ihrer frühen Vorfahren zur Verantwortung ziehen und ebensowenig für die Kreuzigung von Jesus, aber den alten Texten sollte man mit dem notwendigen Abstand begegnen. Religiöse Rechtfertigungen sind international politisch nicht zulässig, wie auch einstige nationalsozialistische deutsche Argumente über die Wege und Sitze der Goten als Germanenland. Der Berg Nebo, wo also eine grausame jüdische Eroberung Palästinas ihren Anfang nahm und später Kirchen erbaut wurden, wurde 2009 vom Papst BENEDIKT XVI. besucht im Interesse der Versöhnung von Juden und katholischen Christen!

Es war das Volk der Juden, das unter sich bleiben sollte und Vermischung mit anderen, so den Moabitern, mit dem Tode ahndete! Und dann der eine finstere Gott!? Im Haupthaar des Samson der jüdischen Richterzeit sollte er sich verankert haben und als seine falsche Philistergeliebte Delila das Haupthaar ihres Verehrers abschnitt, war es mit Samsons und in diesem Falle auch Gottes Kraft vorbei. Der spätere König David hatte wenn nicht Stärke, so doch Geschick, und brachte den übermächtig auftrumpfenden Philister Goliath mit einem geschickten Steinwurf zu Fall. Und diese Geschichte wurde bis in die Neuzeit verkündet und nicht nur auf der Opernbühne und es wurde für richtig befunden, daß solches zur Religion wurde, wenn auch zu der durch PAULUS auch veränderten?! Gehört es nicht zu den Verrücktheiten des Menschengeistes und seiner Kulturgeschichte, wie lange er an solchen Legenden gläubig festhielt.

Im 19. Jh. erfaßte es besonders deutlich LUDWIG FEUERBACH; mit Vorläufern in der Antike, **wie der Mensch die Götter 'nach seinem Bilde' schuf** und nicht umgekehrt ein imaginärer Gott sie nach seinem Wesen. Eliten wirkten an der Gotteserschaffung sicherlich entscheidend mit. Aber auch die Unterschichten trugen den strengen humorlosen, oft strafenden Gott mit, ja schauten zu ihm als Führer und Herscher empor. Im gelockerteren klassischen Griechenland waren dann die Götter fröhlichere Kerle und die Göttinnen wendigere reife Frauen. Nur leider haben sich die einen wie die anderen manchmal recht willkürlich dem einen oder anderen Sterblichen zugewandt und diesen begünstigt, und so wurde etwa im Trojanischen Krieg gesteuert. In der jüdischen Religion und auch im Christentum gab es hin und wieder Gotteseingriffe, wie Menschen eben oft ihren lockeren Emotionen folgen. Wenn FEUERBACH sich mit diesen Dingen in einer noch stark religiös beherrschten Zeit auseinandersetzte - seiner Karriere bekam das nicht!

Selbstverständlich gibt es Naturphänomene, die jedermann unübersehbar sind und mit denen sich das erwachende Denken auseinandersetzte. und das eben religiös. Wo lagen überschaubare Regeln? für verlustreiche Überschwemmungen, für fast willkürlich aus Wolken einschlagende, ja tötende Bltze, für den Regenbogen und manchmal gar zwei, für kurze Schweife hinter sich herziehende Meteore, für St. Elmsfeuer an Masten? Es sollte noch manche Zeit vergehen, bis man sich an die Normalität solcher Erscheinungen gewöhnte, als normal ansah die Verbindungen der Wettererscheinungen wie Blitz und Donner und die von der tief stehenden Sonne den Regenbogen bildendes Regenwolke, und gar wissenschaftliche Erklärungen versuchte.



Abbildung 109: Regenbogen.

## Anfänge von Wissenschaft

Namentlich in den Zeiten des Babylonischen Reiches und des Neu-Babylonischen Reiches verfolgte eine Art Astronomen die Bahnen der als göttlich gesehenen Planeten, lösten quadratische Gleichungen. In Babylon nahm man die **12 als jene Grundzahl**, die noch in unserem 24-Stunden-Tag, in den 60 Sekunden (5mal 12 = 60) der Minute, den 60 Minuten der Stunde und den 12 Monaten des Jahres anderem fortlebt und die bisher jedem Versuch einer Ablösung durch Dezimalisierung widerstand. Das Jahr war das **Mondjahr,** der Monat rechnete sich nach einem Mondumlauf, von Vollmond zu Vollmond oder einer anderen gleichen Mond-Phase. Das Mondjahr war etwas kürzer als das Sonnenjahr. Es richtet sich das Osterfest, auf welches die Ereignisse um Jesus eingeschworen wurden, nach dem ersten Frühlings-Vollmond und fällt in jedem Jahr auf ein etwas anderes Datum. Vor etlicher Zeit wurde im Einzelhandel noch viel mit dem Dutzend gerechnet, den 12 Stück Eier oder einem anderen abgezählten Artikel.

Manchmal wurde gemeint, daß die Wissenschaft nur als Mittel zur Befriedigung praktischer Bedürfnisse entstand. Andere Historiker denken an wohl "subtilere Ursprünge" für Wissenschaft (N. ROSENBERG und L. E. BIRDZELL jr. 1991, S. 109), an den Erkenntnisdrang wenigstens mancher Menschen. Auch Religion spielte sicherlich mit, wenn etwa Gestirne als Götter angesehen wurden und so die Gestirne beobachtet wurden. Es wurden im Orient namentlich Planeten beobachtet. Sternkenntnis diente auch zur Vorhersage von Ereignissen, zur Astrologie, damals noch nicht für einzelne kleine Personen, sondern für die ganze Gesellschaft betreffende Ereignisse.

Um 500 v. Chr. erschienen an verschiedenen Orten der Alten Welt Religonsstifter und Weise, deren **neuartige Ideen** bis heute nachwirken: ZARATHUSTRA (ZOROASTER) im iranischen Bereich, BUDDHA in Indien, KONFUZIUS in China,

JESAJA bei den Juden, PYTHAGORAS im griechischen Gebiet. Die ungefähre Zeitgleichheit ihres Auftretens veranlaßte KARL JASPERS von der "Achsenzeit" um 500 v. Chr. zu sprechen, weil sich hier Grundlegendes im Denken großer Teile der Menschen gewandelt, "gedreht" habe. Die Weisen dieser Zeit befreiten sich aus dem überlieferten Denken, wiesen eigene Wege, suchten nach der unmittelbaren Anschauung der letzten Dinge (A. J. TOYNBEE 1988) - Züge, die dann auch die griechische Philosophie kennzeichnen. Die Möglichkeit einer Niederschrift der Gedanken begünstigte diese Entwicklung augenscheinlich. BUDDHA galt nicht als Gott, sondern als weiser, wegweisender Mensch, aber dennoch werden in verschiedenen Ländern Reliquien des BUDDHA verehrt, wie Zähne von ihm und wird vor Buddha-Figuren internsiv gebetet.

**Das Persische Großreich - das Reich der Achaimeniden, um 550 - 331 v. Chr.**

Über viele Teile des Vorderen Orients breitete sich ab 550 v. Chr. das Perser-Reich aus, das nicht mehr zu den alt-orientalischen Reichen zählt und die Geschichte der Antike mitbestimmt. Es wird zeitweise das größte Reich der Zeit, reicht von Ägypten bis Afghanistan. Es war KYROS, der die Meder besiegt und das ausgreifende Reich der Achaimeniden schafft. Bis nach dem Westen Kleinasiens dringen die Truppen des KYROS vor und der als superreich geltende König der Lyder KROISOS/KRÖSUS wird besiegt, findet wohl den Tod, Aufruhr wird niedergeschlagen. Der ganze westliche Küstenstreifen **Anatoliens** außer dem zu den Persern haltenden Milet wird erobert, geplündert, Priene wie Magnesia, Smyrna und andere Städte. und die Elite versklavt (J. WIESENHÖFER 1999, S. 24/25 und ff.). KYROS ließ andererseits die in der 'Babylonischen Gefangenschaft' gehaltenen Juden aus dem 539 von ihm besetzten **Babylon** nach Palästina zurückkehren. Ägypten führt Bündnisverhandlungen mit dem Tyrannen von Samos POLYKRATES, behandelt von SCHILLER in einer Ballade. Unter des KYROS Sohn KAMBYSES wird 525 v. Chr. **Ägypten** in das Perserreich einbezogen. Das mächtige Pharaonenreich war nicht mehr, aber für wen gab es Untergang und merkten die Bauern übehaupt, was geschehen war? (zit. bei A. LAWLER 2010, S. 908). Palastintrigen in der persischen Königsfamilie mit Morden lassen das Perserreich aber unangefochten, hier war eben die Gesellschaft im Inneren ansonsten noch stabil. Ja, das Achaimeniden-Reich, ein '**Weltreich', der größte Staat im Nahen Osten**, brachte dort eher Frieden, mit bewunderten Straßen, vor allem der 'Königsstraße', und regelrechter Schnellpost, mit Relaisstationen an der Straße, mit Einheitsmünzen, mit beachtlichen Werken der Bewässerungskunst und technischen Höchtleistungen im Bauwesen. Abgeschlagen wurde die unter DAREIOS I. und XERXES versuchte Eroberung der Griechenwelt. ALEXANDER von Mazedonien machte diesem Perserreich 331 v. Chr. nach etwa 220 Jahren seiner Existenz

ein Ende. Aber ein neues Perserreich wird sich schließlich erheben.

## Technisches aus der Welt der Kelten

Die Kelten (S. JAMES 1998) gehören wie die Perser mit ihrer bekannteren Geschichte im wesentlichen der folgenden Antike an. Im 6. Jh. v. Chr. wohl drangen sie verstärkt nach Westen vor, gelangten keltische Stämme auf die Iberische Halbinsel, besetzen nicht von England, sondern vom europäische Festland aus nach vorher vorhandenen Gruppen um 300 v. Chr. Irland. 388 plündern Kelten Rom, 279 Delphi (W. KRAUSE 1936). Die keltischen **Galater** fallen in der Zeit nach dem 332 v. Chr.gestorbenem ALEXANDER von Mazedonien in Anatolien ein. Der "Sterbende Gallier", eine im Vatikan sich befindende römische Kopie, erinnert an den Sieg von Pergamon unter den Attaliden über die Galater. CÄSAR eroberte in einem wechselvollen und auch grausamen Krieg mit Höhepunkt etwa 53 / 52 v. Chr. Gallien. 41 n. Chr. machte CLAUDIUS Britanninien zur um 440 wieder aufgegebenen römischen Provinz.

Die Kelten besaßen **keine Schrift**, Völker mit ansonsten **bewundernswerten technischen und schmuck-künstlerischen Leistungen**. Die viel auf Heldentum und Heldentod abonnierten Kelten, bei denen zu leben nicht immer so großartig gewesen sein kann, besaßen kein stehendes Heer wie die Römer und waren auch in der Rüstung, den Helmen etwa, eher Einzelkrieger auf Pferden in lockerer Formation. Außer Bronze war **Eisen** mit ihren Kulturen **früh** verbunden. Seit 1846 und bis 1863 begann die Erschließung der als früheste bekannten keltischen Kultur, der **Hallstatt-Kultur,** zuerst am österreichischen Hallstätter-See, wobei das zurückgeht auf den Salinenbeamten JOHANN GEORG RAMSAUER (Wikipedia), der 980 Gräber erschloß, mit 19.497 Objekten. Verwitwet hatte er aber dann für seine 12 Kinder zu sorgen und Forschung stand zurück. Hallstatt, das war 'Pferd, Wagen und Krieger' (W. DEHN 1974, S. 1).

Am Nordende des Neuenburger Sees wurde ab 1857 die **La Tene-Kultur** bekannt.

Kelten wie die Etrusker in Italien legen ihre größeren Siedlungen auf Bergen an, hier liegen ihre **Oppida**-Städte (F. BRAUDEL 1990, S. 70), Einzahl = **Oppidum**, Stadt. Manche Keltenburg auf Höhen wie die Heuneburg an der oberen Donau wurde unterdessen. Eine solche Höhen ist auch der spätere württembergische Gefängnisberg Hohenasperg (W. DEHN 1974, S. 3). Auch in Gallien hatten die Römer Höhenburgen zu erstürmen.

Schafe wurden wenigstens in Mitteleuropa wohl auf besonder Sommerweiden getrieben und von speziellen Schafhirten gehütet. Textilien bestanden meist aus



Abbildung 110: Hallstatt. 1997.



Abbildung 111: Kl. Gleichberg, S-Thür., Keltenhochburg.

**Schafwolle**. Das **Haushuhn** taucht auch in Mitteliropa auf (W. DEHN 1974, S. 8). Hallstatt war Ort der Salzgewinnung. Offensichtlich um 300 v. Chr. wurde bei Kelten das **Kettenhemd** erfunden. 20.000 Einzelteile wurden zu einem Kettenhemd benötigt (doku Geschichte im Internet 2016). Im Gebiet zwischen Bretagne und Cornwall fuhren sie zuerst mit **Lederbooten**, aber benutzten zur Zeit CÄSARs solide Segelschiffe aus Eichenholz (O. HÖCKMANN 1985, S. 66). Im Ärmelkanal sah CÄSAR die gallischen **Schiffe** mit großen, robusten **Ledersegeln** und eisernen Ankerketten (S. JAMES 1998, bes. S. 114)). Die Krieger benutzten **Streiwagen** wenigstens zur Anfahrt. In Gallien wurden die **Holzfelgen, der Radkranz**, aus **einem einzigen Holzstück** gefertigt, damals, als ansonsten die Felge noch aus mehreren Stücken hergestellt wurde. Ein **erhitzter Eisenreifen** wurde über die aus einem Stück bestehende Felge gestülpt und der Eisenreifen zog sich beim Abkühlen zusammen und hielt Felge, Speichen und Nabe ohne Anwendung schwerer Eisennägel zusammen. Im Keltenland, in Gallien, wurde, zur Römerzeit (s. d.), auch eine frühe **Mähmaschine** angewandt. Mit Bewunderung sehen heutige Goldschmiede **Goldschmiedearbeiten** für die Eliten.

Hätten die Kelten, wenn sie ohne sie besiegenden Außeneinfluß gewesen wären, sich auch selbständig zur Höhe der antiken Welt entwickeln können mit Polis oder einem Großreich? In der Spätantike **müssen die Kelten vielerorts Germanen weichen**, in Gallien und etwa in England. So wie die Germanen durch ihren Wegzug viel gegen die Slawen verloren, mehr, als spätere Geschichtsschreibung zugeben wollten.

1

# 3. Antike - Griechische Staaten, Römisches Imperium und die frühen Nachfolger und dann Byzanz

## Was war die 'Antike'?

Zur Antike zählen "**Griechenland**" mit seinen zahlreichen Stadtstaaten/**Poleis** namentlich ab dem **6. Jh. v. Chr.** und **das** sich immer mehr vergrößernde **Römische Imperium**. Schon die Hethiter waren vom Westen nach Kleinasien gekommen und ebenso der 'Griechen Stämme'. Nicht aus dem Osten, aus dem Westen kamen jetzt Leute, welche die Verhältnisse in Teilen des Nahen Ostens bestimmten. Den Höhepunkt fand das im Zuge des Mazedonierkönigs ALEXANDER ab 334 v. Chr. und dann in den römischen Feldzügen. Aber die Kultur des

Osten wurde mit aufgenommen und die Phönizier drangen weiterhin von der Küste des östlichen Mittelmeers nach Westen vor, namentlich entlang der nordafrikanischen Küste, und die Perser und Parther versuchten den Weg nach Westen mehrmals.

**Quellen zur Geschichte, dem Alltagsleben, der Denkweise in der Antike**

Die großen historischen Vorgänge wurden in **Texten** überliefert, durch **Historiker**, etwas weniger exakt auch durch Dichter. Oft sind sind die Texte erhalten in späteren Abschriften. Die Inhalte des Denkes, der **Philosophie** wurde auch in Texten überliefert, oft nur zu erschließen aus späteren Kommentatoren. Die **Architektur** ist mehr oder weniger in Ruinen direkt zu sehen. Für den **Alltag** ist manches ebenfalls aus Texten zu entnehmen, ob bei HERODOT in griechischer Zeit oder bei PLINIUS in römische. Es gibt zahlreiche **epigraphische Quellen**, also **Inschriften**, auch in kleineren Orten, aus denen man etwa über Gewerbe unterrichtet wird. .

**Münzen** wurden an verschiedenen Orten geprägt und bei Herrscherwechseln gab es neue Münzen mit dem Bild des Neuen. Münzen waren eine Art Propagandamaterial. Die Häufigkeit von spezifischen Münzen, ihre Verbreitung, vielleicht gar Daten-Angaben machen sie zu einem wichtigen Mittel historischer Untersuchung. Die **Numismatik**, die Münzforschung, ist zum einen eine eigenständige Wissenschaft, aber vor allem auch eine wichtige Qulle für den Historiker. also eine wichtige historische Hilfswissenschaft. Von der Mitte des 3. Jh. n. Chr., als es in vielen Regionen wegen Usurpatoren und Unruhen kriselte, ist nur wenig an zeitgenössischen Texten und Inschriften vorhanden und die Zeit gilt als eine der 'dunklen Perioden' in der Geschichte. Münzen sind häufig, ließen eine chronologische Ereignisfolge feststellen und lassen in den verschiedenen Regionen erkennen, welche ephemeren Kaiser oder Usurpatoren dort die Kontrolle hatten (A. H. M. JONES 1974, S. 61). Im Allgemeinen hatten die Römer eine einheitliche Währung. In Sardes, der Hauptstadt von Lydien in Kleinasien und im 7. Jh. zum Byzantinischen Imperium gehörend bricht 615/616 die Münzprägung plötzlich ab und das kann zurückgeführt werden auf den Einfall der Perser und die Zerstörung der Stadt (C. FOSS 1990, S. I 737). Aus dieser nicht mehr Münzen bietenden numismatische Quelle kann man das also entnehmen.



Abbildung 112: Landschaft um Mykene, Hochsommer.

# Griechenland

## Vor dem antiken eisenzeitlichen Griechenland: Das Bronzezeitliche Mykene

In der Geschichte der griechischen Gebiete folgten nach der noch bronzezeitlichen **minoischen** Zivilisation namentlich auf Kreta und Santorin von etwa 2900 bis 1200 v. Chr. und der ebenfalls bronzezeitlichen **mykenisch**en Zeit einige "**dunkle Jahrhunderte**", das 11., 10., 9. Jahrhundert, mit wenig Überresten, wohl zumindestens mit verursacht durch die Einfälle der 'Seevölker'. Die Minoer hatten eine Schrift, die heute nicht gelesen werden kann, die aber mit zur Grundlage der griechischen Schrift wurde. Das archaische, das bronzezeitliche 'Griechenland, das von Mykene etwa, war ein bronzezeitliches Reich neben anderen, und war eine **andere** (S. TORNOW 2011, S. 54) **als die klassische griechische Kultur**.

Immerhin kam nach den "**dunklen Jahrhunderten**" die Zeitepoche, in der offensichtlich die HOMER zugeschriebenen Epen, die "Ilias" und die "Odysse", mit den Gestalten aus der archaischen Zeit entstanden. Und auf die Mythengestalten von Mykene, auf die Agammnon, Klytemnästra, Orest, Elektra, auf die so schrecklich untergehenden Atriden, greifen die großen Dramatiker der klassischen Zeit zurück. Vorbei war die andersartige Vergangenheit also nicht. Und nur Antigone hebt sich ab von den dauernden Kriegen und Verführungen und Rachetaten. Von etwa 750 - etwa 500 v. Chr. rechnet man als das **archaische Zeitalter,** in dem sich das Polis-System herausbildete und es auch zu Koloniegründungen kam (Internet 2018).



Abbildung 113: Burg Mykene.

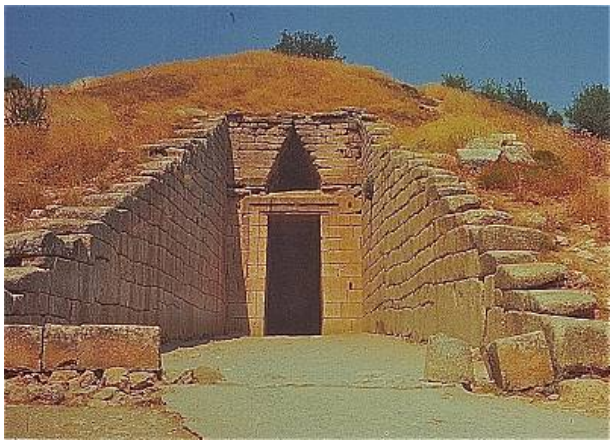

Abbildung 114: Mykene: Schatzhaus Atraeus.



Abbildung 115: Mykene.

## Klassisches Griechenland - Antikes Griechenland

Auf **776 v.** Chr, wird der Beginn der Olympischen Spiele im gemeinsamen Kultort Olympia angesetzt. Dann, ab dem 6. Jh. v. Chr., kam jenes "**klassische" "Griechenland**", das so anders wurde als seine Nachbarn (u. a. R. OSBORNE 1996), dessen **Kultur**, dessen **Ideen** auch ohne unmittelbare Nachfolge der politischen Strukturen über die Jahrtausende fortwirkten, bis heute, und eine Grundlage des ferneren Europa, ja auch anderer Völker wurden. Kunstgeschichtlich ging der Klassik die Archaik voraus. Das "klassische Griechenland" war zunächst die Westküste Kleinasiens, "Ionien", und der südliche Teil des heutigen Griechenland, südlich der Thermopylen, also vor allem Attika und der Peloponnes.Neben den schriftlich niedergelegten Ideen haben die mehr oder weniger erhaltenen **Bauten** zum Bilde des klassischen Griechenland beigetragen. Die nach-römische Zeit hatte an den baulichen Überresten oft kein Interesse, und das galt für die gläubigen orthodoxen Christen in Abwehr der heidnischen Antike oder dann für die Türken. Kalk ließ sich brennen für eigene Bauten. Es war das im 18. Jh. zunächst in England und auch Frankreich erwachende Interesse (M. W. WEITHMANN 1994, S. 132 ff.) am 'klassischen Griechenland', das etliches an Kunstwerken rettete, auch durch zum Teil übel durchgeführte Ausfuhr aus Griechenland. THOMAS BRUCE Earl of ELGIN war "britischer Botschafter an der Hohen Pforte und erwarb 1801 unter dubiosen Umständen, aber immer im Wettlauf mit dem französischen Konsul", LOUIS FAUVEL, von der **Athener Akropolis** "die 92 Metopen der Parthenonfriese" (M. W. WEITHMANN 1994, S. 133). Unter diesen Umständen wurde der Abbau 1802 rücksichtlos schnell durchgeführt, auch eine Karyatide des Erechtheions mitgenommen, und 1810 standen die '**Elgin Marbles**' im Britischen Museum. Griehenfreund Lord BYRON stand 1810 "fassungslos vor dem geplünderten Parthenon. Im Jahre 1810 waren die fast herabgefallenen und fast "gänzlich versunkenen Giebelskulpturen" vom **Aphaiatempel** auf der Insel **Aegina** von den Griechenlandreisenden Baron HALLER VON HALLERSTEIN und dem aus England gereisten CHARLES COCKERELL entdeckt und zur Rettung vom örtlichen Machthaber aufgekauft worden. Der philhellenische Kronprinz LUDWIG VON BAYERN erwarb 1812 diese "sogenannten Ägineten" zur Ersteigerung 1830 für Münchens Glyptothek (M. W. WEITHMANN 1994, S. 134). 1830 wurde auf Melos eine Frauenfigur, die '**Venus von Milo**' von DUMONT URVILLE gefunden und diese, die 'Venus von Milo', kam nach Paris. Europäische Kunst ab dem Ende des 18. Jh., was wäre sie auch ohne griechische Antike gewesen, auch schon vor den großen archäologischen Errungenschaften. In der **Architektur des Klassizismus** oder in der Bildhauerei wie sie lange vor der 'Venus von Milo' WINCKELMANN preiste. Und die Dichter, die mit GOETHEs 'Iphigenie' "das Land der Griechen mit der Seele" 'suchten', ohne es selbst bereisen zu können, die



Abbildung 116: Olympia: Hera-Tempel.

den Untergang seiner Götterwelt bedauerten wie SCHILLER, oder die griechische Antike verherrlichten wie HÖLDERLIN.

Trotz aller politischen Zersplitterung und auch kriegerischen Auseinandersetzungen untereinander empfanden sich die Griechen wie ihre gemeinsamen Weihestätten und auch Festspiele nahelegen auch als etwas identische Wesen. Gemeinsam war den Griechen der Kult in **Delphi**, wohin die Stadtstadten ihre Gaben an die Priester liefertzen und diese füt die Stadtstaaten deren Schatzhäuser anlegten und wohin auch die Kolonien ihre Gaben sandten.

Delphi, in 550 m Höhe, überragt vom Parnaß-Gebirge und in der Tiefe das Pleistostal, gehört zu den eindrucksvollsten Landschaften Europas.

Orakelstätte war auch **Didyma**. Gemeinsam waren auch Theater, wie das von **Epidauros** auf dem Peloponnes. Die **Akustik** im Theater von **Epidauros** ist wunderbar, die Worte sind bis oben hin zu verstehen. Wurde das vorher bewußt geplant oder ergab sich mit dem Bauen?

Das wohl größte griechische Heiligtum war der Apollotempel auf der Insel **Delos**, die Insel unweit Mykonos etwa 4,8 km lang, 1,2 km breit und die granitene Anhöhe mit dem zerstörten Tempel 112 m ansteigend. Hier gab es Festspiele in 5-jährigem Turnus. Tod und Gebären durften auf der Insel nicht sein. Ab 454 v. Chr. in Abhängigkeit von Athen, wurde die durch umgebendes Meer gesicherte Insel auch ein großer Sklavenmarkt und blieb es (Wikipedia 2013). Sklaven war da nicht

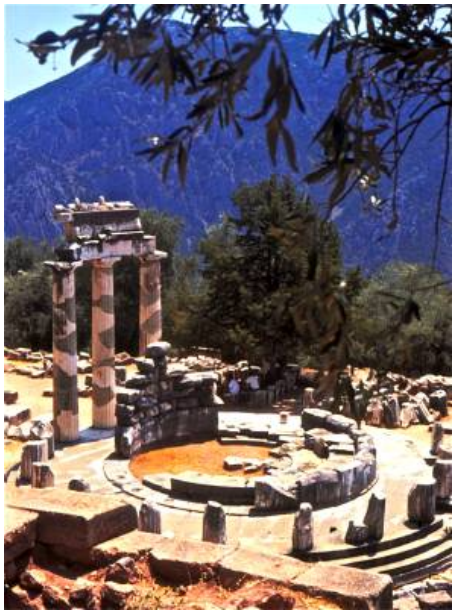

Abbildung 117: Delphi.



Abbildung 118: Delphi, Apollo-Tempel.



Abbildung 119: Mythenumwobener Parnaß, Delphi.



Abbildung 120: Epidauros:Theater.



Abbildung 121: Orakelstätte Didyma.



Abbildung 122: Delos. 1995.

mehr nur Verschuldete oder Kriegsbeute, sondern es gab auch 'Kaufsklaven', die also immer Sklaven gewesen waren und so verkauft wurden und es wurden Sklaven von außerhalb des Imperiums geliefert (H. KREIßIG 1981).

In der Zeit der Römer sollen hier sollen an einem Tag durch Sklavenhändler am Morgen bis zu 10.000 Sklaven ausgeschifft worden sein und diese waren bis zum Abend alle verkauft (TH. MOMMSEN s. 1976, S. 84).

Trotz aller Heroen- und - wenn man an den Trojanischen Krieg oder die Thermopylen denkt - auch Helden-Verehrung, pflegte das klassische, das antike Griechenland **nicht** eine **auf** viel **Totenkult aufgebaute Kultur.** Verglichen jedenfalls mit etwa Ägypten. Endlich! Und trotz aller kriegslüsternen Gymnasiallehrer der deutschen Kultur der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg. Dem Leben zugewandtes Verhalten, auch im Erotisch-Sexuellen, und bis hin zu Philosophie und Wissenschaft, bestimmte das Leben wenigstens der freien Griechen. Der Abschied vom Leben, die Fahrt ins Totenreich, wurde nicht ersehnt. Die Tempel der Griechen waren keine Totenstätten. Sie galten Gottheiten, weiblichen und männlichen, die zumindestens symbolisch noch als existent, also lebend angesehen wurden.

Die teilweise schreckliche Vergangenheit auch der Götter, die Vergangenheit der Titanenkämpfe, war überwunden, **Grausamkeiten** gab es durch die Götterwelt auch, so wenn die Danaiden immer wieder ein sich steig neu füllendes Faß ausschöpfen mußten. Prometheus wurde immer wieder die Leber durch einen Adler herausgehackt und sie wuchs zur Wiederholung der Qual wieder nach. Tantalus hatte von ihm eingeladenen Göttern den eigenen Sohn Pelops gebraten vogesetzt und trotzdem der von den Göttern wiederhegstellt wurde, so wurde der entsetzliche Vater zu der ewigen Qual verdammte, voller bis an das Kinn im Wasser zu stehen und



Abbildung 123: Delos, das besondere Eiland.



Abbildung 124: Delos, Eiland nahe der Insel Mykonos.



Abbildung 125: Priene. 1996.

dürstend doch nicht trinken zu können. Was davon war noch schreckliche Frühzeit, wie Ödipus? Aber vielfach waren Gottheiten waren eher lebens- und menschenfreundlich bei Parteinahme für die eine oder andere sich etwa im Trojanischen Krieg streitende Seite, und keiner mußte für irgendwelche Menschenschuld an ein Kreuz. Aber hart und grausam war manches in dem später oft ach so geliebten antiken Land! Und schon das 18. Jh,, etwa bei CHR. GOTTLOB HEYNE (M HEIDENREICH 2006, S. 230 ff.) sparte mit Kritik nicht, schrieb von 'griechischer Kolonisation', die an "Unmenschlichkeit und Ungerechtigkeit anderen Kolonisatorten" nicht nachstand, und es ging um Unterwerfung von Staat zu Staat.

Neues, wohl in der alten Welt anderswo Unerprobtes, gab es in der **politschen Gestaltung**. Durch ihre Sprache und auch gemeinsame religiöse und kultische Vorstellungen miteinander verknüpft bestand die Welt der Griechen mit Ausnahme der halbgriechischen nördlichen und von Königen regierten Reiche wie Makedonien und auch Sparta auf dem Peloponnes aus den **Poleis**, den **Stadtstaaten**, Einzahl: **Polis**. Etwa **1000** hat es rings um das Mittelmeer und seine Randmeere davon gegeben (J. OBER 2008, S. 80). Der Begriff "Polis" wurde übrigens auch erst durch einen neueren Historiker zur Kennzeichnung eines alten Sachverhaltes eingeführt, durch J. BURCKHARDT (H. BENGTSON 1974, S. 223) im 19. Jh. Auch Inseln wie Samos waren solche eigenständigen Staaten. In mancher **Polis** gab es jedenfalls zu gewissen Zeiten eine Vielzahl der Bürger umfassende 'Demokratie'. Mit Wahl, ja Abwahl, und bis hin zum durch Ostrakismos, dem Scherbengericht gehenden



Abbildung 126: Buleuterion/Stadtrat Priene.

Ausschluß bisher Herrschender (M. I. FINLEY 1991). In manchen Dingen vereint, standen die einzelnen Poleis in einem fast unbegreiflichen, auch durch wechselnde Bündnisse geprägten **Konkurrenzkampf**, in einer fast zermürbend erscheinenden Wettbewerbsgatmosphäre, fast unverständlich im heutigen Zeitalter weltweiter Städtepartnerschaften. Im 7. und 6. Jh. herrschten in vielen dieser Kleinstaaten, zeitweilig auch in Athen, Einzelregenten, sogenannte '**Tyrannen**', oder eine Tyrannengemeinschaft, oft Vertreter der oberen Elite. Tyrannenherschaft war **nicht unbedingt Schreckenherrschaft**, jedenfalls nicht für alle, sondern eher streng durchgeführte Ordnung, auch Sicherheit und Förderung von Kunst. Auf Sizilien herrschten 'Tyrannen' auch nach der Zeit der Poleis weiter und konnten größere Reiche zusammenbringen. Vieles entnehmen wir HERODOT. Der öffentliche Versammlungsplatz war Zentrum der demokratisch geführten Stadtstaaten. Neben den Volksversammlungen gab es in griechischen Städten auch **Stadträte**, die im **Buleuterion** tagten.

**Athen**, in Attika, war eine relativ große Polis, mit einem Territorium von etwa 2.500 Quadratkilomtern und im Durchschnitt etwa 250.000 Einwohnern, Als großer Reformer, der Athen vor dem sozialen Chaos bewahrte, wird an **SOLON** (u. a. CHR. MEIER 1995, auch Internet, Wikipedia 2017) erinnert, über den ARISTOTELES, HERODOT, PLUTARCH und andere schrieben und an den auch Staatsmänner bis in unsere Zeit erinnern, vor allem in sich zuspitzenden sozialen Zuständen. Gegen den raffgierigen grundbesitzenden athenischen Adel, der ihm verschuldete Bürger in Schuldknechtschaft nahm und solche Bürger sogar nach auswärts wie Sklaven verkaufte, drohten Aufstände der Verlierer. SOLON versuchte, auch durch Umverteilungen, sowohl den Adel zu bewahren wie auch die anderen, vielfach Ackerbürger, zu befrieden. Seine Ideen verbreitete er zumindestens auch durch Elegien. Nach SOLONs Weggang folgte nach dreimaligen Anlauf

die mit einer aus seinem Silberbergwerk auf Euböa bezahlten Söldnerttruppe endlich erreichte, von 546/547 bis 528/527 dauernde Tyrannis des PEISISTRATOS, der aber den Kleinbauern half, wohl der Begründer eines Münzwesen in Attika ist, unter dem die Wirtschaft gut ging, den Götterkult vor allem auch der Athena förderte, große Feiern einführte. Erst unter dem römsichen Kaiser HADRIAN wurde sein Zeustempel in Athen, das Olympeion, vollendet. In der Demokratie Athens haben Reformer wie SOLON (M. ROSTOVTZEFF 1941) schon im 6. Jh. v. Chr. und spätere ganz augenscheinlich daran geglaubt, daß man auch **die sozialen Verhältnisse rational** gestalten kann, daß die aus rationalem Denken hervorgehenden juristischen Gesetze befolgt werden. In **Athen** vor allem bestimmten schließlich die freien Bürger mit, gab es "**Demokratie**", ja hier wurde sie erfunden, eingeführt im 6. Jh. v. Chr., 508/507 v. Chr. vor allem von dem die ganze Staatsordnung ändernden KLEISTHENES, der als Adliger mit anderen seines Standes in Konflikt geraten war. Das muß als etwas gesellschaftlich Neues gelten, daß nicht ein Tyrann oder eine begrenzte Elite die politischen Geschicke eines Gemeinwesens allein bestimmten, sondern ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung. Der Münchener Althistoriker CHRISTIAN MEYER (1995) spricht von "Ein Neubeginn der Weltgeschichte". Wie war es im Neolithikum gewesen? Wer bestimmte? Es folgte aber im allgemeinen Einzelherrschaft. In **Athen** (M. I. FINLEY 1986) der Zeit der Demokratie konnten alle freien Bürger an der Volksversammlung, auf der '**Agora**', teilnehmen. 500 gehörten gewählt für 1 Jahr und das im Leben nur zweimal möglich zum '**Rat der Funfhundert**'. Zahlreiche Bürger regierten also irgendwann in ihrem Leben ein- oder zweimal direkt mit. Es gab dann noch den nach 462 v. Chr. nahezu entmachteten **Areopag** mit den dort lebenszeitlich tätigen Archonten. Drohten gewisse Männer zu mächtig zu werden, wurden sie in Verbannung geschickt und das wurde demokratisch entschieden durch den **Ostrakismus**, das 'Scherbengericht'. bei dem die Namen der zu Verbannenden anonym **auf Tonscherben**, seltener auch Muschel- oder Eierschalen oder ähnliches, die **Ostraka**, Einzahl Ostrakon, geritzt wurden. Zahlreiche Ostraka sind erhalten. **Frauen** waren von der Teilnahme an der Demokratie **ausgeschlossen**. Aber Frauen wurden in der Kunst nie verächtlich dargestellt. In der Stadt dauerhaft lebende Fremde ohne die Rechte der Bürger waren die **Metöken**. Sie brauchten einen Bürger als 'Prostates', in dessen Demos sie registriert wurden und der sie etwa vor Gericht vertrat, sie zahlten eine Kopfsteuer, durften kein Grundeigentum erwerben, besaßen keine politischen Rechte, standen aber unter dem Schutz des Gemeinwesens und seiner Gerichte (CHR. MEIER 1995, S. 309/310). Im Gewerbeleben von Athen nahmen sie eine große Rolle ein und konnten sich auch darin konzentrieren, da sie außer bei großer Gefahr keine militärischen Verpflichtungen hatten. Der Historiker DELBRÜCK rechnete für Athen im Jahre 431 v. Chr. mit "im ganzen 37.500 - 50.000 Bürger und Metöken, wovon man "30.000 bis 40.000 Bürger ansetzen"

dürfe, "davon 22.500 bis 30.000 Waffenfähige" (zit. b, K. CHRIST 1989, S. 170). CHR. MEIER rechnet in der Zeit des PERKLES mit mindestens 15.000 Metöken mit ihren Familien.

Anders waren die Verhältnisse in **Sparta**. Außer den Vollbürgern in Sparta, den **Lakedaimoniern**, gab es die **Periöken**, die 'Herumwohnenden', in umliegenden Landschaften, die eigene Städte hatten und Sparta zum Kriegsdienst verpflichtet waren, aber eben nicht zu den Spartanern gehörten. Die an die Scholle gebundenen '**Heloten**' waren Staatssklaven, wohl aus ehemaligen Gefangenen, welche die Vollbürger zu ernähren hatten. Sie waren nicht wie die eigentlichen Sklaven Eigentum eines einzelnen.

Das demokratische **Athen** war führend beteiligt an der **Abwehr der Perser**, Im Jahre 499 v. Chr. half Athen mit 20 Kriegsschiffen den gegen die Perserherrschaft aufbegehrenden Poleis in Ionien, also an der Westküste Kleinasiens (J. OBER 2008, S. 60). Die zur Strafe auf das griechische Festland vorgerückte persische Armee wurde dann **490 v**. Chr. besiegt bei **Marathon**, Die 10 Jahre später neuerdings anrückende persische Flotte wurde 480 v. Chr., jetzt im Bündnis mit dem ebenfalls mächtigen Sparta, besiegt bei der Insel **Salamis**, das persische Landheer nach der Plünderung Athens bei **Plataea.** Hätte ein Sieg der Perser und die Einverleibung Griechenlands unter die Perser und die Durchsetzung ihrer Art von Kultur die ganze abendländischer Geschichte verändert? (so P. ROSSI zu etwa M. WEBER in J. KOCKA 1986, S, 36, S. 40). Beachtet werden muß, daß die antiken Angaben über die Zahl von Kriegern nicht stimmen können, wie etwa der Kriegshistoriker HANS DELBRÜCK nachwies (in K. CHRIST 1989 zu H. DELBRÜCK S. 160). Das von XERXES nach Griechenland geführte Heer mit Troß gibt HERODOT mit 4.200.000 Mann an. Berechnet nach der Länge eines zu DELBRÜCKs Zeiten üblichen Armeekorps von 30.000 Mann, wäre die Marschkolonne der Perser 420 Meilen lang gewesen, hätte von Susa "jenseits des Tigris" bis zu den Thermopylen gereicht - ein Dinge der Unmöglichkeit.

Wer **in Athen zu mächtig** zu werden drohte, der wurde aus Athen **verbannt**. Auf einer genügenden Anzahl Tonscherben mußte sein Name eingeritzt sein, um das Verbannungsurteil 'demokratisch' abzusichern. Das war der **Ostrakismus**, das 'Scherbengericht'. Das traf auch THEMISTOKLES, dem Athen den Sieg von Salamis verdankte.

Der Kampf um die Hegemonie im griechischen Raum führte zum **Peloponnesischen Krieg**, 429 - 416 v. Chr., zum Kampf mit **Korinth** und dann dem Korinth unterstützenden **Sparta** und deren Verbündete. Wie schnell heilen auch schreckliche Kriegsschäden? Trotz hoher Menschenverluste durch die Pest 430 v. Chr. und dauernden Plünderungen des Umlandes reichten die Mittel zu großartige **Bauten**,



Abbildung 127: Athen: Akropolis, Nike-Tempel.

auf der **Akropolis**, für den mauerumwehrten **Durchgang** von Athen **zu** seinem **Hafen Piraeus** (u. a. J. OBER 2008, S. 63).

**Grausamkeiten** auch gegen Nichtkombatanten **auf beiden Seiten**, der 'Griechen Stämme' alles andere als 'vereint'.

Eine Demokratie ist nicht unbedingt ein Heiligenverband. Konkurrenten Athens, so die nahegelegene Insel **Ägina** mit eigenem Gemeinwesen und einem älteren Tempel, dem Tempel der Aphaia, war schon ausgeschaltet, Im Sommer 416 v. Chr, unterwarfen die Athener die kleine Ägäis-Insel **Melos/Milo**, die im Peloponnesischen Krieg neutral bleiben wollte. Die Athener töteten nach dem Sieg die Männer, versklavten Frauen und Kinder, sich mit dem Naturgesetz der Macht rechtfertigend (A. DEMANDT 2008). THUKYDITES hat das Verbrechen und den auf Unterwerfung zielenden vorangehenden Dialog geschildert. Saubere Genickschüsse gab es damals nicht. Die Tötung der Männer oder großer Teile der Bevölkerung einer Stadt mußte also mit dem Schwert oder anderen verwundenden Waffen ausgeführt werden - wohl etwas, an das man bei unseren altphilologisch so geschätzten Athenern und auch Römern nur ungern denken wird. Die Athener 'Demokratie' billigte gleiches mörderisches Schicksal auch für die feindliche thrakische kleine Stadt Scione. Ist "unser" Griechenbild" wegen einiger geistigen Leistungen viel zu aufgehellt? Wirkten die Atriden nicht weiter, die Mordpersonen wir Klytemnästra, Ägisth, Orest und Elektra - die keine 'reine Menschlichkeit' im Sinne des träumenden GOETHE reinigte?



Abbildung 128: Athens Gegenspielerin Aegina.



Abbildung 129: Aegina.



Abbildung 130: Unweit Athen: Poseidon-Tempel Sunion.

Sport half nicht mehr? Für eine Niederlage im sportlichen Wettstreit hat es wohl ohnehin alles andere als Trost gegeben. Gab es so wenige Absatzmärkte, zu wenig Ressourcen, daß man sich derartig bekämpfte? Litt Athen so unter Absatzschwierigkeiten, wenn auch Korinth Keramik in den Handel brachte? Es war Konkurrenz, wie heute zwischen Firmen (j. OBER 2008, S. 83), wie später auch zwischen den mittelalterlichen italienischen Stadtkommunen? Auch besiegt kam Athens Kultur aber nicht zum Erliegen.

Der bis heute als so wunderbar geschilderten Athener Demokratie der Besitzenden stand eines des grausamsten Sklavenunternehmen gegenüber. die Silberminen von Laurion.

Die Macht Athens erstreckte sich bis zur Insel Delos und weiter, Athen führte im **attisch-delischen Seebund**. Die zunächst Verbündeten mußten Tribute und Sachleistungen erbringen. Es wird festgestellt, daß in manchen Jahren mehr als ein Zwanzigstel der männlichen Vollbevölkerung fiel, aber die Athener drängten nach außen. Aus den Tributen der zu Untertanen gemachten Verbündeten konnte das Athen des attischen "Herrenvolkes" unter PERIKLES seine Großbauten ausführen, allen voran die Bauten auf der **Akropolis**, der 'Oberstadt'. Der Althistoriker HELMUT BERVE, der immerhin Mitglied der NSDAP, der Hitlerpartei, war, sagte 1940 (S. 21) als antretender Rekror in Leipzig außerdem: "So ist es die brutale Macht Athens und der harte Wille seines Führers gewesen, welche jene Wunderwerke des Parthenon und der Propylaeen auf dem Burgfelsen haben erstehen lassen", und in diesen und anderen Worte kann man auch Kritik an der eigenen harten Zeit ablesen, obwohl das dann ausdrücklich verneint wird. 'Alte Geschichte' betonen Althistoriker gern, können die Gegenwart belehren.

Manchmal sah man in der klassischen griechischen Welt nur eine großartige Gei-

stigkeit, aber das ins Heldenhafte erhöhte Rabaukentum im Zusammenhang mit oft Raubkriegen führte auch zu eher zerstörerischen innergriechischen Kriegen und leidende Bauern wie Sklaven stehen ohnehin im Schatten der Geschichtsschreibung. Die Großen, die PLATON und ARISTOTELES, sahen **Sklaverei als völlig normal**. Demokratie für alle – das gab es nicht! Und wenn die freien Bürger Athens fortlaufend Politik betrieben, irgendwer mußte die nötigen Arbeiten ja tun! Zynisch sind jene, welche meinten, auch FRIEDRICH ENGELS, daß die griechische Kultur mit Sklavenarbeit nicht zu teuer erkauft wurde, es also sein mußte. E sollte Jahrhunderte dauern, bis Sklaverei in Frage gestellt wurde. Es fehlte bis in relatuv junge Zeir "an Antwort auf die Frage, wer denn mit der Arbeit, die in einer Kulturgemeinschaft geleistet werden mußte, fertigwerden konnte, wenn nicht ein Teil der Menschen wie im Bienenstaat nichts anderes als Arbeitstier war?" Der Hörige in der Feudalgesellschaft war kaum viel freier als der Sklave, wenn er auch Land für Eigenbebauung erhielt. Freizügigkeit der Arbeitskräfte konnte deren Mangel an wenig angenehmen Stellen bringen, oder den Herren benachteiligen. Schöpferischer war seit je die Arbeit des Handwerkers, mit seinen in Einzelanfertigung geschaffenen Gütern. Nur Apparate, Energie- und Werkzeugmaschinen konnten in der Neuzeit und stark erweitert durch die Errungenschaften der Informatik und Automatisierung eine Lösung bringen - jedoch verknüpft mit der oft mit Elend verbundenen Arbeitslosigkeit. Und primitive Massenanferigung gibt es in aller Welt immer noch. Wie weit liegt alles das über das alte Athen mit seiner diskutierenden Politikerkaste hinaus?

Die Bürger der Demokratie von Athen haben höhere Posten oft Adligen anvertraut, auch nahezu größenwahnsinnige Machtbestrebungen, kriegerische Unternehmen gebilligt, unter ALCIBIADES, auch unter PERIKLES (H. BERVE 1940). In einer Pause im Kriege mit Sparta, im Peloponnesischen Krieg, folgte im Sommer 415 v. Chr. Athen mit Mehrheit für den befürwortenden ALCIBIADES dem Angebot auf ein Kriegsunternehmen an der Seite des fälschlicherweise sich selbst als reich darstellende Segesta auf Sizilien, das sich im Kampf mit Selinunt und des mit diesem verbündete Syrakus befand. Syrakus war drohender Verbündeter von Sparta. Athen sandte gemäß THYKYDIDES aus über 250 Schiffe, für den Kampf und die Versorgung, und vielleicht 25.000 Mann (M. I. FINLAY et al. 1989, S. 32), davon über 5000 Hopliten , fast 500 Bogenschützen, 700 Schleuderer (Wikipedia 2014), die größte 'Armada' der Griechenzeit. Und sie endete, 413 v. Chr., wie die berühmte spanische Armada von 1588, gegen 2000 Jahre später. Die Athener Feldherren hingerichtet, Soldaten versklavt, 7000 Dabeigewesene endeten in den Kalksteinbrüchen von Syrakus, den Latomien.

Es ist ein **Irrtum** zu denken, **daß "Demokratie" keine gefährlichen Entscheidungen treffen kann**, in ihr Fehlentscheidungen ausgeschlossen sind. Der einzige

und vielleicht nicht geringe Vorteil einer Demokratie ist die Abwahl ungeeigneter Personen, sofern die Demokratie auch unter ihnen bestehen bleibt und der wohl zeitweise abwesende Verstand auch der "Demokraten" wiederkehrt. Deutschlands Dichter FRIEDRICH SCHILLER läßt in seinem "Demetrius"-Fragment den einen fast einstimmigen Beschluß im polnischen Reichstag durch sein Veto ablehnenden Sapieha sagen: "Was isr Mehrheit! Mehrheit ist der Unsinn; Verstand ist stets bei wen'gen nur gewesen. ... Der Staat muß untergehn, früh oder spät, Wo Mehrheit siegt und Unverstand entscheidet." Aber wer andererseits darf von sich behaupten, daß er, und vielleicht er allein, den Verstand für die 'richtige' Entscheidung besitzt?

Die noch heute als großartig geschilderte Athener Demokratie verhinderte weder Kriegsabenteuernoch Kriegsverbrechen, wie in Melos/Milos. Humanität kannte Athen nicht, wenn auch Jahrhunderte später im sogenannten 'Humanismus' an die klassische Antike angeknüpft wird, wobei auch 'Humanismus' nicht "Humanität"war. Wer arbeitete, wenn dauernd öffentliche Sitzungen und Kriege stattfanden?

Trotz ihres in den Festspielen etwa von Olympia und den gemeinsamen Kultstätten wie Delphi ausgerückten Gemeinschaftsgefühls standen sich Griechenpoleis oft feindlich gegenüber. Athen verlor in dem **Peloponnesischen Krieg** schließlich viel von seiner Macht. THUKYDIDES war der viel bewunderte Historiker dieses langen Krieges, Sparta aber war auch nicht eigentlicher Sieger. Theben schlug schließlich Sparta 371 v. Chr. bei Leuktra. Griechenland fiel dann nach 338 v. Chr., nach der Schlacht von Chäroneia, **Mazedonien** anheim, auch, wenn etwa Athen nicht besetzt wurde. Innere Kämpfe blieben. Trotz aller Kriege haben die Griechen kein Großreich schaffen können, wie es nach langen, auch harten Kriegen den Persern oder Römern gelang und dann den Kriegen eine im Inneren dieser Reiche längere Friedenzeit folgte, also Kriege 'durch erzwungene Konsolidierung und Stabilisierung politischer Einheiten' für die Überlebenden "gut" waren (I. MORRIS 2013). War es bis in die Neuzeit anders? Leider gewiß! Athens Vorherrschft im athenisch-delischen Seebund bestand nicht lange. Aber Kultur und Wissenschaft blühten auch unter mazedonischer Vorherrschaft weiter, ja hatten wohl zeitweilig friedlichere Zeiten, obwohl oft die inneren Kämpfe etwa in Athen nicht aufhörten.

**Für das einzelne Individuum** in der Demokratie Athens gab es auch **Bedrückendes.** JACOB BURCKHARDT im späten 19. Jh. sah, wie **die Polis das Individuum** 'demokratisch' **einverleibte**, "Staatsknechtschaft des Individuums" im Terror der Alltags (zit. b. K. CHRIST 1999, S. 76). Und man soilte durchaus nachdenken über des gewiß oft übertreibenden E. FRIEDELL (2009, S. 953), wenn er meinte: "Das Leben im griechischen Staat muß für moderne Begriffe schlechtweg

unerträglich gewesen sein ... auch der Freie war nichts weniger als frei, sondern befand sich unter der lateten Bedrohung eines launischen Pöbels und eines gierigen Sykophantentums sozusagen in einem andauernden Zustand der 'Bewährungsfrist' ... Über dem Philosophen und Forscher schwebte die stete Gefahr der Anklage wegen Gottlosigkeit." Der 1930 geborene französische Althistoriker PAUL VEYNE (2006, S. 56) schreibt von 'totalitären Zügen' der Athener Demokratie und der "Bürger von Athen war ... am ehesten mit dem Mitglied in einer kommunistischen Partei in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu vergleichen." Alles ist "öffentlich, eine private Sphäre, die es zu schützen gäbe, existiert nicht. Politik ist notwendig militant, sie wird für jeden zur Lebensaufgabe."

Andererseits war es gewiß etwas **Neues**, wenn nicht Adlige und Grundbesitzer, sondern **ein Teil einer Stadtbevölkerung regierte, demokratisch.** Und trotz der berechtigten Kritik an der Entpersönlichung in der Athener Demikratei wird sie auch in der Gegenwart **noch immerfort als Vorbild** hingestellt, oft wohl ohne nähere Kenntnis. In modernen Demokratien gibt es oft nicht einmal Wahlpflicht. Wenn der Athener Philosoph PLATO(N) wünschte, daß 'Philosophen' den 'Staat' regieren, dann war das jedoch nicht mehr Polis-Demokratie, sondern Wunsch nach Herrschaft einer auserlesenen Elite (s. a. J. KAERST 1975), ja an der Spitze ein Einzelherrscher, wie PLATO(N) selbst ihn auf Sizilien in Syrakus gesucht hatte (M. I. FINLAY et al. 1989, S. 40)? Man kann bei PLATO(N) von einem gewünschten geistigen Adel sprechen, modern könnte man denken eine Regierung von parteiungebundenen Fachleuten. Manche große Leistung entstand eher im Schutz einer Diktatur, einer Tyrannis, zumal sich die Athener Demokratie nicht halten ließ. Manchmal mußten "Tyrannen" für nötig gewordene Umverteilung sorgen. An einen Königshof, an den in Pella unter PHILIPP von Mazedonien, wo Griechisch nicht einmal Muttersprache war, gingen der Dramatiker EURIPIDES und der als Lehrer für den Königssohn ALEXANDER wirkende große Gelehrte ARISTOTELES (s. a. S. TORNOW 2011, S. 56). Das hatte seinen Grund. Die makedonische Elite andererseits wurde dadurch 'gräzisiert', 'hellenisiert'.

Gern wird Athen als die Mutterstadt der Demokratie bezeichnet. Das Einbringen von Kenntnissen durch zahlreiche Bürger habe die Größe Athens mitbestimmt (J. OBER 2008). Und positive Erinnerung mag geblieben sein.

Die **moderne Demokratie** kam **eher aus dem Mittelalter,** aus der Mitbestimmung von Adelsoligarchien in Monarchien oder in Venedig und anderswo von Kaufmannsoligarchien, erstand, wie es S. TORNOW 2011 (S. 96) meinte, aus dem Mittelalter-Chaos mit fehlender zentraler Gewalt, Volksherrschaft war das natürlich nicht. Die "Magna Charta" war ebenso eine Wiege der Demokratie - für eine adlige Minderheit der englischen Barone vor allem. Aber an die Athener Demokratie mag man durchaus oft mitgedacht haben, bejannbt auch den Römern,

Viele Menschen waren auch in Athen von der Demokratie ausgeschlossen. Und bis zu gewissem Grade demokratisch handelten im 15. Jh. die Hussiten, die extremen unter ihnen, die Taboriten, sogar wie bei Urchristen mit Gütergleichheit - und das machte wiederum Diktatur zur Kontrolle des Reichtums nötig. Wenn der auch politische Dinge erörternde Philosoph PLATO(N) im 4. Jh. v. Chr. Philosophen auf den Herrschersitzen sehen wollte, dann war das allerdings keine 'Volksdemokratie' mehr. Gedrade von 'Experten' geführte und beherrschte Staaten sind bis in die Gegenwart auch grandios gescheitert, mehr als Demokratien (J. OBER 2008, S. 94).

## Griechen überall im Mittelmeer und am Schwarzen Meer

An vielen **Küsten des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres** haben griechische Städte '**Kolonien'**, meist unter Führung eines 'oikist', gegründet. Das waren Handelsposten und dann auch neue Siedlungen, meist nur von Stadtgröße mit etwas Umland. HERODOT, THUKYDIDES, der Geograph STRABO und andere berichten davon. Von 'Kolonien' im Sinne der Neuzeit zu sprechen ist insofern falsch, weil sie ungeachtet Beziehungen zur Muttertsadt selbstständig waren und eher als 'Pflanzstädte' zu bezeichnen sind. Große Reiche wie das der Assyrer oder Perser eroberten ganze andere Reiche. Die viel kleineren griechischen Stadtstaaten schufen nur neue Polies. Massilia, unser Marseille, besetzte nicht große Teile von Gallien. Größere Griechenstaaten entstanden auf Sizilien und in Unter-Italien. Und aus etlichen dieser Kolonien stammten auch führende Persönlichkeiten der Antike.

Um etwa 660 v. Chr. waren griechische Söldner und Händler in Ägypten (G. LORENZ 2002). Griechischer Handelsstützpunkt und nur ein solcher in Ägypten war **Naucratis** (A. J. GRAHAM 1964, S. 5). Zwischen noch der 'dunklen Periode' um 750 und 550 v. Chr. entstanden annähernd 1000, vielfach kleine Siedlungen, Nischen in einem Umland von Fremden. Manche Kolonien bleiben wenigstens in Kultfragen in Verbindung mit der Mutterstadt, aber viele lösten sich. Wer stellte die Auswandererschiffe, die Polis (N. FISHER et al 1998, S. 272)? Eine Art Kolonialreich erstrebte einmal Korinth und später Athen. Das alles war "**Großgriechenland**". Um Mittelmeer und Schwarzes Meer 'saßen' also. wie es bei PLATO einmal hieß, Griechen wie 'Frösche um einen Teich'. Wie auch in der späteren Weltgeschuchte haben auch damals manche der Kolonialsiedlungen ihre Mutterstädte übertroffen, war unter den Phöniziergründungen Karthago in seiner Glanzzeit wohl 10-mal größer als dessen Mutterstadt Tyrus (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 78).

Bei den **Griechensiedlungen** wird als Gründungsjahr für Cyrene/Kyrene an der

Nordküste des heutigen Libyen, der Kyrenaika, 631 v. Chr. errechnet und als zumindestens eine Mutterstadt wird die Insel Thera/Santorin genannt (R. OSBORNE 1996, S. 8). **Um das Schwarze Meer** erstanden über 50 griechische Kolonien, vor allem von dem später zum Athener Reich gehörenden Milet aus (A. J. GRAHAM 1964). **Olbia** erstand um 645 v. Chr. an der Nordküste des Schwarzen Meeres, der "Pontus Euxinus". An der Westküste (E. HÖSCH 1988, S. 22) entstanden und sind teilweise heute in bestehende Städte und Städtchen eingefügt um 610 v. Chr. **Apollonia** Pontica und heute Sozopol (R. T- IVANOV 1984, S. 123-125), Mitte des 6. Jh. **Odessos** und heute Varna, auch im 6. Jh. **Tomis** und heute Konstanza. Nicht überbaut besteht **Histria**. Gründungen von Megara waren um 660 v. Chr. Byzantion und an der Westküste des Schwarzen Meeres das heute als Nessebar bekannte **Mesembria** und am Ende des 6. Jh. Kallatis und heute Mangalia. **Dioscurias** ist Vorläufer des heutigen Suchumi an der Ostküste. Im Norden der Adria erstand von Milet aus am Ende des 6. Jh. Spina und Adria. Das als reiche Handelsstadt geschilderte **Adria** (S. 6) gab dem Meer, an dem es lag, den Namen, wurde aber dann durch Schlickablagerungen von diesem Meer getrennt.

Im 8. Jh. v. Chr. wurde **Sizilien** (M. I. FINLEY et al. 1989, S. 14) erreicht, wo wenig bekannte Völker, so die Sikeler, schon wohnten. Die oft grausame Geschichte des griechischen Sizilien schildert in manchem in römischer Zeit DIODOR von Tauromenion/Taormina (M. I. FINLAY et al. 1989, S. 299). Auf Sizilien entstand um 628 v. Chr. das noch in meist eingestürzten Tempeln und umfangreichen nun meist ebenerdigen Bauresten mit ganzen Straßenzügen erhaltene **Selinunte** (E. HÖSCH 1988, S. 112). **Selinunte**, einst eine dorische Kolonie aus dem 7. Jh. v. Chr., ist eine der größten antiken Ruinenstädte. Noch ganze Straßenzüge kann man zwischen niedrigen Ruinen durchwandern. Nach der Zerstörung auch durch die Römer im Ersten. Punischen Krieg hatte ihm womöglich ein Tsunami den Rest gegeben (Wikipedia 2013).

#bildSelinunte

Von Rhodos aus kam es auf Sizilien zur Gründung von Gela und um 580 v. Chr. zu **Acragas** (S. 20), die Stadt mit wohlerhaltenen Tempeln, das neuzeitliche Girgenti, der Stadt des EMPEDOKLES. Aus der früheren Geschichte des griechischen Sizilien werden Tyrannen von unglaublicher Grausamkeit genannt und lassen das Griechenbild in dunkelstem Lichte erscheinen. PHALARIS von Acragas soll Gegner in einem Bronzestier gebraten haben und zuerst den Erfindes des Apparates und habe sich gegarte Kleinkinder munden lassen (M. I. FINLAY 1989; 24/25). Auch an der Ostküste von Korsika wurde Siedlung versucht. Auch die Kolonien brachten bedeutende Persönlichkeiten hervor, gerade Sizilien, das zeitweilig fast rein griechisch war. E. MEYER (s. 1924, S. 224) schwärmte: "Wie für die Ewigkeit



Abbildung 131: Selinunte: Tempel.



Abbildung 132: Ruinenstadt Selinunte.



Abbildung 133: Weite Fläche Selinunte.



Abbildung 134: Segesta.Theater.



Abbildung 135: Segesta:Tempel.

gegründet standen die Städte Westgriechenlands da: sie schmückten sich mit herrlichen Bauwerken, in ihren Gassen entfaltete sich das bunteste und üppigste Leben; und sie hatten Muße genug, ihre Kräfte, die gegen äußere Feinde nicht in Anspruch genommen waren, nach griechischer Art in innerem Hader und in Kämpfen um die Vormacht zu verzehren. Manche Griechensiedlungen außerhalb des eigentlichen Griechenland pflegten noch lange die Verbindung zu ihren Mutterstädten, lieferten Getreide," Wenigstens etliche Zeit am Anfang waren sie reicher als die Städte im griechischen Mutterland (M. ROSTOVTZEFF 1941). Die zahlreichen Tempel etwa auf Sizilien, in Selinunte, oder auch die vier Riesen-Tempel der ansonsten verschwundenen Stadt Posidonia/**Paestum** in Unteritalien zeugen von einst reichen Kommunen.



Abbildung 136: Paestum.

Die großen Konkurrenten der Griechen beim Anlegen von Küstensiedlungen am Mittelmeer, in Nordafrika wie an den Küsten Spaniens, waren schon die **Phönizier** gewesen, mit besonders Karthago, Utica, Hippo Regius - um die späteren römischen Namen zu verwenden. Im 4. Jh. holte Karthago gegenüber den Griechen auf, ohne es wohl auf ganz **Sizilien** abgesehen zu haben. Zerstört auf Sizilien wurde das einst mit Karthago gegen Segesta verbündete Selinus/Selinunte, **Agrigent** und andere Orte. DIONYSIOS I. von Syrakus (M. I. FINLAY et al. 1989, S. 28 ff.) E. MEYER 1924, S. 225) konnte nach einer zwischen 466 - 405 v. Chr. bestehenden Polis-Periode auch in Syrakus danach **noch einmal ein Griechenreich** über zwei Drittel Siziliens und den Süden Italiens aufrichten, als auch von der Nachwelt geschmähter grausamer Diktator, bei SCHILLER von Dolchen der Rächer bedrohter "Tyrann". Bei Syrakus ist noch das allerdings wohl in vermuteter Weise nicht benutzte "Ohr des Dionysos" zum Abhören der Gespräche seiner Gegner zu sehen. Wie sich im griechischen Sizilien die Unterdrückten gegen die Oberen, die Oligarchen, auch rächen konnten, mit Hilfe eines sie für seinen Aufstieg benutzenden Tyrannen, des als Töpfersohn geschilderten AGATHAKLOS in Syrakus, offenbart das Umbringen von 4000 der 'Besseren' 317 v. Chr. (M. I. FINLAY et al. 1989, S. 43).

## Kult

Die Städte namentlich des eigentlichen griechischen Festlandes führten ihre Entstehung oft auf legendäre Gründer und Könige zurück. Sie und die zahlreichen **Götter, Göttinnen, Nymphen, Heroen und Helden -** eine bewegte Welt außerhalb der normalen Menschen wurde uns überliefert. Die Götter und Göttinnen

benehmen sich wie Menschen, streiten sich, begünstigen die einen oder anderen Menschen, keiner erlaubt sich mehr Eros und Sexualität als Zeus. Er befruchtet als Schwan bei Leda oder als Goldregen bei Danae und bringt so immer einmal neue Wesen hervor, im Unterschied zur einmaligen Schaffung sündhafter Menschen in der jüdischen Bibel. Stand ein Mensch in der Gunst eines Gottes, so konnte ihm ein anderer Gott überwollen. Was alles brachten immer wieder die Dichter hinzu (P. BAYLE 1975, S. 265 ff.), Legende auf Legende, übrigens auch dem Christentum nicht fremd, Neben der bleibenden Akzeptanz der Epen HOMERs und den Poemen des HESIOD wurden die Gestalten der Mythologie und auch historische Ereignisse auch immer wieder bildlich dargestellt, wobei vor allem die Malereien **auf Vasen** auf uns gekommen sind. Eine Aneinanderreihung der Vasen nach ihrer Entstehungszeit gibt fast ein Geschichtsbuch und ein Buch der jeweils angesehenen Mythen, wie in der Römerzeit die Mosaiken. Auf den Vasen werden auch sehr lockere erotische Dinge und auch Sexualverkehr dargestellt. **Was glaubte der einzelne**, in all dem Wirrwarr und all der Unmoral? Es gab keine **verbindliche Theologie**, keine die Glaubenssätze anordnende Glaubenskongregation. "Gewidmet den Musen" - was glaubte über die Musen HESIOD? Es "scheint", wie der Biologiehistoriker ERNST MAYR )1984, S. 70) meinte, denkbar, daß **dieser Polytheismus freies Denken erleichterte** und die klassisch-griechische Philosophie und dann Wissenschaft ermöglichte, hier, und nicht bei Völkern mit monotheistischer Religion. Ganz ungläubig sein konnte aber auch ungünstig ausgehen, für den zum Schierlingsbecher verurteilten SOKRATES und fast für ANAXAGORAS.

Mythische Gestalten, gute und böse, ein personenreicher Mythos, wie ihn HESIOD schon um 700 v. Chr. überlieferte, dienten der Wissenschaft vor allem mehr als 2000 Jahre später als **Namensgeber für zahlreiche Naturobjekte**. Alle Planeten des Sonnensystems tragen die Namen antiker Götter, fortgeführt auch bei ferneren Planetenentdeckungen bis hin zu Pluto im 20. Jh. Griechische mythische Gestalten erscheinen in den Namen von Sternbildern, so der Cassiopeia. Nach mythischen Gestalten benannt wurden die Monde der Planeten - also die Ganymed, Io usw. Antike Namen tragen etliche chemische Elemente, so Niob(ium) und Tantal. Die Geologen kennen das Tethysmeer. Und mythisch-antike Namen drängen sich in der Bezeichnung von ausgestorbenen und lebenden Tieren und Pflanzen. Oder in der allgemeinen Biologie: Hermaphrodisismus, Zwittertum, benannt nach den Göttergestalten 'Hermes und Aphrodite'.



Abbildung 137: Antike Sagengestalt Zentaur in Versailles.



Abbildung 138: Pluto raubt Proserpina. Sanssouci.

## Klassische griechische Kultur: Anfang von Theater und Drama

Bis zur Gegenwart wirkt die in etlichen Werken erhaltene griechische **Bühnendichtung**, die Tragödien mit oft den alten **Sagenstoffen aus mykenischer Zeit**, der Tragödie um den in den Trojanischen Krieg gezogenen Agammemnon, seine wegen der beabsichtigten Opferung der Tochter Iphigenie erzürnte, über 10 Jahre allein gebliebene Frau Klytemnästra, Klytemnästra hatte einen Geliebten, Aigisthos. Sie brachten den heimgekehrten Agammemnon um. Der Sohn Orestes und die Tochter Elektra töteten darauhin die Mutter und ihren Geliebten. Verfoilgt von den Erinnyen floh Orest und fand auf Taurien, der Krim, die gerettete Schwester Iphigenie. AISCHYLOS, der älteste der Tragödiendichter, gestorben 456 v. Chr. auf Sizilien, schrieb eine 'Orestie'. Von dem 406 oder 405 v. Chr. in Athen gestorbenem SOPHOKLES stammen die 'Antigone' und 'König Ödipus'. Von EURIPIDES blieben 17 Tragödien vollständig erhalten, darunter die beiden 'Iphigenie'-Dramen 'Iphigenie in Aulis' und 'Iphigenie bei den Tauriern', beide Sujet für in der Operngeschichte wichtige Werke GLUCKs. War es die Freiheit des Worten, die in der Demokratie die Bühnenstücke möglich machte, auch wenn Könige gewaltsam starben? Aber die Griechen konnten es in der Demokratie mit ihrer Möglichkeit der Selbstverpotttung auch mit Komödien, bei ARISTOPHANES, in dessen 'Lysistrata' zur Zeit des Peloponnesischen Kriges die Frauen verschiedener Stadtstaaten den Kriegern den Geschlechtaverkehr verweigern und so den Frieden erzwingen. Gegen zu viel Pathos benötigt man auch die Satire, wie im 19. Jh, gegen zu viek RICHARD WAGNER auch J. OFFENBACH.

Als wichtigstes altes griechisches **Theater** gilt das **an der Akropolis in Athen**, das dem Gott **Dionysos** geweiht war, wo unter seinem Namen die Festspiele der 'Dionysien' stattfanden, die Dramen der großen Dramatiker uraufgeführt wurden, überhaupt Theater und Drama ihren Anfamg nahmen. Der steinerne Bau geht auf etwa 330 v. Chr. zurück Um 1863 wurde das Dionysos-Theater ausgegraben (Wikipedia 2017),

## Wirtschaftliches und Technisches im Bereich der Griechen

## Wirtschaft in Griechenland

In der Technik gab es bei den Griechen keine umstürzenden Entwicklungen. Die auf manche Äußerungen zurückgeführte allgemeine Verachtung der körperlichen Arbeit bestand dabei sicherlich nicht von Anfang an. In der Altzeit, jene die HOMER beschrieb, war selbst der Held persönlich mit im eigenen autonomen



Abbildung 139: Athen: Theater an der Akropolis.

Haushalt tätig, wie es von Odysseus in seinem kleinen Inselkönigreich Ithaka von HOMER beschrieben wird (M. ROSTOVTZEFF 1941) Selbst baute Odysseus sein eigenes Bett. Selbst baut Odysseus der Sage nach sein Fluchtschiff bei der Nymphe Calypso. Ithakas Königin Penelope, die jahrelang anderswo sich mit einer Frau ergötzenden Odyseus, webt zusammen mit den Mägden. Die sagenhafte Königstochter Nausikaa wusch Wäsche. Mit Schiffen waren die Griechen gegen Troja gefahren. Jemand muß die Schiffe konstruiert haben.

Weil die Werke von Technikern, ja Ingenieuren, nicht so in Schriften niedergelegt wurden, hat man die technischen Werke der Griechen unterschätzt (T. E. RIHLL et a. 1996). In Werkstätten hergestellt wurde so manches. Nicht der einzelne Haushalt Athens stellte Waffen als Ausrüstung für die Phalanx her. Es gab etwa Werkstätten für die Herstellung von Schilden, und von einem LYSIAS wird berichtet, daß er 120 Sklaven in seiner Schildfabrik arbeiten ließ (J. KERST 1975, S. 121). Wie E. MEYER (K. CHRIST 1989, S. 308) 1895 auf dem Historikertag ibn Frankfurt a. M. darlegte, gab es nicht nur Handelsverkehr mit der Vertrieb von Landwirtschaftsgütern und Handwerksprodukten, sondern auch "hochentwickelte Industrie". Wegen Übertreibungen MEYERs wurde das vielleicht zu Unrecht auch zurückgewiesen. Jedenfalls der Würzburger Historiker JULIUS KAERST (s. 1979), schrieb etwa 1927 (S. 118/119) von herrschendem "Bürgertum", sieht (S. 120) in dem reichlicheren Umlauf von Edelmetallen die "Richtung einer kapitalistischen Entwicklung", die "lebhaftere Entfaltung von Industrie und Großhandel", ja "Die Formen des industriellen Großbetriebs gewann in den Mittelpunkten des damaligen wirtschaftlichen Verkehrs, vor allem in Athen, Bedeutung und Verbreitung." Natürlich wurde Vermögen angehäuft und das konnte letztlich nur Geld sein und ist so etwas wie Kapitalismus. KAERST (1975, S. 121) schrieb: "Gegenüber den

alten Adelsgeschlechtern bildete sich, vorzüglich wieder in Attika, eine wohlhabende industrielle Bourgeoisie aus, die im geistigen wie im staatlichen Leben Athens zu Einfluß gelangte." Die griechische Wirtschaft kann bald kaum nur einer der von manchen Volkswirtschaftlern angenommenen Stufen zugeordnet werden, etwas vor allem der Oikenwirtschaft, der Hauswirtschaft. Da gab es mehr.

Und lebensnotwendigen Handel muß es durchaus früh gegeben haben, in der hohen Zeit waren zahlreiche Städte Handelsstädte.

**Die Quellen zur Technik und auch Landwirtschaft** (H. MICHELL 1957) sind nicht allzu großartig. Die Archäologie oder auch die Auswertung von Inschriften/Epigraphik bietet für die alte Zeit nur Stückwerk. Aus der älteren Literatur sind auch einzelne Bemerkungen auszuwerten, so aus den Epen HOMERs.und aus dem Werk von HESIOD. Etliches gibt HERODOT. Über die **Landwirtschaft**, über Pflanzen überhaupt und auch Kultur- und Nutzpflanzen im besonderen bietet zahlreiche Informationen THEOPHRAST(OS) (s.d.), der in Athen auf ARISTOTELES folgte. Man muß auch zurückschließen aus Werken der Römerzeit, im 1. Jh. n. Chr. aus PLINIUS. Bei den Haustieren gab es für **Schafe** die Erfindung der **Schur** mit der Schere. Die Wollhaare wurden nicht mehr herausgerissen. Der römische Lexigraph VARRO schreibt von aus Sizilien nach Italien gekommenen Schafscherern, bei denen es sich wohl um Griechen handelte (zit. bei V. HEHN 1874, S. 460).

## Nahrungsmittelversorgung, Landwirtschaft

Gab es Probleme mit einem allzu starken **Bevölkerungswachstum**? Oder wenigstens gab es Mangel an Land wegen ungleichem Landeigentum? Mindestens 80% des Landes in Griechenland sind **für Landwirtschaft ungeeignet**, und sumpfige Niederungen wurden im Altertum auch noch nicht kultiviert. Der Dichter EURIPIDES läßt im Prolog zu seiner Tragödie über Helena Zeus sagen, er habe den Krieg – den Trojanischen- geplant, um "der Mutter Erde Last zu lindern und der Völker engen Raum" (zitiert aus B. TUCHMAN 1997, S. 64). Die Ausbreitung der Griechen über die ganze nahöstliche Welt und später der Römer über das ganze Mittelmeer legen starke Fortpflanzung der Menschen nahe, was den Wert des Einzellebens nicht erhöht haben wird. Aussetzen von Neugeborenen war bei den Griechen wohl verbreitet. Nicht mit Getreide jedenfalls konnte sich ernähren Attika mit Athen. Hier wurde betrieben der Anbau Oliven, Feigen, Wein. Eine Kornkammer des alten Griehenland war **Thessalien** und hinzu traten Küstenregionen des Schwarzen Meeres (H. MICHELL 1957. S. 47 u. a.). Hier konnten auch Pferde herangezogen werden. Von Kavallerie ist im alten Griechcnland vor ALEXANDER nichts bekannt. Da Nahrungseinfuhr und speziell von Getreide für größere

Städte wie Athen unabdingbar war, mußte eine Sperrung der Bosporus und der Dardanellen (A. H. GRAHAM 1964, S. 109) und damit eine Unterbrechung der Getreideeinfuhr von der nördlichen Schwarzmeerküste für Athen eine Katastrophe bedeuten. 'Weltwirtschaft' im Kleinen, **fehlende Autarkie** auch in der wichtigen Lebensmittelversorgung, gab es also schon früh und setzte sich für Rom fort.

## Technisches im einzelnen

Manche Probleme gab es im Alltag. Etwa die **Versorgung mit Wasser**. Mit **Mathematik** wie mit Ingenieurkunst hatte zu tun, daß im 6. Jh. v. Chr. auf der von 'Tyrannen' wie POLYKRATES regierten ostägäischen Insel **Samos** (G. GARBRECHT 1995, S. 41 ff.; T. E. RIHLL et al. 1995, bes. S. 405) zur Wasserversorgung der damaligen Hauptstadt von Samos, dem heutigen Pythagorion, von 2 Seiten her ein Tunnel in den über der Stadt liegenden Höhenzug mit der Stadtmauer gebrochen wurde, diese zwei Tunnel sich im Inneren nur um wenige Meter voneinander abweichend trafen und so ein einheitlicher Tunnel entstand, der Tunnel **des EUPALINOS von Megara**. So konnte aus einer Quelle jenseits, nördlich des Höhenzuges, 895 m vom nördlichen Tunneleingang entfernt, Wasser durch den Höhenrücken in die Hauptstadt geführt werden. Im Jahre 1881 wurde der Tunnel wiederentdeckt und kann zu einem Teil besichtigt werden. Der Tunnel ist 1.038 m lang und mit ziemlich quadratischem Durchmesser etwa 1,8 m weit und etwa 1,8 m hoch. Der Tunnel, in dem sich der Besucher aufhalten kann, ist der Arbeits- oder Haupttunnel. An der einen Seite, der Ostseite, verläuft der nochmals eingetiefte Wassertunnel für die Wasserleitung. Der Treffpunkt der von beiden Seiten kommenden Tunnel liegt "genau unter dem Grat des Bergzuges, 612 m vom Nordeingang und 424 m vom Südeingang entfernt" (G. GARBRECHT 1995, S. 43). In dem engen Tunnel haben wohl immer nur 2 Hauer nebeneinander gearbeitet. Die Schaffung des Tunnels dauerte daher mindestens 8 Jahre (S. 48). Sinter- und Schlammablagerungen waren immer wieder wegzuräumen. HERODOT berichtete über den Tunnel als größtes Werk von Griechen, nicht aber über der beiderseitige Eindringen in der Gestein. In römischer Zeit wurde der Tunnel noch genutzt, wenn auch reparaturbedürfig (S. 48). Auch **Tonröhren** wurden ausgegraben (E. BOYE 1957)

Ein ähnlicher von zwei Seiten her angelegter Tunnel zur Wasserführung gibt es im alten Jerusalem (E. E. VARDIMAN 1977).

**Samos,** etwa 45 km lang, 19 km breit, mit einer Landfläche von 490 Quadratkilometern, Geburtsort von PYTHAGORAS, war ein nach Macht strebender Inselstaat mit weiteren bemerkenswerten technischen Leistungen, namentlich einem frühen, wohl um 570 - 560 v. Chr. gebauten Großtempel, eine 6,4 km die Haupt-



Abbildung 140: Samos: Wo der EUPALINUS-Tunnel.

stadt umhüllende Stadtmauer und eine die Meereswellen für den Hafen brechende Mole von etwa 400 m, Samos hatte die seinerzeit größte griechische Flotte. Die aus sorgfältig gelegtem Steinwerk bestehende Mauer kann nicht im Eilverfahren entstanden sein (T. E. RIHLL et al, 1995, S. 425). Vor wem mußte man sich schützen? Vor Seeräubern? (S. 424). Samos unterhielt um 610 v. Chr. einen Handelsplatz in Ägypten. Ein von HERODOT kurz genannter Seefahrer von Samos, KOLAIOS, kam um 640 v. Chr. bis nach **Tartessos** westlich des Felsens von Gibraltar, der 'Säulen des Herkules' ( T. E. RIHLL et al. 1995, S. 426).

In der Architektur entstanden auch anderswo teilweise gewaltige **Tempel**, so die auf der Athener Akropolis ('Oberstadt'). Wo ein Tempel gebaut wurde mußte auch Ingenieurwerk geschehen (T. E. RIHLL et al. 1995). Nicht nur auf Samos gab es unterirdische Kanäle. Auch in Dürregebieten, auch in Attika (K. HÖNN 1948)..

**Keramik** und dabei vor allem **Vasen** von Korinth und dann von Athen wurde ein bedeutsames Handelsgut in weiten Bereichen des Mittelmeerraumes. Ihre Hinterlassenschaft ist reichlich auch bei den Etruskern nachzuweisen. Die für die Herstellung solcher Gefäße wurde eine Temperatur von höchstens 960° C errteicht. Die Gefäße wurden nur einmal gebrannt und die Glasur auf die harten Gefäße aufgetragen, während heute auch nach dem Auftragen der Glasur noch einmal 'gebrannt', d. h. erhitzt wird (H. MICHELL 1957, S. 175). Von etwa 650 bis 550 beherrschten die keramischen Gefäße aus **Korinth** weithin den Markt (H. MICHELL 1957, S. 296). In Korinth wurde erfunden dem Ton Eisenoxid, 'miltos', beizumischen und so die 'vielbewunderte Farbe' zu bekommen (S. 296). Aus korinthischen Werkstätten kam ein weit in der mediterranen Welt verbreitetes Trinkgefäß mit 2 horizontalen Henkeln, der **Skyphos** (W. ELLIGER 1990). In **Attika** aber er-

stand eine neue Schule von Töpfern (H. MICHELL 1957, S. 296). Seit etwa 500 v. Chr. verdrängte Keramik aus **Athen** in Italien und Sizilien die keramischen Erzeugnisse anderer griechischer Herstellungsorte und ist dann auch in Ägypten, ja im Perserreich zu finden (M. ROSTOVTZEFF 1941). Von schwarzen Figuren auf rotem Grunde wurde übergegangen zu roten Figuren auf schwarzem Grund. Gegen 90 athenische Vasenfabrikanten oder Maler sind zwischen 520 bis 470 v. Chr. mit Namen und durch signierte Werke bekannt (K. HÖNN 1948), Namen wie EUPHRONIOS, EUTHYMIDES, EXEKIAS oder (H. MICHELL 1957, S. 296).wie CLITIAS und ERGOTMUS Neben Gefäßen zur Aufbewahrung von trockenen und flüssigen Produkten, so für Olivenöl die **Amphoren**, wurden auch **Trinkschalen** hergestellt.

**Schiffe** verschiedener Leute, so von Händlern, Heerführern und Seeräubern, durchfurchten mindestens seit HOMERs Tagen, seit dem Raub der Helena und der Irrfahrt des Odysseus ständig das etwa in der Ägäis oft recht stürmische Mittelmeer. Im 2. Jahrtausende v. Chr. erscheinen Seeschiffe und Seeleute im Libanon und der Ägäis (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 68). Schiffe konnten offenbar rasch gebaut werden, wenn ein Feldherr sie wünschte. Denkt man auch an Getreideversorgung so haben wohl und verstärkt in römische Zeit immer Tausende von Schiffen, mit Ruderern oder Segeln, das Mittelmeer durchfurcht. Nach den Sternen lernte man nachts das offene Meer befahren. Küstenbeschreibungen, '**periploi**', "Umfahrten" (O. HÖCKMANN 1985, S. 162) leiteten mehr oder weniger die Fahrt an der Küste.

Bei HOMER kommen die rächendcn Helden aus den verschiedensten Orten Griechenlands per Schiff an die Küste vor Troja, aber Schiffe dienten nur dem Menschentransport. Von Seekrieg ist bei HOMER keine Rede. **Kriegsschiffe**, wie sie etwa Reliefs zeigen, mit ihrem Rammsporn, erscheinen nicht vor der Mitte des 6. Jh. v. Chr. (N. FISHER et al. 1998, S. 273).

Manche Griechenstädte, namentlich auch Athen, bauten schließlich eine **größere Flotte**. Die Perser wurden zuerst in Schlachten auf dem Lande geschlagen, auch wenn sie mit einer Flotte ankamen, so 490 v. Chr. bei Marathon. THEMISTOCLES konnte die Bürger überzeugen, eine eigene größere Flotte zu bauen. Die auch mit einer guten starken Flottes versehenen Perser verloren trotzdem 10 Jahre später 480 v. Chr. gegen 200 griechische **Triremen**, die 3-Etagen-Schiffe, die Seeschlacht bei der Insel Salamis. 1880 wurde eine Marmodartsellung eines solchen Schiffes auf der Athener Akropolis gefunden worden (R. SCHULZ 2010). Bei den größeren griechischen Schiffen saßen bis 10 Mann an einem Ruder. In den antiken Seegefechten der Antike gab es keine Fernwaffen. Die mit einem Rammsporn ausgestatterten Schiffe athenisch-phönikischer Tradition stießen aufeinander zu und wenn der Stoß nicht zum Untergang reichte wurde zu entern versucht und wurde auf den Decks

wie auf dem Lande gekämpft, wurden die Schiffsdecks zum Landkampfplatz. Gefeiert in Sparta, mußte der Flotteninitiator THEMISTOCLES aber dann zu den Persern flüchten und wurde in persischen Diensten Gouverneur einiger kleinasiatischer Griechenstädte. In der Demokratie ist nichts sicher! Die Perser wurden noch in weiteren Schlachten besiegt. 479 v. Chr. bei Mykale.

**Bergbau**, wo unter grausamen Bedingungen kurzlebige Sklaven schufteten, hatte eine Konzentration in Attika, um **Laureion**, wo seit ungefähr 485 v. Chr. etwa 4 Jahrhunderte lang insgesamt etwa 3500 Tonnen **Silber** gefördert wurden (E. FLAIG 2009). Die Metallgewinnung verlangte selbstverständlich auch sachverständige Personen, eine Art Bergbauingenieure. Ein zweites, Attika schließlich übertreffendes Bergbaugebiet der Antike wurde Südwest-Spanien, das **Gebiet am Rio Tinto**, wo die Karthager wirkten.

**Eisen** war im klassischen Griechenland eine der technischen Grundlagen.

## Griechisch-antike Philosophie / Wissenschaft

Die griechische Wissenschaft, das rationale Herangehen, war bestimmend für das, was später ernst zu nehmende Wissenschaft wurde, bewahrt in Byzanz, aufgenommen und auch weiterentwickelt im arabischen Herrschaftsbereich, und dann, mit Anfängen im Mittelalter und erneuert ab dem 16. Jh. als die einzigartige europäische Wissenschaft. Diese griechische Wissenschaft erstand im 6. Jh., also Jahrhunderte nach den Kämpfen der 'Helden' um Troja. Diese waren zwar noch vertreten in den Tragödien der Athener Dichter, aber die alten Helden hatten mit der antiken Philosophie und Wissenschaft nichts zu tun. Von den **Schriften der Antike**, was für alle Gebiete, die technische-wissenschaftlichen wie die poetischen gilt, blieb **nur ein Teil erhalten**. Das viel mehr geschaffen worden war kann man antiken Enzyklopädien und Kommentaren in den irgendwie überlieferten Werken entnehmen. Die überlieferten Werke sind wohl alle Kopien, nicht Originalschriften der Autoren.

Wenn es das rationale Denken im antiken Griechenland und bei den bis ins Römische Imperium folgenden griechischen Denkern nun nicht gegeben hätte? Wäre dann so etwas wie die spätere europäische Wissenschaft auch zustande gekommen? Und waren nur Griechen zu jener sich von religiösen Vorgaben lösenden Weltbetrachtung, jener rational-materialistischen Philosophie, ja Wissenschaft fähig gewesen? Wie EDUARD MEYER (1989, S. 314 ff.) sah, war die griechische Kultur von religiös geprägten Systemen umgeben, dem Perserreich im Osten und den karthagischen Staaten im Westen. Und etwa 2008 meinte auch der britische Historiker TOM HOLLAND, daß im Falle die Griechen die Perser nicht bei Marathon und

Salamis besiegt hätten, wenn also das freie Athen und die anderen Städte der griechischen Polis nicht existiert hätten, dann hätte es auch nicht die griechische Wissenschaft gegeben, wäre nie etwa ein PLATO(N) in Erscheinung getreten. Ein Römisches Imperium, ein Christentum, auch wahrscheinlich der Islam und somit auch dessen zeitweiliger Aufnahme des griechischen Wissens würden nicht bestanden haben! Beachtet man den großen Anteil von Sparta am griechischen Sieg über die Perser, dann hätte also der vielleicht dem Geistigen fernste griechische Staat, Sparta, allerdings auch einen indirekten Anteil an der späteren rationalen Wissenschaft. Hätte sich also im mittelalterlichen Westeuropa nicht eigenständig, auch ohne Griechenland, sicherlich mit anderen Schwerpunkten, niemals so etwas wie die westeuropäische Wissenschaft entwickelt? Oder wären andere Völker an die Stelle Europas getreten? Es erscheint fast verrückt, so etwa zu denken!

**Verbindungen** von Griechen **nach dem Osten**, etwa Ägypten, sind gegeben. Davon ging auch schon FRIEDRICH SCHILLER aus, der in der Ballade "Der Ring des Polykrates" den Staatsbesuch des Königs von Ägypten bei dem Tyrann von Samos schildert.

Die Griechen haben sich von den umgebenden Konkurrenten stark gelöst und vor allem auch das westliche Mittelmeer im 5. Jahrhundert mit ihren Pflanzstädten zu einem recht "griechischen Meer" gemacht. Kann man es so sehen, wie es E. MEYER (1924, S. 218) einmal meinte, daß die große Freiheit in der Kultur und im Denken schuld daran war, daß es im Politischen so viel Chaos gab. daß also das eine, die "Freiheit", wohl durchaus nicht unbegrenzt, ein anderes Übel bewirkte? Und weitergedacht: Ein Übel, das die restriktiven Kirchen im Europa der beginnenden Neuzeit zu verhindern suchte? Und hatte die griechische Philosophie und auch Wissenschaft einen vergleichbaren Stand erreicht wie einige Zentren Europas im 17. Jh.? Hatte die griechische Antike und ebenso deren Aufnahme in das Römische Imperium so etwas wie die Aufklärung der Zeit von VOLTAIRE erreicht? Deswegen wurden in der für kulturvolle Intellektuelle üblichen Weise noch lange keine Tempel und Kunstwerke zerstört, sondern auf ihre Art geschätzt wie durch Atheisten der Neuzeit viele Kirchen. Ist Kultstättenzerstörung nicht eher eine Angelegenheit der einen Religion gegenüber einer anderen?

Die griechische Wissenschaft, einschließlich der gelehrten Griechen der Römerzeit, wurde immer irgendwo bewahrt und wurde zur Grundlage weiteren Denkens, ebenso und noch mehr die Philosophie und die Geschichtsschreibung. Etwa FRIEDRICH DER GROSSE von Preußen berief noch sich dauernd auf antike Autoren. Im Deutschland des späten 18. Jh. wurde das griechisch-römische Altertum unter dem Einfluß von WILHELM VON HUMBOLDT und des mit ihm befreundeten begeisterten Antike-Philologen FRIEDRICH AUGUST WOLF (A. BAUMEISTER 1898) namentlich hinsichtlich der **Sprachen Latein und besonders**

**Griechisch** Grundlage der Bildung auf den preußischen Gymnasien wie es auch auf den klassischen englischen Universitäten Oxford und Cambridge üblich war. WOLF, HOMER-Forscher, GOETHE-Freund, war ab 1783 Professor in Halle, nach der zeitweiligen Auflösung dieser Universität nach Preußens Niederlage 1806 in Berlin. Technisches aus der alten Welt geriet gegenüber der Bewunderung von künstlerischen Leistungen und der Philosophie eher in den Hintergrund. Mancher eher technisch Begabte Schüler konnte an der Bevorzugung der alten Sprachen scheitern und unter dem deutschen Kaiser WILHELM II. wurde hier in der Bildung etliches geändert.

GOETHE ließ seine Iphigenie das "Land der Griechen mit der Seele" suchen, aber zu seinen Lebzeiten konnte man touristische Griechenland-Reisen oft kaum wagen und GOETHE sah Griechenland nie, nur die griechischen Tempel in Süd-Italien und auf Sizilien. Und erst mit der Zeit wurden manche **antiken Denkmäler wieder im alten Stile** hergestellt. Die Athener Akropolis trug zahlreiche Zubauten aus dem Mittelalter. Und im Krieg zwischen Venedig und den Osmanen diente die Akropolis letzteren als Pulvermagazin. Ein Volltreffer aus einer venezianischen Kanone in das explodeirtende Pulver bei der Belagerung 1687 ließ den Athene-Tempel zur Ruine werden. Auf Betreiben von SCHLIEMANN wurden 1874 auf der Akropolis alle Zubauten beseitigt. Was Ruine geworden war, wurde als solche belassen (M. W. WEITHMANN 1994).

Auch wenn etwa die Eroberungen ALEXANDERs ein weites Territorium umfaßten, Historiker späterer Zeit von den Römischen Eroberungen oder denen der Mongolen von "Weltreichen" sprachen, umfaßten diese politischen Räume der Antike und auch später nur Teile der Erdoberfläche. Die in ihren Eliten hochgebildeten Römer mit ihrer Redekunst und ihren flexiblen Texten kannten – man muß sich das vor Augen führen – im wesentlichen nur die Mittelmeerwelt und einige Randgebiete, bis sie auch nach Britannien oder an die Grenzen Persiens ausschauten.

In dem fehlenden Austausch infolge unzureichender Verkehrsmittel zwischen den Regionen der Erde liegt wohl der Grund für die Entwicklung unterschiedlicher, voneinander **weitgehend unabhängiger "Kulturen"** (ARNOLD J. TOYNBEE 1979, 1988). Berührungen der Kulturen wie etwa auf der "Seidenstraße" durch Innerasien von China nach dem Westen brachten keine umfassende wechselseitige Durchdringung der Kulturen, wenn auch manche Übernahme technischer Errungenschaften in Europa. China entwickelte sich auf jeden Fall von Europa weitgehend selbständig, ebenso die Kulturen Amerikas, über deren Verbindungen nach dem Osten noch viel gestritten wird.

Wenn man von allen politischen Wandlungen und der nicht immer genau datierbaren Ersterstellung schöpferischer Werke absieht, so hat die klassische antike Kultur

fast 1000 Jahre bestanden, von wohlwollend gerechnet etwa 750 v. Chr. bis etwa 400 n. Chr. und es wurde einmal hervorgehoben in einer Zuschrift an die 'Science' (9. May 2006, Vol. 320, S. 746), daß unsere Neuzeit, datierbar ab etwa 1492, zwar Weltraumfahrzeuge auf dem Jupiter-Mond Titan landete, aber als Ergebnis der "overpopulation, overconsumption, global warming, and enviromental global warming" vielleicht viel eher zugrundegeht!

Die Stellung mancher Gelehrter zur Antike war auch kritischer. In dem ansonsten stark auf die "klassischen Studien" ausgerichteten England meinte etwa der britische Philosoph HERBERT SPENCER (s. 1905, S. 24 / 25): "Warum auch soll es nach Hunderten von Jahren der Kultur von größerer Bedeutung sein, daß wir die Sprachen zweier ausgestorbenen Völker meistern, daß wir mit ihren Schlachten, ihren Sagen und ihrem Aberglauben, ihren Errungenschaften und den Verbrechen ihrer Götter vertraut sind, als daß wir uns der Aufklärung über unser körperliches und geistiges Wesen verschaffen?" – Hat SPENCER aber wirklich recht mit der Ansicht: "Hätten Griechen und Rom niemals existiert, wir wären in unserer Lebensführung genau dort, wo wir heute sind" (S. 25).

## Die Frage nach den Grenzen der antiken Technik und Forschung

Eine alte Frage ist, **warum die antike Kultur**, und namentlich auch ihre Technik nicht über das produzierende Handwerk oder begrenzte Manufakturen ünd auch die Wissenschaft **nicht ein über gewisses Niveau** von vor allem Einzelerrungenschaften hinauskam. Gewiß, es gab fast nur Einzelgelehrte, die sich zwar gegenseitig belehrten, aber nur an wenigen Stellen zusammenwirkten. Aber schon der dem liberalen Bürgertum des 19. Jh. verbundene frührende Chemiker LIEBIG meinte (1867, S. 18 /19): "Nur der freie Mann und nicht der Sklave hat den inneren Antrieb und ein Interesse, Werkzeuge zu verbessern oder neue zu erfinden, und so sind denn in der Regel die Arbeiter, die sie herstellen, als Miterfinder betheiligt. ...

Von einer Verbesserung der einmal eingeführten Betriebs- und Fabrikationsmethoden durch Sklaven, welche Arbeitsmaschinen sind, kann keine Rede sein.

Die Freiheit, d. i. die Lösung aller Bande, welche den Menschen hindern, die ihm von Gott verliehenen Kräfte zu seinem Besten zu verwenden, ist die Grundlage und wichtigste aller Bedingungen für den Fortschritt des Menschengeschlechts in Civilisation und Cultur."

Für Griechenland bemerkte LIEBIG auch, daß das "reich gewordene Volk ... keine

Erfindungen mehr" "erzeugte" (S. 24).

Etliches von diesen Gedanken stimmen mit MARX überein, nur die sich auf MARX berufenden Gesellschaftsgestalter haben das zu ungenügend eingehalten.

Betonter Fakt ist, daß **Technik und Wissenschaft** wenigstens **auch von gesellschaftlichen Bedingungen**, hier angeführt also die Sklaverei, abhängen und vielleicht erst dann Wissenschaft auf Wissenschaft aufbaut.

Andererseits können die Menschen des 20. / 21. Jahrhunderts sich glücklich preisen, daß nicht die "Alten" schon Kohle und Erdöl verbrauchten. Über von ihnen genutztem Land, etwa großen römsichen Gütern, hat sich wieder auch Natur und dann neue Landnutzung ausgebreitet.

## Schrift - Alphabet

Aus übernommenen Zeichen und nun **auch ergänzenden Vokalen** wurde kurz nach 800 v. Chr. ein allerdings sich in manchem noch änderndes **Alphabet** gebildet. Ab der Olympischen Spiele 776 v. Chr. schrieben die Griechen ihre eigene Geschichte (I. LISSNER 1981, S. 142). Die kulturelle Identität befördernde Schrift war im Unterschied zu den komplizierten Schriften der alten Reiche prinzipiell jedermann zugänglich. Die Keilschrift von Mesopotamien " setzte die Kenntnis von rnd 300 Zeichen voraus", zum Schreiben und Lesen der ägyptischen Hieroglyphen waren mindestens 350 Zeichen nötig. War es die kretische Schrift, die für die griechische Sprache eingerichtet wurde? (J. LISSNER 1981, S. 143). Mit der griechischen Schrift in der heimischem Sprache gab also eine "Demokratisierung des Lernens", eine Erlernbarkeit des Schreibens und Lesens für viele. Daß selbst griechische Söldner die Schrift beherrscht haben müssen legen Kratzinschriften an einem RAMSES II.-Denkmal in Ägypten nahe (M. MANN 1994). Und die Schrift wurde später Grundlage der Alphabete in slawischen Ländern und wurde von den Intellektuellen des Abendlandes erlernt.

Unabdingbar war diese Schrift für das Niederschreiben umfangreicherer Texte.

**Vervielfältigung** von Texten - dafür gab es nur eine Lösung: **Abschreiben**. Bei geographischen Karten: Abzeichnen (O. HÖCKMANN 1985; S. 163). **Tinte** gab es. Im alten Griechenland schrieb man nur auf Papyrus (s. u.), Pergament ist spätantik.

An so etwas wie Tageszeitungen war natürlich nicht zu denken. Und in der Gestaltung der Politik spielte die **Rede** eine überragender Rolle. **Rhetorik** war ein wichtiges Fach. Was man für länger verkünden oder gar der Nachwelt mitteilten



Abbildung 141: Versandetes Milet.

wollte wurde in Stein eingraviert. Die Erforschung der Inschriften brachte die eigene historische Hilfswissenschaft der **Epigraphik**.

### Denken vor der Zeit der Schulen in Athen und auch in ihr durch ARISTOTELES

In einigen griechischen Städten traten ab dem 6. Jh. v. Chr. die Denker der manchmal **als "ionisch**" bezeichneten **"Naturphilosophie"** auf, zu denen auch Männer außerhalb Ioniens traten. Heimat mehrerer dieser Naturphilosophen war **Milet**, damals blühende Hafenstadt mit weiten Verbindungen an der Mündung des Flusses Mäander an der Westküste von Kleinasien. Später wurde es Römerstadt. Heute ist die Flußmündung versandet und versumpft, gibt es nichts mehr von blühendem Hafen.

Haben die weltanschaulich toleranten Perser hier Denken gehindert? Steuern wollten sie gewiß. Die Stadt wurde nach den Aufständen in Kleinasien 494 v. Chr. von den Persern zerstört. Es bestand die Hafenstadt in der Römerzeit wieder. Die Stadt wurde durch die Flußablagerungen des Mäander-Flusses später weitgehend zugeschüttet und existiert nicht mehr. Erhaltene Reste, so ein Amphitheater, stammen aus der Römerzeit.

Und aus der Römerzeit stammt auch das berühmte Markttor von Milet, das heute im Pergamonmuseum in Berlin steht. Es kam 1903 bei Ausgrabungen zum Vorschein, war also nicht intakt erhalten. Seine Teile wurden 1907 / 1908 nach Berlin gebracht und hier im Pergamonmuseum 1928 wiedererrichtet, wobei 60% seiner Teile original sind.

Die Meinungen der alten Naturphilosophen sind allerdings nicht in Originalschriften überliefert. Spätere Gelehrte zitierten sie und teilten aus ihrem Leben und

ihren Ansichten mit, auch kommentierend, so PLATO(N), ARISTOTELES und THEOPHRASTUS im 4. Jh. v. Chr. Die Meinungen der alten Denker stellte zusammen der "Doxograph" DIOGENES LAERTIUS und dann EPIC(K)UR im 3. Jh. n. Chr.

Die Naturphilosophen des 6. und 5. Jh. v. Chr. formulierten grundsätzliche Ansichten von weiterwirkender Bedeutung, Nicht Einzeltatsachen, sondern eine Gesamtberachtung bewegte die frühen Philosophen. Die Alltagserfahrungen schienen ihnen offensichtlich ausreichend Tatsachen, Material zu bieten, auf denen allgemeine Prinzipien formulierbar waren. **Falsch** ist offenbar die manchmal in der neueren Wissenschaft geäußerte Meinung, daß **zuerst das Sammeln von Fakten** steht und sich aus diesen die Erkenntnis von Zusammenhängen ergibt, fast im Selbstlauf. Hypothesen, Gesamtschau - das war eher der Anfang der doch wissenschaftlich oder jedenfalls nicht mehr religiösen Welterklärung. "Philosophen. Menschen wagten es, sich als Einzelne sich auf sich selbst zu stellen" (K. JASPERS 1955, S. 16).

Überlegungen gab es namentlich über 1. den **Ursprung** der Dinge, den Ursprung der Welt, ein mögliches **Urprinzip**, 2. über die **Zusammensetzung** der Dinge, das Wesen der Materie. Rückblickend spricht man auch von "**griechischer Aufklärung**". ein etwa bei dem Würzburger Hellenismus-Historiker KAERST (1927/1975) benutzter, jedoch auch von manchen anderen nicht übernommener Begriff. Religiöse Vorstellungen bestimmten jedefalls die Überlegungen der frühantiken Philosophen nicht mehr. Man spricht gar von einer "**Erfindung der Philosophie**" (A. DE BENOIST 2009). Dieses Denken wurde von religionsfernen, rational orientierten Menschen immer wieder begrüßt. KARL MARX (zit. bei A. DEMANDT 2009, S. 44) schrieb 1841 in seiner Doktorarbeit über DEMOKRIT und EPIKUR: "Die Griechen werden ewig unsere Lehrer bleiben", wegen "ihrer grandiosen objektiven Naivität, die jede Sache gleichsam ohne Kleider im reinen Lichte ihrer Natur ... leuchten läßt." Ursprung und Wesen der Dinge wurden "**rational**", aus den Dingen heraus, ohne Zutun der vom Volke weiter verehrten Götter, erklärt, nach der Formel von WILHELM NESTLE "**vom Mythos zum Logos**". Hier wird uns Nachgeborenen das neue Denken besonders deutlich. Die natürliche Erklärung ist oft spekulativ, falsch aus unserer Sicht, aber eben nicht mehr Götterwerk. Fast verzweifelt wird den Naturursachen nachgespürt, bei ANAXAGORAS zumal und bei ARISTOTELES (R. FRENCH 1994, S. 32 ff.). Blitz und Donner waren in göttlicher Willkür erschienen, und nun sollten sie, in ARISTOTELES "Meteorologica", etwa durch aufgefangenes Sonnenlicht zustandekommen. Warum jedoch dann so saisonbedingt? Erdbeben, in Zusammenhang mit vulkanischen Erscheinungen. Erdbeben sah man auch saisonbedingt, Folge fehlender genauer Aufzeichungen. Auf günstige, oft saisongebundene Winde hoffte der

Seefahrer, und Sterne sollten ihre Unterschiede hervorrufen (S. 31).

Auf gar ein "mythisches Zeitalter" sei, gemäß NESTLE, ein "rationales Zeitalter" gefolgt. Wobei auch etwa PLATO(N) jedoch zumindestens poetische Hinweise auf die Götter und mythologischen Gestalten nicht ausläßt.

Eine Fortsetzung erfuhr diese religionskritische Denkweise dann bei den **Sophisten**, bei denen **der Mensch das Maß aller Dinge** war. Der nicht einheitlich beurteilte XENOPHANES aus der ebenfalls ionischen Stadt Kolophon mit seiner Kritik an der Unmoral der Göttergestalten bei HOMER und HESIOD sah die Götter der verschiedenen Völker ihrem Aussehen nachgebildet, als dunkelhäutig bei den Dunkelhäutigen und hellhäutig bei den Weißen - Beleg für die Schaffung jedenfalls der vielen Einzelgötter durch die Menschen. Er soll aber nicht ganz gottlos gewesen sein (R. OSBORNE 1996, S. 316) und sah einen abstrakten Gott, der eben nicht ein menschengemachter Gott war. Der Sophist KRITIAS, einer der "Dreißig Tyrannen" der Athener Oligarchenregierung 404 / 403, sah in der Religion gar eine Priestererfindung zur Menschenbeherrschung. Auf dem Höhepunkt des Römischen Imperiums sah es so neben anderen auch STRABO(N) (R. FRENCH 1994, S. 122).

Mit diesem ganz neuartigen Denken, losgelöst von der bisherigen Religion, erhebt sich die **Frage, wie es möglich ist, daß neues Denken bisherige Traditionen überwindet, sich von den Traditionen löst**. Wie fest sind dann bisherige Vorstellungen in den Gehirnen der Menschen verankert gewesen? Ein Neuerer in der Kunst des 19. Jh. erfuhr: "Das Bestehende, es hat große Gewalt über den Menschen" (R. WAGNER 1982, S. 143). Sind viele Menschen zu dieser Lösung aus der Tradition befähigt, jenes so mächtige Mittel der Herrschenden, die Untertanen verfügbar zu halten? Wann überhaupt wird in einem jungen Menschen, in welchem oft früh erscheinendem Alter, wird eine bestimmte Überzeugung gefestigt? Wirkt es nicht manchmal, als ob solche Auffassungen geradezu mit der Muttermilch eingesogen werden? Auch heute bleibt beispielsweise ein junger Christ oft lebenslang ein Christ, ein junger Schiit ein Schiit. In einer Religion erzogen und dennoch Atheist geworden oder konvertiert - der von sich eingenommene Pädagoge einer bestimmten Richtung rauft sich oft verständnislos die Haare! Das **Auflösen von Tradition** wird in der Wissenschaftsgeschichte, in der Geistesgeschichte, immer wieder auftreten und hat etwa Psychologen, so CARL GUSTAV JUNG (1946, S. 34/35), auch im 20. Jh. Zeit beschäftigt. JUNG sieht Gefahr der Entwurzelung, "die Abtrennung des Bewußtseins vom Instinkt." Und der Physiker und Denker WERNER HEISENBERG (1973 / 1969, S. 284) meinte erfahren zu haben: "Wenn man die Verzweiflung erlebt hat, mit der in der Wissenschaft kluge und konziliante Menschen auf die Forderung nach einer Änderung der Denkstruktur reagieren, kann man sich im Gegenteil eigentlich nur wundern, daß solche Revolutionen in

der Wissenschaft möglich gewesen sind." Die auch umstrittene US-amerikanische Anthropologin MARGARET MEAD (W. L. OLTMANS 1974, S. 87) bei aber behauptete erfahren zu haben: "Ich habe miterlebt, wie Leute aus der Steinzeit kamen und die Gegenwart entdeckten ... habe gesehen, wie rasch sich Völker entwickeln ..."

Und ist die Annahme von Neuem bei Jungen ein Versagen der 'Pädagogik', der 'Erziehung', denn Erziehung geht ja auf Übernahme des Vorhandenen, das von den Erwachsenen Angenommene aus? In vielen Religionen gab und gibt es nicht umsonst Ahnenkult mit Ahnenaltären. Japan hat gezeigt, daß man auch neben Ahnenkult Neues durchführen kann. Naive gläubige Christen auch in Deutschland halten die Bibel schon deshalb für wahr, weil sie alt ist, ja, was allerdings höchstens für Teile des Alten Testaments gelten kann. Und in China der alte KONFUZIUS?

Bei der moderne Wissenschaft sind Skepsis und Kritik gefordert, in sie eingeschlossen sind als Ergebnis eines langen Prozesses. Die moderne Wissenschaft kennt nicht mehr ein Dogma, das viele Religionen mehr oder weniger auszeichnet und auch das Christentum in starkem Maße. Welche Überwindung von Tradtion war auf dem Wege zu modernen Wissenschaft, welche letztlich die Naturwissenschaften wie dann auch die Menschheistgeschichte betraf, nötig? Wie schwer war es dem einzelnen, das aufzunehmen? Immer wieder in der Geschichte des menschlichen Denkens wird diese Frage erscheinen! Was es dennoch bei den Griechen nicht gibt scheint ein auf Fortschritt gerichtetes Geschichtsverständnis zu sein, die Erwartung von einem "messianischem" Heil. Geschichte verlief in Zyklen. Ungewordenes, immer Seiendes sieht auch ARISTOTELES. Aufklärung und neues Denken können auch einmal verloren gehen, müssen einer **Restauration** weichen.

Eine Frage wäre, ob das Gehirn der großen Griechen so ausgestattet war, daß sie auch die Wissenschaft der Neuzeit, ja des 20. Jh. prinzipiell verstanden hätten, wenn es sie denn gegeben hätte.

Die Einschätzung der altgriechischen Narturphilosophen, also vor SOKRATES und ARISTOTELES, war später und viel später unterschiedlich. Zumal sie zunächst kaum bekannt waren, ISELIN, ein Schweizer Geschichtsphilosoph, Mann der Aufklärung und der Zeit schon fortgeschrittener Tatsachenforschung, meinte 1784 (II, S. 201) kritisch: "Die Weltweisheit ergündete also ohne die Mühe der Untersuchung die schwersten und die erhabensten Fragen", waren Leute, "welche auf der Erde so wenig beobachtet hatten, und schon die Himmel kennen wollten" (S. 211). Aber wir sollten fragen: was ist die Rolle von Ideen für die Ausbildung der Wissenschaften? Kann man wirklich mit Tatsachen-Sammeln beginnen oder müssen zunächst "Ideen", wenn auch noch so vage, zu Fragen anregen?

## Die verschiedenen Ansichten der verschiedenen Naturphilosophen

## Urprinzipien des Seins

Nach dem um 600 v. Chr. anzusetzenden **THALES von Milet** sollte das **Urprinzip** des Seins das **"Wasser**" oder eben das "Feuchte" sein. Es ist nicht bekannt, wie sich THALES im einzelnen vorstellte, daß aus diesem einen Urstoff die Verschiedenheit der Materie ergeben sollte (G. MÜNSTER 1984), vielleicht Verdichtung und Verdünnung oder Umwandlung. ANAXIMENES von MILET sah als Urstoff die "**Luft**". Später, in der zur Zeit des PERIKLES lebte in Athen und stand mit diesem in Kommunikation ANAXAGORAS, der eine als "**Apeiron**" bezeichnete Qualität als Urstoff bezeichnete. Es wurde auch dualistisch gedacht, wurden namentlich bei HERAKLIT/HERAKLEITOS von Ephesos entgegengesetzt wirkende Entitäten, so Liebe und Haß. angenommen. ANAXIMANDER der Ältere von Milet (um 610 - 547 v.) schrieb von **allumfassendem Gesetz**.

## Das Erdbild des ANAXIMANDER

ANAXIMANDER gab auch ein Bild der Erdoberfläche, wohl sogar als Karte. Die Erde galt als im Kosmos freischwebender Zylinder und bewohnt war die eine seiner Flächen (Wikipedia), damit die Erdoberfläche eine Scheibe, und das war ein Rückschritt gegenüber der Kugelvorstellung von PYTHAGORAS (E. SCHWARTZ 1943, S. 194). **Meere umgeben die** scheibenförmige **Erdmasse** (E. SCHWARTZ 1943, S. 192/193). Diese besteht grob aus 2 Kontinenten, einem kalten nordwestlichen, Europa genannt, und einem warmen südöstlichen, Asien. Getrennt werden sie durch das Mittelländische und das Schwarze Meer. Das Schwarze Meer sollte durch einen Meeresarm mit dem Kaspischen Meer verbunden sein und dieses sollte ein Busen des "äußeren Ozeans" sein, "der dann auch die Nordgrenze von Indien bilden sollte." (S. 193). Wegen der großen 'natürlichen' Unterschiede zwischen Asien und Afrika, dem Libyen der Alten, wurde Libyen als eigener Kontinent abgetrennt und der Nil, der den äußeren Ozean im Süden mit dem Mittelländischen Meer verbände, sollte die Grenze zwischen Libyen und Asien sein. Aber im Norden wurde dann doch keine Grenze zwischen Europa und Asien deutlich und auch, daß das Kaspische Meer nicht mit dem Ozean zusammenhängt. HERODOT verspottete dann die Geographie der Ionier (S. 193). Mit ALEXANDER von MAZEDONIEN wurden dann aber auch nur Einzelheiten korrigiert (E. SCHWARTZ 1943, S. 194).

## Die 4-Elementen-Lehre

Ein auf einem einzigen Urprinzip beruhendes, unitarisches System schien die Mannigfaltigkeit der Welt nicht recht erklären zu können, und wohl deshalb rechnete mit Anleihen bei HERAKLIT (G. LORENZ 2002) EMPEDOKLES aus Akragas / Agrigento, heute Girgenti, nahe der Küste von Süd-Sizilien mit **4 "Elementen"**, mit **Erde, Feuer, Wasser, Luft**. Sie standen für **4 Grund-Qualitäten**: **Trockenheit** für die Erde, **Wärme/Hitze** für das Feuer, **Feuchtigkeit** für das Wasser, **Kälte** für die Luft. Die 'Vier' ist als heilige Zahl anzusehen. Die Grundqualitäten waren das hinter dem Wandel Bleibende (E. STRÖKER 1968). Ob es nur eine Urmaterie gibt, die Vielfalt erzeugen kann, oder wesensverschiedene Urmaterie, wurde auch im 19. Jh. mit den neuen Atomvorstellungen debattiert.

Die **Dinge als Kombination weniger Elementarentitäten** zu sehen durchzieht die spätere Chemie und bestimmt auch die moderne Genetik mit den 4 Basen der Vererbungssubstanz Desoxyribonukleinsäure.

Stand EMPEDOKLES in Kommunikation mit den Naturphilosophen anderswo und wenn, wie? Zum einen, so wird vermeldet, suchte EMPEDOKLES seine Heimatstadt vor der Malaria zu schützen und veranlaßte das Anlegen eines Durchbruchs durch eine Felsbarriere zwischen Meer und Stadt, damit Meerwind hereinweht, was Mücken vertreiben konnte - was wir heute wissen. Wie der Dichter HÖLDERLIN in einem Dramenfragment nahelegt, wurde von Priestern auch Feindschaft gegen EMPEDOKLES geschürt. EMPEDOKLES stürzte sich schließlich - wird überliefert - in den Krater des Vulkans Ätna, wohin man immerhin zu Fuß von Agrigent aus etwa 2 Tage wandern mußte. Wollte er den 'Göttern' näher sein? Er verschwand. Jedoch seine Hausschuhe warf angeblich der Krater aus - letztes Stück des Alltagslebens. Des Philosophen Selbsttod wurde feierlich verherrlicht, aber auch als Vorlage für Satire gegenüber dem angeblich lebensfremden Philosophen benutzt. Auf dem Neuzeit-Denkmal des EMPEDOKLES in Agrigent sind auch die Schuhe dargestellt, in Metall nachgebildet.

Die 4-Elementen-Lehre wurde, vielfach modifiziert, über die Jahrhunderte weitergelehrt, bis sie im 18. Jh. eher still erlosch. Eine Frage war etwa, ob es diese Elemente **auch** irgendwo **rein** gibt. Reines Feuer sollte es danach nur in der himmlische Sphäre geben, Erde ohne Feuchtigkeit nur im Erdinneren (CH. SHERRINGTON 1963). Auf der Erde war demnach stets Elementen- und damit Qualitäten-Mischung vorhanden.

Gerechnet wird auch mit Polaritäten, mit Gegensätzen in den Qualitäten.

Die Welt, unerschaffbar und unzerstörbar, sollte aus der unterschiedlichen Kombination der unterschiedlichen Zusammensetzung der vielen Stoffe aus den 4 Grun-



Abbildung 142: Agrigento.



Abbildung 143: EMPEDOKLES.Agrigento.

dqualitäten, den 4 'Wurzeln' die Vielheit der Dinge hervorgegangen sein. Wie weit waren neue Kombionationen möglich?

Diskutiert wurde immer wieder, ob sich **die Elemente ineinander umwandeln** können. ARISTOTELES nahm es an (R. FRENCH 1994, S. 29). Luft sollte Feuer werden können. Luft sollte durch die besonders Natur der Berge zu Wasser werden und von Gebirgen strömten die Flüsse in die Ebenen. Es waren keine unterirdischen Reservoire, die aufgefüllt wurden und aus denen die Flüsse entsprangen. Und woher der Nil? Wohl aus einem unbekannten fernen hohen Gebirge, den 'Silberbergen'?

Um 1000 n. Chr. fragte der islamische Gelehrte AL-BIRUNI den noch jungen Gelehrten AVICENNA, ob Wasser, das verdampft, sich in richtige Luft verwandelt oder sich nur die Wasser-Teilchen in der Luft verteilen (G. STROHMAIER 2003). AVICENNA hatte eine verschlossene Glasflasche mit Wasser gefüllt, in Feuer gestellt und diese Flasche explodierte. Das Wasser sollte sich gleich bis zum Feuer verwandelt haben. Im 18. Jh. wurde noch untersucht, ob sich Wasser, in Glasgefäßen gekocht, in "Erde" verwandelt, in jenen Staub, der sich am Boden solcher Gefäße ausschied.

ARISTOTELES (R. FRENCH 1994, S. 36) suchte auch im einzelnen zu ermitteln, wie Stoffe auf Außeneinwirkungen reagieren, also auf Druck oder Lösung oder Hitze, Holz verbrennt, schmilzt aber nicht, Kupfer verändert sich nicht in Wasser, schmilzt aber bei Wärme. Wolle und Erde schmelzen in Hitze nicht, absorbieren aber Wasser.

## Harmonien - und hinter den Dingen stehende Prinzipien

Die auf PYTHAGORAS von der Insel Samos zurückgehenden **Pythagoräer** sahen in der Welt Zahlen**harmonien**, ein ebenfalls weiterwirkender und in immer wiederkehrender Gedanke.

Manchmal wird bis in neue Zeiten in Zahlenverhältnissen die eigentliche Wesenheit der Realität, der Wirklichkeit gesehen. Originalschriften sind auch von PYTHAGORAS nicht erhalten. Seine Bruderschaft wirkte in Croton in Süd-Italien, aber wohl von dort verdrängt starb PYTHAGORAS um 500 v. Chr. in Metaponium in Lukanien.

Aufteilung der Dinge, Zerlegung in Grundbestandteile! PYTHAGORAS zerlegt den einheitlich wirkenden Sound, die **Musik, in ihre Töne** - auch das eine Art 'Atomismkus'.



Abbildung 144: PYTHAGORAS.Samos.

Daß die Dinge der **Welt**, so der Wohlklang der Töne, **mit Mathematik zu fassen** sind, daß es Naturgesetzte gibt, daß sich die Dinge der Welt in eine **Ordnung**, etwa eine Stufenleiter, **bringen** lassen oder Polaritäten zwischen jeweiles zwei Elementen oder Qualitäten bestehen schien Grund dafür sein, daß **hinter der sinnlich faßbaren, auch sichtbaren Welt allgemeine Prinzipien** stehen, die "Realien" bei PLATO(N). Die sichtbare Welt mochte dann nur der äußere Ausdruck solcher Prinzipien sein. Solche hinter den Dingen stehende Prinzipien wurden immer wieder behauptet, bis in unsere Tage. Auch das einstige Prinzip des Zusammenhangs von Makrokosmos und Mikrokosmos gehört hierher. Und hinter den Dingen wurden auch höhere Wesen oder ein höheres Wesen behauptet, was zu Religionen führte. wurde manchmal damit verbunden. Viel zitiert wurde schon in der Antike "die schaffende Natur", 'alles hat einen Nutzen und nichts geschieht umsonst'.

## PLATO(N)s "reale" Welt hinter den Dingen

**Der Gedanke an hinter Dingen, hinter der Materie liegende Prinzipien geht weit über PYTHAGORAS hinaus, bestimmt im 4. Jh. die Philosophie bei PLATO(N)** mit dessen hinter den Dingen liegenden '**Realien**'. Das gibt es **später bei den Neo-Platonikern und auch bei Philosophen der Neuzeit.** Es läßt sich argumentieren, daß ein Schreiner zuerst in seinem Kopf die

Idee eines Tisches haben muß, er einen Tisch baut. Die Idee mochte dann auch ein Eigenleben besitzen, Auch unabhängig vom Kopf des Schreiners existieren. Hat ein Schöpfer die Tier- und Pflanzen-Arten geschaffen, dann mochte die Idee von jeder Art auch unabhängig von deren Existenz bestehen. Und ebenso das, was der Künstler schafft, so vorgegebene Ideen vom Schönen. In den alten Sprachen, im Griechischen wie im Lateinischen, gibt es ausreichend Allgemeinbegriffe, die Tugend, das Böse, der Mut usw. Diese Begriffe wurden kaum bewußt nach philosophischer Überlegung geschaffen, sondern entstanden im Sprachgebrauch, durch die Sprechenden und Schreibenden. Rückwirkend wurde zur Erklärung des Zustandekommens dieser Allgmeinbegriffe dann an ihre von der Sprache unabhängige Präexistenz gedacht. Ehe die mit den Sinnen faßbaren Dinge und Phänomene, die Steine, Substanzen, physikalischen Phänomene, die Tiere und Pflanzen, die Gestirne ausreichend beschrieben, geordnet, klassifiziert werden denkt man über hinter dieser Wirlichkeit stehende Prinzipien. Am Himmel, in der Welt der Sterne, werden unsichtbare, dahiner stehende Götter gesucht oder eine nur dem himmlischen Bereich allein zugehörige Substanz, die - im Lateinischen - Quintessenz genannt wird. Lange bevor alle sichtbaren Sterne etwa gezählt sind. Wesenheiten hinter den Dingen? Das Ganze soll eher faßbar sein als die Teile, die man nur unzureichend kennt Ja, wenn das nur eine als korrigierbar gesehene Hypothese gelten sollte. Aber wie bald und in der Relgion wurde solche Annahmen zur Orthodoxie. Der Denker und auch einfachere religiöse Menschen suchen etwas hinter ihrer Alltagswelt, nach dem **Transzendentalen** hinter den Dingen, hinter der sinnlichen Wirklichkeit, der **Immanenz**. Warum? Was bringt ihnen das? Wurden und werden die Menschen mit ihrer begrenzten irdischen Existenz sonst nicht fertig? Suchten sie etwas, was in all den Veränderungen und dem Chaos der irdischen Welt für Stabilität und gar Ewigkeit sprach, 'Halt' bot? Das heißt der normale naive Gläubige wollte das Göttliche auch in realen Erscheinungen, in Wundern etwa, existieren sehen. Aber hinter dem vergänglichen Körper sollte eine **"Seele"** sein, und diese sollte womöglich **unsterblich** bei zurückgelassenem Körper weiterexistieren. Auch in der neuzeitlichen Philosophie, ja in den Naturwissenschaften, wurde auch mit **Metaphysik**, mit hinter den Dingen liegenden allgmeinen Prinzipien spekuliert. HEGELs **Dialektik** und die der Marxisten wurde als allgmeingültig hinter den Dingen vermutet und es wurde auch dort 'dialektisch' formuliert, von in den Dingen liegendem Kampf der Gegensätze und der dem 3-er-Schritt von These - Antithese - Synthese - wo es lächerlich wurde. Aber es wurde so getan, als ob diese Dialektik nur aus den Dingen abgeleitet wurde. Es wurden andererseits wissenschaftliche Erkenntnisse abgelehnt oder geleugnet, wenn sie nicht in der dialektische Weltbild paßten. In der romantischen Naturphilosophie des frühen 19. Jh., bei SCHELLING, rechnete man mit überall bestehenden 'Polaritäten'. Irgendwie ließen sich auch hier zahlreiche Erscheinungen unterbringen und es fehlte nur

genauere Einsicht. Es war also ein auch zwiespältiges 'Erbe', das die Philosophie der Hochantike hinterließ. PLATON wurde aber als Vertreter der 'idealistisch' denkenden Grundbesitzeraristokratier eingeordnet.

In der Philosophie des späten Mittelalters löste sich von den allgemeinen herrschenden Prinzipien hinter den Dingen vor allem WILHELM von OCKHAM mit dem '**Nominalismus**'. Im 19. und des 20. Jh. suchte der **Positivismus** im Interesse der Wissenschaft auf die Transzendenz zu verzichten, empfahl die Begrenzung auf die mit den Sinnen faßbaren Daten. In der Neuzeit denkt man eher nur an die Materieteilchen, also Atome und Moleküle, denen gewiß bestimmte Eigenschaften zukommen, und aus denen alles an chemischen Prozessen und Vorgängen in Lebewesen abgeleitet werden kann.

## Atomismus

LEUKIPP, ebenfalls von Milet, 5. Jh. v. Chr., und namentlich DEMOKRIT von Abdera entwickelten die Vorstellung von **Atomen,** unteilbaren Teilchen, ungeworden, unveränderlich, unvergänglich, in zahlreichen Formen und Größen, die auch zusammentreten und sich wieder trennen können, sich im leeren Raum bewegen. Verdunstendes Wasser mochte Anregung für diese Idee von Atomen gegeben haben. Der ARISTOTELES-Schüler THEOPHRAST(OS) führte den verschiedenen Geschmack im Munde auf die Wirkung unterschiedlicher Atome zurück, das Süße auf runde und mittelgroße Atome, das Scharfe auf scharfkantige, eckige. Mit bestimmten Grundstoffen waren bestimmte Atome nicht verbunden, der Elementbegriff war hier also nicht mitgegeben. Ja es wurde etwa im Mittelalter und später gemeint, daß **jeder Stoff aus spezifischen kleinsten Teilchen**, den *minima naturalia*, besteht (E. STRÖKER 1968). Im frühen 18. Jh. zeichnet man die spitzen, die Zunge stechenden kleinsten Teilchen der Säuren.

Im Laufe der Jahrhunderte wurde über die Existenz der Atome öfter gestritten, ja sie auch bezweifelt, bei GALEN, schienen sie doch einem Anfang der Dinge, einer Schöpfung, im Geiste der monotheistischen Religionen, zu widersprechen (Y. T. LANGERMANN 2009). Auch wurden die Atome manchmal noch weiter zerlegt wurde diskutiert über ihre Bewegung oder deren Fehlen.

Die **Suche nach dem Unveränderlichen im Wechsel der Erscheinungen** bestimmte wissenschaftliches Denken immer wieder auch im 19. und 20. Jh. Für die Atome mochte man fragen: Wie "unteilbar" "klein" ist klein? Man sprach später auch von Atomen als nur abstrakte rein mathematische Punkte, jedoch ARISTOTELES sah, daß auch eine unendlich große Zahl dimensionsloser Punkte nicht irgendeine körperliche Dimension ergeben können (J. HENRY 2002). Ebenso

meinte viel später KANT, daß jeder noch so winzige, aber raumerfüllende Punkt teilbar gedacht werden könne (G. MÜNSTER 1984).

Schon bei ARISTOTELES wurde auch gefragt, was mit den Atomen oder den Grundsubstanzen beim Verbinden geschieht. Erlitten sie dabei eine innere Veränderung? Immerhin konnten sie auch aus der Verbindungen wiedergewonnen werden (E. STRÖKER 1968).

## Veränderungen auf der Erde in einer ewigen Welt

Die **Welt** insgesamt sollte **unerschaffen** und ewig sein. **In dieser Ewigkeit** sollte es **Veränderungen** geben. Flüsse lassen bei ARISTOTELES (R. FRENCH 1994, S. 30) Seen verlanden und der Nil setzte mit seinem Schlick das Delta ab. Theben war älter als das weit stromabwärts gelegene Memphis, wo erst nach Thebens Gründung Land entstand.

## Gesetzmäßigkeit in der Welt

Der Gedanke, daß die Welt bei der Erschaffung durch eingegebene Gesetze in ihrer Ordnung erhalten bleiben soll erscheint etwa bei PLATO(N) (CH. SHERRINGTON 1963).

## Medizin im klassischen Griechenland

Heilen wurde wie stets in den alten Kulturen noch viel mit Religion verknüpft. Bis in die römsiche Kaiserzeit spielte der Kult mit dem **Heilgott Asklepios** eine große Rolle (F. STEGER 2011). Um 430 v. Chr. war Asklepion auch nach Athen gebracht worden. Nach Asklepion benannt wurden die Heilstätten, als '**Asklepieion**'. Im 1. Jh. n. Chr. werden ihm etwa 300 Heiligtümer zugeschrieben. Zu den großen Askleipion-Stätten, nach dem schon am Beginn stehenden Epidauros und später nach Pergamon, kamen Reiche, die Heilung suchten auch von weither. Theater und anderes unterhielt die Kurgäste.

**Sachlich materialistisch** waren die in ihren Texten überlieferten Mediziner, HIPPOKRATES und viel später GALEN. Sie haben damit eine neue Epoche der Merdizin, die der rationalen Medizin, eingeleitet und dem haben sich sc hon in der Antike andere angeschlossen. Eine "sublimierte Gottesauffassung" (G. LORENZ 2002, S. 26) stand dem nicht im Wege. Dem noch heute wegen des Eides des Ärzte viel genannten HIPPOKRATES von der **Insel Kos** werden etwa 60



Abbildung 145: Pergamon.Asklepieion.



Abbildung 146: Aeskulapschlange/Apotheke. Delitzsch.

überlieferte Schriften zugeschrieben, der "Corpus Hippocraticum". Sie sind aber wohl ausschließlich spätere, von Nachfolgern niedergeschriebene Texte. Unter dem Namen "Hippokrates" lief eine ganze medizinische Richtung, vielleicht gar ohne die namensgebende Person. Die Antike schrieb gern einzelnen Personen zu, 'personalisierte' (G. LORENZ 2002) was Team-Werk war, sogar aufeinanderfolgender Team-Mitlgieder. Die früheste existiernde hippokratische Schrift stammt aus dem 10. Jh. n. Chr., also eine Abschrift von womöglich zahlreichen vorangegangenen Abschriften. Berichte über HIPPOKRATES gibt es nur wenige. Zweimal erwähnt ihn PLATON. Ansichten des HIPPOKRATES teilt der ARISTOTELES-Schüler MENO mit. In der Spätantike, so bei SORANUS, ist HIPPOKRATES schon die legendär gewordene Figur. HIPPOKRATES war wohl weit im griechischen Raum gereist, wenn er auch auf der Insel Kos, wo ein in Resten erhaltener antiker Kurort an ihn erinnert, wohl am meisten lehrte. Von der rationalen Denkart des HIPPOKRATES zeugt, daß er selbst der sogenannten 'Heiligen Krankheit', der Epilepsie, göttergesandt, dargestellt in einer eigenen Schrift, gegen 400 v. Chr. (G. LORENZ 2002), keine magische Sonderstellung einräumte (CH. SHERRINGTON 1963, S. 5). Epilespie befalle Menschen, die vom Embryonalstadium an zuviel Schleim haben (G. LORENZ 2002, S. 18).

Die Hippokratiker einschließlich von Mediziner bis ins 16. Jh. n. Chr. und länger sahen im menschlichen Körper **4 Säfte**: Blut, Schleim, schwarze Galle, helle Galle, **entsprechend den 4 Grundqualitäten** des EMPEDOKLES. Wie die Mediziner die Auffassung übernahmen ist nicht nachzuweisen, aber die Beziehung zu der Lehre des Sizilianers ist anzunehmen. Die scharze Galle war wohl anfangs gar nicht dabei (G. LORENZ 2002). Wie die übrige Welt besteht also auch der menschliche Körper aus einer Mischung von Elementen resp. Grundqualitäten. Beim Gesunden stehen die 4 Säfte in einem Gleichgewicht. Verschiebung ihrer Proportionen führt zu einer Dyskrasie. Krankheit entsteht. Ärztliche Therapie sollte versuchen das gesunde Säfte-Gleichgewicht wiederherzustellen, so durch Diät und Bewegung. Eine an die Gsamtschau der Naturphilosophen erinnernde **Gesamtbetrachtung des Körpergeschehens**, eine Erklärung letztlich für nahezu jede innere Erkrankung, wurde also versucht, nicht ein Verweilen auf Einzeltatsachen. Die Hypothese stand vor dem voraussetzungslosen Tatsachen-Sammeln. In spätrömischer Zeit übermittelte GALEN dieses Wissen in die Zukunft. GALEN stammte zwar aus Pergamon, stand aber nicht im Dienste des dortigen Askleipeion.

Kos als Ort der Ausbildung von Ärzten bestand weiter, auch in der Zeit ALEXANDERs. Und im 20.Jh. trieben dort auch faschistische italienische Ärzte ihren Kult.

## Gift

Daß manche Pflanzen gifitg sind, und spezifische Arten spezifische Giftwirkung entfalten, wurde bekannt. Erfahrungswissen? Ab wann? Von wem vielleicht übernommen? Zwischen eventuell noch heilender Wirkung, psychischer Euphorie und Todesmittel gibt es Zwischenstufen. Das machte Pflanzen, die das Körpergeschehen oder die seelische Stimmung beeinflussen, so besonders interessant.

In der **Mythologie** hat die griechische Jagdgöttin Artemis - welch auch schauriges Weib - die etwa 6 Söhne und 6 Töchter der als zu stolz eingeschätzten Niobe, Tochter des Königs Tantalus, mit Pfeilen aus Eibenholz getötet. Die Giftwirkung von Holz der Eibe / einer *Taxus*, war also bekannt. Kaum nur den Göttern! Von den Kelten werden mit einem Absud aus Nadeln der Eibe bestrichene un damit vergiftete Pfeilspitzen vermeldet (B. SCHÄFER 2011). SOKRATES mußte den Schierlingsbecher trinken - er, den dann sein Schüler PLATO(N) bald, offenbar jetz unbeschadet, über den grünen Klee loben konnte. Schierling, *Conium maculatum* L., ein in manchem fast einer feineren Möhre ähnliches Doldengewächs, muß also irgendwann von irgendwem eingenommen worden sein, und der verspürte unangenehme Folgen. Oder hat es Vieh vergiftet? Man wußte, welchen Sud aus den Blättern man zum Hinrichten reichen mußte. Die Vollstreckung der Todesstrafe mit dem Schierlingsbecher war in Athen unter den 'Dreißig Tyrannen' 404 v. Chr. eingeführt worden und wurde vor der Hinrichung von SOKRATES 399 v. Chr. schon über 1000-mal durchgeführt worden (M: PUIDOKAIT et al, 2016, S, 383), war also ein regelrechtes Justizmordinstrument einer die Athenische Demokratie unterbrechenden Diktatur. Es wurde auch die Wirkung der Tollkirsche/*Atropa bella-donna* L., mit immerhin zum Verspeisen einladende Beeren, entdeckt worden sein.

**Giftmorde** bestimmten manches Geschehen in der Antike,.Namentlich auch in der römischen Zeit. Über Gifte war also vieles bekannt. Die moderne **Toxikologie hat eine Vorgeschichte**. MITHRIDATES, König von Pontos, suchte sich durch Gewöhnung mit geringen Dosen gift-fest gegen die verschiedensten Gifte zu machen - was dafür spricht, wie gefahrvoll. ständig von Gift bedroht, sich ein antiker Potentat fühlen konnte. KLEOPATRA soll Gifte an Sklaven oder Verbrechern überprüft haben. Das war schon so etwas wie 'screening'. Bevor sie sich beim eigenen Selbstmord für den Biß einer Schlange entschied. Mord mit Giftpilzen wurden in der römischen Kaiserzeit getätigt.

## Alles fließt? oder Zyklisches Denken

"Panta rhei" - "Alles fließt" - soll HERKLIT gesagt haben. War das nun Entwicklung in einer Richtung, Irreversibilität? Bei jenen Griechen, denen man auch bevorzugt zyklisches Denken zuschrieb!

Immerhin war im Mythos von Prometheus, der den Göttern das Feuer "raubte", offenbar die Vorstellung bewußt, daß die Menschen nicht immer im Besitz des **Feuers** waren, daß es eine **Geschichte mit hinzugekommenen Errungenschaften** gibt, und auch andere eher sagenhafte Erfinden wurden genannt. Auch hatte Zeus erst im Kampf mit seinen Altvorderen die Macht am Götterhimmel errungen, war also auch nicht am Beginn aller Dinge vorhanden. Aber es sollte auch hitrosichen Abstieg, bei HESIOD um 700 v. Chr. vom "Goldenen" zum "Eisernen Zeitalter", und das trotz der einstigen Götterkämpfe. Aufstieg gab es lange etwa für die Stadt Athen.

Die Göttin Proserpina aber mußte jedes Jahr aufs Neue in die Unterwelt und stieg im Frühling zur Freunde ihrer Mutter, der Agrargöttin Demeter, für einige Zeit jedes Jahr erneut auf die Erde empor. Immer die Wiederkehr des Gleichen! In der viel späteren Christenheit war ihr Gottessohn Jesus nur einmal auferstanden und rollte die Menschheit einem Ziel, einem 'Jüngsten Tag', einem 'Jüngsten Gericht', entgegen, gab es, wenn auch nur **in einzelnen Großereignissen**, auch der Sintflut, völlig Neues, Irreversibilität.

## Athener Periode der Wissenschaft - Von PLATO(N) zu ARISTOTELES

Athens kultureller Aufstieg fiel namentlich in die Zeit nach den Siegen über die Perser, aber einige von Athens führenden Denkern traten nach Athens Niederlage im Peloponnesischen Krieg und dem Verlust seiner politischen Hegemonie um 400 v. Chr. auf, als die politischen Verhältnisse zwar von politischem Machtverlust begleitet waren, aber bis zu den Diadochenkämpfen ruhiger wurden. Große Zeiten der Politik sind augenscheinlich kaum große Zeiten der Wissenschaft. Damals lebte auch der von der Nachwelt in Stil und Gedankenreichtum gern nachgeahmte **Historiker THUKYDIDES**, geboren um 469 bis 454 v. Chr. und gestorben zwischen 399 und 396 v. Chr.

Von weiterwirkendem Einfluß bis in die Neuzeit war das Denken von PLATO(N) († 347 v.), Gründer der **Akademie**, nach dessen Ansicht die wirkliche Welt nur der Ausfluß einer Ideenwelt ist, deren Begriffe die Welt bestimmen. Das Wahre war Mathematik, abstrakt wie die Atomphysik des 20. Jh. Ewige unveränderliche

Prinzipien bestimmten die Welt. Und bei PLATO findet sich keine Hinwendung zu Geschichte (S. TOULMIN et al. 1985). Die hinter den Dingen liegenden Ideen, Prinzipien, nannte PLATO(N) "**Realien**". Der Begriff "Realien" war hier also ganz anders gemeint als in der Neuzeit, in den Schulbüchern des 19. Jh. zur "Realienkunde", welche die Naturobjekte behandelten. Es erscheint erstaunlich, wie bei PLATO und seinen Nachfolgern, bis hinein in die Neuzeit, die hinter der realen erfaßbaren Natur stehenden Probleme und angenommenen Dinge, wie Seele, Entstehung der Einzelseelen aus der Weltseele, das Weiterleben der Seele nach dem Tode und so weiter das Denken führender Geister bestimmte und zu endlosen Debatten führte. Alles fern jenen materiell gebundenen Vorstellungen, wie sie etwa für die Welt-und Erdentstehung die neuzeitliche Geologie entwickelte. **Das Unfaßbare war vor dem Faßbaren**, die Philosophie und Religion waren **vor der** mühevoll katalogisierten und benannten **faßbaren Wirklichkeit**. War es die als nicht objekt-gebunden erscheinende Mathematik, die abstrakten Dreiecke und Kegelschnitte, beliebig in den Sand zu zeichnen, die hier mitspielte wie die Zahlharmonien bei PYTHAGORAS?

LEIBNIZ (1686 a/1992, S. 93) suchte sie wieder festzustellen: "... daß die von Konkretheit der Bilder abstrahierten Begriffe die mächtigsten von allen sind, von denen die Vernunft besetzt wird und daß in ihnen auch die Prinzipien und Fesseln der vorstellbaren Dinge enthalten sind, gleichsam die Seele der menschlichen Erkenntnis, ja daß gerade in ihnen das besteht, was in den Dingen real ist, wie das Platon und Aristoteles glänzend erkannt haben, anders als es in der Schule der Atomisten gesehen wird." In der Neuzeit konnte dann diskutiert werden, ob eine Art, der Pflanzen oder Tiere, ein hinter ihr bestehenes Abstraktum ist, oder sie dem Wandel unterliegt, wie in der Evolutionstheorie, in wleche kaum eine Idee einer Art existieren konnte. Der Evolutionsbiologe MAYR wollte im 20. Jh. hinter der im 19. Jh. noch gelehrten Platonischen Realienauffassung einen Grund sehen für die Ablehnung des Artenwandels sehen. Und wenn es manchmal, daß eine Idee unabhängig von ihren Trägern "weiterlebt", war das Platonismus? Bei heutigen Studierenden naturwisscnschaftlicher Fächer ist es gar nicht einfach, das alte Denken verstehbar, gar einfühlsam zu machen, auch die 'Finalursachen' bei ARISTOTELES nahezubringen.

Das Primat der **objektiv existierenden materiellen Dingen**, die mit den Sinnen erfaßt wurden, vertrat jedenfalls auch - entgegen obiger Meinung von LEIBNIZ - ARISTOTELES, der wohl einflußreichste Gelehrte der Antike, der an einer anderen Anstalt in Athen als PLATO wirkte, am **Lyzeum**. Gelehrt wurde bei ARISTOTELES wenigstens viel im Gehen und man sprach auch von der '**Peripatetischen Schule**', der im 'Gehen' lehrenden Lehranstalt. Geboren wurde ARISTOTELES im Sommer 384 v. Chr. in Stagira auf der zu Mazedonien gehörenden Halbin-

sel Chalkidike in einer Medizinerfamilie. Der Vater war Leibarzt beim König von Mazedonien. Im Jahre 367 wurde der junge ARISTOTELES nach Athen an die Akademie von PLATON gesandt. Nach PLATONs Tod 348/347 reiste ARISTOTELES, wirkte an einer jungen Akademie in Assus im Nordwesten Kleinasiens und ging nach 3 Jahren nach Mytilene, der Haupstadt der ost-ägäischen Insel Lesbos, wo der Freund THEOPHRASTOS aus Eresos auf Lesbos eine philosophische Schule gegründet hatte. Hier, umgeben vom Meer, nahm ARISTOTELES wohl seine biologischen Studien auf. In der Wende von 343 / 342 folgte ARISTOTELES einer Einladung an den Hof des Königs von Mazedonien, PHILIPP II., in Pella, um dessen Sohn und Nachfolger ALEXANDER zu unterrichten. Nach einem etwa 4-jährigen Aufenthalt in seiner Heimatstadt Stagira ging er wieder nach Athen und wurde hier der Gründer, des "Lyceum", einer Art Gymnasium, der "Peripatetischen Schule", so genannt, weil man im Gehen diskutierend lernte. Ging man nun immer? Nach ALEXANDERs Tod, der ein großes Reich gegründet hatte und auch den Neffen des ARISTOTELES, den Historiker CALLISTHENES umbrachte, gab es in Athen antimazedonische Agitation und ARISTOTELES zog auf die Güter seiner Mutter nach Chalkis an der Westküste der Insel Euböa, wo er 322 v. Chr. starb.

Durch antike Autoren wurden ARISTOTELES mehr als 400 einzelne Abhandlungen zugeschrieben, etwa 50 wurden überliefert, unter seinem Namen. Nur etwa die Hälfte von ihnen wird als authentisch betrachtet. ARISTOTELES gilt neben den naturwissenschafltichen und naturphilosophischen Anhandlungen als Autor von maßgeblichen Schriften zur **Ethik**, zur Politik und **Gesellschaftsgestaltung**. Den Dramatikern gab er in seiner '**Dichtkunst**' Ratschläge (G. E. LESSING iin 1961, S. 182/183), "durch was eigentlich für Begebenheiten Schrecken und Mitleid erregt werde. ,,, auf wie mancherlei Art der Dichter tragische Begebenheiten behandeln könne."

## Physik: ARISTOTELES und die Bewegung von Körpern

Unter den naturwissenschafltichen Ideen von ARISTOTELES war von langer Nachwirkung seine **Bewegungslehre** des ARISTOTELES, gemäß der sich bewegende Körper ständig durch eine bewegende Kraft in Bewegung gehalten werden müssen. Ein fliegender Pfeil zerteilte vor sich die Luft und wurde vorwärtsgetrieben durch die sich hinter ihm wieder schließende Luft. Ruhe und Bewegung waren scharf getrennt. **Geradlinige Bewegung** sollte an die Erde gebunden sein. Das Element Erde bewege sich generell nach unten, Feuer nach oben. Von größerer Vollkommenheit war ARISTOTELES die **kreisförmige Bewegung** der Himmelskörper, die nicht zu einem Ende kam, damit die Dauer der Existenz kreisförmig sich be-

wegender Körpers gewährleistete. Das ganze Weltall hatte die vollkommenste, in sich unbegrenzte Gestalt einer Kugel hat (B. STICKER (1964). Wie sollte man aber auch etwas anderes im Weltall sehen?

## Der Kosmos des ARISTOTELES

Mit der Bewegungslehre verbunden war auch die **Kosmologie** des ARISTOTELES- Im Unterschied zu Vertretern der alten Naturphilosophie vertrat er eine **scharfe Trennung** zwischen **Erde und Himmel**. Galten bei ANAXAGORAS und den Pythagoräern die Sonne und andere Himmelskörper als glühende Gesteinsmassen und ihre Substanz damit als von der irdischen nicht verschieden, so sollten bei ARISTOTELES die Himmelskörper aus einem eigenen, auf der Erde nicht vorhandenen Element resp. Prinzip bestehen, das im lateinischen Mittelalter als die "Quintessenz" bezeichnet wurde, das "fünfte Sein", auch als 5. Element übersetzt. In der zweigeteilten Welt des ARISTOTELES gab es **im Himmel Unvergänglichkeit und Unveränderlichkeit**, andererseits **auf der Erde**, die aus der Sphärenharmonie ausgeschlossen blieb, **Veränderlichkeit und Vergänglichkeit**. Lebewesen unterlagen dem **Werden**, der Individuen. Es gab keine Universalität der Naturgesetze (O. HECKMANN 1962). Das galt natürlich auch für die echten Astralreligionen, in denen die Gestirne Ansicht göttlich waren, was aber ARISTOTELES nicht meinte. Der **Dualismus von Himmel und Erde**, die Verschiedenartigkeit der in den verschiedenen Seinsbereichen wirkenden Prinzipien, die Erde mit ihrer nächsten Umgebung gegenüber dem Sphärenbereich der Gestirne, bedeutete "eine Spaltung des Universums in zwei Hälften" (B. STICKER 1964, S. CII). Dem christlichen Mittelalter kam das entgegen. Die Erde gehörte als einziger Himmelskörper nicht zu dem vollendeten himmlischen Bereich, obwohl sich andererseits alles um die Erde kreiste. Aber wo zählen Widersprüche, wenn es um Macht geht! Die **"meteorischen" Erscheinungen**, etwa das Wetter und auch die Meteoriten, gehörten noch **zum irdischen**, dem "sublunaren" Bereich. Den Atomismus lehnte ARISTOTELES ab.



Abbildung 147: Ägäis-Tierwelt.

## Biologisches bei ARISTOTELES und überhaupt im Lyzeum

## Vorstellung einzelner Tiere - ARISTOTELES der Zoologe

In seinen **einzelwissenschaftlichen Leistungen** war ARISTOTELES ein wegweisender Zoologe, in dessen Schriften zahlreiche **Tierformen** behandelt wurden, so 118 verschiedene Formen, Genera von Fischen (E. W. GUDGER 1934 - 1935). Den Artbegriff sollte man bis ins 17. Jh. n. Chr. vermeiden, da er noch nicht geprägt war.

ARISTOTELES weiß von den langen Wanderzügen der Kraniche und von Fischwanderungen.

## Suche nach den Funktionen der einzelnen Organe - Vivisektion

Da das Lebensgeschehen mit den 4 Säften verbunden war, von den Säften beherrscht wurde, mußte die **lokalisierte Organfunktion eher sekundär** sein, stand also doch in einem gewissen Kontrast zu den Säften. Aber auch die **Funktion der** einzelnen verschiedenen **Organe** interessierte in der Antike Mediziner wie auch einen Philosophen und allseitigen Wissenschaftler wie ARISTOTELES. Der Begriff 'Organ' stammt vom griechischen Wort '*organikos*' = als Werkzeug dienend. Wenn man sich das Öffnen von Menschenkörpern auch aus den antiken

religiösen Gründen versagen mußte, so zeigte jede Schlachtung von Tieren, namentlich auch Säugetieren, die Innereien. Was leisteten die einzelnen Teile, warum gab es sie? In alten Zeiten waren Tierorgane nicht nur Speise, sondern aus ihnen wurden von Priestern auch Hinweise für die Zukunft abgelesen, sie waren also Material für Prophezeiungen. Das galt namentlich für die Leber, das bei der Öffnung eines Säugetieres so besonders auffällige Organ. Wenn in der Sage ein Adler dem an den Kaukasus gefesselten Prometheus immer wieder die Leber heraushakt und diese ständig nachwächst, lagen diesem Mythus Beobachtungen über Leber-Regenerationen bei Opfertieren zugrunde, also reale Kenntnisse? Woher stammen überhaupt die Mythen vom Nachwachsen von Köpfer bei Ungeheuern?

ARISTOTELES hat nahc eigener Darstellung in einer Abhandlung über die Anatomie (R. FRENCH 1994, S. 40) auch **Vivisektionen** durchgeführt. Von menschlicher Anatomie kannte er augenscheinlich nur einen 40-Tage-Fötus (S. 41), der ein Abort war.

Bei etlichen Organen ist von der Funktion an irgendwelcher Tätigkeit nichts zu bemerken, denn etwa Leber oder Niere und auch das Gehirn verhalten sich von außen her selbst im lebenden Tier völlig still. Spürbar waren der **Herzschlag**, auch der eigene, und das Atmen sowie Darmgeräusche, die den Toten fehlten. ARISTOTELES sah das **Herz als das Zentrum des Lebens**, gelegen in der Mitte, zwischen den Organen der Nahrungsaufnahme und der Abfallabgabe (R. FRENCH 1994, S. 43). Nicht im Gehirn. Katarrh war für ARISTOTELES sogar einmal Ausfluß des ansonsten also nicht zentralen Gehirns. Andere sahen schon Zeiten des ARISTOTELES die Bedeutung der Gehirns richtig.

Aber noch im Laufe der Antike wurde mehr über manche Organfunktionen bekannt, bei den Medizinern in Alexandria etwa. Und in Alexandria schreckte man wohl vor dem Blick ins Innere des Menschenkörpers nicht mehr zurück.'**Vom Nutzen der Teile**' schrieben ARISTOTELES und in einer eigenen Schrift um 200 n. Chr. GALEN (L. G. WILSON 1972), und war überzeugt, daß **die Natur nichts umsonst macht**, schon gar keine nutzlosen Organe bestehen läßt. Jedenfalls über Gehirn und Nerven wußte man dann besser bescheid. Bei aller Scheu vor der Obduktion von Menschenleichen, ein offensichtlicher Gladiatorenarzt wie GALEN hat sicherliche zerfetzte Menschenkörper zu Gesicht bekommen.

Für viele Organe blieb die Funktion bis in die Neuzeit, ja bis ins 19., ja 20. Jh. unbekannt oder wurden nur Teile ihrer Funktionen erkannt.

## Zeugung und Urzeugung - Der Mann über der Frau

Fortpflanzung und die dafür nötige Ernährung und deren Organe beachtete ARISTOTELES (R. FRENCH 1994, S. 42) besonders, Der männliche Teil sollte der aktive sein, dabei der männliche Samen durch Pneuma wirken (S.69). Die Frau war Gefäß, welche den vom Pneuma des männlichen Samens bestimmten Embryo ernährte und schließlich austrug.

Neben der beim Menschen und den höheren Tieren üblichen geschlechtlichen Vermehrung sollte es auch **Urzeugung** geben. Die Materie, aus welcher Lebewesen entstanden, sollte die entstehende Art bestimmen, sollte sein wie die weibliche Materie bei der sexuellen Fortpflanzung (R. FRENCH 1994, S. 67).

## Embryonalentwicklung - beim Hühnchen

Über die bloße Beobachtung ging ARISTOTELES hinaus bei seinen Ansätzen zur **Embryologie**, und zwar beim **Haushuhn**. Und von daher kam es auch zu physiologischen Vorstellungen. Von Ägypten, und zwar schon im alten und dann fortgesetzt weiter, werden Warmhalteeinrichtungen zum Bebrüten befruchteter Hühnereier genannt. Eine hippokratische Schrift empfahl, einer Henne 20 oder mehr Eier zu unterlegen und jeden 2. Tag ein Ei zur Feststellung der Entwicklungsfortschritte zu entnehmen. Nicht ganz so regelmäßig hat es offensichtlich ARISTOTELES durchgeführt. Das **Herz erschien** bei seiner Beobachtung **als erstes Organ** und daraus, dem ersten blutigen Punkt, dem "springenden Punkt" im ganz jungen Hühnchen folgend, kam wohl Vorstellung vom **Herz als dem Zentralorgan**. In ihm sollte **spontane Hitze** vorhanden sein. Die Rolle des Gehirns sah ARISTOTELES nicht. Das kam erst in Alexandria. Katarrh erschien bei ARISTOTELES als Gehirnausfluß, angesichts der wirklichen Bedeutung des Gehirns kaum vorstellbar. Wir grüßen Freundinnen und Freunde jedoch immer noch "herzlich" und nicht "gehirnlich". In das Gehirn durch Reize vermittelte Erregungen, Emotionen wie Angst, Furcht oder Freude, beeinflussen über zum Herzen führende Nerven den Herzschlag. Das spürt der Mensch oft mehr als das, was dabei im Gehirn geschieht, selbst wenn es einem ganz 'schwummrig' wird. Das Herz wird so zum Seismometer von Gehirnvorgängen. Ein eingesetzte fremdes Herz verändert einen Menschen psychisch nicht. Das Haushuhn mit seinen relativ großen, leicht zu erlangenden und bequem bebrütbaren Eiern blieb ein in der Embryonalforschung bevorzugtes Tier, Jahrhunderte später im 17. Jh. und danach. Auch wenn dann Frösche hinzutraten. In der Embryonalentwicklung sollte grundsätzlich das Bedeutende zuerst erscheinen (R. FRENCH 1994, S. 71) und das schien das Herz zu sein.

## Allgemeinbiologisches bei ARISTOTELES

ARISTOTELES gab bedeutende Gedanken über **allgemeinbiologische Probleme**, und diese sind, wie schon angedeutet, verknüpft mit seinen naturphilosophischen Vorstellungen vom Kosmos. Seine Ideen wirkten modifiziert weiter, bis in die Neuzeit. Das Leben, die Lebewesen haben bei ARISTOTELES eine **Sonderstellung** gegenüber der anorganischen Welt. Sie sind Werdendes. Und daß paßte in das Bild von der wesensmäßig in verschiedene Teile zerfallenen Welt. Die Embryonalentwicklung führte ARISTOTELES auf eine besondere, den Lebewesen eigene Kraft, die "**Entelechie**", zurück, die formend auf das materielle Substrat wirkt wie die Idee des gemäß einer Formidee seine Hände bewegenden Töpfers. Mißgeburten sollten entstehen, wenn die 'formende' Natur gegenüber der materiellen ausfiel (R. FRENCH 1994, S. 61). Bis in die Neuzeit sollte das Problem bleiben, ob Leben allein mit Physik und Chemie erklärt werden kann oder ein eigenes Prinzip wirkt. Auch der Begriff 'Entelechie' wurde dann von DRIESCH um 1900 wieder eingeführt.

Neben den Wirkursachen sollten auch Ziele als "Ursache" wirken, sollte für viele maturerscheinungen eine '**causa finalis**' bestehen . ARISTOTELES dachte also **teleologisch**. Der sich entwickelnde Organismus ging auf ein vorgegebebenes Ziel los. Mit der Teleologie gab es auch die Frage nach dem **Nutzen aller Dinge**, auch dem "**Zweck**" der Organe. **Teleologie** erlitt später, in der modernen Wissenschaft, Mißkredit. Man erkannte nur noch Ursache und Wirkung, also **Kausalität**. Gewiß haben auch in der heutigen Physiologie alle Organe eine Funktion, aber die Organe bildeten sich aus kausalen Ursachen, aus den Vorgängen der Evolution, heraus. In der Religion aber wurde stets darauf gesetzt, daß die Welt und damit die Menschheit auf ein von außen, von Gott gesetztes Ziel zusteuerte, zum Weltgericht. Anderes wäre von vielen als Sinnlosigkeit empfunden worden.

Angenommen wurde eine **Stufenleiter der Vollendung** bei den Lebewesen, was nichts mit Evolution zu tun hatte. Unterschiedliche Nahrung sollte **Variationen** hervorbringen (R. FRENCH 1994, S. 52).

## ARISTOTELES in der Nachwelt

So sehr ARISTOTELES in späterer Zeiten immer wieder wirksam wurde, so war der Fortschritt der Wissenschaft an die Widerlegung (F. KRAFFT 1985) vieler seiner Lehren gebunden: an die Überwindung seiner Vorstellung vom Fallen der Körper, die Widerlegung des Dualismus von Erde und Himmel, dem Unterschied von Natur gegen die erzwungene Kunstmechanik, auch die Urzeugung in der Biologie.

## Nachfolger des ARISTOTELES am Lyzeum in Athen: THEOPHRAST, STRATON

In Athen wurde auch naturwissenschaftlich ausgerichtete Wissenschaft weiter betrieben als in Alexandria das große Forschungszentrum des Museion erstand. Auch Athen erhielt aus den nunmehr erschlossenen Gebieten bisher unbekannte Tiere (W. TARN 1966), also konnte die Zoologie erweitert werden. Der am Lyzeum in Athen auf ARISTOTELES folgende bevorzugte Schüler THEOPHRAST(OS) aus Eresos auf der Insel Lesbos, geboren ungefähr 371 v. Chr., war 36 Jahre lang dort der Chef und schrieb unter anderem über Psychologie und Moral. In seinem naturwissenschaftlichen Wirken schrieb er über Winde, beschrieb **Mineralien**, besonders über die **Pflanzen** und wurde der große Botaniker der griechischen Antike. Seine Pflanzennamen wurden auch nach Jahrhunderten verwendet, auch wenn die Pflanzen nicht mehr recht identifizierbar waren. Aufmerksamkeit gab er den Besonderheiten der Kulturpflanzen, die auf ihren unnatürlichen Standorten im Unterschied zu Wildpflanzen ohne Pflege verkümmern (R. FRENCH 1994, S. 96/97). Eine Pflanze, speziell, etwa Weizen, mußte nicht gleichartige Nachkommenshaft hervorbringen (S. 99). Das Lyzeum erlebte unter THEOPHRAST augenscheinlich seinen Höhepunkt. Den Finalursachen des ARISTOTELES stand er ablehnend gegenüber (S. 89).

Physiker war um 270 v. Chr. gestorbene STRATO(N) von Lampsakus , der etwa über die Leere in den Körpern und den Einfluß der Leerräume auf das Gewicht nachdachte. Er sah anders als die anderen Gelehrten im **Experiment** ein "wesentliches Mittel", um "allgmeingültige Erkenntnisse über die Natur zu erfahren" (TH. BÜHRKE 2012, S. 142).

## Metall-Kenntnis in der Antike. Chemische Techniken

Antike und Mittelalter kannten **7 Metalle**. Diese wurden mit den außer den Fixsternen bekannten 7 **Himmelskörper**n in Verbindung gebracht: **Gold** = Sonne, **Silber** = Mond, **Kupfer** = Venus**, Zinn** = Jupiter, **Blei** = Saturn **Eisen** = Mars, **Quecksilber** (engl. noch heute mercury) = Merkur. Überhaupt entwickelte gerade die Spätantiker die lange weiterwirkende Vorstellung von Verknüpfungen zwischen Himmlischem und Irdischem, zwischen **Makrokosmos und Mikrokosmos**. Auch die Organe des Menschenkörpers wurden einbezogen.

Silber wurde in der Antike ausschließlich aus Blei-Erz gewonnen (E. PERNICKA 2009). Anfangs wurden sowohl Blei wie Zinn mit dem Worte "plumbum" bezeichnet, also trotz einiger Farbnuancen wohl für dasselebe Metall gehalten. In CAE-

SARs "Gallischem Krieg" und dann bei PLINIUS d. Ä. werden schwarzes (nigrum) und weißes (album) Plumbum unterschieden, nur aus dem eigentlichen Blei kann man, wegen der Beimischung im Erz, auch Silber erhalten (K. VOLK 2006). Das wäre also ein frühes Beispiel **Substanzen**, hier zwei Metalle, auf Grund von einer weniger auffallenden Eigenschaft, einer Reaktionen, zu **differenzieren**.

Kenntnis gab es über einfache **Destillation** (A. BITTEL 1959). Verdunstendes Meererwasser läßt Salz zurück, an Deckeln von Kochgefäßen schlägt sich Flüssigkeit nieder. ARISTOTELES hatte die Verdunstung geschildert, wie aufsteigender Wasserdampf zu Wolken führt. Die Duftstoffe von in Wasser mazerierten Pflanzen sammelten sich nach Zugeben von Öl in der Ölphase.

# ALEXANDER von MAZEDONIEN führt zur Hellenistischen Welt - für die Wissenschaft schließlich die Hellenistische oder Alexandrinische Periode

## Mazedonien überwindet Griechenland und ALEXANDER erobert den Nahen Osten

Der Eigenständigkeit der griechischen Stadtstaaten wurde von Norden her ein Ende bereitet. **338 v. Chr.** siegte bei **Chaeroneia** der Mazedonierkönig PHILIPP II. über die nicht mit ihm verbündeten Griechen und wurde Mazedonien weitgehend Herr der Griechenwelt. Vergeblich hatte der Athener Redner DEMOSTHENES zum rechtzeitigen Widerstand aufgefodert, hatte ISOKRATES für die griechische Einigung gewirkt und schließlich in PHILIPP den Einiger anerkannt (J. KARST 1975, S. 142), Allerdings trat auch nach Chaironeia nicht gleich Ruhe und Ordnung ein und solche blieben nicht erhalten Aber irgendwie wurde das Griechentum aus seinem politischen Chaos erst einmal teilerlöst, und das durch die als "Barbaren" betrachteten Mazedonier. Dem griechischen Partikularismus wurde mit der Unterwerfung der griechischen Stadtstaaten bis zu einem gewissen Grade beendet. In Athen konnten eine Akademie und das Lyzeum bestehen und in beiden erschienen Schüler.

Makedonien/**Mazedonien** war politisch ganz anders strukturiert als die griechische 'Politeia'. Es war ein Königreich und stand lange, auch durch Gebirge getrennt, außerhalb der Griechenwelt, wohl sogar in der Sprache. Zu den "gemeinsamen panhellenischen Festen" und zu Delphi war Mazedonien nicht zugelassen (J.



Abbildung 148: Philippopel/Plovdiv: Hissar Kapia.

KARST 1975, S. 156). Namentlich durch den in der mazedonischen Hauptstadt Pella residierenden König PHILIPP II. erfuhr Mazdonien Festigung und Ausdehnung. Nach dem Westen hin wurde Thrakien angegliedert und es trug bis in jüngste Zeit eine beachtliche von PHILIPP II. gegründete Stadt, das heutige bulgarische Plovdiv, seinen Namen '**Philippopel**'.

Unter PHILIPP II. wurde wenigstens an seinem Hof dem Griechentum die Tür geöffnet, mit EURIPIDES dort und ARISTOTELES als Erzieher seines Sohnes ALEXANDER. Wenn PHILIPP II. seinem Sohn ALEXANDER zugerufen haben soll: Mazedonien ist für Dich zu klein, such Dir ein anders Königreich! dann kann darin eine auf Eroberung ausgehende Militarisierung Mazedoniens gesehen werden. Und auch eine Anzahl offenbar begabter Feldherren, Generäle von ALEXANDER, auch ein Admiral NEARCHOS, konnten nicht aus einem nur friedvollen Viehzüchtertum in kurzer Zeit hervorgehen. Wäre es falsch, an NAPOLEON und seine Armee zu denken und dessen Sicht auf fie Möglichkeiten einer Veränderung politischer Verhältnisse bei Frankreichs Nachbarn zu seinem Gunsten?

Über ALEXANDER und seine Züge sind wir zusammenhängend vor allem durch **spätere römische Geschichtsschreiber** unterrichtet, welche älteres Material benutzten, aber erst reichlich 300 Jahre später schrieben, die CURTIUS RUFUS, FLAVIUS ARRIAN, POMPEIUS TROGUS, PLUTARCH. Ein neues großes Königreich im Nahen Osten zu begründen und dort der an die Stelle des Perserkönigs getretene Herrscher zu werden und auch mit dort einheimischen Würdenträgern auszukommen, sie mit einzusetzen, es war sicherlich für einen 30-Jährigen, den ALEXANDER, ein geniales Unternehmen (N. G. L. HAMMOND 1997 und viele andere), er war so etwas wie ein 'Genie'. Der die Nachwelt bis heute beschäftigende Alexanderzug war aber keine Freundschaftsreise, sondern war trotz etwa 70 Städtegründungen

ein Kriegszug mit Massakern, mit viel Unrecht, mit Aufruhr in den eigenen Reihen, mit Folter und Hinrichtungen auch eigener Leute, auch Tod durch Kreuzigungen, mit Plünderungen, mit unterwegs veranstalteten Festspielen, war auch zeitweilig Sauftour. Mit den Eroberungszügen des Mazedonierkönigs ALEXANDER, der Sohn und Nachfolger des wohl auf Betreiben seiner wegen Untreue sich rächenden Ehefrau OLYMPIA ermordeten PHILIPP II., wurden seine überschüssigen Mazedonier 334/334 v. Chr. in die weitere östliche Welt geführt, wurde der Kampf gegen Persien mit dem mazedonisch-griechischen Sieg für etliche Jahrhunderte zu Ende geführt. War es der Wille eines einzelnen, der das ermöglichte? Wohl kaum! Es hatten sich sicherlich in der griechischen Welt auch durch Bevölkerungsvermehrung Spannungen angehäuft, die sich nun austoben konnten und junge Leute nicht ungern dem Ruf ALEXANDERs folgen ließen. Es wurde in größerem Maße fortgesetzt, was griechische Kolonisation schon seit Jahrhunderten betrieben hatte.

Wußte ALEXANDER, wie weit er ziehen wollte (F. W.WALBANK 1994), was er auf dem Zuge anzustellen gedachte? Das kaum. Zunächst ging es wohl um Rache an den Persern, die Griechenland mehrfach bedroht hatten. Wie viele Kriegszüge in der Weltgeschichte war alles offen, der Weg wohin und die Folgen. (M. HEIDENREICH 2006, S: 250 ff.) Es ging nicht um die Absicht der Kulturverbreitung oder auch um zwecklose Forschung. Je mehr möglich wurde, desto mehr wurde gewagt. Es war auch eine Expedition ins Unbekannte, wobei Landvermesser, Techniker, Wissenschaftler, Historiographen mitzogen? Man wird erinnert an NAPOLEONs Ägypten-Expedition. Der "Alexanderzug" - eines des verrücktesten Abenteuerunternehmen der Weltgeschichte? Daß am Ende eine Welt des 'Hellenismus' stand, war nicht vorgenommenes Ziel.

Das Perserreich wurde in drei Schlachten geschlagen, im Mai 334 v. Chr. am Fluß Granikos im westlichen Kleinasien, im November 333 v. Chr. bei Issos an der östlichen Mittelmeerküste, endgültig mit nachfolgendem Tod des Perserkönigs am 1. Oktober **331 v.** Chr. bei **Gaugamela**. Nach der Schlacht von Issos wurden auch die phönizischen Stätde, so Tyros, eingenommen, Ägypten setzte den Griechen, 332 v. Chr., keinen Widerstand entgegen. Nach Gaugamela konnte der Zug zum Hindukusch und nach Indien folgen. ARISTOTELES als Lehrer des Mazedonierkönigs ALEXANDER wurde von seinem Schüler versorgt mit Material – aber er mußte auch erfahren, daß wie andere Potentaten der später so gefeierte ALEXANDER grausam sein konnte. Den Neffen des ARISTOTELES, den Geschichtsschreiber KALLISTHENES, der den Asienzug begleitete und ALEXANDERs Taten beschrieb und beschreiben sollte, wurde auf dem Zug wegen angeblicher Verschwörung in Fesseln gelegt, in einem Käfig, und starb in Baktrien. ALEXANDER hat auch einige seiner Feldherren beseitigt, auch selbst erstochen, im Trunk. Es ging also auch recht 'stalinistisch' zu. Hüte Dich vor großer Nähe zu Potentaten! Hatte



Abbildung 149: ALEXANDER.Saloniki.

ALEXANDER vielleicht auch Vorstellungen von Menschheitsverbrüderungen, von Völkerverbindung (W. TARN 1966), denn immerhin gab es keine ethnischen Ausrottungskriege, jedoch harte Bestrafung widerstehender Städte. Schwer traf es die sich sicher fühlenden Bewohner der auf einer Insel vor dem phönizischen Festland liegenden Stadt Sidon. Zuletzt gab es, allerdings die eher nur in ALEXANDERs Lebenszeit, geförderte Eheschließung zwischen Griechen und Perserfrauen. Fremde waren also nicht mehr Barbaren. Die bewohnte Welt, die 'Oikumene', wurde als eher als Ganzes betrachtet. Wenn Kultur und Wissenschaft in all diesen und den folgenden Jahrhunderten etwas hinterließen muß das insofern Bewunderung erregen, weil vielfach Krieg auf Krieg, Machtkampf auf Machtkampf dominierten. Derselbe Mann, der auf seinen Feldzügen die 'Ilias' und einen bronzenen Herakles von LYSIPP (D. BARTETZKO 2009) mit sich führte – Heroismus und Grausamkeit, wie nahe lagen sie in der Geschichte oft beisammen, ja wurden in Geschichten und Legenden gefeiert, bevor sie kritisch gesehen wurden. Einem jungen Manne, 30 Jahre alt, haben Historiker der verschiedensten Zeiten und das bis heute einen Menschheits- und Weltenplan zugeschrieben, der er wo vielleicht gar nicht hatte und haben konnte und war einfach vernarrt in Heroenkult und sicherlich ausgestattet mit Fähigkeit der Jugendführung in einen manchmal eher als Raubzug zu bezeichnendes Unternehmen eingetreten. War er gar Alkoholiker, damals nur mit Wein möglich? Gestorben ist ALEXANDER 33-jährig in Babylon, wohl an Malaria, aber Trunkenheit ging auch voran. Vielen 'Alten' gab ALEXANDER dann Interpretationsmöglichkeit, wie der junge und kaum großartige erfahrene Jesus

später auch.

## Die neuen Erdkenntnisse durch ALEXANDER Feldzug und griechische Kolonisation weit nach Osten

Neu für die griechische Welt war das **westliche Zentralasien**, das Gebiet um den damals Oxus genannten schwer überquerbaren Amu-Darja und die mit dem späteren Samarkand zu identifizierende Stadt Marakanda und mit Buchara gleichzusetzen Sogdiana, und mit den alle 'Kaukasus' genannten schneebdeckten Hochgebirgen (F. v. SCHWARZ 1893). Oasenstädte waren diese Orte also auch lange vor der islamischen Zeit. Auch mit den schwer einzuordnenden Skythen wurde man bekannt. Mit Pferden konnte man sich neu versorgen. In **Indien** verweigerte das Heer den Weitermarsch ins noch Unbekanntere. **Das Ende der Welt,** ein die **Festländer angeblich voll umrundender Ozean**, der wie an den 'Säulen des Herkules', Gibraltar, im Westen ebenso im Osten bestehen sollte, wurde an der Mündung des Indus erreicht. War es von hier nur noch Ozean ohne Länder jenseits? Eine wichtige **Frage blieb offen**. In Indien mit den politisch willkürlich neu zu verteilenden Königreichen und den Kriegselefanten fuhr das Heer ALEXANDERs in Booten den **Indus-Strom** hinab, "die Grenzmarken der Welt zu erreichen ..., sein eigenes Haupt und das Leben so vieler tapferer Männer auch ohne die Örtlichkeit Kundige dem unbekannten Strome anzuvertrauen" (CURTIUS RUFUS 1961, S. 299). Das Mittelmeer hat nur schwache, ja kaum bemerkbar Gezeiten. Nahe der schon fühlbaren Meeresnähe erlebten die Soldaten ALEXANDERs mit Schrecken, daß "um die dritte Stunde" eindringendes Meerwasser das Induswasser zurückzudrängen begann", sich Meerwasser auf vorher trockene Gebiete ausbreitete, die Boote bedrängte (S. 300) und ebenso überraschend nach etlicher Zeit "die Gewässer in langem Wogenzuge zurückfluteten ... das unter tiefer Salzflut versenkte Land wieder herasuzugeben" (S. 301). Ebbe und Flut, die **Gezeiten** auch in ihrer Gewaltigkeit, waren entdeckt. Beim ersten erlebten Hochsteigen "glaubten" die Leute "ein Wunder und ein Zeichen des göttlichen Zornes zu sehen" (S. 300). ALEXANDER schickte Reiter an die Indus-Mündung, die weitere Entwicklung zu beobachten, jene "Naturgewalt, die so widersprechend und doch dem Gesetz bestimmter Zeiten unterworfen ist" (S. 302). Der **Rückmarsch aus Indien** (J. KAERST 1975, I, S. 467) geschah durch die Wüstengebiete nahe dem Indischen Ozean im Süden des heutigen Pakistan und Iran. Die Leiden der Soldaten werden als entsetzlich überliefert. Von der Mündung des Indus aus führte ALEXANDERs Feldherr NEARCHOS die Flotte mit einem Teil des mazedonischen Heeres zunächst nach Hormus am Ausgang des Persischen Golfs in den Indischen Ozean. Hier konnte NEARCHOS dem erschöpften Heer auf dem Lande entegegeneilen

und seinen weiteren Untergang abwenden. NEARCHOS fuhr mit den Schiffen im Persischen Golf nordwärts zum Euphrat und beschrieb das, als eine der interessantesten geographischen Abhandlungen der Antike. Ein Begleiter und weniger gut geschätzter Beschreiber des Alexanderzugs und der Seereise von Indien aus war ONESECRITAS (ONESECRITUS) von Aegina, der über die **Küste von Indien** berichtete. Beachtet wurde damals auch das **Kaspische Meer**, das "Hyrkanische Meer", das man mit dem Ozean in Verbindung vermutete. Trotz des Endes in Indien, hat sich in der Alexander-Zeit die Erdkenntnis für die Antike erweitert wie Jahrhunderte vorher nicht und nachher eben so wenig.

Auf die Zeit des ALEXANDER-Zuges nach Indien folgt 258 v. - 232 v. Chr. die Herrschaft des **Ashoka** (Wikipedia 2019), aus der indischen Maurya-Dynastie. der viel von Indien vereinigte. Zuerst ein blutiger Eroberer, war er aber erschüttert von den Schlachten, trat für den Frieden ein und verbreitete den Buddhismus in Indien. Indien blieb aber kein einheltliches Reich. Die Engländer haben Ashoka wieder ans Licht geholt und das unabhängige Indien nahm seine 3 Löwen als Nationalsymbol.

**Griechische Kolonisation** des Orients hatte schon der Athener Politiker ISOKRATES gefordert, auch dies wohl Zeugnis von Übervölkerung auf dem griechischen Festland und bemäntelt mit Rache an dem eigentlich längst geschlagenen Persien. Söldner blieben in fernen Gebieten. Griechische Siedler, die Rede ist von 23.000, wurden gemäß DIODOR auch zwangsweise nach den östlichsten Regionen gezwungen und wurden nach Auflehnung niedergemetzelt (F. W. WALBANK 1994). ALEXANDER selbst mochte eine Völkervermischung anstreben, verband in seiner Königstracht griechische und persische Momente, veranlaßte auch die Verheiratung griechischer Soldaten mit Perserinnen. Perser galten also nicht als schlechtere 'Rasse', um einen moderen Ausdruck zu benutzen, auch wenn man ihr Land unter griechische Herrschaft zu bringen für nötig hielt. Die Nachfolger des ALEXANDER setzten das aber nicht so fort (A. DEMANDT 2008), und die führenden Positionen wurden von Griechen und Makedonen besetzt (D. W. WALBANK 1994).

## Das außerdem erweiterte Erdbild der Zeit kurz nach ALEXANDER - PYTHEAS von MASSALINA und der Nordwesten Europas - Das Rote Meer

Fern und unabhängig von den Feldzügen ALEXANDERs lag die um 600 v. Chr. von Griechen gegründete Stadt Massalina, das heutige Marseille, am Mittelmeer. Sie trieb eigenen Handel. Und von einem der ihren, PYTHEAS (M. W. WEIT-

HMANN 1996; Wikipedia), wird zur Zeit kurz nach ALEXANDER, um 320 v. Chr., eine Reise bis weit nach dcm Norden berichtet. Aber bei nicht erhaltenem Eigenbericht über den "Okeanos" wird von PYTHEAS nur zitiert und das auch bezweifelt (R. SCHULZ 2004). Reiste er wegen der Sperrung des Westausganges der Mittelmeeres durch die Karthager gar auf dem Landweg an die Britannien gegenüberliegende Küste und reiste dann auf Fremdschiffen mit? Britannien hat er wohl umrundet. **Thule** will PYTHEAS erreicht haben. Aber was war Thule? Island gar? Und kam er in die Ostsee? Für die Reise jedenfalls nach dem Norden sprechen in den späte mitgeteile Dinge wie die Gezeiten, Zinn-Gewinnung wie anzunehmen in Cornwall, die im Norden längeren Sommertage, ja Polarlicht, Treibeis, Bernstein. Manches kann er auch gehört haben.

In Alexandria lebte im 2. Jh. v. Chr. AGATHARCHIDES, der über Asien, Europa und in '5 Büchern' über das **Rote Meer** schrieb, wobei letzteres hervorzuheben ist. Es sind nur Fragmente der Schriften des AGATHARCHIDES erhalten.

## Nach ALEXANDERs Tod: Die Diadochenkämpfe und die schließlich sich stabilisierenden Diadochenreiche

Die Ereignisse um ALEXANDER hatten ein lange Nachwirkung. In Pompeji gibt es das Mosaik der "Alexanderschlacht", fast 400 Jahre danach. Der griechisch schreibende Historiker und Geographie-Schriftsteller ARRIAN beschrieb in der ersten Hälfte des 2. Jh. nach Chr. unter Nutzung zeitgenössischer Berichte das Leben des ALEXANDER und vor allem auch dessen Zug nach Indien, auch die Rückreise zur See des NEARCHOS. Neben dem über zahlreiche Tote einer offenbar sich reichlich vermehrenden Menschheit hinwegblickenden Heroenkult war die Zeit ALEXANDERs für die Länder der Vorderen Orients und bis nach Mittelasien eben ein politischer und kultureller Umbruch, der vielfach Akzeptanz fand und in der Vorstellung der Nachwelt weiterlebte. Lebte der normale Mensch nun in der Welt nach ALEXANDER besser, glücklicher als etwa unter der großpersischen Dynastie? Nach ALEXANDERs frühem Tode mit 33 Jahren 323 v. Chr. in Balylon, nach 13 Jahren der oft abwesenden Herrschaft und einer völligen Verwandlung der griechischen Welt (F. W. WALBANK 1994, S. 11), gab es jedenfalls keinen allgemeinen anti-mazedonischen Aufstand in den besetzten Ländern, wenn auch griechische Städte rebellierten. Die mazedonisch-griechischen Feldherrn behielten bei allen, auch tödlichen Auseinandersetzungen untereinander, die Macht in ihren Händen und es gab wohl trotz aller Verluste noch ausreichend mazedonisch-griechische Soldaten, Zeugnis einer offenbar weiterbestehenden starken Bevölkerungszunahme. Es gab eine fast unglaubliche Zahl von Städte-Gründungen. Syrien erschien als eines der am meisten urbanisierten Gebiete der Welt. Das Gebiet des späteren

Afghanistan galt als "Land der tausend Städte" (B. SEEWALD 2007). Und die Städte waren meistens recht ähnlich gestaltet nach dem griechischen Vorbild, mit Gymnasien, Theater, Bibliotheken, Marktplatz und anderem, offenbar eine rasche Übernahme einer von außen kommenden, aber vielleicht auch von innen vorbereiteten neuen Zivilisation. Es muß für den raschen Städtebau ausreichend Arbeitskräfte gegeben haben. Das 'Hellenische' verbreitete sich mit dem Alexanderzug und verschmolz mit den anderen Kulturen schließlich griechisches Wesen und griechische Kultur über den ganzen Vorderen Orient und bis nach Zentralasien, was sich nach ALEXANDERs Tod 323 v. Chr. und dem Zerfall von ALEXANDERs kurzlebigem Reich in Teilreiche mit Elementen der einbezogenen Völker fortsetzte. "Großreiche sind für die überwiegende Mehrzahl der Völker Fremdherrschaften" (K. JASPERS 1955, S. 188), aber lebte man in den griechischen Staaten freier? Despotien verlangen nicht unbedingt ein großes Territorium.

Von etlichen Feldherren ALEXANDERs wurde nach dessen Tod zuerst die Erhaltung eines einheitlichen Reiches angestrebt. Aber es gab keine Einigung über den Oberherrn. War der relativ junge und oft abwesende, früh gestorbene ALEXANDER dermaßen charismatisch gewesen, daß er die manchmal widerstrebenden, in einigen Fällenvon ihm auch ausgelöschten Feldherren unter seinen Fittichen halten konnte oder war es die Neuheit des Riesenreiches, die lange währenden Betätigungen der Armeen, die einem Zerfall zur Lebenszeit ALEXANDERs verhinderte? Danach, nach mannigfachen langen, oft auch für die Zivilbevölkerung verlustreichen Kämpfen der **Feldherren-Nachfolger ALEXANDERs**, der **Diadochen**, gingen endlich sich weiterhin oft bekriegende und ihre Grenzen immer wieder ändernde verschiedene Reiche hervor gestaltete sich nach kaum überschaubaren Auseinandersetzungen aber so etwas wie ein "Grundmuster der hellenistischen Welt" (F. W. WALBANK 1994, S. 51), Königreiche, in denen effizienter regiert wurde als in den Poleis (P. NITSCHKE 1992, S. 4).

Da war das totalitäre Reich der **Ptolemäer** (Lagiden) in Ägypten, zu dem territorial auch das heutige Libyen gehörte und wenigstens zeitweise nordöstlich an Ägypten angrenzende Gebiete.

Als sich weiter entwickelndes Werk von ALEXANDER erstand an der ägyptischen Mittelmeerküste die **Stadt Alexandria**. Der wohl manchmal übergeschnappte Architekt D(E)INOCRTES plante zwar den Berg Athos in eine riesige Statue umzuwandeln, aber statt dieses nicht zustandegekommenen Irrsinns-Projektes entwarf er für ALEXANDER den Plan der neuen, nach dem Gründer genannten Stadt, die zur Weltstadt der Antike und Spätantiker wurde und in geistig-wissenschaflticher Hinsicht Rom wohl übertraf. ALEXANDER 'gründete 'Alexandria', das heißt, in kurzer Zeit kamen Massen von Menschen aus auch entfermten Gegenden nach hierher, Massen vor allem auch von Arbeitern, die unter Plan die damals einzigartige

Stadt mit ihren breiren Straßen und Palästen in kurzer Zeit erstehen ließen, als **der größte Bauplatz der Antike** (s. a. YouTube ZDF 2003), die Hauptstadt der Ptolemäer, Heute müssen bei Ausschachtungen für neue Bauten oft rasch Notgrabungen durchgeführt werden, um einen kleinen Einblick in die Vergangenheit zu erhalen.

Der erste PTOLEMAIOS war Sohn einer Nebenfrau des PHILIPP von Mazedonien.

Im Territorium am größten wurde das Reich der **Seleukiden** östlich des Mittelmeeres bis ins Innere Asiens. An der Nordwestküste Kleinasiens erstand schließlich, später hinzugekommen, das Reich der **Attaliden** mit der Hauptstadt **Pergamon**, nach 190 v. Chr. kurzzeitig territorial etwas größer und vom letzten kinderlosen Herrscher 133 v. Chr. testamentarisch den Römern übereignet. Zentrum der entstehenden Stadt mit etwa 90 ha Stadtfläche (G. GARBRECHT 1995, S. 66) der Burgberg. Pergamon hatte den Ansturm von Kelten, der Galater, zu bestehen gehabt, also weiterer nach dem Osten strebender Eroberer aus dem Westen. Die Ausgrabung begann 1878 unter dem Ingenieur CARL HUMANN und dem Altertumsforscher ALEXANDER CONZE. Der nach Berlin gebrachte Pergamon-Altar erinnert an die immer wieder aufgenommene archäologische Erschließung der alten Burgstadt. Zu den Zisternen auf dem Burgberg traten zur Wasserversorgung der in römischer Zeit in die Ebene ausgedehnten Stadt mit im 2. Jh. n. Chr. vielleicht 160.000 Ew. mehrere Wasserzuleitungen.

#bildBergama 1996, Blick zum Burgberg Pergamons

Außerdem bestand als selbständiger Staat mit Einbeziehung auch anderer Inseln und auch kultureller Entwicklung das in der Seebeherrschung führende **Rhodos**. Auch das **Königreich Mazedonien** bestand **weiter**. 315 v. Chr. wurde erstand aus der Zusammenfassung mehrere Orte die Stadt Thessaloniki/Saloniki (Wkipedia 2014). Im Inneren Zentralasiens machte sich von seinem Seleukidenkönig ein Satrap, DIODOTUS, unabhängig und begründete das bis 140 v. Chr. bestehende **Griechisch-Baktrische Königreich**. Ein merkwürdiger Ableger vom seleukidischen Stamm war das kleine, schwer erreichbare und ab 162 v. Chr. bestehende Reich von **Kommagene**, dessen König ANTIOCHOS I. auf dem Berge **Nemrud-Dagh** monumentale Figuren hinterließ.

Archäologen und Linguisten, unter den Deutschen namentlich ALBERT GRÜNWEDEL (H. HOFFMANN 1966) und ALBERT VON LE COQ (V. MOELLER 1985), entscheidend auch beteiligt an den deutschen Turfan-Expeditionen, in Ost-Turkestan, ab 1902, führten Kunstwerke jener Zeit in Zentral-Asien und Nordwest-Indien auf griechischen Einfluß zurück, also bezeugten die hellenistische Beeinflussung bis weit nach Asien. Das wurde auch bezweifelt.



Abbildung 150: Pergamon/Bergama.

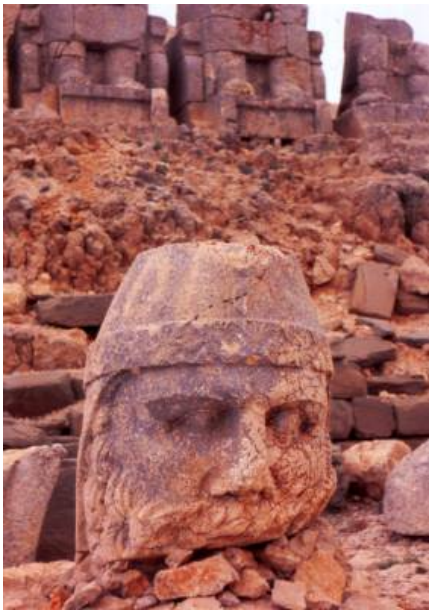

Abbildung 151: Nemrud Dagh. 2007.



Abbildung 152: Kunst auf Berg: Nemrud Dagh.



Abbildung 153: Löwe? Nemrud Dagh.

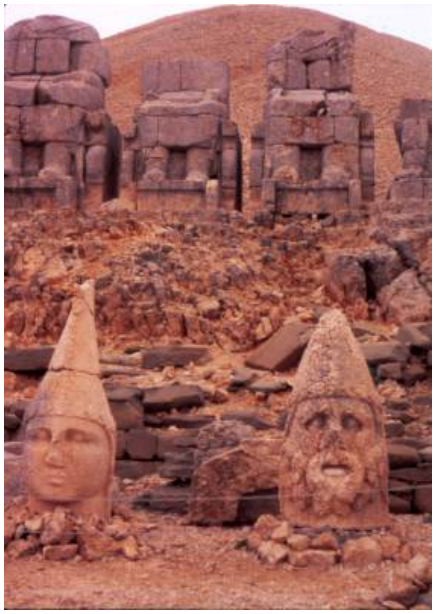

Abbildung 154: Herrschersymbol? Nemrud Dagh.

## Der Hellenismus - eine eigene Geschichtsepoche, besonders auch in Kultur und Wissenschaft

ALEXANDER blieb in gebildeten Kreisen lebendig, auch bis in die Neuzeit, und Mazedonier und Perser und ihre wechselseitige Heirat waren 1804 Sujet auf dem Maskenball in Berlin in der Welt von Königin, Prinzen und Hof im Komödienhaus der preußischen Hauptstadt (F. AU. L. VON DER MARWITZ 1989, S. 119).

Und die weitere Historie? Der Historiker JOHANN GUSTAV DROYSEN (K. CHRIST 1989, TH. SCHIEDER 1959) schlug 1833 in einem Buch über ALEXANDER und später ausgeweitet vor, von der "Hellenistischen Periode" in der Geschichte der Antike als jener auf ALEXANDERs Züge folgenden Zeit und der Ansiedlung vieler Makedonier und überhaupt Griechen in Teilen des Vorderen Orients zu sprechen. DROYSEN war 1833 noch Privatdozent an der Universität Berlin, wurde 1835 hier ao. Professor, 1840 Oridnarius in Kiel, 1851 in Jena, 1859 in Berlin. Von 'Hellenismus' hatte man bisher nur in der Sprachwissenschaft gesprochen. Nun wurde der "Hellenismus"-Begriff auf die Kultur etlicher Jahrhunderte ausgeweitet. Es ist für einen Historiker eine herausragende und bleibende Leistung, wenn er eine Epoche für die Wissenschaft begründet und definiert und das ungeachtet immer wieder auftretender Besserwisser bleibenden Bestand hat. DROYSEN war also einer jener Historiker, die nach K. CHRIST (1989, S. 63) ausgezeichnet sind durch: "Das Erfassen ganzer Zeitalter unter universalem Aspekt und den Mut,

weitverzweigte Geschehensketten auf einen "politischen Grundgedanken" zu reduzieren. Diese Periode war in ihrer Kultur gegenüber der klassischen griechischen Periode mit ihrer Athener Akropolis und anderen Großbauten in der Geschichtsschreibung bei HEGEL etwa als "Periode des Sinkens und des Verfalles" (zit. n. K, CHRIST 1989, S.9) betrachtet worden. Für DROYSEN war sicherlich seine Zuneigung zum Fortschrittsdenken mit entscheidend und so konnte er in der Zeit nach "Athen" nicht nur Verfall erwarten, weil es in der Geschichte mit Fortschritt nicht nur Verfall geben konnte. 'Chäronea'/Chaeronea, also die dortige Niederlage der Griechen im engeren Sinne gegen Mazedonien, erschien nicht als das Ende der griechischen Kultur, sondern als die Öffnung in eine neue Welt. Das Ende von Zersplitterung wie bei den griechischen Kleinstaaten auch unter militärischen Einsatz mußte dann positiv erscheinen, wie später in Deutschland 1871. Ein Absinken des Schöpferischen im Griechengeist gab es unter der neuen Sicht nicht (M. ROSTOVTZEFF 1941). Und gerade die Wissenschaft bestätigte das. Die Antike waren eben auch Wandlung, es blieb nicht das "einheitliche und normative Bild des Neuhumanismus von ihr", die Antike wurde eingeordnet in den allgemeinen Fluß des Weltgeschichte (F. MEINECKE 1942, S. 35). Etwa 3 Jahrhunderte umfaßte nach mehr oder weniger loser Ansicht dieser Hellenismus. Aber in den 'Hellenismus' wurden durch andere Historiker auch einbezogen die hellenisierenden Einflüsse im westlichen Mittelmeerund. Der britische Historiker ARNOLD J. TOYNBEE (1959) faßte die auf die Diadochenreiche folgende Römerzeit kulturell auch unter den Begriff "Hellenismus", dehnte den Begriff aus sogar bis zu dem in Byzanz residierenden JUSTINIAN I. im 6. Jh. n. Chr. Die kulturell gebildeten Römer hatten sich sehr wohl die griechische Kultur angeeignet - und zwar vor allem die spät-griechische, die hellenistische Kultur. So sehr weitere Forschung die Ansichten etwa von DROYSEN differenzierte (P. GREEN 2007), so leidet an einer zu weite Ausdehnung eines solchen Begrifs wie 'Hellenismus' sein Nutzen für das Verstehen historischer Perioden.

Zwischen und nach all den Kriegen in der Nachfolge ALEXANDERs bildete sich ein neues nahöstliches Gleichgewicht heraus, gab es glücklicherweise auch Orte und Perioden der Ruhe und der Kultur. Auf dem Boden der bis in die Römerzeit reichenden hellenistischen Kultur konnte sich auch die weitreichende **christliche Religion** ausbreiten. Der Hellenismus bedeutete **einen ersten relativ weiträumigen Prozeß der raschen Ausbreitung einer Kultur** im westlichen Eurasien in andere Regionen, manchmal spricht man von zeitweiliger Kultur-Verschmelzung. Aber es überwog, ja **dominierte**, wenigstens bei vielen Gebildeten, das **Griechische,** auch in der Sprache, wobei also aus dem Attischen ein hellenistisches Griechisch, die Koine, entstand (W. TARN 1966). Manche meinten gar, erst mit ALEXANDER beginne die "griechische Welt" (A. DEISSMANN 1923, S. 3). Auch im westlichen Mittelmeer, nicht in ALEXANDERs Reich einbezogen, gab es Hel-

lenisierung, schon durch die älteren griechischen Kolonien (A. POWELL ed. 1995, S. 350 ff.)

Die 'Hellenisierung' rings um das östliche Mittelmeer und im Orient tief hinein ist eines des beeindruckenden Beispiele für **Akkulturation** (A. DEMANDT 1993) in der Kulturgeschichte. Ausbreitung einer Sprache war eine Voraussetzung für Wissens- und Kulturtransport. Die Nachwelt schätzt das 'Grieichische' mehr als das Persische und deshalb wird das 'Hellenische' besonders betont, obwohl durch Griechenland im Orient mindestens so viele Krieg kamen, daß die Wissenschaft fast zweitrangig wird.

Dem Griechischen folgten in vielem die **Römer**, und im Westen kann man im Stil der Griechen erbaute Tempel noch heute in Gallien bewundern, an der Rhone in Vienne und in Nimes. Die Diadochenreiche und damit ALEXANDER haben den Römern den Weg bereitet, damit Rom zu 'Rom' werden konnte. "Großreiche sind für die überwiegende Mehrzahl der Völker Fremdherrschaften" (K. JASPERS 1955, S. 188), aber lebte man in den griechischen Staaten freier? Despotien verlangen nicht unbedingt ein großes Territorium, und auch Athen, und nicht nur Sparta, konnten drückend werden.

Aber die Einführung des Griechentums in den Orient muß auch Grenzen aufgewiesen haben. Die Städte, bei aller Ausbreitung der Städtelandschaft, sind nicht das ganze Land. Das Persische Wesen bestand weiter. Der **Orient** erhob sich **wieder** durch **eigene Staatenbildung** mit dem Territorien des Seleukidenreiches einnehmenden, noch mehrfach zurückgeschlagenen **Partherreich** unter den Arsakiden vor allem in Persien, ab 248 v. Chr., und, nach fast 500 Jahren, ab **224 n. Chr.** durch ein **neues Perserreich** unter den **Sas(s)aniden**. Parther wie dann die Perser setzten den Römern, welche viele Teile der Reiche der Nachfolger ALEXANDERs sich aneigneten, eine östliche Grenze, näher zum Westen gerückt als zur Diadochenzeit. Eine römische Provinz Mesopotamia bestand nur etliche Zeit in spätrömisches Zeit. Von **Norden** her kamen **mongolische Völker**, eroberten 139 n. Chr. Bactria, womit die griechische Herrschaft auch dort zu Ende ging und entstand das **Reich Kushan**.

Zur weiteren Weltgeschichte der Akkulturation: So etwas gab es später für die ins Römerimperium einbrechenden germanischen Völkern. In Ostasien gab es **ohne Eroberung** schon lange **Sinisierung** für Japan und dann für die erobernden Mongolen.

## Wissenschaften im Hellenismus - Das Museion in Alexandria

Spezialistentum und Individualismus stiegen. Die Wissenschaften erlebten in der hellenistischen Zeit einen neuen, langen und dann für über Anderthalbjahrtausende nicht wieder erreichten Aufstieg. Diese Wissenschaft, mit der Mathematik und der Mechanik und der auf Mathematik aufbauenden Astronomie und Geographie unterschied sich, wie etwa LUCIO RUSSO (2004) hervorhob, von der eher naturphilosophischen Wissenschaft des klassischen Griechenland. Überlieferte die Naturphilosophie grundegende allgemeine Gedanken, so wurden in ptolemäisehr Zeit nunmehr zahlreiche Einzelheiten exakt untersucht, Entfernungen am Himmel wie im Bau des Menschenkörpers. Gegenüber den Kenntnissen von heute blieb des **Umfang des** antiken **Wissensstoffes gering** (W. FOERSTER 1961, S. 105). Aber wichtiges Grundlegendes und vor allem Methodisches wurde erfaßt. So im Nachdenken über die Gewißheit des Erkannten.

Zentrum der Wissenschaft wurde die Hauptstadt des Reiches der Ptolemäer, die reiche, mit vielen Regionen der bekannten Welt verbundene und von etwa 500.000, ja zur Zeit des Kaisers AUGUSTUS vielleicht von 1 Million Einwohnern bewohnte Hafenstadt **Alexandria**, reichste Kaufmannsstadt und die von Schffseigentümern (A. H. M. JONES 1974, S, 59), die auch über die Zeiten des Absinkens der weströmischen Reichsteile weitergedieh, auch geistig als die größte Metropole der hellenistischen Welt. Ein Monopol hatte Alexandria in der **Papyrus**-Erzeugung (S. 59/60). Der glänzenden Metropole stand wie im alten Äygpten und auch in der Römerzeit das mit hartem Steuerdruck malätrierte flache Land gegenüber, durch welches so etwas Alexandria und in ihm das Museion möglich machte.

In Alexandria wurde erstmalig und schon unter dem ersten PTOLEMÄER, PTOLELEMAIOS I. SOTER eine Bibliothek begründet und unter PTOLEMAIOS II. PHILADELPHOS als Staatseinrichtung ein großartiges wissenschaftliches Zentrum, wir würden sagen ein 'Forschunsinstitut', gegründet, das **Museion**. Die ihre Untertanen schwer mit Steuern heimsuchende, als totalitär zu wertende Staatswirtschaft bezahlte auch das. Die Idee kam in hohem Maße offensichtlich von DEMETRIOS VON PHALERON, dem Parteigänger und strategos der Mazedonier in Athen, der nach Ägypten flüchten mußte und hier, die wissenschaftlichen Einrichtungen Athens vor Augen, Ähnliches, zu Höherem Geeignetes begründete. Im Museion, geweiht also den 'Musen', wohnten und wirkten neben Dichtern führende Gelehrte, saßen, wie STRABO(N) berichtet, gemeinsam beim Mahl (L RUSSO 2004). Die Ptolemäer waren Griechen, die Gelehrten waren dem Namen nach Griechen, die Ägypter waren das ohne deren Provokation eroberte Volk, und erst die letzte KLEOPATRA soll Ägyptisch erlernt haben.



Abbildung 155: Ptolemäerägypten: Philä. 1973.

In Verbindung mit dem Museion wurde durch Einkauf oder Erwerb von Manuskripten die wohl **größte Bibliothek** der Zeit eingerichtet. Noch unter dem zweiten Ptolemäer hat KALLIMACHOS aus KYRENE ein umfangreiches Autorenverzeichnis verfaßt, in dem in Auswahl zahlreiche griechische Autoren genannt werden, sich eine Kurzbiographie und ein Werksverzeichnis anschließen. Das kann als der erste Bibliothekskatalog gesehen werden (Wikipedia). Für das Museion wird gesprochen wird einer halben Million Schriftrollen. Erst mit Büchern - oder eben Schriftrollen - konnten Gelehrte direkter erfahren, was andere anderswo zusammengetragen hatten, konnte "Sammelwissen" entstehen, "**eklektische Weltweisheit**" (I. ISELIN 1784, II, S. 219).

Noch vor der Landung der Römer hatte PTOLEMAIOS VIII. für einige Zeit die Philosophen und Gelehrten aus Alexandria vertrieben wegen ihrer gegen ihn gerichteten Stellungnahme in dynastischem Sreit (H. BENGTSON 1974, S. 300) und überhaupt die griechische Bevölkerung verfolgt. Ägypter wurden erstmals gefördert. Die Arbeit im Museion war also auch einmal unterbrochen, ihr aber kein Ende bereitet. Nach der Zeitenwende wirkten HERON, Ingenieur und Mechaniker, und der führende Algebraiker DIOPHANT(US) am Museion.

Die hellenistischen Gelehrten nahmen **Einzelprobleme** in Angriff, waren also viel **mehr Spezialisten** als die Naturphilosophen.

Durch den auch über Literatur und Mythologie schreibenden ERATOSTHENES VON CYRENE wurde der Umfang der Erdkugel bestimmt, leitete aus dieser Erkenntnis die Möglichkeit der Gradmessung an (E. SCHWARTZ 1943, S. 194). Nachdem er aus Libyen stammende vielseitige Gelehrte seine Bildung vor allem in Athen erfahren hatte, auch in Philosophie, ohne in ihr lange zu erliegen (S. 182), schrieb er auch als Poet (S. 186).

Um 245 v. Chr. wurde er als Lehrer eines Prinzen, den späteren PTOLEMÄOS IV. PHILOPATOR an den Ptolemäerhof in Alexandria gerufen und wurde Bilbiothekar am Museion. Der Prinz PTOLEMÄOS PHILOPATOR wurde allerdings ein verruchter Herrscher Den **Erdumfang** bestimmte ERATOSTHENES (Lexika u. a.) auf Grund dessen, daß ihm bekannt war, daß Mittags zur Sommensonnenwende die Sonne in Syene (Assuan) in Süd-Ägypten nahezu senkrecht am Himmel steht. In dem weiter nördliche gelegenen Alexandria fiel die als parallel anzunehmenden Sonnenstrahlen zur selben Zeit in einem Winkeln ein, der zu etwa 7° festgestellt wurde. Da von Reisenden her die Entfernung Alexandria - Syene/Assuan etwa bekannt war, ließ sich aus dem Winkelunterschied der einfallenden Sonnenstrahlen an den 2 Orten auf etwa demselben Längengrad der Erdumfang berechnen, wobei die exakte Länge der von ERATOSTHENES benutzten Längeneinheit "stadion" nicht mehr bekannt ist und deshalb nicht einzuschätzen ist, wie weit er mit der völlig richtigen Methode dem realen Erdumfang nahekam. Nicht erhalten blieb die von ERATOSTHENES erwähnte Weltkarte. Wußte er von Ländern der westlichen Gebiete, jenseits des Atlantik? wie vielleicht auch schon die alten Ägypter? oder Leute noch früher? (D. GÖRLITZ in YouTube 2019). ERATOSTHENES machte den Reisebericht des PYTHEAS aus Massalina/Marseille nach Nordwesteuropa wieder bekannt 8(E. SCHWARTZ 1943, S. 195). ERATOSTHENES erörterte die theoretische Möglichkeit von der Ostküste Indiens nach der Westküste von Spanien oder Afrikas zu kommen (E. SCHWARTZ 1943, S. 194).

Auch die **Entfernungen** der **Erde von der Sonne und vom Mond** suchte ERATOSTHENES zu bestimmen.

ERATHOSTENES war auch **Historiker** und hatte schon vorher eine synchronistische Darstellung der historischen Ereignisse, eine **vergleichende Chronologie**, ein immer wieder beliebte Art der Veranschaulichung der Abfolge der Geschehnisse verfaßt. Bei ERATOSTHENES war auch der Fall von Troja/Ilion eingebettet (K.BRANDI 1952, S. 17), das jeder erwartete (E. SCHWARTZ 1943).

Nachdem ALEXANDER bis Indien gekommen war und sich das nachfolgende Seleukiden-Reich sich bis tief nach Asien erstreckte, wurde unter SELEUKOS I. MEGASTHENES nach **Indien** geschickt und der weilte um 300 v. Chr. am Maurya-Hof in Pataliputra in Indien und schrieb darüber, in der 'Indike'. Gegen Ende des 2. Jh. v. Chr. wurde das regelmäßige Wehen der Monsunwinde im Indischen Ozean entdeckt und so das Segeln über das offene Meer eingeführt. PTOLEMAIOS II.gründete Städte an der Westküste des Roten Meeres, die Handelsgüter mit dem Osten austauschten und nach Alexandria durch Karawanen leiteten.

Der Astronom ARISTARCH VON SAMOS lehrte, wie ARCHIMEDES überlieferte, schon die Rotation der **Erde um die Sonne**, wofür er schon der mangelnden Re-

ligiosität beschuldigt worden sein soll, und suchte mit Hilfe der Trigonometrie die **Entfernungen von Sonne und Mond** und beider **von der Erde** zu bestimmen. Letzteres versuchte auch HIPPARCH aus **Nicaea** in Kleinasien, der wohl hauptsächlich auf Rhodos wirkte und nur möglicherweise zeitweilig in Alexandria und der bekannt ist aus dem geographischen Werk des STRABO und namentlich von dem auf ihn bezugnehmenden PTOLEMAIOS um 200 n. Chr. HIPPARCH stellte den ersten Sternen-Katalog her, für etwa 850 Sterne einschließlich einer Angabe ihrer scheinbaren Helligkeit, wobei ein "neuer Stern" 134 v. Chr. Anregung dafür war.

Diese **datensammelnde Arbei**t war eindrucksvolles Zeugnis jener Wissenschaft, die nicht spekulierte, sondern auf möglichst sicheren Fakten aufbauen wollte.

Der Himmel, jenes Reich der Götter, die als Gestirne erschienen, wurde also nun auch recht nüchtern betrachtet.

Eine wichtige Zusammenstellung des bisher Geleisteten lieferte im 4. Jh. n. Chr. PAPPOS, der am 18. Oktober 320 n. Chr. in Alexandria eine Sonnenfinsternis beobachtete. Er verfaßte dann eine **Zusammenstellung** der **bisherigen mathematischen Leistungen** der Antike, Hauptquelle unserer Kenntnis über die Geometrie der Antike (Wikipedia),

Das Leben des von Mathematikern und Physikern in der frühen Neuzeit hoch geschätzten ARCHIMEDES im 3. Jh. ist legendenumrankt. Er war Sohn eines Astronomen in Syrak(c)us, weilte wohl in Alexandria und kehrte an den für Kultur offenen, auch den Dichter THEOKRIT beherbergenden Hof des Tyrannen von Syracus zurück, HIERON II., der sich auch 'König' nannte (M. I. FINLEY et al. 1989, Wipipedia 2014). In Alexandria soll ARCHIMEDES das nach ihm benannte Wasserhebegerät, die "Archimedische Schraube", konstruiert haben. Die Entdeckung des spezifischen Gewichtes beim Baden ließ ihn angeblich nackt aus dem Bade durch Syracus laufen und das berühmte "Eureka", "Ich hab's gefunden" ausrufen, das heißt, er konnte aus der von einem Stück Gold bestimmten Gewichts verdrängten Wassermasse feststellen, ob die Krone des Tyrannen nur aus Gold bestand oder der Goldschmied andere Metalle beigemischt hatte - ein also hier forensisch nutzbares Verfahren. "Eureka" wurde der Ruf des erfolgreichen Entdeckers nach einer Entdeckung. Ein bestimmtes Gewicht, eine bestimmte Masse einer jeder Substanz verdrängt in Wasser getaucht eine bestimmte, 'spezifische' Menge Wasser. Bei reinem Gold unterschiede sich das von einer Legierung, also Beimischung von Fremdmetall. Mit spezifischem Gewicht und dem Hebelprinzip fand ARCHIMEDES quantitative Gesetzmäßigkeiten, die in Richtung der späteren Physik deuteten. Das Hebelprinzip wurde nahegelegt durch Träger von Tragstangen, die rechts und links vom Tragepunkt an ihrem Hals oder Kopf

die Lasten gleichmäßig verteilten (s. VITRUV, Ausgabe 1865, S. 308). Im 218 v. Chr. beginnenden Zweiten Punischen Krieg der Römer gegen Karthago war die bis zum Tode des HIERON II. eng mit den Römern verbündete Stadt Syrakus auf der Seite der Karthager gewechselt. Die Römer, unter MARCELLUS, fuhren, 214 v. Chr., zur Belagerung mit Schiffen heran. Durch seine Verteidigungmaschinen habe ARCHIMEDES den Fall der Stadt stark verzögert und diese mitsamt einer schrecklichen Plünderung kam so erst 212 v. Chr. Die ARCHIMEDES zugeschriebene Inbrandsetzung der Segel römischer Schiffe durch Brennspiegel wird allerdings eher bezweifelt. Als Brennspiegel gedient haben könnten blank polierte Schilde, von denen zahlreiche auf einen Punkt, auf einem Schiff gerichtet waren. Neuzeitliche Experimente hätten das als möglich erwiesen (YouTube 2019). Als die Römer nach 3-jähriger Belagerung eindrangen, im Jahre 212 v. Chr., soll ARCHIMEDES im Sand mathematische Figuren gezeichnet haben und wurde, 75-jährig, von einem römischen Soldaten erschlagen, als ARCHIMEDES ihn angeherrscht habe: "Störe meine Kreise nicht!" Der römische Feldherr MARCELLUS soll über den Gewaltstreich eines seiner Krieger nicht erfreut gewesen sein, denn einen Rüstungsspezialisten glaubte er wohl für sich umsteuern können. Im Jahre 75 v. Chr, hat CICERO als Quästor von Sizilien das durch die Darstellung einer Kugel in einem Zylindern gekennzeichnete Grab des ARCHIMEDES gesucht und gefunden. Von des ARCHIMEDES Manuskripten wurde ein Text über Methoden bei mathematischen Entdeckungen erst 1906 gefunden.

Die **"Mechaniker" von Alexandria**, CTESIBIUS/KTESIBIOS und HERO(N), beschrieben oder entwarfen Maschinen, die zwar allenfalls begrenzt Anwendung fanden, aber doch ein Startpunkt für die Konstruktion von Maschinen und überhaupt für mechanische Praxis waren. KTESIBIOS hat mit Wasser- oder Luftdurck betriebene Geräte hergestellt, war so der Erfinder der Pneumatik (TH. BÜHRKE 2012, S. 146). Seine **Klepsydra** war eine Wasseruhr, die berücksichigte, daß mit abnehmenden Druck der Wasserausfluß nachließ, also ein höher gelegenes Basin für gleichbleibende Wasserfüllung sorgen mußte (You Tube 2019).

Bewässerungsmaschinen waren etwa die archimedische Schraube und die **Noria**, letzteres ein mit Bechern besetztes Rad, dem ein Wasserrad beigegeben war und es bewegte. Das beträchtliche Wachstum der Bevölkerung setzte eine gestiegerte Nahrungsmittelproduktion und damit weitere Erschließung von Flächen dafür voraus.

Metallstangen an Tempeln schon bei den Minoern sollen **Blitze eingefangen** haben, die energetisch verwendet wurden (YouTube 2019).

In der **Medizin** gab es weitere verschiedene Schulen, die gegenüber der des HIPPOKRATES auch eigene Ideen und auch Skeptizismus gegenüber vergangenen

Auffassungen ausbildeten (F KUDLIEN 1964, V. NUTTON 2005)). PRAXAGORAS (J. LONGRIGG 1975), wiederum in Kos, nahm nicht 4, sondern 11 "Säfte" für gegeben an und auch die Funktion der "Säfte" wurde nicht immer gleichartig gesehen. Die späteren Jahrhunderte übernahmen dann die 4-Säfte-Lehre in der von GALEN, um 200 n. Chr., überlieferten Weise recht dogmatisch.

In **Alexandria** wirkten schon am Anfang des Museion der Mediziner HEROPHILO(U)S (J. LONGRIGG 1972), von dem zwar keine originale Schrift erhalten blieb, dessen Meinung man aber bei GALEN Jahrhunderte später erfahren kann. HEROPHILOS wie der Mediziner ERASISTRATO(U)S (J. LONGRIGG 1971) sind entscheidende Begründer der **Anatomie** wie der **Physiologie**. HEROPHILOS war geboren in Chalcedon auf der asiatischen Seite des Bosporus, studierte unter PRAXAGORAS auf Kos und wirkte später in Alexandria, ebenso wie der aus Athen stammende ERASISTRATOS, der auch in Kos lernte. In Alexandria war offensichtlich sogar Leichenöffnung möglich. Wie einst ALCMAEON sahen HEROPHILUS und ERASISTRATUS das Gehirn und nicht das Herz als Zentrum der Sinnesleistungen und des Intellekts. HEROPHILUS isolierte Lymphgefäße, nutzte den Puls für Diagnose. ERASISTRATUS beschrieb u. a. Blutgefäße, die Struktur des Gehirns mit Unterscheidung von Cerebrum (Großhirn) und Cerebellum (Kleinhirn), sah ebenfalls hier den Sitz der Intelligenz. Er sah die wichtigen Nerven im Gehirn entspringen.

## Geisteswissenschaftliche Studien in Alexandria

Kenntnisse über alte Geschichte, Kenntnis literarischer Texte und der alten Sprachen sind der Nachwelt trotz aller Verluste ebenfalls auf das Museion zurückzuführen.

Niedergeschrieben wurde die **Geschichte der alten Reiche** nebst ihren Dynastien, wie man sie in der alexandrinischen Zeit noch erfuhr. Die Geschichte Ägyptens schrieb noch unter PTOLEMAIOS I. der Priester MANETHO nieder, die Geschichte Babyloniens der Priester BEROSSOS. Erhalten sind nur Bruchstücke ihrer Texte in späteren Werken, von MANETHO etwa die Übersicht der ägyptischen Herrscher in 30 Dynastien, von BEROSSOS solche aus Mesopotamien, und beide wurden mit archäologischen Funden zu identifizieren gesucht.

Für die **Philologie** wichtig war die **Textkritik**, die auf ZENODOTOS von Ephesos, einer der ersten großen Bibliothekare von Alexandria, zurückzuführen ist. Aus dem Vergleich von Handschriften desselben Inhalts, die aber schon wegen des Abschreibens nicht völlig wörtlich übereinstimmten und auch wegen der Sprachwandlung nicht gleich waren, wurde der als verbindlich erklärte Text festgelegt. so die Texte der griechischen Klassiker. In dieser Form, sofern sie überhaupt erhalten

blieben, wurden sie der Nachwelt überliefert. **"Unser" Griechisch** kommt **von Alexandria** und das galt auch für die Texte zur Übersetzung in der arabischen Hochkultur, und auch darin besteht die bleibende Rolle der Bibliothek im Reiche der Ptolemäer (S. TORNOW 2011, S. 57). Durch und unter ALEXANDER wurde damaliges 'Hochgriechisch' im ganzen Orient und bis in das zentrale Asien verbreitet, wurde "Weltsprache" (S. 56), und eben nicht das Persische.

In späten Alexandria wurde im 3. Jh. auch die hebräische Bibel ins Griechische übersetzt, die "Septuaginta", wohl, weil in Alexandria eine große Judengemeinde bestand und diese Griechisch sprach und las, nicht Hebräisch (S. TORNOW 2011, S. 57).

Alexandria wurde dann **nachchristlich** der Treffpunkt und die bis zum Töten gehende **Konfrontationsstätte der verschiedenen Religionen**.

## Auch noch Athen und anderswo als Alexandria

In **Athen** starb vermutlich an seiner Prostrata als Leiter einer eigenen, also neben der auf PLATON zurückgehenden Akademie und dem Lyzeum des ARISTOTLES bestehenden "Schule" 270 v. Chr. EPICUR(US) (EPIKUR), ein auf Samos in einer nach dorthin gezogenen athenischen Familie Geborener, der erneut die ihm von DEMOKRIT her bekannte **Atom-Theorie** vertrat. In der Schule des EPICUR ging es aber vor allem um Ethik und Lebenskunst, wobei als Ideal galt, sich angesichts all der unruhigen Ereignisse auf sich selbst ohne besondere Anteilnahme an den gesellschaftlichen Ereignissen zurückzuziehen – was kaum mehr der athenischen Demokratie nahekam. "Epikuräer" genießen die Freuden des Lebens, aber meiden für lange Dauer des Lebensgenusses schwächende Exzesse. **Die Atome**, im ansonsten leeren Raum, sollten von unterschiedlichger, aber immer unter der Sichtbarkeit liegenden Größe sein und sich zu Verbindungen zusammenfügen können, also im Grundsätzliche den einfachen Atom-Vorstellungen der Chemie ab Ende des 18. Jh. entsprechen. Die Atome, welche die Seele zusammensetzen, sollten sich mit dem Tod auflösen. Götter wurden nicht abgeleugnet, sollten sich aber um die Menschen nicht kümmern. EPICURs Auffassungen über die Natur wurden unter anderem bekannt etwa durch 3 von DIOGENES LAERTIUS übermittelte Briefe. und die 1752 - 1754 in der Casa dei Papiri/dem Haus der Papyri in Herculaneum gefundenen Papyri. Mag die Naturvorgänge auf verschiedene Weise zu erklären versuchen, nur der Mythos muß "aus dem Spiel bleiben" (E. SCHWARTZ 1943, S. 147).

Auf dem Werk von EPICUR baute der ähnliche Ansichten vertrende römische Dichter-Philosoph TITUS LUCRETIUS (LUKREZ) CARUS auf, Verfasser der

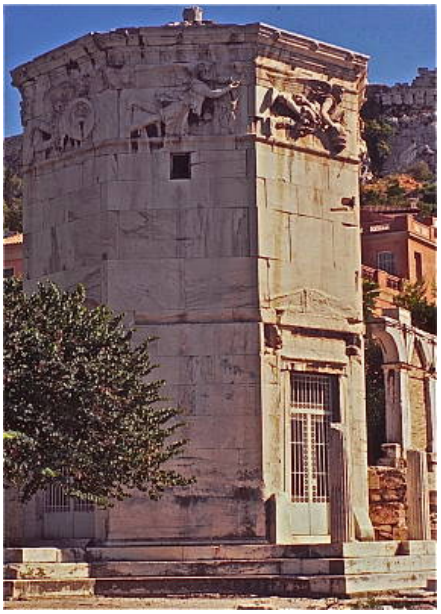

Abbildung 156: Athen, 1. Jh. v. Turm der Winde.

Schrift "De rerum naturae", "Von den Dingen der Natur". EPICUR blieb das Vorbild auch späterer Atheisten.

Von Wissenschaft im späthellenistischen Athen zeugt der '**Turm der Winde'** (Wikipedia 2016 u. a. im Internet), das Horologium, für damals verfügbare Zeitmesser, also Sonnen- und Wasseruhren, und Wetterbeobachtung entworfen von ANDRINIKOS von KYRRHOS im 1. Jh. v. Chr. Der 'Turm der Winde' gilt als das besterhaltene antike Bauwerk Athens. An einem umrundenden Relief oben werden dargestellt Menschengestalten als Widerspiegelung der 'Windgötter': für den Norden Boreas, Nordosten Kaikias, Osten Apheliotes, Südosten Euros, Süden Noto, Südwesten Lips, Westen Zephyros, Nordwesten Skiron. Den 'Turm der Winde' erwähnt 37 v. Chr. VARRO, dann VITRUV. Um 1750 wird er von den britischen Architekten und Amateurarchäologen JAMES STUART und NICHOLAS REVETT detailliert aufgenommen und bildlich dargestellt, wird in Europa bekannt und nachgeahmt.

Die **stoizistische Philosophie**, die Suche nach Ruhe und Frieden im Leben, in der Seele, bestimmten zunehmend das Denken der Menschen und lösten exaktere Wissenschaft mehr und mehr ab.

Eine Heimstätte der Bildung war und blieb auch **Rhodos**.

Auch außerhalb der Diadochenreiche gab es griechischen Stil.



Abbildung 157: Athen:Turm der Winde.



Abbildung 158: Ephesos.Bibliothek.



Abbildung 159: Tempel Garni, Armenien. 1987.

# Römisches Imperium

Es bildeten sich in der 'vormodernen' Alten Welt **fast gleichzeitig 2 große Reiche**: 1. das in 2 Abschnitte zerfallende **Han-Reich China**s, 2. das lange anders regierte **Römische Imperium**. Es gab nur zeitweilige lose und nicht fortdauernde Kontakte. Daneben bestand noch das **Perserreich**.

## Quellen zur Geschichte des Römischen Imperiums und auch des Hellenismus

Im späten Griechenland, im Hellenismus und dann im Römischen Imperium gab es griechisch oder lateinisch **schreibende Historiker**, von deren Darlegungen direkt oder in der Übernahme in andere Schriften manches erhalten blieb, meistens, weil es im **frühen Mittelalter** vor allem **in** westlichen **Klöstern** oder auch **in Byzanz** (H. HUNGER 1965, u. a.) **abgeschrieben** wurde, durch **Kopisten**. Es gab also keine alles umfassende tabula rasa für die heidnischen Schriften. In der Renaissance wurde nach diesen Manuskripten gefahndet und Gefundenes nach der im 15. Jh. erfolgten Erfindung des keis noch im beginnenden 16. Jh. gedruckt, mehreres 1508 bei ALDUS MANUTIUS in Venedig. Erst in dieser Zeit verlorengegangene Manuskripte sind uns nur aus den Drucken von MANUTIUS bekannt. SHAKESPEARE kannte daher römische Geschichte, die von CÄSAR und ANTONIUS und vielen anderen. Wenn in Geschichtswerken der Römerzeit von '**Büchern**' gsprochen wird, dann sind das **umfassendere Kapitel**, denn die Schriften wurden **in Rollen** niedergelegt und war ein Werk auf mehrere Rollen verteilt war **jede Rolle ein 'Buch'**. Wie vollständig werden die Dinge wiedergegeben, wie 'unpar-

teiisch' sind die Einschätzungen? Die vorangehende Geschichte, namentlich der Alexander-Zug werden oft behandelt wie die eigene römische Welt, so als kenne man sie gut. Selbst 'Weltgeschichte', vom vermeintlichen Anfang der Welt, ist vorhanden. Aber Sagenhaftes etwa aus der römischen Vorzeit, wie bei LIVIUS, werden ebenso behandelt wie Zeitgeschichte, Geschichtsschreibung ist auch mehr Lteratur, ja Dichtung, und nicht Archivforschung.

Wie wurden **Texte hergestellt**? Vom spätantiken Philosophen ORIGINES wird berichtet, daß er sich ablösenden **Stenographen diktierte** und von diesen Texten **Kalligraphen Reinschriften** hergestell wurden (H. HUNGER 1965, S. 305).

**Römische Geschichtsschreiber** (K. BRANDI 1952) waren nicht hauptberufliche Historiker, gar an Bildungsstätten. Sie waren zu einem beträchtlichen Teil in der Politik tätig gerwesen, mehr oder weniger erfolgreich, oder waren gar wie PLINIUS militärische Kommandeure. Oder sie hatten Politikern nahe gestanden, hatten sie begleitet, auf Feldzügen etwa. Zur Zeit des CATO der ÄLTERE wurden auch Werke auf Lateinisch verfaßt.

Als 'Vater der römischen Poesie' gilt der Form eines epischen Gedichts mit dem Titel 'Annales' die Geschichte Roms beschreibende **QUINTUS ENNIUS**, der also in dichterischer Form wirkender Historiker ist und der auch an Feldzügen teilgenomen hatte. In der späten Republik war das Werk Grundage der Erziehung (G. WOOLF 2015, S.39, Wikipdia). Der in Megalopolis in Arkadien vornehm geborene und mit dem Mazedonischen Krieg weggeführte **POLYBIOS** (K. BRANDI 1952, S. 18; T. J. LUCE 1998; E. SCHWARTZ 1943, S. 73 ff.) ist der in der Mittelmeerwelt weitgereiste Historiker der Republik bis 145 v. Chr., der in Rom ins Haus des LUCIUS AEMILIUS PAULUS MACEDONICUS als Erzieher kam und dann der Freund des jüngeren SCIPIO wurde. Überzeugt nun als Römer und nur wenig in die Heimat zurückgekehrt, wurde POLYBIOS **Augenzeuge** der **Zerstörung von Karthago** und der im gleichen Jahr 146 v. Chr, erfolgten Zerstörung **von Korint**h. Von POLYBIOS bieben "nicht unerhebliche Bruchstücke erhalten (K. BRANDI 1952, S. 19). Im 1. Jh. v. Chr., der Zeit von CÄSAR, schrieb in Griechisch der von Sizilien stammende und zwischen 60 und 57 v. Chr. auch in Ägypten gereiste **DIODORUS SICULUS** seine 'Bibliotheca historica', eine **Universalgeschichte** von der Mythenzeit der Griechen und mit der Zerstörung von Troja bis zum Beginn der Eroberung Galliens durch CÄSAR. DIODORUS SICULUS baute auf uns verlorenen griechischen Geschichtsschreibern auf, deren Namen nur durch DIODORUS SICULUS erhalten blieben. Das Streben nach eine **von den Anfängen bis zur jeweiligen Gegenwart** reichenden **Gesamtgeschichte**, eine **Universalgeschichte**, ist also antik, nur waren die meisten Völker der Erde den antiken Historikern nicht bekannt. Der Gedanke einer Universalgeschichte wurde immer wieder aufgegriffen, auch wegen der unvermeidlichen Lücken öfters

zurückgewiesen.

**CÄSAR** als Geschichtstschreiber in dem seine Siege immer wieder herausstellenden 'Bellum Gallicum' ist nicht gerade die interessanteste Lektüre. **SALLUST**, der 86 v. Chr. geboren wurde, beschrieb den ins vorangangene Jahrhundert fallenden Krieg gegen JUGURTHA von Numidien und die jüngere 'Verschwörung des CATILINA. **TITUS LIVIUS**, mit dem Beinamen PATAVIUS, geboren wohl in Padua 59 v. Chr. und dort auch nach langem Aufenthalt im Rom des ihn nahestehenden AUGUSTUS 17 n. Chr. gestorben, ist der Historiker der römischen Geschichte von den sagenhaften Anfängen über die Jahrhunderte der Republik bis zum Tode des DRUSUS 9 v. Chr. Von den ursprünglich 142 Büchern und damit dem "umfangreichsten Werk der römischen Literatur" (H. J. HILLEN 1987, S. 588) blieben 36 erhalten die ersten 10 (zu I bis III s. H. J. HILLEN 1987) und Buch 21 - 46 (zu XLV u. a. s. H. J. HILLEN 2000). Von den anderen Büchern gibt es nur Fragmente, Auszüge bei anderen Autoren, aufschlußreiche Inhaltsangaben im 5. und 6. Jh., bei dem heidnisch gebliebenem JULIUS (IULIUS) OBSEQUENS und dem unter den Ostgoten arbeitenden CASSIODORUS (H. J. HILLEN 2000, S. 662 ff.). Das Manuskript des IULIUS OBSEQUENS wurde 1508 bei ALDUS MANUTIUS in Venedig mit anderen antiken Texten gedruckt, aber das Manuskript ist nun verloren. Einige Schriftrollen-Reste mit älteren Inhaltsangaben von LIVIUS wurden 1903 und 1934 gefunden (S. 662).

Die Zeit des Bürgerkrieges, des Krieges von CAESAR gegen POMPEIJUS, und danach. Besonders an POMPIJUS und die für ihn gegen CAESAR verlorengehende Schlacht von Pharsalos im nordgriechischen Thessalien am 9. August 48 v. Chr. erinnerte in der Zeit NEROs **LUCANUS** (s. 1973, W. EHLERS), in einem Epos. LUCANUS war der Neffe des SENECA, stammte wie sein Onkel aus Spanien und ging wie SENECA an den Hof NEROs. Wie SENECA wurde er von NERO 65 n. Chr. zum Selbstmord gezwungen, LUCANUS 26 Jahre alt. Erhalten blieben vom Werk des LUCANUS 2 Palimpsestfragmente noch aus dem 4. oder 5. Jh. n. Chr. aus dem Kloster Bobbio und ein winziger Papyrusrest aus dem 6. Jh., und dann gibt es die im 9. bis 11. Jh. abgeschriebenen mehr oder weniger vollständigen Haupthandschriften (W. EHLERS in LUCANUS 1973, S. 580). Der um 58 n. Chr. in Gallien geborene **TACITUS** (D. R. DUDLEY 1969; L. MÖLLER in TACITUS 2012), erlebt entscheidende Jahre der römischen Kaisergeschichte, von NERO über das krisenhafte 3-Kaiserjahrist mit der Zerstörung von Jerusalem 70 n. Chr. und dann die Jahre des DOMITIAN, NERVA und des ab 98 regiernden TRAJAN, die als Beginn der großartigsten Zeit der römischen Geschichte gilt. TACITUS überlebte TRAJAN nur um wenige Jahre und starb um 120, als HADRIAN Kaiser war. In der Provinz Britannia war er selbst, bis hinauf in den nicht bezwingbaren Norden und verfaßte eine Monographie über seinen in Britannien die Kämpfe

leitenden Schweigervater AGRICOLA. In seinem nur in den erste 4 und einem halben 5. Band erhaltenem Geschichtstwerk wird das 4-Kaiser-Jahr 68/69 und dann die flavische Dynastie ab VESPASIAN behandelt. In den auch nur teilweise erhaltenen 'Annalen' geht es zurück zu kritischer Beurteilung der Zeit des AUGUSTUS und dann vor allem um TIBERIUS und CLAUDIUS. Fast Vergessen, holt ihn ein Kaiser TACITUS im 3. Jh. mit Förderung von Abschriften für Bibliotheken und späterAMMIANUS MARCELLINUS wieder ans Licht (D. R. DUDLEY 1969, S. 17). Das unter dem Titel '**Germania**' bekannt gewordene Werk wurde bei vom Papst NIKOLAUS V. veranlaßter bewußter Suche nach alten Manuskripten **in einer einzigen Abschrift** in der Abteibibliothek im Kloster Hersfeld vom Humanisten ENOCH VON ASCOLI gefunden und 1455 nach Rom gebracht (L. MÖLLER 2012, S. 79). Auch die anderen Werke des TACITUS blieben nur wenig erhalten, so 2 Manuskripte in Florenz (D. R. DUDLEY 1969, S. 247). Die Revolutionäre in Frankreich nach 1790 und die in den USA griffen in ihren Reden immer wieder auf die Antike und dabei oft auf TACITUS zurück (D. R. DUDLEY 1969, S. 249),. Der 37 n. Chr. geborene Jude **FLAVIUS JOSEPHUS** kann dem Tode in der Niederwerfung des jüdischen Aufstandes durch TITUS 70 n. Chr. entkommen und schreibt dann in Rom lebend, und nach dem Jahre 100 n. Chr. gestorben in Griechisch über den 'Jüdischen Krieg'. Er wird bei den Juden auch als Verräter gesehen, der sich gegen den Willen der von ihm Befehligten den Römern unter VESPASIAN ergab und dessen Günstling wurde (a. K. BRANDI 1952, S. 27). **SUETON**, GAIUS SUETON(IUS) TRANQUILLUS, mit der Lebenszeit wohl 70 n. Chr. bis nach 122, ist der Historiker der Kaiserbiograpien. Von ihm etwa sind wir ausführlicher etwa über Kaiser NERO unterrichtet. Biographien, und zwar 'Doppelbiographien', verfaßt **PLUTARCH**. Zwar in der römischen Kaiserzeit lebte der um 95 n. Chr. in Alexandria in der dortigen griechischen Oberschicht geborene und nach 160 n. Chr. in Rom gestorbene **APPIAN** (Wikipedia 2019), aber in seinem zu großen Teilen erhaltenen in Griechisch verfaßten Geschichtswerk 'Rhomaika'/'Römische Geschichte' behandelt er die **Kriege** der Römer **bis zum Ende der Republik**, geographisch geordnet. Von APPIAN wissen wir das meiste von den römischen Bürgerkriege nach der Ermordung CÄSARs, und er liefert auch Kenntisse über den Gladiatorenaufstand unter SPARTACUS (YouTube 2019). Ebenfalls Griechisch schreibt der aus Nikaia/Bithynien stammende, um 163 n. Chr. geborene **CASSIUS DIO**, der hohe Verwaltungsämter innehatte bis bis zum Proconsul in Afrika und Statthalter in Pannonien und Dalmatien (Wikipedia 2016). Auch er beginnt mit dem Aeneas als Ahnherr Roms. Teile seiner 'Bücher' sind dank byzantinischer Abschreiber vollständig erhalten, andere verloren. Die dann schon in Konstantinopel sich abspielende römische Geschichte von 353 bis zu einer schweren römischen Niederlage gegen die Goten 378 vermittelt **AMMIANUS MARCELLINUS** (s. u.; dtsch. s. 1968; W, SEYFARTH 1968). Wie

durch Zufall Schriften römischer Autoren entdeckt wurden, zeigt auch die 1819 in der Vatikanischen Bibliothek durch den damaligen Präfekten der Bibliothek und späteren Kardinal ANGELO MAI (H. NEUHAUS 1996, S. 76/77) gefundenen Teile der 'De re publica', 54 - 51 v. Chr., von **CICERO**, die als abgekratzter Text aus dem 4. Jh. auf einem von den Mönchen des Klosters Bobbio im 7. Jh. auf dem nunmehr erneut beschreibbaren Pergament einen Kommentar des Kirchenlehrers AUGUSTINUS zu den Psalmen des 119 - 140 schrieben, wobei der alte Text, als **Palimpsest**, rekonstruierbar war. MAI konnte die Reihenfolge der durcheinander gebrachten Blätter wieder herstellen, und durch Einordnung bereits bekannter Fragmente erschien 1822 die erste Eidition der 'De re publica' und diese wurde Pflichtlektüre an Gymnasien.

'**Weltgeschichte**' gibt es bei HERODOT. Und eine "Weltgeschichte von den Anfängen bis Augustus" lieferte in der Zeit des Kaisers AUGUSTUS POMPEIOS **TROGUS** (dtsch. 1972). Das umfangreiche Originalwerk ist verloren, aber um 200 n. Chr. hat JUSTIN einen umfangreiche Auszug daraus veröffentlicht, etwa 1/10 des ursprünglichen Textes (O. SREL 1972, S. 7). Wie immer man nunmehr zu dem Werk steht: aus dem Mittelalter sind über 200 Handschriften, also Abschriften, des Textes von JUSTIN vorhanden. Und 1470 erschienen gleichzeitig in Rom und Venedig 2 Druckausgaben, waren also die mit ältesten Drucke eines römisch-lateinischen Historikers.

## Das Material und die Form, in welcher Gedanken festgehalten wurden

Zur soft-ware, dem Gedanken, ist zum Festhalten die hard-ware, ein Material zum Aufbringen von Buchstaben, von Schrift, oder auch von Bildern erforderlich.

Für die Erschließung von manchem Geschehen auch in den Provinzen, etwa auch über Militärisches und Alltägliches, so für Handwerker und ihre Bezeichnungen, sind einigermaßen erhaltene und lesbare **Inschriften** wichtig, erfaßt in der eigenständigen historischen Hilfswissenschaft der **Epigraphik**. Für sie interessierte man sich schon in der Renaissancc. KONRAD PEUTINGER wandte sich 1505 und 1520 denen in Augsburg zu und der kaiserliche Gesandte BUSBECQ/BUYSBECCHE (J. KUSZYNSKI 1978, S. 161) beachtete welche im Osten, in Ancyra, wo später Ankara entstand (Wikipedia 2013). Systematisch sammelte Inschriften dann der Historiker THEODOR MOMMSEN, zuerst als 27-jähriger ab 1844 in Italien und besonders Süd-Italien und wird nach einem weiteren Italienaufenthalt nach langem Warten 1854 offiziell von der Berliner Akademie für die hier aufgenommene Arbeit an einem 'Corpus inscriptionum Latinarum', einer auf Vollständigkeit gehenden

Sammlung aller auffindbaren Inschriften angestellt (TH. KUSZYNSKI 1978). Als junger Mann war er etwa auf einer Leiter zum Abschreiben einer Inschrift an einem Brückenbogen hochgestiegen (zit. S. 20) und auch nach späterer Zuarbeit anderer und Literaturauswertung kann er schließlich über 150.000 Inschrften auswerten, "der größte Epigraphiker der Geschichte" (S. 167). Andere folgten. Über PLINIUS den JÜNGEREN (Einleitung zu 1984, S. XXX) fanden sich bis 1984 3 Inschriften, Sie berichten vor allem von seiner Ämterlaufbahn, bis zum Statthalter von Bithynien unter TRAJAN. Die erste Inschrift, wohl aus Comum, war später als Baustein verwendet worden und wurde in der Kirche des Heiligen Ambrosius in Mailand entdeckt - auch ein Beispiel für das Schicksal mancher Inschriften.

Wer als bleibend gedachte Inschriften und Monumente schafft, der rechnet mit einem Fortbestand der bestehenden Gesellschaft, die sich auch bei möglicher Wandlung der sie schaffenden Anfänge erinnern soll. 'Denkmalsstürze' kennzeichnen als bleibend gesehene revolutionäre Totalveränderungen. Wobei manchmal so viele Denkmale geschaffen wurden, in der neuesten Zeit, daß ein Ausjäten manchmal unvermeidlich erscheint.

Bedeutende historische Quelle waren auch die **Münzen**. So gut wie jeder Regent und das auch weit hinein in die Neuzeit, ja unsere Zeit, ließ eigene Münzen prägen, mit seinem Bildnis, und das auch bei nur kurzzeitig regiereden Personen, und von manchem bald Gestürzten blieben Münzen als Zeugnis.

Von manchem im Alltag, von Kenntnissen der Geschichte und der Natur berichten die zahlreich erhaltenen **Mosaiken**. Selbst beim Einsturz von Häusern blieben die Fußböden oft erhalten und konnten wieder ausgegraben werden, Die verschiedensten Mosaiken aus den verschiedensten Regionen in der Zeitfolge zusammengestellt nähern sich fast einer bildlichen Enzyklopädie der römischen Zeit.

## Der neue Beschreibstoff Pergament - Der Weg zum 'Buch'

Nachdem auch auf Tierhäuten geschrieben worden war, kam in der Antike, in Pergamon in der Zeit nach ALEXANDER DEM GROSSEN wohl in der ersten Hälfte des 2. Jh. v. die speziell zum Schreiben hergerichtete Tierhaut, das **Pergament,** auf. Auch in Pergamon wurde Wissenschaft gefördert, bestand eine Bibliothek. Lieferstopp von Papyrus aus Ägypten, das im wesentlichen ein Papyrus-Monopol besaß, soll zu der Erfindung des Pergament geführt haben. Gegenüber dem Papryus war Pergament wesentlich haltbarer, benutzt bis in die Neuzeit für Urkunden und für auf Dauer angelegte Werke. Ein Teil der berühmten Rollen vom Toten Meer, von Qumram, besteht aus Pergament. In welchen Mengen Pergament für wichtige Zwecke hergestellt wurde, wird deutlich, wenn berichtet wird, daß EUSEBIUS

in Kaisareia/Cäasarea für die neu gegründeten Kirchen in Konstantinopel auf Bestellung von Kaiser KONSTANTIN 50 "kalligraphierte Bibelhandschriften in Form von Pergamentkodices ... auf zwei Wagen der staatlichen Post" nach Konstantinopel bringen ließ (H. HUNGER 1965, S. 108). Dem Mittelalter erst gehört das **Papier.**

Die Herstellung von Beschreibstoffen, ob die des Altertums oder im hohen Mittelalter das Papier, erforderten viel Arbeit, einst vom Ernten der Papyrus-Stauden bis zu der aufwendigen Herstellung der zu beschreibenden Materialien. **Viele mußten arbeiten, damit relativ wenige schreiben und** eine begrenzte Zahl Gebildeter beliebig **lesen konnten.** Nur von letzteren haben wir im wesentlichen Nachricht, auch Abbildungen von ihrem Schulunterricht. Aber das Altertum hinterließ dennoch recht umfangreiche Texte, etwa von den Historikern der römischen Zeit oder auch aus den philosophisch-christlichen Auseinandersetzungen in der Spätantike.

Die Rolle wurde mit ersten Spuren im 1. Jh. v. Chr. in der Spätantike ersetzt durch den **Kodex, das Buch**, mit Blättern resp. Seiten, von Pergament oder Papyrus, die **aufgeblättert** werden konnten (G. MORAVCSIK 1976, S. 90). Auf- und einklappbare **Wachstafeln**, wie sie römische Schulszenen überliefern, waren ein Vorläufer. Auch Akten ließen sich nebeneinder besser zusammenstellen. Die Blätter für einen Kodex wurden in der Mitte gefaltet, 8 solche Blätter mit Mittelfalte übereinandergelegt, und diese bildeten ein Heft, das also einseitig beschrieben 16 Seiten aufwies. Die Hefte konnten vereinigt werden. Das Lesen auf aufblätterbaren Seiten, auch das Nachschlagen von Seiten, waren gegenüber der Verwendung von Rollen leichter. Auch der Kodex führt ins Mittelalter.

Für normale Sterbliche gab es abwachsbare Wachstafeln. aber auch bleibende **Holztäfelchen** etwa für Briefe, die Legionaäre von der Front schrieben.

## Herausbildung des Römischen Imperium - in Nachbarschaft zu den Etruskern

Ein kleines, schließlich ein mehr oder weniger das uns bekannte Latein sprechende Volk, die Latiner, setzte sich in manchen Kämpfen gegenüber teilweise großartigeren Nachbarn, etwa den teilweise auch verbündeten **Etruskern** ringsum und den Samniten und Griechen im Süden durch, konnte die Kelten aus dem Norden und im Norden mehrfach besiegen. Woher stammen die Etrusker/Etrurier aus Lydien oder entstanden aus Vorzeitkulturen autochthon? Einen etruskischen Zentralstaat gab es nicht, von 12 etruskischen Hauptstädten ist die Rede, Städte geblieben meistens bis heute, und einst auch in Städtebündnissen vereint. In der **Toskana**, die



Abbildung 160: Nachbildung der Chimäre von Arezzo.

im Mittelalter auf ihre etruskische Vergangenheit zurückschaute, gab es Arretium, das spätere **Arezzo** (A. SEMRAU 1925, S. 7), wo am 15. November 1553 beim Festungsbau die Bronzeplastik der '**Chimäre** von Arezzo', ein Phantasietier und eines der bekanntesten Kunstwerke der Etrusker gefunden wurde, zu sehen heute in Florenz (Wikipedia 2017) und fast Symbol der sich auf die Etrusker beziehenden Toskana, auch der MEDICI.

Etruskerstadt war Umbriens auf einem 493 m hohen Hügel gelegene Hauptstadt Perusio, **Perugia** (Wikiepdeia 2017). Die auf einem 550 m hohen Bergrücken liegende Stadt **Volterra** wurde mit einer 7 km langen Ringmauer umgeben, von der Reste, ein Tor, in die spätere heutige Mauer eingingen.

Nicht weit von Rom entfernt liegt die Stadt **Tarquinia**, einem Zentrum der Etrusker mit zahlreichen in die Erde gesenkten, reich bemalten Grabkammern, die ein angenehmes Etruskerleben mit schönen Frauen vorführen. So etwas gab es wohl nur für eine Elite. Etruskerstadt war auch **Orvieto**.

An das Griechische angelehnt ist die **Schrift** der Etrusker, aber während die Griechen Zahlen durch Buchstaben wiedergeben, so sind die später von den Römern übernommenen etruskischen Zahlzeichen 'hieroglyphischer Art (G. WALTHER 1993, S. 352).

Außer den Etruskern hatten auch andere der Völker auf der italienischen Halbinsel ihre **eigene Sprache**. Die Samniten sprachen **Oskisch** (Wikipedia). In den grie-



Abbildung 161: Etrusker-Totenstadt Orvieto.



Abbildung 162: Etruskerstadt Volterra, Befestigungsreste.

chischen Kolonien im Süden war Griechisch üblich. Erst mit der Zeit setzte sich das Latein durch.

Für das Mittelmeergebiet und angrenzende Regionen kam mit dem Aufstieg der Lateiner und dem Römischen Reich ein **neues Kapitel sogar in der 'Weltgeschichte'**, denn wo auf der Erde wird heute nicht immer noch von "Rom" nicht nur gesprochen, sondern mit Roms Aufstieg und Fall eigenes mögliches drohendes Schicksal verglichen. **Um 509 v. Chr. endete** die oft eher von Sagen geprägte **Königsherrschaft**, also einer ringsum bestehende Herrschaftform, ob nun Einzelherrscher vielleicht auch eher Tyrannen oder dergleichen hießen. Von wem kam in Rom der Gedanke zur Republik, mit klarer Verfassung? Von den Griechen? Den Etruskern mit ihren Einzelstädten? In den folgenden Jahrhunderten setzte sich die **Republik mit ihrer Verfassung** durch. Die herrschenden Stände, trotz rechtlicher Sonderstellung aber nicht immer unbedroht, waren die Senatoren und Ritter. Ämter waren mit 2 Mann besetzt, wurden nur für 1 Jahr ausgeübt und konnten von denselben Personen nicht in einer nachfolgenden 2. Amtszeit ausgeübt werden. Der Senat und Volksversammlungen übten Kontrolle. Für die Ämterinhaber galt eine einzuhaltende Stufenfolge, mit dem **Quästor** als obersten Richter, dem die Polizeigewalr ausübenden **Ädilen** und oben, auch mit Doppelspitze, die für 1 Jahr für alles verantwortlichen **Konsuln** (Internet u. a,). Es leben von der römischen Republik bis in die heutige Zeit fort Begriffe und Einrichtungen wie "Senat" , "Zensor", "Kapitol". Das ist nicht nur eine historische Verbeugung, sondern wie auch die Verfassung von Athen eine wenigstens teilweise anregende Übernahme von geeigneten politischen Institutionen. In der 'Kaiser'zeit, dem 'Prinzipat', einem 'quasi-monrchischen Regime', blieb vieles von den Instiutionen der Republik erhalten und galt der 'Kaiser' eher als Spitze denn als Alleinherrscher. Aber der Imperator befehligte die Armee und war bsonders geschützt durch seine **Prätorianer**, seine im 1. Jh.n. Chr. etwa 9.000 zählende Leibgarde. Armee oder die Prätorianer konnten auch recht selbständig werden und mancher 'Kaiser' fiel durch sie. Prätorianer brauchten einen Kaiser, sonst hatten sie keine Existenzberechigung in ihrer Sonderstelung mi Privilegien. Auswärtige Armeen erhoben manchmal einen neuen Kaiser und marschierten dann nach Rom, wo der neue Kaiser sich durchsetzte oder auch nicht. Eine Erblichkeit der Kaiserwürde gab es nicht, auch wenn **zeitweilig Dynastien**, Vater, Söhne und Enkel oder Verwandte, die Kaiserwürde erhielten.

Mit der Ausdehnung des Imperiums entstanden **Provinzen**, verwaltet vom noch regierenden Konsul oder das auch nach seiner Amtszeit. Gesprochen wird auch vom **Prätor.** Die in den neuen Provinzen schon bestehende Einrichtungen, vor allem die Kulte. wurden möglichst bestehen gelassen, um Unruhen zu vermeiden, denn die Steuereintreibung und Lebensmittel- und Ressourcenlieferung war das

Entscheidende. Von der Küste Phönikiens bis zum westlichsten Ende des Mittelmeers wurde Rom die herrschende Macht, war **das gesamte Mittelmeer** und ein Randmeer wie weithin das Schwarze Meer, wenigstens nach dem Sieg über die Seeräuber, in seiner Hand, war Teil eines in diesem Teil der Erde noch nie dagewesenen durchorganisierten Großreiches. Nur wenige abhängige eigene Staaten existierten in diesen Grenzen, so Mauretanien, Thrakien, Kappadokien. Von vornherein vorherzusehen war das nicht. Es wurde auch kaum angestrebt, da das schließlich Erreichte nicht planbar war. Es ging zunächst nur um das Überleben in der eigenen Region. Mit dem 1868 in Schitomir in der Ukraine geborenen und nach der Bolschewistischen Revolution in den USA, ab 1920 in Madison wirkenden Althistoriker MICHAIL I. ROSTOVTZEFF muß man sagen (1942, S. 111), daß die Entstehung des großen Römerreiches "das natürliche Ergebnis einer Reihe von Ergebnissen" war, "deren Folgen niemand in Rom voraussah oder voraussehen konnte. Doch ist das Wachstum Roms zum Weltreich eins der Hauptereignisse der Weltgeschichte, das ihrem Gang eine neue Wendung gegeben hat." Rom - die unbeabsichtigt zum "Weltreich" gewordene Polis. Aber welches große Reich, welcher Staat entstand nicht deshalb, weil sich dazu Möglichkeiten boten (H. MÜNKLER 2005), die Ausnutzung der Schwäche von Nachbarn, manchmal zeitweilige und im Prinzip überwindbare Schwäche. Die Römer waren durchaus seßhaft, blieben es auch nach Übersiedlung in andere Regionen in den neuen Regionen und es waren wandernde Nomadenvölker, welche 'Rom' zusetzten. Aber, wenn sich ALEXANDERs Reich bald zerstückelte, das Römische Imperium dauerte von der Eroberung Karthagos 146 v. Chr. an gegen 600 Jahre und es wiederaufzurichten war der Gedanke über weitere Jahrhunderte. 1772 hatte SCHLÖZER in seiner "Universalgeschichte" geschrieben von "... die größe aller Revolutionen, die befestigte Uebermacht der Römer über alle Völker des (damals bekannten) Erdkreises, ... " (S 23). Die Folgen der römischen Eroberungen sind bis heute weithin spürbar, man vergleiche die Sprachen und vieles in der Kultur westliche des Rheins und auf der Iberischen Halbinsel mit dem östliche des Rheins. Daß es einmal so etwas wie "Europa" im politischen und religiösen Sinne geben würde, war in vielem eine Folge der umfassenden römischen Imperiums, auch wenn es nach Norden und Nordosten seine Grenzen hatte. Antikehistoriker und Altphilologen haben sich bemüht und setzen das noch fort, **jedes Jahr,** manchmal jeden Tag der römischen Geschichte in den verschiedensten Regionen aufzuklären, in ihren Ereignissen zu erfassen.

Um zu vergleichen: Das Römische Imperium kam im Unterschied zum zeitbegrenzten Arabischen Großreich und dem Mongolenreich nicht plötzlich über die Völker. Die Geschichte des Römischen Imperiums zeigt einen für **manche historischen Entwicklungen typischen Zug**: Einmal entstanden wird dann **von Generation zu Generation**, **von Führungspersönlichkeit zu Führungspersönlichkeit fortgesetzt** und **ausgebaut** und **erweitert**, was da in Angriff genommen wur-

de. Das galt für die Konstatierung und Ausbreitung des Christentums, später auch des Islam, des Papsttum, der mittelalterlichen Kaiserreichs und dann vieler europäischer Staaten, so Englands, Frankreichs und des Russischen Zarenreichs, des Protestantismus und auch der katholischen Gegenreformation, ja auch kleiner Fürstentümer und Teritorialstaaten. Generation auf Generation stirbt und die Ziele bleiben und der Stolz des Völkes läßt sich einbeziehen. Man sehe auf **Preußen**: die Entwicklumg von der Kurmark über einen Teil des Ordensstaates, 1648 Einbeziehung des Herzogtum Magdeburg, 1763 endgültig Einnahme von Schlesien, dann große Teile von Polen, 1815 großer Teile von Sachsen, von Provinzen im Westen wie Jülich-Berg, 1866 des Königreichs Hannover. Gefährlich wird es, wenn solche Entwicklungen an Grenzen stoßen, Sättigung als verwerflich erscheint und Grenzen als mit kalkulierbarem Risiko überwindbar eingeschätzt werden, wie sich das Deutsche Ksierreich unter WILHELM II. einbildete. Wer zu eigene Wege ging, Uneinigkeit und etwa Staatsteilungen zuließ, wurde zumindestens zeitweilig ausgeschaltet, so Sachsen und Polen, und die Restauration und Regeneration konnte Jahrzehnte oder mehr als ein Jahrhundert dauern, verlangte oft eigenwillige Vorgänge wie den Ersten Weltkrieg.

**Das Römische Imperium** wirkt bis heute jedenfalls in gewissen Zeiten als großartig durchorganisiert bei außer dem Staatskult großer religiöser Toleranz und bei der großen lateinisch-griechischen Zweisprachigkeit und den vielen Sprachen an den Rändern. Und 'Rom' zerfiel nicht, auch wenn gewaltige finstere innere Wirren ausbrachen, zerfiel nicht in mörderischen Bürgerkriegen, unter der Herrschaft von nicht so einfach absetzbaren wahnsinnig wirkenden Kaisern, in Putschen des Heeres oder einzelner Heeresteile oder der kaiserlichen Leibgarde, der **Prätorianer**. Völlig separatistische Tendenzen waren selbst in den Bürgerkriegen und Putschen selten und nur randlich. Aber durch die Römische Geschichte zieht sich auch eine Blutspur und eine Spur von Grausamkeit und Unterdrückung sondergleichen. Blut von Anfang an, als der sagenhafte Romgründer Romulus seinen Bruder Remus wegen dessen witzigem Springen über die erste niedrige Stadtmauer erschlug. Man fragt sich, **woher denn immer wieder die vielen neuen Menschen kamen**, die man umbrachte oder umbringen ließ oder beim Bauen und in den Kriegen verbrauchte? Der **normale Mensch zeugt und zeugt,** wenn er nur irgendeine kurze Pause hat und sei es in der Sklaverei! Wer Menschenmaterial hat, der verbraucht es. Das bis in die Neuzeit.

'Rom', jedenfalls jenes in der Gestalt bis um 320 n. Chr., war nicht von jenem 'ewigem' Bestand, wie es das innerlich allerdings auch öfters schwer zerrüttete und sogar zweimal von außen besetzte Chinesische Reich zeigt, mit einer allerdings Eindringlinge aufsaugenden Bevölkerungsgröße? Und 'Rom' im Grunde immer mit derselben Ökonomie, ohne mit vielleicht Ausnahme architektonischer Leistungen

bahnbrechende technische Fortschritte über die Nachbarn wie die Griechen, ja selbst über die Kelten hinaus. Ohne immer wieder in Frage gestellt erneuerte wissenschaftliche Erkenntnisse. So etwas wie eine "wissenschaftliche Revolution" kam auch mit den großen überlieferten Gelehrten der römischen Zeit jedenfalls nicht. 'Rom' stand andererseits keine räumlich nahe überlegene Großmacht gegenüber, wenn auch im 3./4. Jh. zunehmenden die Einfälle von Fremdvölkern als sich summierende Nadelstiche immer bedenklicher wurden. Das Perserreich war bestenfalls gleichwertig, wenn auch oft gefährlich. Die Großgrundbesitzer, überhaupt die römischen Adligen, müssen trotz mancher Ausrottung auch unter ihnen wohl als jene gelten, für welche im wesentlichen Politik betrieben wurde.

In seiner **inneren politischen Gestaltung** machte 'Rom' manche Wandlungen durch. Mit 'Königen' hatte es angefangen, 'Könige'. wie sie im Mittelmeerraum allgemeinen üblich waren. Warum ging 'Rom' dann zur Republik über, wie immer einzelne Führergestalten sie fast diktatorisch gestalteten? Waren es die griechischen Poleis, allen voran Athen, welche die römische Innenpolitik beeinflußten, als sich das Königtum wenig annehmbar benahm, und das noch bevor Griechenland in das Imperium einbezogen wurde?

'Rom' dachte in nahezu verbrecherischer Weise militärisch. an **Ruhm im Krieg**, Sieg über auch künstlich herausgeforderte Gegner, Nachahmung von ALEXANDER, das sollte die Tugend eines höheren, etwas unternehmendem römischen Mannes sein, der eine politische Karriere anstrebte. Einst wohl eher im Dienste der Elite, verselbständigte sich das Heer immer mehr (H. G. WELLS 1926/1948) und Armeen an den Reichsgrenzen machten schließlich die Kaiser. **Viele männlichen Römer** waren jahrelang, je jahrzehntelang **in der Armee,** lebten in deren Lagern und zogen mit diesen mit, einer drakonischen Disziplin unterworfen. Diese Männer standen also in ihren aktiven Jahren **unter Disziplin und Kontrolle** und konnten kaum allein politische 'Dummheiten' machen, wie oft ihre Führer. Die einfachen Legionäre waren **auf Führerschaft angewiesen**. Von dieser erhielten sie Lob, Anerkennung, Auszeichungen oder strenge Strafen bis hin zur Hinrichtung für etwa Feigheit, Bei Feigheit einer größeren Schar konnte jeder "Zehnte"von ihr hingerichtet werden, es wurde '**dezimiert**' (10 = decem). Die Armee wurde auch zu zivilen Aufgaben herangezogen, für Bauaufgaben, etwa zum Brückenbau.

Auch die **Waffen** wurden immer verbessert, auch damit wurden die römischen Legionäre immer siegreicher. Die Gegner der Römer, so die Kelten, beaßen ebenfalls Eisenwaffen, sogar guter, sogar überlegener Qualität (J-VOGT 1983, S. 339). **Waffentechnisch** waren die **Gegner** den römischen Soldaten oft **ebenbürtig**. Die Organisation, die Disziplin, mit den territorialen Einverleibungen auch die Kriegerzahlen, brachten Rom trotz mancher Niederlage immer wieder den Sieg. Aber es galt die Provinzen so zu regieren, daß die Armee nur in Aufstandgebieten

nötig waren und dort hart einschritten (W. DAHLHEIM 2013, S. 150 u. a.).

Aber die geschmiedeten Eisenwaffen der Römer waren doch ebenso von hoher Qualität. Der Wurfspeer, das **Pilum**, hatten große Durchschlagskraft. Mit dem Kurzschwert, **Gladius**, wurde der Nahkampf gehührt. Nebeneinander stehende Legionäre konnten auch ihre großen **Schilde** so über den Kopfhalten, daß ein gemeinsamer schildkrötenartiger Schutz bestand. Eiserne **Schuhnägel** an der Unterseite der Schuhe erleichterten das Laufen so, daß man, wie es einmal hieß, auch mit den Füßen die Welt eroberte. Experimentelle Archäologen hat vieles in Anwendung der Technik der Römerzeit nachgebaut und überprüft. Nicht Waffenüberlegenheit allein, sondern eben auch **Disziplin und Organisation** und dann die **Kriegsmaschinen** vor allem im Belagerungskampf, sollten Überlegenheit herbeiführen.

Zur Zeit von NERO gab es außer Hilfsverbänden 28 Legionen. Dazu kamen die Flotten, auch auf Rhein und Donau und im englischen Kanal und im Schwarzen Meer.

Die alten Eliteschichten, die Senatoren, erlitten immer wieder Ausmerzungen aus ihren Reihen.

Bei anderen Völkern, so den Germanen, galt der Kriegsruhm ebenfalls als hoch, jedenfalls wie TACITUS in der 'Germania' schilderte. Verlust des Schildes sollte zum Ausstoßen aus der Gesellschaft führen. Und die Chatten ließen sich "Haare und Bart wachsen" bis sie endlich "einen Feind getötet haben" (TACITUS in 2012, S. 116), also offensichtlich Töten um des Tötens willen? Dabei sollte es andererseits gemäß TACITUS keinen Mangel an Lebensraum gegeben haben, denn die "Anbaufläche wechseln sie jährlich, und doch bleibt noch Land übrig" (TACITUS in 2012, S. 111). Wofür der Kampf? Aggression ohne Sinn? Leute, die sich auch sinnlos dem Trunk ergeben konnten (S. 109). Töten um des Tötens willen wie Schrumpfköpfe sammelnde Südseevölker und Skalpe sammelnde Indianer. Es hat schon schreckliche Sitten bei manchen Ethnien gegeben, auch bei den Kelten der Antike. Wenn Kolonisatoren der Neuzeit hier ein Ende setzten, dann war das eine der wenigen guten Taten.

**Jenseits der Grenzen** des Römerreiches. zuletzt also auch in England, hinter den Liimes, lebten wenig bekannte Völker, östlich des Rheins die Germanen und im Osten jenseits des Schwarzen Meeres die **Skythen**. Menschen südlich der Nilkatarakte, also die des Reiches von Meroe, sowie Inndien oder China blieben den Römern weitgehend unbekannt.

## Das Werden eines Imperiums - des Römischen Imperium

Es wurden begründet mit unterschiedlich verwalteten Teilen, wobei es bis zum Höhepunkt unter TRAJAN zu Anfang des 2. Jh. n. Chr. immer schneller wuchs. In **Italien** schloß Rom zunächst nur Bündnisse mit nominell unabhängigen Kleinstaaten, oft nur Städte, "mehr als 150 einzelnen äußerlich unabhängigen Territorien" (H. TRIEPEL 1943, S. 456). Nicht untereinander und nur mit Rom sollten diese Staaten Verträge schließen und 340/339 v. Chr. gab es Auflehnung gegen Rom, das sich auch noch in einem Bundesgenossenkrieg 91- 88 v. Chr. durchsetzen mußte. Nur ein mehr oder weniger vereinigtes Italien konnte jener Rückhalt sein, daß Rom sich bei zunehmender erschwerter eigener Landwirtschaft mit Getreide von Sizilien und dann Nordafrika versorgen konnte und den **Konkurrenten Karthago** auszuschalten vermochte. **Immer neue Ethnien**, mit anderer Kultur, anderer Sprache, wurden **eingegliedert**. Nach dem Sieg mußt die Festigung der Herrschaft folgen, und das konnte vor allem im Osten nur unter Einbeziehung von jedenfalls Teilen der dort vorhandenen Eliten geschehen (W. DAHLHEIM 2013, S. 21).

Bis 195 v. Chr. hat Rom Teile der Nordküste **Nordafrika**s besetzt. mit den Siegen über **Karthago** und namentlich dessen Zerstörung 146 v. Chr. Schrecklich und von römischen Historikern berichtet und verabscheut war **Karthago** auch, weil vor allem wohl bei Gefahr Menschenopfer, **Kinderopfer**, dem Gott **Baal**, im Feuer geopfert wurden, und gelten als materiell nachgewiesen durch ausgeglühte Kindergebeine in Tongefäßen (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 88), etwa 20.000 Kindergräber (YouTube Imperium Folge 3). Wohl keine Familie blieb dann vom Kinderopfer verschont. Eine Gemeinschaft mit reichen Handelsherren und Schiffsführern ist also nicht davor gefeit, größtem religiösen Wahnsinn zu verfallen. Aber die Kinderopfer werden auch bezweifelt (so von J. SCHWARTZ, Univ. Pittsburg, s. SPIEGEl) und als römische Propaganda abgetan. Die Kindergräber stammten von Totgeburten. Und bei den Römer selbst gab es Kinderaussetzung. Von Karthago (a. YouTube) wird Sizilien, Korsika, Sardinien genommen und die Karthager besetzen **Hispanien**. Der karthagische Feldherr.HANNIBAL erobert 218 v. Chr., **Sagunt**, das entgegen einem vorangegangenen Vertrag sich den Römern zugewandt hatte und zieht dann mit einem Heer und dabei 37 Kriegselefanten über die Alpen, schägt die Römer immer wirder und besiegt am 2. August 216 in einer Kesselschlacht die Römer bei **Cannae** in Apulien. 130.000 Kämpfer standen sich gegenüber. HANNIBALs Hoffnung auf die von Rom einst besiegten Italiker erfüllt sich nicht. Rom wird nicht genommen. Im Mittelmeer operiert eine römische Flotte. HANNIBAL verliert gegen den nach Afrika übergesetzten römischen Feldherrn SCIPIO 202 bei Zama südlich von Karthago. Rom hatte im 2. Punischen Krieg etwa 200.000 Kriegsopfer. Verflucht und Trümmerhaufen 146 v. Chr durch SCIPIO der JÜNGERE war

die Lage Karthagos allerdings zu günstig, um nicht später ein neues römisches Karthago aufzubauen, Römisch wurde **Numidien** im mittleren Nordafrika, in dem vom Konsul NUMIDIUS ab 111. v. Chr. gegen den König JUGURTHA und von **SALLUST** später beschriebenen 'Numidischen Krieg'. Auf der **Iberischen Halbinsel,** dem Lande der Iberer und dann auch von Kelten und vermischten Keltoiberern, drangen die römischen Truppen **bis hoch in den Norden** vor. Im Westen Hispaniens gab es den Kampf mit der Guerrila unter den Lusitanier-Führer VIRATHIUS, umgebracht 139 v. Chr. 138/137 v. Chr, gründeten die Römer die Stadt Bracara Augusta (Wikipedia 2016), die später Braga wurde. Am härtesten war der zehnjährtige Kampf um die im Zentrum der Iberischen Halbinsel gelegene kelto-iberische Hauptstadt **Numantia**, deren Bewohner zu Recht die Sklaverei fürchteten und die sich bei der Einnahme 133 v. Chr. durch SCIPIO den JÜNGEREN teilweise eher selbst töteten als die Freiheit zu verlieren. O, Rom! An Dir klebt manches Blute, das die Nachwelt verschwieg! Die etwa das heutige Portugal umfassende Provinz **Lusitania** kam unter CÄSAR zustande. Nicht weiter kam man lange im Nordwesten, mit **Asturien**, erobert 19 v. Chr. Unter AUGUSTUS war also **ganz Hispania römisch** und war in **mehrere Provinzen** eingeteilt. Die lateinische Sprache und Kultur prägte nun die Iberische Halbinsel, die also unter einheitlicher Herrschaft stand, wie später lange Zeit nicht wieder.

Die römischen Truppen waren zur Zeit des Kampfes mit Karthago auch schon in **Griechenland**. 'Rom' strebte **nach den griechischen Regionen** lange **bevor** es sich **dem Norden** zuwandte, etwa Gallien. Schon 190 v. Chr., also etliches vor Karthagos Untergang, schlugen römische Truppen bei **Magnesia** am Fluß Mäander im westlichen Kleinasien das 72.000 Mann-Heer des Seleukiden-Herrschers ANTIOCHUS III. (H. L. KASTER 1986, S. 204, 236), ohne sich schon im Osten auszubreiten. Mit dem besiegten Makedonien wurde so etwas wie ein 'Freundschaftsvertrag' geschlossen, Griechenland die Freiheit von Makedonien verkündet, schließlich eine "Scheinfreiheit'. 147 v. Chr, brach Rom mit dem den Nord-Peloponnes beherrschenden **Achaischen Städtebund**. **Korinth** wurde **146** v. Chr. zerstört. Das Gebiet wurde der Provinz Macedonia einverleibt. Der 'Hegemonie' (H. TRIEPEL 1943) folgte die Herrschaft, die Zentralisierung. Den **Osten** einzuverleiben verlangte aber erst einmal den **Sieg über die** dort Meer und Küste beherrschenden **Seeräuber**. Der mit außerordentlichen Vollmachten ausgestatte POMPEJUS meisterte das in 3 Monaten mit einer neuen römischen Flotte (W. DAHLHEIM 2013 b, S. 38). Mit der Unterwerfung der Diadochenstaaten und besonders jenes der Seleukiden konnte sich Rom weitere bedeutende städtische Metrolpolen einverleiben, die Seleukidenhauptsatdt Antiochia, sodann Ephesos, Damaskus und dann auch das **Alexandria** der Ptolemäer. 63/64 v. Chr., gründete POMPEJUS die Provinz **Syria.** Sehr hart und grausam wurde die Eroberung von ganz **Gallien** durch CÄSAR, der damit seinen Aufstieg unter den römischen Politikern begründen woll-



Abbildung 163: Römertempel auf dem Puy de Dome, 1465 m.

te und konnte. Nachdem CÄSARs Legionäre schon 7 Jahre in Gallien gekämpft und auch gesiegt hatten, kam der letzte blutige und für CÄSAR gefährliche Aufstand unter VERCINGETORIX, mit der aufwendigen römischen Belagerung der Bergfestung **Alesia**. Das heutige Lyon, das römische Lugdunum, wurde später von AUGUSTUS "zum kultischen Zentrum der drei Teile Galliens erhoben" (G. GARBRECHT 1995, 118).

Mit CÄSAR entzweit, wurde POMPEJUS besiegt 48 v. Chr. an der ägyptischen Küste umgebracht.

**Furchtbare Bürgerkriege** erschütterten Rom nach dem Tode des Gallienbezwingers und nun Rom beherrschen wollenden CÄSAR. Sowohl seine Anhänger wie OCTAVIAN und ANTONIUS und seine sich als republikanischen gebenden, nach dem Osten geflohenen Mörder unter BRUTUS und CASSIUS rüsteten gewaltige Heere und Flotten aus. "Bei Philippi" in Mazedonien "sahen" sie sich im Oktober 42 v. Chr.."wieder", zweieinhalb Jahre nach CÄSARs Tod und die BRUTUS und CASSIUS kamen um. Als Republikaner war am 7. Dezember 43 v. Chr. von Anhänern der damals noch vereinten OCTAVIAN und ANTONIUS auch der große Redner CICERO grausam umgebracht worden.

Eines der eigenwilligsten Akte der Weltgeschichte war die **Einnahme des souveränen ptolemäischen Ägypten durch Rom**, mit der Beteiligung bedeutender römischer Persönlichkeiten und die unter sich Gegenspieler waren und mit einer offenbar gewaltig sex-hungrigen Ptolemäer-Königin KLEOPATRA verbunden waren. KLEOPATRAs gegen CÄSAR führende jüngere Schwester ARSINOE war besiegt worden und mußte an CÄSARs Trumphzug in Rom teilnehmern, ANTO-



Abbildung 164: POMPEJUS-Säule bei Alexandria.

NIUS war CÄSARs Gegenspieler geworden und liiert mit KLEOPATRA schien er zum Beherrscher des Ostens aufzusteigen. KLEOPATRAS Schwester ARSINOE ließ er in deren Exil in Ephesos umbringen. Es kam der wieder ein das Reich erschütternder Kampf, jetzt zwischen dem mit KLEOPATRA verbundenen ANTONIUS und dem in den Osten aufgebrochenen OCTAVIAN. Die Seeschlacht im September 31 v. Chr. an der westgriechischen Küste bei Aktium verlor gegen OCTAVIANs Flotte der dann geflohene ANTONIUS und dieser starb einige Monate später in Alexandria nach schwerer Selbstverwundung in den Armen der KLEOPATRA, die sich selbst den Tod mit einer an die Brust gesetzten Gifschlange gab. Wie schwer das Reich mitgenommen war zeigen die Verherrlichungen des immer mehr allein regiernden OCTAVIAN als 'AUGUSTUS' als der nach mancher Grausamkeit den Frieden bringende Herrscher. Formal blieb das Römische Imperium Republik und wurde nicht zur Monarchie erklärt, aber AUGUSTUS war schließlich „**Princeps**' und wurde allgemein als 'Cäsar: Kaiser bezeichner. Besonders seine Nachfolger konnten in ihrem Amt auch zu gewaltiger Willkür schreiten. Die Zeit des AUGUSTUS galt als Glanzeit, als "Anbruch eines goldenen Zeitalters" (U. VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF 1926, S. 129). Im AUGUSTUS-Mausoleum ruhen auch weitere Kaiser. MUSSOLINI wertete das Mausoleum auf (W. SCHIEDER 2008, S. 140).

Bis zur unteren Donau kam ein römisches Heer siegreich zur Zeit von AUGUSTUS. Schon unter AUGUSTUS meinte der Historiker **LIVIUS** (s. 1987, S. 9) festzustellen: "... der Kriegsruhm des römischen Volkes ist so groß, daß die Völker der Erde es ebenso gelassen hinnehmen, wenn es als seines und seines Gründers Vater gerade



Abbildung 165: Rom: Augustus-Mausoleum.

den Mars nennt, wie sie die römische Herrschaft ertragen." Gewann dadurch zum einen die sich andererseits bis auf Messer bekämpfende römische Elite, so wurde auch der römische Plebs an der Beute beteiligt, vielleicht ein bisher in seinem Umfang einmaliges Beispiel dafür, wie eine nicht oder kaum arbeitende Unterschicht 'freier Bürger' an großmächtiger Ausbeutung anderer Völker und Regionen beteiligt wird, eine Unterschicht also auch von Sklavenarbeit und Steuerdruck anderswo profitiert. Aber die Verwaltung der Provinzen war andererseits vielfach auch recht geordnet und es geschah deren Einfühlung in die Römerwelt. Bei der Einrichtung von Provinzen wurde nun keineswegs ein Großteil der Bevölkerung versklavt (H. KREIßIG 1981) und wurde den Provinzen eigener Kultus gelassen, LIVIUS wollte (s. 1982, S. 9) auch schildern, wie "mit dem allmählichen Nachlassen von Zucht und Ordnung die Sitten zunächst gleichsam absanken, ...", aber im Unterschied zum Pessimismus des SALLUST schien nun unter AUGUSTUS eine Umkehr einzutreten (H. J. HILLEN 1987, S. 588) Als nach der Besetzung Alexandrias 30 v. Chr. OCTAVIAN/AUGUSTUS nach Rom zurückgekehrt war, wurden aus Beschluß des Senats am 11. Januar 29 v. Chr. die Tore zum Janusbogen geschlossen, zum Zeichen von Frieden im gesamten Imperium (H. J. HILLEN 1987, S. 586). Noch einmal geschah das unter NERO nach Frieden mit Armenien (D. R. DUDLEY 1969, S. 231). Das bisher zur Provinz Macedonia gehörende griechische **Kerngebiet**, mit dem Peloponnes, wurde **27** v. Chr. neu zur senatorischen **Provinz Achaea** geordnet.

Aber noch unter dem immer mehr verehrten AUGUSTUS drang dessen Stiefsohn TIBERIUS um **12 v.** Chr. in **Pannonien** vor (W. DAHLHEIM 2013, S. 306). Als TIBERIUS gegen die Markommen unter MARBOD die Donau überschritt, erhoben sich die Stämme Pannoniens gegen die Römer und es gab eine bis Rom

reichende verzweifelte Stimmung. MARBOD, der sich König nannte, gründete aus einem Stammesbund vor allem der Sueben in Süd-Böhmen in der Geschichte der Germanen einen ersten größeren, zentral geführten 'Herrschaftskomplex', mir maximal 70.000 Mann Fußtruppen und 4000 Reitern (alles Wikipedia 2017), beteiligte sich nicht am Pannonischen Aufstand (Wikipedia 2017). TIBERIUS schloß mit MARBOD Frieden unter Beibehaltung des status quo. MARBOD (Wikipedia 2017) ging schließlich zu den Römern und starb 37 n. Chr. in Ravenna, Auch unter TIBERIUS wurden die besser organisierten Römer fast stets die Sieger und errichtet wurden de Provinzen **Illyrien** und **Pannonien**. Schwierigkeiten gab es immer mit den **Germanen**. Der zweite Stiefsohn des AUGUSTUS war DRUSUS und der rückte 9 v. Chr. bis an die Elbe vor. Ein Sturz von Pferd endete für DRUSUS tödlich. Noch im wilhelminischen Deutschland wurde gespottet: "Drusus ließ in Deutschlands Horsten gold'ne Römeradler horsten" - und die blieben nicht. Die Nordgrenze blieb des Römischen Imperiums schwache Ferse, und von nördlich der Donau kam in Verbindung mit der Überwindung der Rheingrenze Roms Untergang, vor allem zuerst im Westen. Von Afrika aus blieb alles ruhig. Lange bevor es so weit war, im Jahre **9 n.** Chr., erlitt der römische Feldherr VARUS durch den Verrat seiner Hilfstruppen und weitere Germanenkämpfer die einst in Deutschland viel gefeierte Niederlage im 'Teutoburger Wald', wobei der Verräter an Rom und Anführer, der später in Deutschland viel gefeiete ARMINUS/HERMANN der Cherusker dem Markomannenkönig MARBOD wohl ein Bündnis anbot (Wikipedia 2017), aber beide kamen in Krieg miteinander. und ein anti-römisches vereinigtes Germanenreich mit Einbeziehung auch von Kelten kam nichtzustande, und gar von Deutschland war noch keine Idee. ARMINUS fiel inneren Streitigkeiten zum Opfer.

Nach Germanien drangen die Römer auch nach der Niederlage des VARUS immer einmal vor. Der Grenzwall **Limes** lag lange Zeit weit ostwärts des Rhein, bis Aalen, Weißenburg, mit dem Kastell Saalburg am Osthang des Taunus. Aber er ließ sich so nicht halten. 275 plünderten die Alemannen sogar Trier. Der Rhein wurde dann doch "in der Geschichte Europas zur dauerhaften Kulturscheide" (D. R. DUDLEY 1969, S. 8), was gerade die so unterschiedliche Geschichte der Städte Deutschlands nahelegt. Man vergleiche Trier und Magdeburg, Xanten und Meißen. Haben die Römer dann Germanien aufgegeben, weil hier wenig zu holen war, mögliche Verluste mögliche Gewinne übertrafen? Die mögliche Unterschätzung der Germanen sollte Rom noch teuer zu stehen kommen. CLAUDIUS ließ 46 n. Chr. **Thrakien** besetzen und das Gebiet der den Griechen benachbarten, einst von HERODOT als volkreich geschilderten Thraker wurde die römische Provinz **Moesia/Mösien.** Die schriftlosen Thraker waren Meister der Metallkunst, hinterließen manche großartigen Goldschätze, waren große Pferdezüchter, galten als trinkfest und gute Legionäre und Gladiatoren. Aus dem 2./3. Jh. n. Chr. stammt etwa das



Abbildung 166: Hermann der Cherusker. Detmold.

**Kuppelgrab** von Pomorie (Wikipedia 2013).

Die Britische Insel hatte CÄSAR zwar in Küstennähe in Augenschein genommen, jedoch die auch später noch nicht recht eingegliederte Insel machte bis zur nördlichen Mitte erst **43 n.** Chr. Kaiser CLAUDIUS zur Provinz **Britannia**. Britannien zahlte wie STRABO wußte, jedenfalls seinerzeit wegen des hohen Eintreibungsaufwandes keine Steuern, und es gab nur Aus- und Einfuhrzölle (H. VOLKMANN 1975, S. 309). Die versuchte Ausdehnung der römischen Besetzung der britischen Insel führte vor allem am Ende der 70er-Jahre zu weiteren Jahr für Jahr wiederholten Feldzügen, wie sie TACITUS (in 2012) in der Biographie seines Schwiegervaters AGRICOLA schildert. Einerseits wird der Schwiegervater hoch gelobt, aber dem Freiheitswillen der Briten auch Verständnis entgegengebracht (S. 54 ff.), denn ihre beabsichtigte teilweise Verklavung, Zwangsarbeit, Zwangseingliederung ins Heer stand außer Frage. Neben mancher Kollaboration gab es bei etlichen britannischen Ethnien sehr großen Widertstand. In der "Schlacht am Mons Graupius" waren nach TACITUS (in 2012, S. 61) "jedenfalls 10 000 Feinde getötet worden" und von den eigenen Leuten "360 gefallen". In Britannien und auch anderswo waren ganze Legionen in Gebiete eingerückt, von denen man bisher kaum etwas wußte (N. DAVIES 1999, S. 107), sie waren also auch Entdecker, es verhielt sich jedoch ganz anders als wenn im 19. Jh. Forscher, Geographen, den kolonisierenden Truppen als Erkunder des zu besetzenden Länder vorangehen. Die Provinz endete gegen Norden fast während der ganzen Zeit ihres Bestehens an dem



Abbildung 167: Thraker-Kuppelgrab Pomorie.



Abbildung 168: Römisch Serdica, nun Sofia.



Abbildung 169: Römermauer in Holyhead.

von der Ostküste zur Westküste reichenden Handrianswall im nördlichen heutigen England und dauerte im 2. Jh. kaum 30 Jahre lang im nördlich davon gelegenen und vom viel nördlicher angelegten Antoninuswall begrenzten Raum, dem 'Intervallum' (N. DAVIES 2015, S. 59). Es bestanden Kontakte zu den freien Stämmen weiter nördlich, den Pikten, 'pictus - gemalt', sogenannt wegen ihrer Köperbemalung, und den Scoten. Auch Siedler kamen nach Britannien, in den Südosten.

Eingerichtet wurden die zwei Provinzen **Mauretanien**s im westlichsten Nordafrika.

'Rom' brachte neben der kulturellen Bereicherung für viele nicht Menschenbeglückung und **verlangte** von den eingegliederten Provinzen Geld, als Tribut oder Steuer, führte Nahrung weg für zum Beispiel die Lebensmittelversorgung von Rom, suchte nach Rohstoffen, wie dem von Metallen in Britannien, nahm sich Sklaven oder Gladiatoren. Wo möglich, wurde auch Land besetzt für die Veteranen der Armee, welche die Eroberungen erst ermöglicht hatten, und auch Land für große Güter mit Villen, letzteres in Nordafrika wie an der Mosel und in Britannia. Das Land in den meisten von 'Rom' besetzten Gebieten war für die Nutzung bereits erschlossen (G. WOOLF 2015, S. 86), es gab also durch die Römer kaum 'Neuland unter dem Pflug'. 'Ökologische' Grenzen gab es vielleicht im Norden Britanniens oder den Niederlanden (S. 86) und waren vor allem "der Atlantik und die Sahara" (S. 87), die einmal erreicht, nicht mehr nach außen verteidigt werden mußten (S. 357), weil von außen damals hier niemand kam. Die römische **Gegenleistung** waren manche technische und landwirtschaftliche Verbesserung, auch die Gründung von Städten nach römischem Wesen und Einbeziehung in die römische Kulturwelt. Wäre es

für die ins Römerimperium einverleibten Provinzen **besser gewesen**, sie hätten sich **unabhängig entwickelt**, zu so etwas wie eigenen 'Nationen', mit nur eigener Sprache und nicht mit mehr oder weniger starker Einbeziehung ins Latein? Man kann es vielleicht vergleichen mit den seit dem 16. Jh. von europäischen Mächten kolonisierten Regionen im indianischen Amerika oder noch im 19. Jh. mit Afrika und seiner Völkervielfalt, wo vieles Getrennte zwangsvereinigt wurde? Heute gibt es auf dem Territorium des ehemaligen Römerreiches etwa 47 Staaten, die sich manchmal auch verändern.

In der mittleren Zeit der Republik, also um die Mitte des 2. Jh. v. Chr., war Rom eigentlich nur eine Expansionsmacht, deren Wirtschaft und politisches System auf ständiger Eroberung aufbaute, anstatt der Schaffung "eines in institutionelle Bahnen gebrachtes Reich abhängiger Staaten mit einem stabilen Abgaben-, Regierungs- und Sicherheitssystem", und Rom hätte dann zu den kurzlebigen Eroberungsmächten der Weltgeschichte gehört (G. WOOLF 2015, S. 138) und es ist Roms große Leistung ein lange dauerndes Imperium geschaffen zu haben, in dem Griechen wie Gallier, Numidier wie Thraker und andere sich zugehörig fühlten und schließlich auch Bürgerrechte erhielten. Wenn auch keine Dauergründung als man sich nicht mehr der äußeren Bedrohung erwehren konnte. Hatten die Sowjets im 20. Jh. zunächst einmal daraus gelernt, bis auch das zusammenbrach?

War wieder einmal von römischen Truppen ein Staat besiegt worden, so der von den Antigoniden regierte Diadochenstaat **Mazedonien** am 22. Juni 168 v, Chr. bei Pydna, dann gab es für den siegreichen römischen Feldherrn einen Triumph in Rom, so wie ihn LIVIUS (s. 2000, S. 105/107) für den Sieger LUCIUS AEMILIUS PAULLUS über den mazedonischen König PERSEUS bechreibt: "Zuletzt kam Paulus selbst auf einem Wagen. Er strahlte große Würde aus, ... Hinter dem Wagen schritten neben anderen bedeutenden Männern seine beiden Söhne ... dann kamen die Reiter in Schwadronen und die Kohorten der Fußsoldaten, jede nach Manipeln geordnet. ...

... Perseus, der in Ketten vor dem Wagen des siegreichen Feldherrn durch die Stadt geführt wurde, ..."

Über seinen Sieg berichtet der mit dem Zusatznamen 'MACEDONICUS' versehene PAULLUS dem LIVIUS /2000, S. 107), wie er von Brundisium an der Ostküste Italiens aus in einem Tag nach Insel Kerkyra, heute Korfu, und dann auf das griechische Festland kam, "opferte ... in Delphi dem Apollon ..." und dann "habe Makedonien in die Gewalt des römischen Volkes gebracht ... alle Gemeinden Makedoniens ergaben sich; der Königsschatz fiel in meine Hand; der König selbst wurde im Heiligtum von Samothrake mit seinen Kindern gefangen; sozusagen die Götter selbst haben ihn mir ausgeliefert." Daß im Namen einer Religion eine Er-



Abbildung 170: Triumphbogen in Saintes/Gallien.

oberung begünstigt schien, geschah nicht das letzte Mal in der Weltgeschichte, und daß man mit einem Siegreichen, hier dem PAULLUS, trauern sollte, wenn ihn ein persönliches Unglück wie den Tod seiner Söhne betraf, ist auch wohlbekannt. An die Tausende Notabeln wurden nach dem Sieg des PAULUS nach dem Westen transportier, wo sie in der Achtung der gebildeten Römer vor der griechischen Kultur eine geachtete Aufnahme fanden. Unter den Weggeführten befand sich auch der spätere Historiker POLYBIOS (K. BRANDI 1952, S. 18), der im Haus des MACEDONICUS Erzieher wurde.

**Triumphböge**n für Sieger oder als Zeichen der Stadteinverleibung gab es in den verschiedensten Städten es weiten Römerreiches.

Und immer wieder gab es vo allem in weiteren Jahrhunderten an den Rändern Aufsätnde und wurde eingegriffen, bis das nicht mehr möglich war.

## Das Imperium unter den 'Kaisern'

Die Unterwerfung der Fremden sollte Frieden bringen und im Reichsinneren gab es auch lange Friedenszeiten, die '**Pax Romana**'. Nur unter Roms gefestigter Herrschaft sollte Zivilisation sein. Und hohe Steuern von den Einverleibten natürlich auch. Wobei etwa in Gegenden Germaniens große Primitivität geherrscht haben mag (TACITUS in 2012, S.135). In Rom sprach man vom **"Erdkreis"** den man

**beherrschen** müsse. Davon blieb man weit entfernt. Die Erde war dabei als Kugel und durch ERATOSTHENES auch in ihrem Umfang durchaus bekannt. Der Blick des 'großen' ALEXANDER weiter nach Osten wurde ihm durch dessen eigene meuternde Truppen verwehrt und die Römer kamen nur ausnahmsweise über den Euphrat hinaus. Weiter kamen die Römer im Westen und vor allem dem Nordwesten. Britannien wurde umsegelt (TACITUS in 2012, S. 34). Aber welche Zivilisation wurde immerhin geschaffen und das auf einem kleinen Teil jener Erdoberfläche, die großtenteils völlig unbekannt blieb. Mit der Friedenszeit mit AUGUSTUS und der Zeit der vor allem auf die hohen Eliten beschränkten politischen Auseinandersetzungen herrschte in weiten Teilen es Reiches Ruhe. Bei einigen häuften sich riesige Millionen-Vermögen (TH. MOMMSEN in 1976 7, S. 152), und um sich Popularität zu sichern finanzierten sie auch Spiele und Bauten und verarmten dennoch nicht. Der jüngere PLINIUS, "ein vermögender Senator", in der Zeit des TRAJAN, spendete seine Vaterstadt Como eine öffentliche Bibliothek, ein Warmbad, alimentierte Kinder und ließ 'öffentliche Schmäuse' veranstalten (TH. MOMMSEN in 1976 7, S. 353). Vielen Völkern anderswo auf der Erde blieben die Römer allerdings unbekannt. Liest man die **Kaiserbiographien** des im 2. Jh. n. Chr, schreibenden SUETON (dtsch. etwa 2000) mit den Darstellungen etwa von TIBERIUS, CALIGULA bis hin zu DOMITIAN dann kann man sich erschreckend nur wundern, von was für Typen ein solches Imperium wenigstens zeitweise regiert haben sollten und dennoch nicht unterging. Für TIBERIUS wird nun angenommen, daß ihm die auf Capri angeblich begangenen Perversitätem zu Unrecht angehangen wurden (G. PRAUSE 1988, S. 23 ff.). Es müssen diese Pervesitäten als solche aber in Rom bekannt gewesen sein. War das wie bei der Zarin KATHARINA am Ende des 18. Jh.? Aber nachträgliche Abwertung ist ein immer wiederkehrendes Kalkül in der Politik, man denke nur an die Sowjetherrscher, was eine nachträgliche skeptisch-kritische Beurteilung nicht ausschließen soll.

**Wie wurde man Princeps, 'Kaiser'**, des Römischen Imperiums? Zeitweilig, vor allem am Anfang, durch Verwandtschaft mit dem Kaiser, also mehr oder weniger Erbfolge, aber die war nicht klar geregelt. P. VEYNE (in 2006, S. 58) schreibt von "einer nie abreissenden Kette von Nachfolgekriegen. ... Und die "Kaiserzeit war ein langer kalter Bürgerkrieg, ein Fortsetzungsromanvon Verrat, Denunziation und präventiven Säuberungsaktionen." Aber diese 'politischen' "Chaoten schufen dennoch ein Reich von langer Dauer, infolge der belassenen Selbstständigkeit der unterworfenen Völker, dem Militärstärlke der Römer, ihrer "Kasernengesellschaft", dem auf Grund der niedrigen Produktivittä noch relativ geringem sozialen Gefälle.

Häufig kamen Kaiser auf den Thron durch von ihnen befehligte Truppen, oder auch nur durch die Wachtruppen, die Prätorianer, in Rom. Der Erhebung zum Kaiser

in einer Provinz mußte dann die Anerkennung im gesamten Imperium folgen. Wer zunächst als noch mehr oder weniger normaler Mensch und in Abhängigkeit von anderen **zur höchsten Würde gekommen** war, der konnte aber **nach etlicher Zeit** auch **in Willkür und Grausamkeit herrschen** und es bleibt Verwunderung wie wenig dem längere Zeit entgegengetreten wurde, Alles das konnte aber auch spätere üble Nachrede der um ihre Rechte fürchtenden Aristokratie (A. WINTERLING 2017 im Internet) sein, und Verdacht muß aufkommen, wenn über sexuelle Perversitäten, etwa Inzest, bei CALIGULA, erst über 100 Jahre später geschrieben wird. Wenn CALIGULAs sein Pferd zum Konsul ernannte, konnte man das als 'Wahnsinn' deuten, aber man könnte darin auch bewußten schwarzen Humor zur Verspottung der intigrierenden Aristokratie des Senats sehen (A. WINTERLING 2017 Internet), denen der junge Kaiser in einem für ihn gefährlichen Spiel Grenzen aufzeigen wollte. Aber neuere Geschichte zeigt bei Herrschenden so viele hier nun nachweisbare Verrücktheiten, daß sie in der Antike auch als wahrscheinlich gelten könnten. Später, im Mittelalter, war es mit Verrücktheiten bei den Päpsten teilweise nicht anders: Einmal oben war der Sturz des dann als unwürdig und unfähig Eingeschätzten oft nicht mehr möglich, jedenfalls nicht ohne mörderische Nachhilfe. Wer die Kaisermacht in Rom innehatte, konnte immerhin prachtvolle Paläste bauen lassen, wie NERO, oder Prunkschiffe auf einem kleinen Gewässer wie CALIGULA auf dem Nemisee, eine ganze Kulturstadt mit seenähnlichen Teichen auch für nachgestellte Seeschlachten wie HADRIAN in Tivoli östlich Rom, die 'Villa Hadriana'. Wieso konnte so einer Kaiser werden, trotz der Proteste der am Alten anhängenden Römer? Mit welcher Willkür im 'alten Rom' gemordet, bestraft, intrigiert wurde: Beim Tod des auf die Insel Capri zurückgzogenen und vielleicht vergifteten oder mit einem Kissen erstickten TIBERIUS "freute sich das Volk so sehr, daß man in alle Himmelsrichtungen auseinanderlief" (SUETON 2000, S. 435), Das spricht wohl für ein letztliches Schreckensregiment. 6 Jahre hatte des TIBERIUS junger Nachfolger CALIGULA (doku Geschichte auf YouTube 2017) mit auf Capri gelebt, ihm, dessen Familie TIBERIUS ausgelöscht hatte. Nach zunächst 2 ganz guten Jahren mußten die Senatoren wieder fürchten, daß jeder der Verschwörung beschuldigt werden kann, wobei die Senatoren sich wohl auch gegenseitig denunzierten. Wer kennt so etwas nicht aus seiner im Betrieb oder Haus viel bedeutungsloseren kleinen Gemeinschaft in den Diktaturen des 20. Jh. Wenn jemand verdächtig ist, gibt es immer welche, die ihn weiter verleumden, verhaften, verurteilen. Oft reichte ein Wink eines Diktators und ein Menschenschicksal war entschieden. Geschlossener Widetrstand aller Bedrohten braucht Zeit. Und es konnte oft zu lange nicht eingegriffen werden, bis etwa (SUETON 2000, S. 137) eine Verschwörergruppe dem im Geheimgang unter seinem Palast in Rom laufenden CALIGULA "mit einem Schlag die Kinnlade" spaltete und als er am Boden lag "stießen" ihm einige "das Schwert sogar durch

die Schamteile." Aber gab es im 20. Jh. nicht Ähnliches, etwas mehr geheim in der Sowjetunion STALINs? Und sehr viele der Mitgenossen und viele im Volk ertrugen es doch. **Mit unmöglichen Menschen an der Spitze** und grausamen Untaten **stirbt ein Reich noch nicht.** Schon 'Rom' konnte das lehren! 4 Jahre lang, von 37 bis 41 n. Chr., , war CALIGULA Kaiser gewesen.

Oder was war in der römischen Geschichte Fälschung? Es heißt heute: NERO war nicht so, wie er geschildert wurde.

## Nach NEROs Tod am 9. Juni 68 n. Chr.

Ein neues problematisches Jahr war das nach dem Tode des NERO 68 n. Chr,, als die verschiedenen Legionen eigene Kaiser ausriefen und drei sich rasch ablösten, vom 8. Juni 68 n. Chr., bis zu seiner Ermordung am 15. Januar 69 GALBA, ganz kurz der am 16. April 69 gestorbene OTHO, dann der am 22. Dezember 69 ermordete VITELLUS, bis danach der 60-jährige VESPASIAN, der vierte im 'Vierkaiserjahr', wieder Ordnung schaffen konnte. Der am 23. Juni 79 gestorbene VESPASIAN regierte also fast sagenhafte 10 Jahre. Nach dem mit NEROs Tod entmachteten julisch-claudischen Imperator-Clan kam der Flavische. Das unter HERODES ziemlich unabhängige **Judäa** wurde nach einem Aufstand besiegt und der Tempel von Jerusalem im Jahre 70 n. Chr. von dem Feldherrn und Sohn des Kaisers VESPASIAN und nachmaligem Kaiser TITUS zerstört. In Rom erinnert ein Triumphbogen daran.

HADRIAN beabsichtigte, auf den Ruinen von Jerusalem eine heidnische Stadt zu errichten und das führte nach einem Diaspora-Aufstand der Juden nochmals, **132 - 135 n. Chr.** in Judäa zum Aufstand, unter SIMON BAR KOCHBA, niedergeschlagen unter Kaiser HADRIAN. Nun wurden die Juden aus ihrer Heimat vertrieben.

DOMITIAN, Bruder des TITUS, ab 81 n. Chr. Kaiser, endet die 3 Kaiser stellende Dynastie der Flavier. DOMITIAN wird stark abgewertet, hatte auch offensichtliche Auseinandersetzungen mit dem Senat und griff mit Hinrichtungen durch. Militärisch war er in Germanien und Pannonien erfolgreich. 96 n. Chr, wurde DOMITIAN umgebracht.

## TRAJAN - Roms bester Kaiser?

Auf DOMITIAN folgt erwählt der Senator NERVA, der, kinderlos und 66 Jahre alt, als günstige Übergangsfigur gilt und der als seinen Nachfolger TRAJAN adoptiert

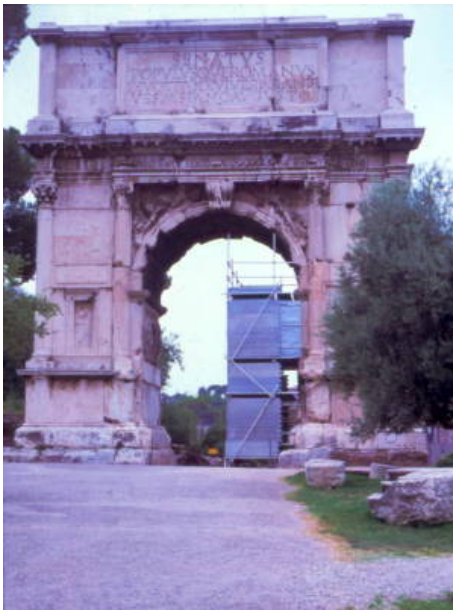

Abbildung 171: Rom: Triumphbogen für TITUS.

womit das **Adoptivkaisertum** eingeleitet ist. Im **Adoptivkaisertum** hatte der alternde Kaiser einen würdigen Nachfolger zu adoptieren und sollte so den teilweise finsteren Gestalten in den kaiserlichen Erblinien eine Ende bereitet werden. Nur im 2. Jh. hielt das vor.

Das **zweite Jahrhunderr** wird als der **Höhepunkt des Römischen Imperiums** gefeiert. Bei allen Kriegen an den Grenzen herrschte im Inneren die Pax romana. Und viele Regionen nahmen an den Errungenschaften des Imperiums teil.

In Palästina wurde also eine Provinz erst einmal zerstört. Aber generell blieben Rom und Italien nicht allein in führender Position. Der Schwerpunkt des Römischen Imperium wird sich zum einen bald nach dem Osten verlagern, aber etwa ein Jahrhundert früher holten, knapp 200 Jahre nach ihrer Einverleibung, auch die westlichen Regionen, ihre Provinzen, auf, also die im **nördlichen Afrika, Spanien, Gallien** (U. VON WILAMOWITZ- MOELLENDORFF 1926, S. 138). Die Familie SENECAs, des bedeutenden Philosophen der NERO-Zeit, stammte aus Cordoba/Cordova in Spanien, Hier wurde der berühmte SENECA der Jüngere um das Jahr 1 n. Chr.geboren. SENECA war zu seinem Unglück nach Rom gegangen. Umgekehrt zog sich etwa der Historiker ARRIAN im 2. Jh. n. Chr. nach einem mehr militärischen und politischen Leben für sein literarisches Werk in seine provinzielle Heimatstadt Nicomedia in Bitynien im nordwestlichen Kleinasien zurück. Es war nur eine Frage der Zeit, bis auch nicht römische Einheimische hohe Ämter



Abbildung 172: SENECA. Cordoba.

erwerben.

Hochenwickelt neben Ägypten und städtereich war **Syrien**, mit Antiochia am Orones, deren Bedeutung hinter Alexandria nur wenig nachstand. **Nordafrika** wurde auch führend in der Christenzeit, wie für die Kirche im 4. Jh. aauch **Kappadokien** (U. WILAMOWITZ-MOELLENDORFF 1926, S, 138).

**Kaiser TRAJAN**, der erste wohl von außerhalb Italiens stammende römische Imperator, und gilt als geboren 53 n. Chr in der Stadt Italica in Hispanien, etwa 10 km nördlich von Sevilla am Guadalquivir. TRAJAN wird, der von 98 bis 117 n. Chr. regierte, wird von zeitgenössischen Historikern genannt als der beste römische Kaiser. Endlich kommt Sicherheit, nach der Hinrichtung von Senatoren unter DOMITIAN. Unter dem, was von TRAJAN bekannt ist, befindet sich der Briefwechsel mit dem nach Bithynien entsandten PLINIUS dem JÜNGEREN. Viel an Bauten hat TRAJAN auch in Italien und besonders Rom angeregt. TRAJAN war fortlaufend **auf Kriegszügen**. In zwei Feldzügen 101/102 und 105/106 gelang TRAJAN der schon von seinen Vorgängern vergeblich versuchte **Sieg über die Daker**, nördlich der Donau im heutigen Rumänien und die Schaffung der Provinz **Dacia**. Gewiß hatte der Dakerkönig DECEBAL(US) an der Donau auch provoziert, aber Siedlungsland und Gold waren unter anderem der gesuchte römische Gewinn. Die zuziehende lateinisch sprechende Bevölkerung wurde der Grund für das in der Sprache und auch im Gedenken dem Lateinischen, dem Römischen verbunden gebliebene Rumänien, mit der einzigen romanischen Sprache, der Rumänischen, auf



Abbildung 173: Rom.Trajanssäule.

der Balkanhalbinsel. Eine 38 m hohe, noch erhaltene Säule wurde im damaligen Zentrum von Rom diesem Sieg zu Ehren TRAJANs errichtet und auf einem umlaufenden Relief wird der Feldzug mit seinen vielen beteiligten Personen regelrecht erzählerisch dargestellt. Von unten ist nicht jedes Detail zu erkennen und vielleicht war die Darstellung gar nicht für jedermann Augen bestimmt? Im modernen Rumänien ist der Vorname 'Trajan' noch immer gebräuchlich.

Hart und gefährlich war der Kampf im Osten gegen die Parther, die Rom schon lange beschäftigten. Das **Königreich der Nabatäer** mit der **Hauptstadt Petra** wurde 105/106 genommen. Ein Rom genehmer König wurde gegen die Parther in **Armenien** 113/114 eingesetzt oder genauer wiedereingesetzt.

Bevor es im Norden sehr kritisch wurde, war schon die immer wieder aufflammende **Ostgrenze** gegen die Parther und später gegen die Perser die immer wieder aufreißende Wunde. An der 'Ostfront' verbrauchten Rom und später Byzanz ihre Ressourcen und erlitten schließlich auch gewaltige Einbrüche. Nach dem durch ein schweres Erdbeben überschatteten Winter 115/116 überschritt TRAJAN mit Soldaten den Tigris, nahm die **Partherhauptstadt Ctesiphon**, fuhr den Tigris hinab bis zu dessen Eintritt in den Persischen Golf (E. YARSHATER ed., 1, S. 116). Nach der Inthroniseirung eines neuen Partherkönigs in Ctesiphon und Aufständen gegen die Römer in gerade besetzten Gebieten kam eine schwerer Zeit in der Wüste. Rückzug war nötig. TRAJAN erkrankte, erlitt einen Schlaganfall. Das Schiff mit dem schwer Kranken lief Selinus in Kilikien an. TRAJAN, unter

dem das **Römische Imperium** seine **größte Ausdehnung** erreicht hatte, starb in Selinus im August 117. War er vergiftet worden (R. L. FOX 2013, S, 622)?

TRAJANs Nachfolger, der 138 n. Chr. gestorbene HADRIAN, soll nicht von TRAJAN adoptiert worden sein, setzte sich also eigenwillig in die Kaiserwürde. **HADRIAN beendete** die **weitere Reichsausdehnung**. Er nahm die Grenze des Imperiums an den Euphrat zurück. Diejenigen, welche einmal echte Römer waren, die beherrschten nun so viel Fremdvolk, das man sich zunehmend verloren fühlen mußte. Mit vielen Fremden gelang sicherlich die Integrierung, aber nicht mit allen. Es geschah das, was im 20. Jh. als '**Überdehnung**' bezeichnet wurde. HADRIANs Nachfolger wurde 138 der aus einer Familie in Gallen, aus Nemansus/Nimes stammende ANTONINUS PIUS. Ihm folgte 161 MARCUS AURELIUS ANTONINUS, der mit seinen in Griechisch geschriebenen philosophischen Erörterungen bekannt wurde.Seine Truppen brachten aus dem Partherland eine der furchtbarsten Seuchen mit, die auch in Europa immer wieder ausbrach, die **Pocken,** die 'Antoninische Seuche'.

Auf seinem Höhepunkt im 2. Jh. n. Chr. reichte das Römische Imperium, geschützt durch manche **Grenzwälle, Limes**, vom Hadrianswall und dann dem weiter nördlich gelegenen Antoninuswaall, im nördlichen heutigen England im Nordwesten, vom heutigen Marokko mit etwa der Stadt Volubilis im Westen, bis ins heutige Jordanien mit den alten Städten wie Gerasa und Petra und bis an den Euphrat. Es entstand eine in vielem einheitliche 'Welt', mit ähnlichen Bauten,wenn eben auch viel begrenzter als die moderne erdweit globalisierte Welt. Die Politik lag zuerst vor allem in der Hand von Römern aus Italien. Aber schon TRAJAN und vielleicht auch HADRIAN stammten aus Spanien, und Kaiser aus Nordafrika folgten. Das Rom der Hochantike wurde ein ziemlich einheitliches Imperium. HADRIAN, der die Reichsausdehung beendete, bereiste wie kein anderer Kaiser vor ihm viele Teile des Reichs. Er interessierte sich auch für historische Stätten, fühlte sich selbst mit seinem Bart als Philosoph. Man hatte kein zentrales immer besetztes Kaiserhauptquartier. Im Kaiserkult muß der Kaiser doch immer vielerorts rituell anwesend gewesen sein, seine Existenz war damit überall bewußt. Und wo er war, hat er neue Städte angeregt und diese wurden auch gebaut, wie im Orient. Und in seiner letzten Residenz, der Villa Adriana, eine nahzu städtische Anlage, bei Tivoli, ließ HADRIAN in Bauten und Denkmalen, auch einem 'Lyzeum' und einer 'Akademie' (R. L. FOX 2013, S. 839) seiner Erinnerung freien Lauf. Sein Mausoleum, die Engelsburg in Rom, blieb die wohlerhaltende, auch im Mittelalter nicht zu erobernde Bastion, wie ein Zeugnis von einstiger großartiger Römergröße. Ein wohl vorwaltendes Glück für das Imperium war, daß Übergriffe von außen sich meistens nur in einer Region abspielten und dann dort konzentriert Ordnung geschaffen werden konnte. Die 43. n. Chr. 4 nach Britannien gesandten Legionen



Abbildung 174: Grenzfestung Carnuntum. Niederösterreich.

waren 15% der bewaffneten Kräfte des Imperiums (N. DAVIES 1999, S. 113). Daß TRAJAN fast immer sonstwo war und sein Nachfolger HADRIAN auch in vielen Regionen herumreiste hat der Einigkeit des Reiches nicht geschadet. Eine Grenze bildete sich längs der mittleren Donau im heutigen Niederösterreich, wo die Stadt **Carnuntum** erbaut wurde, die große **Grenzfestung,** und wo sich auh viele Zivilisten einfanden. In der Donau gab es auch den bis 9 m langen Fisch Hausen. Hier hat sich Kaiser MARK AUREL(IUS) viele Jahre bei den Truppen aufgehalten, diktierte seine philophischen Betrachtungen, in Altgriechisch. Der Krieg mit den **Markomannen** flammte immer wieder auf. MARK AURELs etwas niedrigerer Mitkaiser LUCIUS VERUS wirkte im Osten, gegen die Parther, MARK AUREL starb am 17. März 180 in Vindibona, dem späteren Wien, westlich von Carnununtum, oder Sirmium.

Auf MARK AUREL folgte sein zur Tyrannei neigender Sohn COMMODUS, Er errichtete seinem Vater eine der auffallenden Säulen in Rom. COMMODUS verfolgte wieder Senatoren, trat auch als Gladiator auf. Am Neujahrsabend 192 wurde er ermordet, und mit ihm sehen manche den Beginn des 'Unterganges des Römischen Reiches'.

Es kam nach unserem Kalender das Jahr 193. Nach kurzem Zwischenspiel, mit mörderischem Ende für PERTINAX nach 3 Monaten und für DIDIUS JULIANUS nach 66 Tagen, wurden nach diesem zweiten '4-Kaiserjahr', mit SEPTIMUS SEVERUS, dem Begründer der nur kurzen 'Severischen Dynastie', und dessen etwa



Abbildung 175: Carnuntum.

bei dem Historiker CASSIUS DIO wohl zu Recht als grausam überliefertem Sohn CARACALLA (.u. a. Landesmuseum Aalen im Internet 2013) auch Leute nach ihrem Kräuselhaar einst aus Nordafrika Kaiser. SEPTIMUS SEVERUS starb 211 n. Chr. in Britannien, wo Frieden geschlossen worden war, in Eboracum, heute York, und seine Sohne CARACALLA und GETA sollten gemeinsam regieren. Noch 211 brachte CARACALLA seinen als Mitkaiser gedachten Bruder GETA und dessen Anhänger um CARACALLA selbst wurde etwa 6 Jahre später bei einem Zug gegen die Parther 217 beseitigt.

Die Orgie unter dem lange nach seinem Tode 222 n. Chr. wegen seines syrischen Sonnenkultus ELOGABAL/HELIOGABAL.(Wikipedia 2016) genannten Kaisers MARKUS AURELIUS ANTONINUS, bei der Gäste unter Massen von herabrieselnden Rosen erstickten, ist wohl Legende. Soll wohl die **spätrömische Dekadenz** schildern?

## Das Römische Imperium - vor allem ab der mittleren Kaiserzeit viel mehr als Rom

Die Stadt Rom und überhaupt Italien hörten auf das führende Zentrum zu sein. Durch einen Erlaß von **212** n. Chr. wurde **allen freien Bürgern** im Imperium **das römische Bürgerrecht** verliehen, damit auch die gleiche Steuerlast auferlegt.



Abbildung 176: Rom, antik.

Das Römertum, die römische Bildung und Erziehung, hatten sich durch das ganze Reich ausgebreitet und so waren wenigstens die Eliten aller Regionen des Reiches 'Römer', die man nicht mehr nur als Fremde sehen konnte.

Wie stark viele Regionen im Römerreich und namentlich im Mittelmeerraum besiedelt und in ihrer Natur verändert worden waren, bezeugen die zahlreichen Reste von Tempeln und anderen Gebäuden, die noch heute vielerorts auch unter der Erde, unter neuen Städten ruhen, auch eingebaut wurden in spätere Bauten. Wie hatte es vorher mit Besiedlungsland und Wald, silva, Wildnis, ausgesehen? Wie auch China nahelegt: Eine Region kann über Jahrhunderte und **Jahrtausende von Menschen** besiedelt sein und bleibt doch **bewohnbar.** Allerdings gab es noch keine Kohle- und Erdöl-Förderung.

Wie viele Menschen mußten ihr Leben mit Bauen verbringen, um alle jene Denkmale und auch nunmehrigen Trümmerstädte zu schaffen, die nach mehr als zwei Jahrtausenden feschen Kunsthistorikerinnen Arbeit und Lebenssinn geben.

## Gesellschafstaufbau - Die Sklavenarbeit

Was von 'Römern' an Schriftdenkmälern erhalten blieb bezieht namentlich auf die an Personenzahl geringe und oft absurd reiche Oberklasse. Bei 'Rom' denkt man vielleicht zuerst an Städte, die gewiß das Römische Imperium bestimmten. Die Superreichen der Städte mußten dann auch die Wohltäter sein, die städtische Bauten finanzierten oder auch auf ihre Kosten Spiele und Feste ausrichteten. Aber



Abbildung 177: Antikes Rom: Triumphbogen SEPTIMUS SEVERUS.

**Grundlage der Wirtschaft** blieb der **Landbau**. Hier in erster Linie wurde der für all die kulturellen Errungenschaften wie für den oft abstrusen Luxus nötige Mehrwert geschaffen. Die reichen Landbesitzer wohnten dann oft in den Städten. Die Reichsten hatten dann den Golf von Neapel und seine Umgebung für ihr Wonneleben entdeckt, und hier gab es herrliche Villen, ab 1. Jh. v. Chr. so die von MARIUS (G. WOOLF 2015, S. 209), und auch die nicht nur aus Villen bestehenden Städte wie Pompeji und Herculaneum. Es erscheint wie ein Fluch der Gerechtigkeit, daß der Vesuv hier sein Wüten entfalten konnte.

Für viele Arbeit, harte körperliche wie auch geistige, dienten die ihren Herrn gehörenden **Sklaven**. Viele waren in den Eroberungskriegen gefangen genommen worden. Als diese Kriege abnehmen, wurde auch der Sklavenmarkt genutzt. Es blieb in der Geschichte das Problem der sich von körperlicher Arbeit freistellenden Elite, daß genügend Arbeitskräfte für die nötige Erzeugung der Güter vorhanden waren, ob es nun eben Sklaven waren oder später die Leibeigenen oder anderweitige Arbeitsverpflichtungen eingeführt wurden. Direkter Raub oder Tribute waren unsichere Dinge. Ein kompliziertes Rechtssystem (G. WOOLF 2015) war entwickelt worden, um auch die eventuelle Freilassung und die weitere Bindung an die frühren Herren festzulegen, aber ganz ohne Aussicht auf vielleicht einmal mögliche Besserstellung konnte man nicht alle Sklaven lassen. Die meisten Sklaven waren ohne Bindung an eine andere Gesellschaft, eventuell jene, aus der sie stammten. Viele waren im Haushalt ihre Herrn aufgewachsen. Sklaven für eine Wirtschaft wurden

auch so ausgewählt, daß sie möglichst nicht alle aus dem gleichen Land kamen und in einer heimatlichen Sprache miteinander kommunizieren konnten. Die Schriften über Landwirtschaft behandeln diese Dinge ausführlich. Tötung der Sklaven war vom Recht her untersagt. Aber wer kontrollierte, ob eine der erlaubten harten Strafen nicht zum Tode geführt hatte. Und wurde ein Herr von einem seiner Sklaven umgebracht, mußten alle sterben. Verschwörungen der oft nach dem Prinzip des 'Teile und herrsche' behandelten Sklaven waren fast unmöglich. Sklaven konnten sich kaum eine Flucht leisten, auch, wenn sie nicht in Ketten arbeiteten. Zu Fuß kamen sie nicht weit und ihre Verfolger hatten Pferde. Die großen Sklavenaufstände, auf Sizilien etwa, gehörten denn auch den Zeiten der noch nicht so erfahrenen Republik an. Der Aufstand der SPARTAKUS war einer von Gladiatoren, einer besonderen, auf Kampf gegeneinander geschulten Truppe.

## Technik grundsätzlich

In der Welt der Römer gab es wie auch in der Welt der Griechen keine die Produktion völlig umgestaltenden grundlegenden **technischen Neuerungen**, Es gab nichts von all den Energien, welche die Welt der jüngeren Neuzeit bestimmen, gab nichts von Motoren oder Elektrogeräten. An flackernden Flammen saß man abends zusammen. Das ist allbekannt, aber man sollte es sich immer einmal mit vor Augen führen, eine weiterwirkende Zivilisation auf ganz anderer Produktionsbasis. Und mehr kannte man noch lange nicht, nicht im Mittelalter, nicht in der Renaissance, im Barock und noch lange danach. In vielen Bereichen hat uns 'Rom' nichts hinterlassen, das noch viele faszinierende 'Rom'. Und immerhin konnte jenes Rom mit seiner ökonomischen Basis Massen von armen freien Bürgern kostenlos mit Lebensmitteln versorgen. Gelang das, weil Krieg nicht mehr das Herz des Reiches durchzog?

In manchen Bereichen aber wurde das technische Können in der Römerzeit bis zu einer vorher unerreichten Höhe geführt, namentlich im **Bauwesen**, auch im Schiffsbau, oder in der Farbenherstellung, der Färbung. Es gab, mitgeteilt etwa von Lugdunum, heute Lyon, neben die Kloaken machten oder Pflasterer waren, auch indiduellere Handwerker wie Silberschmiede, Glasmacher, Töpfer, 'woolcarders'. Leineweber, Schumacher und solche auf der Indiviuum gerichtete Tätigkeiten 8A. H. M. JONES 1974, S. 52/53)

Sklave auf einem Landgut war im allgemeinen wohl immer noch erträglicher als Bergwerkssklave zu sein, oder Galeerensklave, oder auch Gladiatorenschüler - das waren die verlorenen Leben der Römerzeit.

Immer wieder ist gefragt worden, **warum** es in der **Antike keine weitere tech-**

**nische Entwicklung** gab, keine maschinelle Güterproduktion, geschweige denn technische Geräte für einen Massenkonsum. Reichte die Arbeit der Handwerker und auch Sklaven? Waren die Produzenten nicht in der Lage, Neues in der Produktion durchzusetzen gegen jene Oberschicht, die von technischer Alltagsarbeit entfernt war? Oder gehörte, wie es MAX SCHELER (1925 / 1960) einmal erörterte, einfach nicht zu den Denkstrukturen, sich für technische Anwendungen zu interessieren? War es eben eine uns unverständliche Weltanschauung? SCHELER (S. 96) meinte jedenfalls, "die technologische Kapazität der griechischen Wissenschaft" - wobei man gerade die alexandrinische Zeit einbeziehen müßte - "wurde nicht im entferntesten ausgeschöpft."

## Quellen, Dokumente zur Technik der Römerzeit

**Gegenständliche Quellen** und vor allem Reliefs zeigen andererseits etwa Mühlen, Kräne, Schiffe und anderes. Die teilweise gewaltigen Bauten zeugen von der Höhe römischer Bautechnik. Manche **Alltagstechnik** blieb unter den Auswürfen des am **24. August 79 n. Chr.** ausgebrochenen **Vesuv** in den verschütteten Städten **Pompeji, Herculaneum** und einigen anderen Orten erhalten, so ganze Bäckerwerkstätten, Werkstätten anderer Handwerker und noch farbenprächtige Wandgemälde. Die Welt der Mythologien wird in den Wandgemälden vorgestellt und als Mosaik aus 1, 5 Millionen Steinchen die Alexanderschlacht bei Issos 333 v. Chr. bei der ALEXANDER den Perserkönig DAREIOS III, besiegt. Bei dem Vesuv-Ausbruch hat kein Lavastrom die Städte zusammengeschoben, sondern trotz mancher gröberer vulkanischer Bomben wurden die betroffenen Orte wie zur Voraussicht für spätere Ausgräber zugedeckt, in Pompeji mit Asche, in Herculaneum mit Schlamm. Herculaneum aus dem ausgetrockneten Schlamm herausgemeißelt statt nur ausgegraben werden (YouTube 2019. In Herculaneum erhielt sich auch organisches Material, namentlich Holz und, wenn auch geschwärzt, Papyrus-Manuskripte. Zerstörung und Konservierung für die Nachwelt. Das griechische, 290 v. Chr. römisch gewordene Pompeji (YouTube 2019) war 62 v. Chr. schon von einem schweren Erdbeben stark zerstört worden. Die danach noch nicht völlig wiederaufgebaute konservierte Stadt ist also nur 17 Jahre alt. Gefunden wurden 31 Bäckereien. Für im Stehen gegessene Schnellgerichte gab es Garküchen, Thermopolen. Für Sexlust sorgten 31 enrdeckte öffentliche Bordelle, Es gab als offene Bauten 1 Theater, 1 Odeon für musikalische Darbietungen wie Gesangwettstreite, Vortäge, 1 Arena.

Die systematischen **Ausgrabungen** in Herculaneum begannen am 22. Oktober **1738** (H. KÜHN 1976, S. 33). Eine Tochter von AUGUST dem STARKEN, Dresden, hatte den König beider Sizilien, KARL, geheiratet. Einige vorher getätigte Funde von Herculaneum waren nach Dresden gekommen und die nunmehr dort



Abbildung 178: Eurysaces Grabmal Rom 1.

ansässige neue königliche Ehefrau, MARIA AMALIA CHRISTINE, veranlaßte die systematischere Ausgrabungsarbeit. In Pompeji wird gegraben ab 1748. Die Stätte wird besucht von Kaiser JOSEPH II 1769, und von GOETHE zusammen mit den Malern TISCHBEIN und HACKERT am 11. März 1787. In den Tuffen werden auch die Ausfüllungen von Leichen gefunden.

Was für Pompeji die Vulkanablagerungen waren, das war für die an Mittelmeerküste im heutigen Libyen gelegene prächtige Stadt **Leptis Magma** (M. F. SQURCIAPINO 1966) der **Sand**, auch, wenn der weniger katastrophal und erst mit längerer Dauer die Stadt einhüllte. Italienische Archäologen haben nach der Besetzung Libyens ab 1913 die Stadt freigelegt.

Manches eigenwillige Denkmal offenbart etliches aus der Alltagstechnik. In Rom zeigt das eigenwillige Grabmal des Bäckerunternehmers EURYSACES von etwa 33 v. Chr., an der Porta Maggiore etwa 1 km südlich des heutigen Hauptbahnhofs, auf Reliefs die Tätigkeiten in einer Bäckerei mit offensichtlich vielen Beschäftigten, auch die Göpel- (Trichter-) mühlen, wie sie Pompeji gefunden wurden.

Vom Alltag wie von Vorstellungen über Vergangenheit und Mythologie zeugen manche **Wandgemälde** und vor allem auch die **Mosaikfußböden**. Seit dem 1. Jh. v. Chr. schmückten Mosaikfußböden im ganzen Imperium reiche Stadthäuser und Villen, überstanden oft den Zerfall des Hauses, auch bei Erdbeben (E. BRÖDNER 1989). Jagdtiere zeigen sie, Wildtiere, auch Fische und Meeresorganismen, sie las-



Abbildung 179: Eurysaces Grabmal Rom 2.

sen erkennen, was man kannte. Bei allen diesen Wandgemälden und Mosaiken entsteht der Eindruck von einer Fülle von künstlerisch begabten Menschen, welche das alles zustandebrachten

## Lateinisch schreibende Autoren und dann der Einfluß des Griechischen

Im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung standen lateinisch schreibende Autoren im Vordergrund, ob Historiker wie LIVIUS, gestorben um 17. n. Chr., bis hin zu dem um 120 n. Chr. gestorbenen TACITUS oder dem die Natur und die Technik beschreibenden PLINIUS der Zeit von Kaiser VESPASIAN. Mit Kaiser HADRIAN stieg in der Kultur der Osten wieder empor, konnte von **erneuter 'Hellenisierung'** gesprochen werden (H. BENGTSON 1974, S. 230), gab es regelrecht Ostförderung. Wissenschaftlich arbeitende und schreibende Griechen zogen andererseits teilweise oder zeitweise nach Rom. **Griechisch** war **neben Latein** die zweite Sprache, vor allem auch Schriftsprache, im Römerreich. Griechische Gelehrte, die nunmehr die lateinischen überflügelten, verfaßten ihre Texte auch in Rom auf Griechisch.

## Griechenland als Studienland der bildungsbeflissenen Römer

Mit der Eroberung Griechenlands einschließlich Mazedoniens und dann großer Teile des Orients und Ägyptens fiel ein großer Teil der **hellenistischen Welt an Rom.** Als 211 v. Chr. M. CLAUDIUS MARCELLUS Syrakus eroberte, soll nach

LIVIUS das Interesse an griechischen Kunstwerken, ob heilig oder profan aufgekommen sein und war zuerst auch als Raub (W. DAHLHEIM 2013, S. 154 ff.). Die Stätten dieser Kultur war zwar schon fast 200 Jahre vorher von Mazedonien erobert, aber eben nicht sehr beeinträchtigt worden, wurde fortgeführt (J. OBER 2016, S. 411). Auch vom Älteresn wurde vieles überliefert. So die antiken Dramatiker. Römische Armeen besiegten in mehreren Kriegen Mazedonien, 146 v. Chr. zerstörte eine römische Armee Korinth, aber ansonsten brachte Rom vielen Teilen Griechenlands eher erneut Frieden. Es nahm aber natürlich Steuern. Letztlich schrieb man Rom eine griechische Vorgeschichte zu, Der bis in die Zeit von Kaiser AUGUSTUS wirkende, 19 v. Chr. gestorbene römische Dichter VIRGIL/VERGIL führte Rom auf Aeneas zurück, jenen legandären trojanischen Helden, der aus der brennenden Stadt Troja fliehen konnte und über Karthago Italien erreichte und dessen Nachkommen die Gründer Roms gewesen sein sollen. Er war geflohen über jenes Karthago. In der Zeit VIRGILs wurde auch Karthago als nun römische Stadt rehabilitiert, war also, um BRECHTs Verse von dem nach dem Dritten Punischen Krieg nicht mehr auffindbaren Karthago zu ergänzen, nun doch, in neuer Gestalt, wieder auffindbar.

Die gebildete Schicht unter den Römern lehnte sich bald in Philosophie und Wissenschaft und auch in der Literatur zunehmend an die **griechische** Kultur an, **an die hellenistische**, es gab also eine **'Hellenisierung' der römischen Elite**, wurde die griechische Kultur die 'beherrschende Reichskultur' (J. OBER 2016, S. 412). Griechenland, nunmehr römisch, genoß von Rom hohe Achtung und weniger Zwang. Griechenkolonien in Süditalien und auf Sizilien waren ohnehin schon länger in Nachbarschaft mit der Römischen Republik gekommen und schließlich einbezogen worden. Die griechische Sprache gab es also auch in Teilen von Italien von vornherein. Auch die Götterwelt ließ sich einander angepassen, Zeus war wie Jupiter, Poseidon wie Neptun. Athen schließlich war eine Stadt aus Marmor, als Rom noch eine Stadt aus Ziegelsteinen war (J. M. ROBERTS 1989) und bis zum Brand unter NERO 64 n. Chr. auch von Holz. Die Hochachtung vor dem Griechischen hatte nicht ausgeschlossen und sondern war vielleicht 'Ausdruck' der besonderen Verehrung, daß man Manuskripte raubte, daß AEMILIUS PAULLUS nach dem Sieg über Mazedonien die Bibliothek der Könige Mazedoniens nach Rom überführen ließ (G. WOOLF 2015, S. 208) und auch andere, LUCULLUS etwa, Bibliotheken sich aneigneten (S. 210). Wie berichtet wird, hat der gegenüber seinen Gegnern in Rom so grausam wütende SULLA Schriften des ARISTOTELES noch von Athen nach Rom gebracht und ANDRONICUS aus Rhodos soll sie kommentiert haben (J. M. ROBERTS 1989).

**Athen** wurde Studienstadt für junge bildungsbeflissene Römer und ebenso wurde es das eigenstaatliche **Rhodos** (G. WOOLF 2015, S. 209)**.** CICERO und sein

Bruder hörten 79 v. Chr. Vorlesungen in Athen und reisten dann nach Rhodos und Smyrna weiter. Und auch der junge CÄSAR studierte etwas später auf Rhodos. **In Rhodos ließen sich** auch griechische Gelehrte nieder, so POSEIDONIOS (E. SCHWARTZ 1943, S. 88 ff.) aus Apameia, der 87 als Gesanter von Rhodos nach Rom kam. Das hatte den alten römischen Bundesgenossen Rhodos allerdings nicht davor bewahrt, daß der von den CÄSAR-Rächern bedrohte CÄSAR-Mörder CASSIUS für seine Rüstung Rhodos ausplünderte (W. DAHLHEIM 2013, S. 326). Macht vor Recht, ja vor Freundschaft! Ab 74 n. Chr, gehörte Rhodos auch formal zum Römischen Imperium. Im Süden Anatoliens wurde **Tarsus** ein Bildungszentrum (M. BRUMLIK 2010, S. 103).

Neben Aufstellung griechische Bildhauerwerke in der Öffentlichkeit, strebten reiche Römer für ihre Privathäuser nach solchen. Nur Kopien konnten dem schließlich entgegenkommen. Bildhauerische **Kopien in der Römerzeit** lassen uns den Reichtum der in den meisten Original-Stücken verlorenen griechischen **Bildhauerkunst** erleben. Gewiß wurden auch auch eigene römische Denkmale geschaffen, jedoch auch hier zeigt sich griechisches Vorbild. Verschwunden waren die Hetzereien eines CATO gegen das die römische Härte angeblich verdrängende Griechische, die von ihm verachteten 'Graeculi'. Gebildete im Römerreich, und gerade auch in Italien, in Pompeji etwa, interessierten sich auch für die Vergangenheit, ihre Mythen und Geschichte. In den Villen von Reichen wurden Räume so benannt, daß sie an die gricchische Kultur erinnerten (G. WOOLF 2015, S. 208). In CICEROs Landhaus in Tusculum in den Albaner Bergen gab es ein 'Lyceum' und ein 'Academia' genannter Ort (S. 210). Anerkennung des Griechischen gab es auch für die **Malereien**, farbenprächtige, wie sie die Wände der Villen in .Pompeji, Herculanum und anderswo zieren und ebenfalls Nachahmungen teilweise Jahrhunderte vorher geschaffener griechischer Originale sind (B. ANDREAE 2009). So gibt es im Museum in Neapel das berühmte Gemälde der Alexanderschlacht von einer Wand aus Pompeji, das als Nachahmung eines griechischen Originals von etwa 300 v. Chr. gilt. Als Pompjei unter Vulkanmaterial versank, lag die Zeit ALEXANDERs von Mazedonien zwar schon über 350 Jahre zurück, aber die Historie blieb im Bewußtsein gebildeter Römer lebendig – wie uns im 20. Jh. kaum der Dreißigjährige Krieg.

Der Kult um den oft grausamen mazedonischen Eroberer von 330 v. Chr. zeigte sich ansonsten auch in Büsten, in einer Reiterstatuette des gepanzerten ALEXANDER in Herculaneum (D. BARTETZKO 2009), Zeugnis des letztlich bellizistisch gebliebenden Geistes der Zeit.

Auch Byzanz und dann die Welt der Araber bauten auf dem griechischen Erbe auf (s. a. J. OBER 2016, S. 412).



Abbildung 180: Pompeji.



Abbildung 181: Pompeji. Farben.

## Wiederaufbau, was man einst zerstörte

**Karthago**, nunmehr für Roms Macht- und Handelsstellung nicht mehr gefährlich, wieder aufgebaut, ebenso **Korinth.** Das neue Korinth erstand zur Zeit von CÄSAR besonders durch Freigelassene und wurde eine lateinische Sprachinsel in griechischem Umfeld (Wikipedia 2018).

## Technikschriftstellerei – VITRUV(IUS)

Spezielle Werke zur Technik gibt es nur wenige, mehr über die später zu behandelnde Landwirtschaft.

VITRUVIUS POLLIO , der erste überlieferte Technikschriftsteller überhaupt, lebte während der Regierungszeit des ersten römischen Kaisers AUGUSTUS und hinterließ das Werk "De architectura", in 10 "Büchern" (dtsch. s. 1865). "Bücher" (libri) entsprechen hier und noch lange Zeit "Kapiteln". Im Mittelalter zunächst nur selten in klösterlichen Scriptorien kopiert, wurde VITRUV 1414 wiederentdeckt und viel beachtet (s. dort), ja der jeweiligen Gegenwart noch lange nutzbar gemacht. COLBERT, des Franzosenkönigs LOUIS XIV. tatkräftiger Minister, ließ CHARLES PERRAULT die Schrift des VITRUV ins Französiche übertragen (H. KORTUM 1966).

VITRUV beschreibt den von den Römern übernommenen **Tempelbau** der Griechen. Der Athenatempel von Priene, einer mittleren demokratisch regierten Polis an der Westküste Kleinasiens, war ihm besonderes Vorbild. **Ziegel** wurden nach VITRUV genormt in 3 Arten hergestellt. Die unterschiedliche Güte von **Kalk** war bekannt. Bekannt war, daß die um den Vesuv befindliche **Puteolanerde** in Verbindung mit Kalk und Bruchstein im Unterschied zum Kalkmörtel auch **unter Wasser abbindet**, also eine Art Zement war, wie er in der Zeit nach dem Römischen Imperium bis in die Zeit der Industriellen Revolution nicht bekannt war. Auch unter Rom wurde solche Puteolanerde gefunden (YouTube 2019). Auch in der Umgebung anderer ehemaliger Vulkane wurde solches Material gewonnen, mit dem Hafenmauern, Kaianlagen, Brückenpfeiler ausgeführt wurden. VITRUV beschreibt Wassermühlen, beschreibt die Herstellung von **Sonnenuhren**, schildert jene **Tongefäße**, die Echeia, die als **Schallverstärker** unter den Sitzen in griechischen Theatern standen und die unter Anwendung von Kenntnissen über die Tonharmonien hergestellt wurden.

Die **Kriegstechnik** beschrieb FLAVIUS RENATUS **VEGETIUS**, abgekürzt VEGEZ, im 4. Jh. n. Chr., um 382, in dem in Latein verfaßten Werk "Epitoma de re militari" (B. HEUSER 2010, S. 64), der "Urtyp aller Kriegshandbücher" (S. 98).



Abbildung 182: Athenatempel Priene 1996.

Sie soll nicht den seinerzeit neuesten Stand darstellen. Sie soll anregen zu lernen von dem Kriegswesen jener Zeit, als die römischen Armeen noch erfolgreich waren. Im Mittelalter war die Schrift des VEGETIUS eine der am meisten abgeschrieben römisch-antiken Schriften. Erhaltne blieben über 130 mittelalterliche Manuskripte, dazu gibt es etwa 70 Zusammenstellungen von Auszügen und Übersetzungen in Landesprachen (S.99). VEGETIUS wurde auch in populären Darstellungen geboten, von dem französischen Verfasser des "Roman der Rose" JEAN DE MEUN um 1284 und dann von der vielseitigen, in Frankreich lebenden und nach 1430 gestorbenen CHRISTINE DE PISAN/PIZAN (S. 72). Die Darstellung der CHRISTINE DE PISAN wurde anonym 1488 auch gedruckt, 1489 in englischer Übersetzung unter König HEINRICH VII.

In Byzanz regierte von 582 bis zu seinem Sturz grausamen Tod durch PHOKAS 602 n. Chr. Kaiser MAURIKIOS, der in schwere Abwehrkämpfe an der Grenzen verwickelt war, und von ihm stammt oder wurde unter seinem Namen veröffentlicht eine wichtige Schrift zur Armee, das 'Strategikon', das trotz Weiterentwicklung seit der eigentlichen römischen Zeit viel zu den wohl auch vorher von den Feldherren zu beachtenden Dingen beschreibt, so: die Ausrüstung der Krieger, besonders auch der zu Pferde. die Rüstung der Pferde, mit Einschluß des Steigbügels, die Behandlung der Soldaten, ihre Bekleidung, die Einrichtung der Lager, den Transport, einschließlich dem Transport mit Kamelen, das Wirken der Sanitäter. So heißt es (S. 79). zur Ausrüstung berittener Krieger: "... Vollständige Panzer bis

zum Knöchel mit Kapuzen, mit Riemen aufgezogen und durch Ringe mit ihrem Überzug, Helme mit kleinen Helmbüschen, Bogen nach der Stärke eines jeden und nicht darüber, lieber aber schwächern, mit breiten Köchern, mit man die gespannten Bogen, wenn es der Zeitpunkt erfordert, in sie stecken kann; Sehnen in großer Zahl in ihren Taschen, Köcher mit Pfeilen und ihren Verschlüssen, groß genug für 30 - 40 Pfeile ..." usw. "Denn wie prächtig in der Bewaffnung ein Soldat ist, mit soviel Bereitschaft greift er an und soviel Furcht flößt er den Feinden ein." "Die Pferde" (S. 81) vor allem der Führenden, "müssen an der Stirn einen eisernen Schutz tragen und einen Brustschutz aus Eisen bzw. Filz oder nach Art der Awaren Brust und Nacken bedeeken ...

Die Sättel müssen starke, große Satteldecken haben und geeignete Riemen; an den Sätteln müssen zwei eiserne Steigbügel sein, ein lederner Sack, Fußfesseln und eine Satteltasche" mit Vorrat für 3 - 4 Tage. Gott muß in der Schlacht mithelfen, aber das reicht nicht.

Interessant ist auch die Beschreibung der Gegner, zumal der **Awaren** und der **Slawen**, und gerade von den Awaren wird manches gelernt. Die Awaren - das waren lange die Herrscher der südosteuropäischen Ebenen und besonders Pannoniens, bis in die Zeit ihrer Niederlage gegen KARL DER GROßE (M. W. WEITHMANN 2000, S. 57).

## Architektur - das war römische Größe

Im **Bauwesen**, ob bei Gebäuden, Wasserzuführung, Straßen, Häfen, Festungen und dann Gewölben erreichten die Römer ihre technischen Höchstleistungen. Vieles, in der Anlage der Städte wie der Straßen und anderes, glich sich im ganzen Römerreich, war wie **standardisiert**, wie die Feldlager der Legionen (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 123) an den zu erobernden oder dann zu schützenden Außengrenzen. Das Klima der Mittelmeerregion führte nicht an vielen Orten zu einem solchen Überwuchern der alten Bauten durch Vegetation wie es etwa mit den Maya-Bauten auf Yukatan oder den östlich davon gelegenen Regionen war, wo die Maya-Kultur durch die Erforscher aus dem Urwald erst einmal wieder herausgehauen werden mußte (G- WOOLF 2015, S. 373/374).

## Wasser-Versorgung und Abwasser-Abfuhr

Überall im Römerreich wurden viele Städte mit **Frischwasser** aus zum Teil größerer Entfernung versorgt, herbeitransportiert zumal aus Bergen in oft langen Wasserleitungen. Durch die Frischwasserzufuhr konnte in großen Städten eine große



Abbildung 183: Röhre römisch. Bonn.

Bevölkerung ohne Zusammenbruch der **Hygiene** leben, und der Import von Getreide, etwa aus Nordafrika, sicherte die Ernährung solcher Städte (A. B. KINZEL 1967). Die **Wasserversorgung** ist die **erste Zentralverorgun**g oft bis ins Haus oder dessen Nähe **für** ein **täglich benötigtes Gut**, wie erst viele viele Jahrhunderte später Gas und Elektrizität. Auch hoch-und spät-mitelalterliche Städte bauten solche zentrale Wasserversorgung, manchmal nach römsichem Vorbild.

Für das Römische Imperium sind über 1700 **Langstreckenwasserleitungen** bekannt (Zeitung Standard 8. 8. 2016 online). Etwa 90% der Wasserzuführung erfolgte **in unterirdischen Leitungen** (T. E. RIHLL et. al. 1995, S. 424). Gegen 80 km Kilometer lang war die unterirdisch geführte Quellwasserleitung aus der Eifel nach Köln. In Deutschland wurden aus der Römerzeit etwa 200 Wasserleitungen nachgewiesen (E. BOYE 1957). Im ehemals römischen Nordafrika ist von 42 Leitungen die Rede (E. BOYE 1957).

Standen den Leitungen Täler im Wege, mußte die Leitung auf der Seite des ankommenden Wassers nach unten geführt werden und stieg am jenseitigen Talhang wieder empor, war also Druckleitung und war entsprechend fest zu sein (G. GARBRECHT 1995, S. 114 ff.). Oder das Tal konnte, wenn nicht über 50 m tief, mit einem Aquädukt überquert werden, **Aquädukte**, die zu den eindrucksvollsten Bauten der Römerzeit gehören, auf Überquerungen, auf Brücken gebaute Wasserleitungen. Diese so überspannten Täler sind dann nur ein ganz geringer Teil einer Leitung zur Wasserzufuhr. Aber auch in flacherem Gelände wurde Wasser wie für

Rom über Aquädukte herbeigeführt und besaß dann den nötigen Druck. Die Bauten zur Wasserversorgung in **Rom** fanden ihre zeitgenössische Beschreibung durch SEXTUS JULIUS FRONTINUS. Dieser war auch Feldherr in Britannien gewesen und wurde unter Kaiser NERVA 97 n. Chr. mit der Aufsicht über die **Wasserleitungen für Rom** betraut. Er verfaßte darüber sein Werk "De aquis urbis Romae", das 1429 wie das Werk des VITRUV wiederentdeckt wurde und dann bei der Reaktivierung der römischen Wasserleitungen helfen sollte (M. DÖRING 1997). FRONTINUS hob auch hervor, daß die Ägypter mit ihren Pyramiden und die Griechen mit rein künsterlischen Bauten wenig Nützliches schufen, und sich davon die Römer mit ihren Bauten, den Ingenieurbauten, den Menschen nutzende Werke abhoben. Die erste, die unterirdisch verlaufende Fernwasserleitung Roms war die 18 Kilometer lange, ab 320 v. Chr. erbaute **Aqua Appia**. Es folgte um 280 v. Chr. die 64 Kilometer lange Aqua Anio, die bei Tivoli Wasser aus dem Flusse Anio abzweigte. Die Aqua Marcia lag dann so hoch, daß fast alle Hügel Roms in freiem Gefälle versorgt werden konnten, erforderte aber ein 8 Kilometer langes, wenn auch nicht sehr hohes Aquädukt. Zuletzt wurde Rom von 11 Wasserleitungen versorgt. Alle Wasserleitungen Roms zur Zeit Kaiser KONSTANTINs hatten eine Gesamtlänge von 435 km (W. FOERSTER 1961, S. 94). Die Doppelleitung Claudia/Anio Novus verläuft auf einem über 10 Kilometer langen und 27 Meter hohen Aquädukt, wurde aus einer 40 Meter hohen Talsperre bei Subiaco gespeist. Die Leitungen endeten in Verteilungsbauwerken, den Castelli, oder in Brunnen, wobei die Fontana di Trevi am Endpunkt der Wasserleitung Virgo erhalten blieb. Von Roms Wasserversorgung im 1. Jh. n. Chr. heißt es bei dem Geographen STRABO (s. 1857, S. 167): "... des durch die Wasserleitungen herbeigeführten Wassers aber ist so viel, daß (wahre) Flüsse die Stadt und die Abzugskanäle durchströmen, und fast jedes Haus Wasserbehälter, Röhren und reichlich sprudelnde Brunnen hat; ..." Rom war also wasserdurchflossen. Unter Kaiser AUGUSTUS wurden 700 Schöpfbrunnen und 500 Laufbrunnen angelegt, und "die Verführung städtischer Lebensart heilte viele Wunden, die das römische Schwert geschlagen hatte" (W. DAHLHEIM 2013, S. 271). . Von den Fernwasserleitungen kam das Wasser auf höher gelgene Sammelstellen, castelli, und floß dann durch unterirdisch gelegte Ton- und Bleirohre (E. BRÖDNER 1989). Die dann oberirdischen Brunnen liefen fortlaufend, deren Wasser war kostenlos. Die Wassermenge, die um 100 n. Chr. täglich durch Rom geflossen sein, wurde unter Auswertung der Angaben und erhaltenen Anlagen auf 530.000 bis 635.000 Kubikmeter berechnet. Die Rohrleitungen waren dank FRONTINUS auch **standardisiert**.

In Spanien überquert ein recht tiefes Tal ein Aquädukt unmittelbar in **Segovia**, eine der gewaltigsten Anlagen überhaupt. Ein harmloser Bach leitet sein Wasser aus den hinter offenem Land und Wiesen entfernt gelegenen Bergen der Sierra Guadarrama zu diesem Aquädukt. Eindrucksvoll ist auch der Aquädukt bei **Tarragona**.



Abbildung 184: Aquädukt Tarragona.

Der Aquädukt von **Konstantinopel**, der unter Kaiser Valens erbaut wurde, ist 1170 Meter lang (F. M. FELDHAUS 1931).

In Süd-Frankreich beeindruckt der **Pont de Gard**, der Wasser nach **Nimes** führte. Ein erhaltener Wasserverteiler leitete es in die verschiedenen Stadttteile.

In Konstantinopel entstand ein Aquädukt unter Kaiser VALENS,der ein etwa 1000 m breites Tal überpannt. .

Es gibt **Tausende kleinerer Aquädukte** (Zeitung Standard 8. 8. 2016 online). Aquädukte wurden auch in späterer Zeit, im Mittelalter und **später,** gebaut. Unter dem 1750 gestorbenem König JOHANN V. von Portual wurde ein großer Aquädukt für **Lissabon** geschaffen (W. und A. DURANT 1969, S. 306).

Das meiste Wasser verbrauchten die **Thermen**, von denen im 4. Jh. n. Chr. in Rom 11 große und 850 kleinere bestanden, wobei in der **Caracalla-Therme** durch 11000 Bedienstete bis 3000 Besucher gleichzeitig betreut werden konnten (M. DÖRING 1997).

Man könnte von "Erlebnisbädern" sprechen. Die Bäder waren meistens auch beheizbar.

Wo viel Wasser zufließt kann hygienischerweise auch viel abfließen. Die Abwasserabführungsanlage von Rom war die schließlich als zugedeckter Graben entstandene "**Cloaca maxima**", die zum Tiber führte.

Die nach Rom am meisten mit Wasserzuleitungen ausgestattete Stadt im Imperium war Lyon, zu dem 4 Leitungen führten (G. GARBRECHT 1995, S. 118).

**Aquädukte** wurden **auch in späterer Zeit gebaut**, und nicht jeder Aquädukt

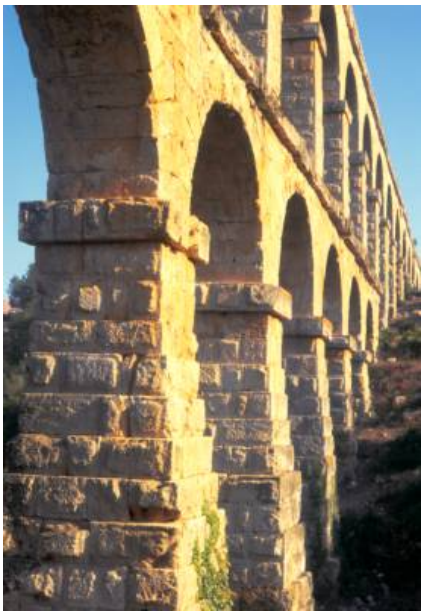

Abbildung 185: Tarragona. Aquädukt von unten.

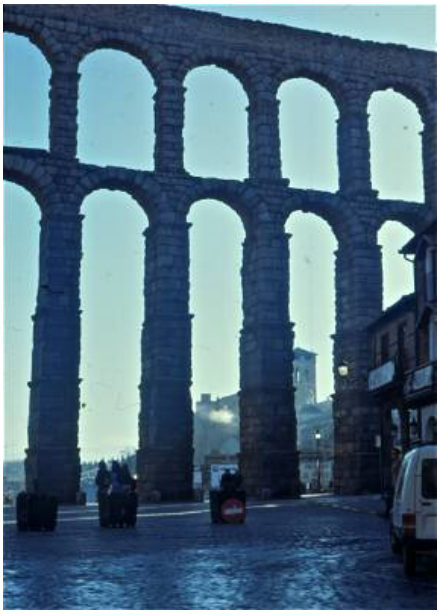

Abbildung 186: Aquädukt Segovia.



Abbildung 187: Am Aquädukt von Segovia.



Abbildung 188: Pont de Gard.



Abbildung 189: Wasserverteiler:Nimes.



Abbildung 190: Istanbul: Aquädukt VALENS.



Abbildung 191: Rom: Caracalla-Thermen.



Abbildung 192: Rom: Zu den Thermen des DIOKLETIAN.

einer italienischen Stadt ist antik.

## Landverkehr – Straßen, Brücken

Gepflasterte Straßen gab es innerhalb der Städte und in die Ferne führende Straßen sorgten mit für den Zusammenhalt des Römischen Imperiums.

In der **Kaiserzeit** betrug die Gesamtlänge der großen, **das Römerreich durchziehenden Straßen**, in einem Graben gefüllt kleineren Steinen (YouTube 2919) und oben gepflastert mit polygonalen, recht exakt aneinandergefügten Steinplatten, etwa 90000 Kilometer. Einfachere Straßen, mit Kies bestreut, gab es etwa 300000 Kilometer (J. KASTL 1953). Auch die Armee war am Straßenbau beteiligt. Allein von Rom gingen schließlich etwa 23 Kunststraßen in die verschiedenen Richtungen. Begonnen hatte der Bau weiter Straßen unter dem Zensor APPIUS CLAUDIUS 372 v. Chr. mit der **Via Appia**, die von Rom nach Süden zunächst bis Capua führte und später bis Brindisi (Brundisium) verlängert wurde. Damit erreichte sie 559 Kilometer Länge, galt als die "regina viarum", die Königin der Straßen. An die Adriaküste führte von Rom die **Via Flaminia**. Nach Norditalien wurde die **Via Aemilia** gebaut. 145 v. Chr. wurde die über Dalmatien bis Thessalonici (Saloniki) führende **Via Egnetia** begonnen. In Gallien gab es etwa 30.000 Kilometer Straßen. Die über Narbonne führende **Via Domitia**, die erste Römerstraße in Gallien, verband Italien mit Spanien (Wikipedia 2016). Von der Via Domitia führte die **Via Aquitania** über Toulouse und Bordeaus zum Atlantik (Wikipedia 2016). In **Nord-Afrika** führte eine Küstenstraße von Mauretanien



Abbildung 193: Römerstraße in Volubilis/Marokko.

bis Tripolitanien, eine andere an der Südgrenze des römischen Afrika, andere ins Landesinnere der Provinz (W. ELLINER 1990).

Je länger das Straßennetz wurde, desto mehr mußte auch repariert werden. Die Ausdehnung der Landgüter mag mit veranlaßt haben, freizügige Wege zugunsten festgelegter Verkehrswege aufzugeben. Auf den Straßen wurden Nachrichten relativ rasch in die Zentren übermittelt und konnten Truppen in Krisengebiete entsandt werden, was beides zum Zusammenhalt des Imperiums beitrug. Daß Reisen nicht gescheut wurden, bezeugen auch die späteren zahlreichen christlichen Konzilien in verschiedensten Orten in den verschiedensten Regionen, wo sich die geistlichen Würdenträger trafen. Eine Reiterabeilung konnte damals von Konstantinopel nach Trier in etwa 22 Tagen verlegt werden. Aber der schließlichen Eroberung großer Teile des Imperiums durch die 'Barbaren' konnte auch dieser Aufwand nicht wehren.

Die Römerstraßen gaben Anregung für Straßen nach auch in der Neuzeit, und 1622 veröffentlichte auch aus diesem Grunde der französische Rechtsanwalt BERGIER ein Werk "Histoire des grands chemins de l' Empire romain."

Das Straßensystem hatte andererseits nur Wert, wen Wasserläufe, wenn sie denn nicht zu breit waren, überquert werden konnten, und dem dienten auch steinerne, noch heute nach einigen eingefügten Neuerungen benutzte **Brücken**, so in Rimini, in Salamanca, in Trier.

Unter dem von 98 bis 117 n. Chr. regierenden Kaiser TRAJAN, der über die Donau nach Dacien vordrang und den Dakerkönig DECEBALUS besiegte, wurde

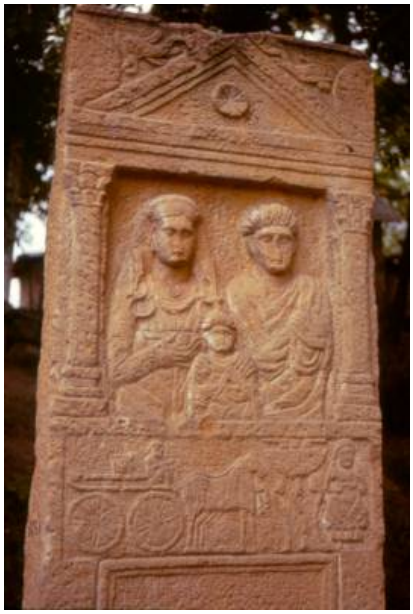

Abbildung 194: Röm. Reisewagen. Szentendre.



Abbildung 195: Frachtwagen. Igeler Säule.



Abbildung 196: Rimini.Römerbrücke.



Abbildung 197: Salamanca.Römerbrücke.

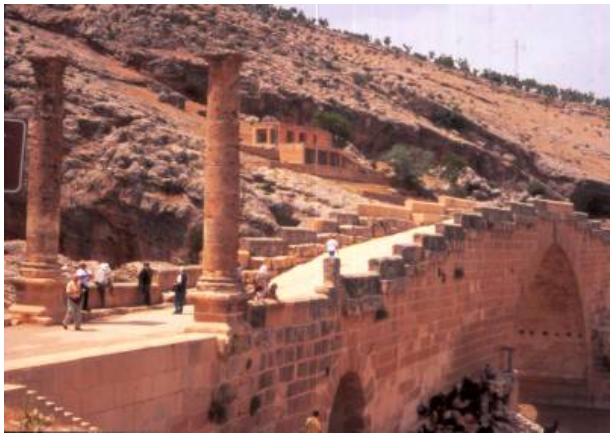

Abbildung 198: Römerbrücke O-Türkei. 2007.



Abbildung 199: Turnu Severin. Trajan-Brücke.



Abbildung 200: Reste Trajan-Brücke. 1970.

dazu unter wahrscheinlich dem Baumeister APOLLODOROS von DAMASCUS eine Brücke über die dort gegen 800 m breite **Donau** bei Turnu Severin östlich des Eisernen Tores erbaut. Die Brücke (S. PEROWNE 1966, S. 36) bestand aus 20 quadratischen Steinpfeilern mit je 25 m Höhe und 18 m Breite und mit einer Spannweite zwischen den Pfeilern von 51 m. Auf den Pfeilern ruhten hölzerne Bogen.

An TRAJAN erinnern im heutigen Rumänien auch der Sockel und herabgestürzte Metopen eines wohl gewaltigen Siegesdenkmals, bei Adamclisi in der Dobrudscha. Metopen sind Einzelbilder-Plastiken in einem Relief.

Beim Rückzug der Römer aus Dacien ab 271 unter Kaiser AURELIAN wurde die Brücke bewußt zerstört. Einige Pfeiler an der heutigen rumänisch-serbischen Grenze blieben erhalten. Romanisiert blieb die Bevölkerung an der unteren Donau, und von hier aus entstanden walachische Fürstentümer, die sich von der ungari-



Abbildung 201: Rest vom Tropaeum Traiani, Adamclisi.




Abbildung 202: Adamclisi, Metope. 1973.

schen Oberherrschaft freikämpften und griechisch-orthodox werden (M. W. WEITHMANN, S. 102/103). Der Name 'Walachen' wurde von Fremden gegeben.

## Groß- und Städte-Bauten der Kaiserzeit

Die bedeutendsten neuen Errungenschaft im **Bauwesen** waren nunmehr in Vollendung der **Bogen** und das **Gewölbe**, so wie es die Aquädukte schon anzeigten. Die noch bis zum Brand 64 n. Chr. vielfach bestehenden und im Feuer verglühten Holzbauten wurden in NEROs neuer Stadtplanung durch Ziegelbauten abgelöst (YouTube 2019). **Ziegel** wurden in großen Massen hergestellt, denn viele römische Bauten sind Ziegelbauten. Ziegel sind der **älteste künstliche Baustoff** der Menschheit. Es gab große Ziegeleien auch nahe Rom und sie wurden wie auch manche große Ziegeleien anderwo kaiserliches Dominalgut (TH. MOMMSEN in 1976, S. 360). Und es kam sogar zu der Bautechnik des "opus caementicium", bei der **in Holzverschalungen** für die Mauerwände und Gewölbe eine Masse von **Steinen und Ziegelbrocken gefüllt** wurde und dann mit einem bindenden Material zum **Zusammenbacken** gebracht wurde (P. ZANKER 2013, S. 34/35).

Großer kaiserlicher Bauherr war (H)ADRIAN (S. PEROWNE 1966). Unter HADRIAN wurde das **Pantheon** in Rom neugestaltet, das einzige bis zur Gegenwart vollständig erhaltene Gebäude aus der Römerzeit, 43,5 m hoch, ein zylinderförmiger, in Nischen zergliederter Zentralbau, mit einem Durchmesser der **Kuppel** von 43, 3 m und damit ein wenig ausgedehnter als die Kuppel der Peterskirche mit 42, 3 m (S. PEROWNE 1966, S. 128). Eine Öffnung in der Kuppel wirft Licht in den Innenraum, Diente des Pantheon der Gotterverehrung? 609 wurde es christliche Kirche, später Begräbnisplatz bedeutender Italiener. So schon von RAFFAEL.

In **Athen** ließ HADRIAN den durch seine 123 m hohen Säulen vom griechischen Baustil abweichenden Tempel des **Olympischen Zeus, das Olympeion** (S. PEROWNE 1966 S.118) , um 131/132 n. Chr., neu errichten, ein unter dem Tyrannen PEISISTRATOS begonnenes und trotz späterer Wiederaufnahme dann verfallenem Bauwerk. Im Mittelalter wohl durch ein Erdbeben zerstört, wurden 1889 archäologische Ausgrabungen begonnen und erstand der Tempelrest mit 15 von einst etwa 100 Säulen (Wikipedia 2017).

Und der 138 n. Chr. gestorbene HARDIAN war auch der Bauherr der als ein Grabmal gedachten **Engelsburg**. Im Mittelalter war sie uneinnehmbare Festung, Fluchtort der Päpste bei Bedrohung.

Vom Rom der Zeit des PLINIUS der Ältere wurden ermittelt 32 Ausgänge und 6 Brücken über den Tiber (CH. L. SINGER 1998, S. 67).



Abbildung 203: Rom:Pantheon.



Abbildung 204: Athen: Zeus-Tempel HADRIANs.



Abbildung 205: Bearbeitete Steinquadern Odenwald.

Unter den starken Kaisern wuchsen die Bauten, kam die "Staatsarchitektur der Römer zu ihrer letzten Entfaltung" (J. VOGT 1983, S. 154). Noch heute gibt es, etwa im Odenwald, in der Römerzeit bearbeitete gewaltige Steinquadern.

Anstatt der griechischen **Theater** für Schauspiel-Aufführungen auf einer Bühne vor dem Halbkreis der Zuschauersitze bauten die Römer darüberhinaus ähnliche Anlagen mit Sitzen ringsum für Tierhetze und Tötung Verurteilter oder Gladiatorenkämpfe, auch langgestreckte Anlagen für Wagenrennen.

Unter den Stadionbauten ist das um 80 n. Chr. erbaute **Colosseum** in Rom das größte Theater der Welt – heute bewundert, aber doch gemäß den dort stattgefundenen "Spiele" mit Gladiatoren und Raubtieren ein makabres Anliegen. Die Längsachse des Colosseum beträgt 180 m, die Querachse 156 m, die Höhe 48 m und 40- bis 50.000 Personen fanden Platz (W. FOERSTER 1961, S. 94). Für Pferderennen bestand der **Circus Maximus**, mit Platz für 60.000 Zuschauer und für 10085 Zuschauer im 4. Jh. (S. 94).

"**Theater**", sogar gewaltige, entstanden auch in der Provinz. Ein großes, unter dem ab 222 herrschendem Kaiser SEVERUS ALEXANDER gut erhaltenes Theater besteht in **Bos(t)ra**, der einstigen Hauptstadt der römischen Provinz Arabia, heute ganz im Süden von Syrien. 15.000 Zuschauer faßte es, hatte 35 Sitzrihen, eine 45 m lange Bühne, ab 1947 durch den syrischen Antikendienst ausgegraben. Auch hier eine bewundernswerte Akustik. In arabischer Zeit als Zitadelle genutzt, blieb es vom starken Abbau als Steinbruch bewahrt (Wikipedia 2018). Theater sind wiet verbreitet.

Ein großes Amphitheater betand auch in der Garnisonstatdt **Carnuntum** an der pannonischen Grenze, mit einer Kammer, wo die Leichen der im Kampfspiel Getöteten hingeschafft wurden. Und Leichen wurden wohl auch hier bei jedem



Abbildung 206: Rom: Colosseum.



Abbildung 207: Bosra: Theater.



Abbildung 208: Theater Pula.



Abbildung 209: Amphitheater Nimes.



Abbildung 210: Milet, römisches Theater.



Abbildung 211: Milet. Relief Kampf mit Löwe.



Abbildung 212: Hierapolis/W-Türkei. Zeit HADRIAN.

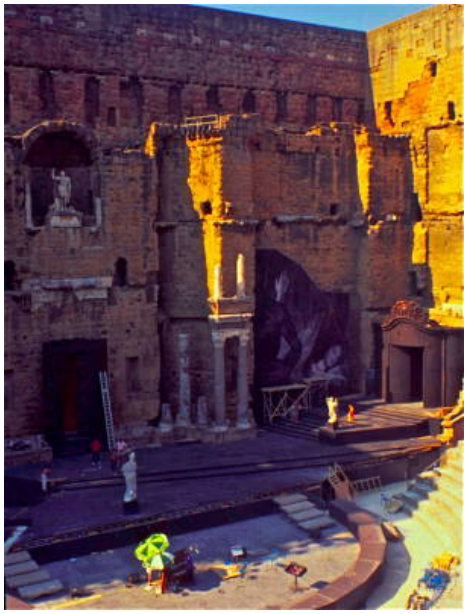

Abbildung 213: Orange/Arausio, Gallien: Theater.

Spieltag erwartet.

Auch manche **Grabdenkmäler** hoher Herren waren groß. So in der west-türkischen Stadt Milas ein dem Mausoleum von Halikarnassos nachempfundenes Grabmal aus dem 1. Jh. v. Chr.

**Rom** wurde **im Mittelalter zum Ruinenfeld**. Ihr Material wurde zum Teil für neue Bauten verwendet. Inmitten blieben aber wenigstens Teile seiner Großbauten, Die **Engelsburg**, errichtet als Grabmal für Kaiser HADRIAN, war im Mittelalter uneinnehmbare Festung, in der sich etwa der mit HEINRICH IV. zerstrittene Papst GREGOR VII. verschanzte (F. SEIBT 1987).

Überall im Römischen Imperium gab es **ähnliche Bauten** (P. ZANKER 2013), ähnelten sich die **etwa 2000 Städte** (W. DAHLHEIM 2013 b, S. 31). So gab es in jeder nur etwas größeren Stadt die **einander** wie moderne Sportstadien **ähnlichen Amphitheater**, in Gerasa wie in Volubilis. Es gab das **Forum**, die Marktplätze, mit ihren Säulen, die **Triumph- oder Ehrenbögen** und auch Straßenn. In vielen Gebäuden und in reichen Häusern wurden Mosaikböden angelegt. Die später für Kirchenbauten eingeführte **Basilika** war zuerst Halle für Handels- und Geldgeschäfte. 'Basilice' = köngliche Halle war wohl ein alexandrinische Terminus (P. ZANKER 2013, S. 36). **Städte**, wie **das neue Karthago** ab GAIUS GRACCHUS um 122 v. Chr. wurden **planmäßig**, mit einem Straßennetzt, angelegt. Unter HADRIAN wurden etwa im Osten Städte nach einem besonderen Typ neu



Abbildung 214: Mausoleum-Stil in Milas 1. Jh. v..



Abbildung 215: HADRIANgrabmal Engelsburg.



Abbildung 216: Gerasa, Hadrianbogen.

erbaut oder umgestaltet. In Städten wie Gerasa, Palmyra, Apameia durchzieht eine prächtige, mit einer Art Triumphtor beginnende **Säulenstraße** die Stadt. Die mit Marmorplatten gedeckte Prachtstraße von Antiochia wird mit 6 km angegeben (W. FOERSTER 1961, S. 94). Städte besaßen oft mehrere Theater. In Städten auf dem Forum und in öffetntlichen Gebäuden wie auch in reichen Wohnstätten gab es **Mosaikböden**, sowohl im Osten, wie in dem im 2. Jh. n. Chr. aufgeblühten und im Winter 129/130 von Kaiser HADRIAN besuchten **Gerasa**/Jerasch wie ganz im Südwesten, in Nordafrika, in **Volubilis**, heute in Marokko. Was auf den Mosaikböden dargestellt wurde, ist von hohem kulturgeschichtlichen Wert. Ehrenbögen sollten den jeweiligen Kaiser ehren, was nicht unbedingt persönliche Anwesenheit voraussetzte, so wohl nicht beim CARACALLA-Bogen von Volubilis von um 216/217 n. Ch.

**Gerasa**, das 'Pompeji des Ostens', wurde durch ein Erdbeben 747 vernichtet, 1806 wiederentdeckt und in den 1920-er.Jahren "systematisch erforscht und ausgegraben" (W. EHRENSPERGER 2001).

Eine bewunderte Hafen**mole** bestand im 194 v. Chr. gegründeten Puteoli (Pozzuoli) nördlich von Neapel, wichtigster Hafen für Rom bis zu seiner allmählichen Ablösung durch Ostia. Der große Hafen von Ostia, der Hafen für Rom, wurde erbaut unter Kaiser CLAUDIUS (A, H. M. JONES 1974, S, 54).

Großstädte, die teilweise Rom übertrafen, waren Alexandria, Antiochia, Ephesos. **Ephesos/Ephesus**, schon lange vor römischen Besitznahme 133 v. Chr, bestehend, war eine bedeutende Hafen-und Großstadt, mit den Prachbauten der führenden Bewohner und bedeutenden Tempeln. Ephesos wurde ab 1896 unter dem in Österreich wirkenden Archäologen OTTO BENNDORF (Wikipedia 2019)



Abbildung 217: Gerasa.



Abbildung 218: Orange/Arausio: Städtegründungsbogen.



Abbildung 219: Volubilis.Caracalla-Bogen.



Abbildung 220: Aphrodisias. W-Türkei.



Abbildung 221: Aphrodisias.



Abbildung 222: Aphrodisias. Familienszene.



Abbildung 223: Ephesos 1996.

ausgegraeben wurde und die österreichische Archäologie blieb hier führend tätig. Da das Gebiet nach dem Ende Ephesos, vor allem wohl durch Erdbeben, kaum überbaut wurde, grub man mit Ephesos eine antike Großstadt aus. Der Tempel der Artemis, der als größer der Antike galt und zu den 7 Weltwundern zählte, wurde 356 v. Chr. durch HEROSTRATOS abgebrannt, also das hölzerne Dach, in der Nacht, als ALEXANDER DER GROßE in Pella geboren wurde und so der Legende nach Artemis dort half und ihren Tempel schutzlos ließ. HEROSRAT, wenn alles stimmt, suchte dadurch Ruhm zugewinnen. Auch unter ALEXANDER wurde der Artemistempel in Ephesos wiederaufgebaut Als mit der Zwangschristianisierung heidnische Stauen verboten wurden, wurde die Statue der Artemis von ihren Anhängern begraben. Die prachtvolle Fassade der Celsus-Bibliothek wurde aus im Boden liegenden Platten rekonstruiert, ist also nicht eine erhaltene Originalfassade . Heute liegen des ausgegrabene Ephesos wie die benachbarte islamische Stadt Sedschuk etwa 5 km vom Meer entfernt. Trotz der seinerzeitigen Meersnähe eine Süßwasserquelle in Stadtnähe war ein weiterer Glücksfall für Ephesos (YouTube Video, auch einsehbar 2019).

**Antiochia** ist heute eine türkische, islamische Stadt, Antakya.

Besser erhalten als Pompeji ist **Timgad** (H. KÜHN 1976) im heutigen Algerien. Die Handelsstadt wurde unter TRAJAN angelegt und wurde großenteile nur von Wüstensand bedeckt, was die seit 1880 stattfindende Freilegung, meistens Wegnahme des Sandes, erleichterte. Hier gibt es große Gebäude. Steine wurden nicht weggeschafft. Auf den Häusern stehen noch die Dächer. Älter ist das ebenfalls in vielem erhaltene **Leptis Magna** an der Küste von Tripolitanien im heutigen Libyen, das 25. v. Chr. zum Römischen Reiche kam.

Wahre **Großbauten**, Tempel wie Säulen-Alleen und Theater wurden vor allem



Abbildung 224: Apameia.

auch **im Osten** errichtet, in regelrechten Randgebieten des Imperiums.

Solche großartigen Bauten mußten vom neuzeitlichen Europa wiederentdeckt, wiederaufgefunden werden. In Vermittlung von englischen Kaufleuten berichteten **1696** die 'Philosophical Transaction der Royal Society über 'The Antiquities of Palmyra alias Tadmor; built by King Salomon in the Desert of Arabia' und bewiesen die noch große Unkenntnis dessen, was immerhin beschaut wurde. Der durch Plantagenbesitz auf Jamaika reich gewordene JAMES DAWKINS und ROBERT WOOD unternahmen **1751** auf dem Schiffe 'Mathilda' die Fahrt nach der östlichen Mittelmeerküste und zogen mit großer Karawane von gegen 200 Personen und Mitnahme von Fachbüchern und Zeichner in das Landesinnere (J. GEYER-KORDESCH 2009). Sie standen dann vor den Ruinen von **Baalbek** und denen von **Palmyra**.

Die großen **Tempel von Baalbek** im heutigen Libanon, in der Beka-Ebene, scheinen fast jeder Vorstellung über die Technik ihrer Errichtung auf der Hochebene zwischen Libanon-Gebirge und Antilibanon zu spotten. Schon 1753 erschienen Text und Abbildungen von diesen Neuauffindungen im Druck, fast gleichzeitig in Französisch. Und in den Bibliotheken des Adels waren die Bücher der englischen Entdecker bald überall anzutreffen. Die 'Wunder' des Orients wurden Bildungsgut. Die Abbildungen regten auch an, Elemente dieser Orientbauten in Europa etwa in Parkanlagen nachzuahmen. So geschah es in Wörlitz bei Dessau. Auch das antike, längst vom Türkischen überformte Athen mußte erst einmal wieder ins Bewußtsein Europas, dringen, ab 1762. Vor **Palmyra** stand dann wieder VOLNEY (F. KITTLER 2000), der darüber 1787 berichtete und den Palmyra zu frühromantischen Ruinen-Überlegungen anregte. Das in einem Felsenkessel gelegene **Petra**, die Stadt



Abbildung 225: Baalbek.



Abbildung 226: Baalbek 2.



Abbildung 227: Baalbek 3.



Abbildung 228: Baalbek 4.

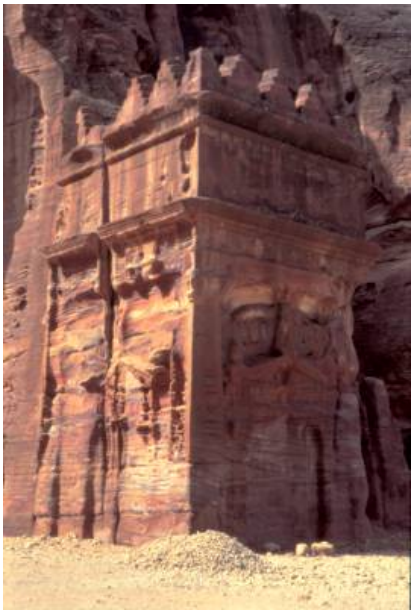

Abbildung 229: Petra.

der **Nabatäer,** wurde Rom zunächst tributär, dann unter Kaiser TRAJAN in die Provinz Arabia Petraea einverleibt. Die Nabatäer waren einst ein Nomadenvolk, da sich in dem geschützten Kessel um Petra bleibend niederließ. Auch die Wasserversorgung wurde gemeistert. Petra wurde zum Kreuzungspunkt der Karawanen, deren von Süd-Arabien nach Damaskus im Norden und deren nach Westen, nach Gaza und Ägypten. Myrrhe, Weihrauchholz, Sandelholz, Gewürze und überhaupt Waren aus Indien, führten sie mit sich. Petra als Ruhe- unf Handelsort wurde auch mit reich. Die viel später nahezu verlassene und ebenfalls vergessene Stadt Petra mit ihren einmaligen, teilweise aus den Felsen herausgeschnittenen Bauten, für die Toten, die großenteils nicht einmal Ruinen sind, wurden für Europa 1812 durch den Schweizer Orientreisenden JEAN LOUIS BURCKHARDT wiederentdeckt.

Der lange und weit reisende Kaiser HADRIAN (S. PEROWNE 1966, A. J. TOYNBEE 1959) hat auf seiner Reise die Anregung zu mancher Stadt und manchem Bau gegeben. Die heute türkische Stadt Edirne hieß nach ihm **Hadrianopel/Adrianopel**. In Athen ließ HADRIAN den großen Tempel des olympischen Zeus vollenden. Nahe Rom, bei Tivoli, hatte er sich eine ganze von ihm nur im Alter benutzte Art Stadt einrichten lassen, die **Villa Adriana**, mit Fischteichen und einem Teich für Seeschlachtspiele und Plastiken rings um Gewässer.

**Festungsbauten** hatte Rom nach den Anfangszeiten mit den Kämpfen im Inneren Italiens auf dem Höhepunkt seiner Macht vor allem gegen außen, gegen die Umwelt des Imperiums nötig.



Abbildung 230: Petra - zwischen den Felsen.

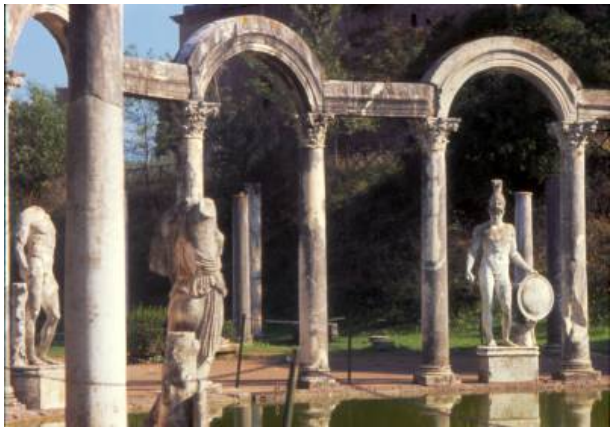

Abbildung 231: Villa Adriana b. Tivoli.



Abbildung 232: Wo HADRIAN dem Griechentum hofierte: Tivoli.



Abbildung 233: Trier:Porta nigra.



Abbildung 234: Röm. Gallien: Autun.

Bis zum Ende des 2. Jahrhunderts, den Tod MARC AURELS an der Grenze in Pannonien gegen die noch immer gefährlichen Markomannen, bestand vielerorts gefühlte Sicherheit. Die **Landgüter etwa im Moselgebiet** lagen immerhin gerade in der Spätzeit weitgehend offen, in einem lange als sicher geltenden politischen Gebilde. Die Güter waren geschützt bestenfalls durch Mauern, die aber nicht den mittelalterlichen Burgcharakter trugen. Aber zwischen 235 und 285 gab es 26 römische Kaiser - nicht gerade ein Zeichen von Stabilität. Eine der Grenz-Armeen erhob immer wieder einmal einen ihrer Generäle zu einem neuen Kaiser und dieselbe Armee oder andere brachten ihn bald wieder um. Unter DIOKLETIAN erhielt Trier eine Stadtmauer von 6 km (P. ZANKER 2013), Drohungen an etlichen Grenzen blieben, namentlich im Osten. Relativ ruhig blieb es in dem hart befriedeten **Gallien** bis zur Völkerwanderungszeit mit der Romanisierung der Eliten. Wer heute alle Reste der Stadtbefestigung von Autun sehen will bekommt bei dem Gang den Eindruck einer einst großen von den Mauern umschlossenen Stadt, angelegt unter AUGUSTUS als Augustodunum zur Zusammenfassung vieler Gallier und namentlich ihrer Eliten aus den schwer einsehbaren Bergregionen mit ihren Festungen in eine beherrschte Stadt (W. DAHLHEIM 2013, S. 338).

Was hier in der Welt des Römischen Imperiums bestanden hatte und als Ruinen verblieb oder wieder ausgegraben wurde war außer in armen Landgebieten und sicherlich auch bestehenden Slums eine **Prachtwelt, an der Millionen Hände gewirkt** haben. Und doch ist ein Großteil dieser Pracht im Winde der Zeiten



Abbildung 235: Mittel-Gallien: Autun.



Abbildung 236: Römisches Reims.

verweht. Eine Zivilisation ohne Dampfkraft, Verbrennungsmotor und Elektrizität. Aus zahlreichen baulichen Hinterlassenschaften wurden später auch neue Bauten errichtet. Es kann nahezu untergehen, was so großartig war. Wer über Geschichte nachdachte, hat immer wieder seine Gedanken dem zugewandt. Dem Nachsinnen auf den Ruinen von Rom oder Athen könnte sich das an hunderten anderen Stätten, in bescheidenerem Ausmaß an tausenden anschließen.

## Technik - im Krieg. im Frieden und auch im Kleinen

## Schiffe - für Krieg und Handel

In römischen Zeiten gab es eine rege **Fluß-Schifffahrt,** auf dem Rhein, der Donau, der Mosel und anderen Flüssen. In Mainz gibt es ein Museum der antiken Schifffahrt (YouTube 2019). Auch auf den Flüssen patrollierten auf Schiffen Bewaffnete, waren die Flüsse wie Rhein und Donau doch oft auch Grenzen.

Schiffe (O. HÖCKMANN 1985, S. 20; R. SCHULZ 1998) auf dem **Meer** und das zunächst vor allem für den Kampf bekam der Landstaat Rom mit Hilfe der Bundesgenossen im von 264 v. Chr. bis 241 v. Chr. dauernden Ersten Punischen Krieg. Im Jahre 260 v. Chr. beschloß Rom den Bau einer eigenen Schlachtflotte (O. HÖCKMANN 1985, S, 20). Damit bekam Rom Kontrolle über das westliche Mittelmeer. Sardinien, Korsika wurden 237 annektiert. Die Schiffe waren wohl oft **Trieren**, mit 3 Decks von Ruderern. Im **Seekrieg** ersetzten die Römer die karthagische Rammtechnik durch die Entertechnik. Auf ein nahes feindliches Schiff wurde eine Brücke mit sich ins feindliche Deck rammenden Dorn herabgelassen und die römischen Krieger setzten auf das gegnerische Schiff über, auf dem dann wie auf dem Lande gekämpft wurde. Auch im Seeräuberstaat in Kilikien, dem sich auch gegen die Römer opponierende Städte anschlossen, gab es Waffenfabriken und Werften. Beim Kampf gegen seinen den Osten beherrschenden Widersacher POMPEJUS ließ CÄSAR 42 - 36 v. Chr. etwa 600 Schiffseinheiten bauen, POMPEJUS besaß etwa 300 Schiffe. Mit den Schiffen des ANTONIUS gab es bis 1.000 römische Schiffseinheiten im östlichen Mittelmeer (R. SCHULZ 1998, S. 132). Massen von Holz waren verbaut worden. Zunächst wurden die Trieren des POMPEJUS beschossen und dann von den Katapulten Enterhaken auf die feindlichen Schiffe geschleudert. Der dann von Verbündeten des OCTAVIAN zum Gegner gewordene ANTONIUS setzte bis zu 10-reihige Linienschiffe mit Bordhöhe bis 3 m ein (S. 133).

Bei Lindos aus der Insel Rhodos wurde in eine Felswand zur Erinnerung an den Seeräuber abwehrenden General HESESANDROS eine Triere eingeritzt, 170 v.



Abbildung 237: Heck Triere 170 v. Felsen Lindos.

Chr. Nicht erhalten blieb seine Statue.

Im schließlich den ganzen Mittelmeerraum umfassenden Römischen Imperium wurden zahlreich Güter auf Tausenden von Frachtschiffen transportiert. 1907 fandden Schwammfischer vor der Küste Tunesiens, vor Mahdia, ein unter dem Altertumsverwalter ALFRED MERLIN durch angeheuerte Taucher weiter untersuchtes römisches gesunkenes Schiff, auf dem vorgefertige Tempelsäulen auf dem Deck lagen und viele andere Gegenstände nach oben gebracht wurden (L. CASSON 1979, S. 300). Am Nordende der Insel Euboia fanden Fischer eine imponierende Bronzestatue des Zeus, die von einem nicht mehr auffindbaren Schiff in dei Tiefe fe geraten war. Ein 1925 bei Albenga an der italienischen Riviera im Meer bekannt gewordenes Wrack mit Tonkrügen wurde um 1950 gehoben (L. CASSON 1979, S, 301). Seitdem entwickelte sich die Unterwasser-Archäologie, wurden zahlreiche Wracks und transportierte Gegenstände gefunden und auch geborgen, Die Funde reichen zurück bis in die phönizisch-grieehische Zeit 6. Jh. v. Chr. bis in die Tage von Byzanz (S. 306). Vor Kleinasien war um 1200 v. Chr. ein Schiff mit Kupfer-und Zinnbarren untergegangen (S. 307), gab es also Transport von Rohstoffen und Halbfertigprodukten. Die seegängigen **Segelschiffe** hatten einen vollentwickelten Kiel. Aus den Schiffsfunden wurde auch die gegenüber dem europäischen Mittelalter andere **Bauweise** für Schiffe ermittelt, nämlich dem Bau zuerst der Außenwände mit dem sorgfältigen Aneinanderpassen der Planken und der dann folgenden Verfestigung durch Verstrebungen im Inneren (L. CASSON 1979, S. 311).

Besonders flüssige Güter wie das haltbare **Olivenöl** und Wein, auch Fischsaucen und Honig, wurden in den kaum zerstörbaren **Amphoren** verfrachtet, die "Einweg-Container" der Antike (O. HÖCKMANN 1985, S. 66 - 69), die aber auch



Abbildung 238: Amphoren, Pompeji.



Abbildung 239: Tongefäß. Histria.

wiederverwendet wurden. Große Vorratsgefäße hießen **dolia** (G. WOOLF 2015, S. 127), einzahl dolium, faßförmig, bauchig, ebene Standfläche, abdeckbar, zur Kühlung auch im Boden eingegraben, in Vorratslagern in Villen oder auch Häfen wie Ostia (Wikipedia).

Eine Großstand wie Rom mußte **von außen mit Getreide versorgt** werden, aus Sizilien oder Nordafrika angelandet zuerst in Puteoli nördlich von Neapel und dann per Land nach Rom gebracht oder ab Kaiser CLAUDIUS auch in einem Kunsthafen an der Tibermündung, Portus (L. CASSON 1979, S. 355/356, O. HÖCKMANN 1985, S. 76). aus Sizilien oder Nordafrika Roms Arme waren Staatspensionäre, das Getreide wurde an bedürftige Bürger kostenlos verteilt, die 'Annona'. Zur Zeit von Kaiser NERO lieferte Afrika zwei Drittel des in Rom benötigten **Getreide**s, es sollen 1.260.000 Zentner gewesen sein (W. ELLIGER 1990), und das

setzte entsprechende Schiffskapazitäten voraus. Es gab Schiffe für 10.000 Amphoren. Getreide wurde wohl lose transportiert und beim Schiffsuntergang zerrieselte es. Auf Spezialschiffen, Ruderschiffen, wurden auch Pferde über das Mittelmeer überführt (S. 69). Nachgewiesen wurde der Transport (S, 308) von Bausteinen, Ziersteinen, Zigelsteinen, Marmor von Carrara (S. 357) steinernen Sarkophagen, Bronzestatuen, im 6. Jh. n. Chr. einer kunstvollen Kirchenkanzel (S. 308). Von der Leistungsfähigkeit im Transport zeugen aus Ägypten über das Mittelmeer transportierte **Obelisken**. Den größten, 25,5 Meter hoch, holte man nach Rom unter CALIGULA, Als der Obelisk 1586 nur innerhalb Roms noch einmal umgesetzt wurde, zu seinem noch bestehenden Standort vor der damals neuen Peterskirche, wurde das als aufsehenerregende technische Leistung bewundert und im Bild festgehalten. Überhaupt der **Säulentransport**: Die Säulen des Tempels von Palmyra, aus Ägypten, und dann welche von dort nach Konstantinopel (PH. K. HITTI 1951, S. 314). Nur für reisende **Personen** dienende Schiffe, also reine Passagierschiffe, gab es nicht (L. CASSON 1979, S. 373). Vielfach mußten Personen von Hafen zu Hafen fahren, um auf immer wieder einmal ein anderes Handelsschiff umzusteigen bis das gewünschte Ziel erreicht war. Die regelmäßig fahrenden Getreideschiffe zwischen Rom und Alexandria waren auf Personenmitnahme eher eingerichtet und bequemer. Als im Jahre 64 n. Chr. der jüdische Geschichtsschreiber JOSEPHUS hier fuhr war er einer von 600 Passagieren (L. CASSON 1979, S. 374).

Das Mittelmeer ist oft ein Binnenmeer der Stürme. Ab dem Herbst ruhte die Schifffahrt bis zur nächsten Saison (S. 375) und nur die Zeit von Ende Mai bis Mitte September galt als sicher (W. FOERSTER 1961, S. 82). In Zwischenhäfen wurde **überwintert.** Der 64 n. Chr. in Jerusalem verhaftete Apostel PAULUS konnte nicht in einer Fahrt nach Rom gebracht werden, sondern mitsamt seiner Bewachung mußte er in einem Zwischenhafen überwintern (S. 375/376).

Technik, Schiffsbau wurde auch eingesetzt für den Wahnsinn weniger, etwa für den verkommenen Kaisers CALIGULA. 1,67 Quadratkilometer umfaßt der etwa 30 km südöstlich von Rom in den Albanerbergen gelegene **Nemi-See**. Zwei neuzetliche Schiffe lange übertreffenden **Luxusschiffe** ließ CALIGULA auf dem See nicht nur am Ufer vertäuen, sondern wie Ruder zeigen, auch fahren (W. K. BUCHNER 1995), eine auf dem kleinen See recht lächerliche Angelegenheit. Auf Kaiser CALIGULA wird geschlossen wegen seines Namens auf einem an den Schiffen gefundenen Bleirohr. Im Jahre 1446 wurden die Schiffe geortet. Hebungen mißlangen damals (CH. L. SINGER 1998, S. 66) und lange später. Einzelne Kleinfunde wurden 1895 geborgen. Unter MUSSOLINI wurde 1928 bis 1932 der Nemi-See mittels elektrischen Pumpen leergepumpt. um die Prunkschiffe aus der von MUSSOLINI so verehrten Römerzeit zu bergen. 72 m lang und 30 m breit war das eine der Luxusschiffe, 74 m lang und 24 m breit das andere. Sie waren damit größer als

die ersten Ozeandampfer des ersten Hälfte des 19. Jh. gewesen, und übertrafen mit ihren 1.100 Tonnen die größten Schiffe des COLUMBUS um das 10-fache. Ein eigenes großes Museum wurde in Rom für diese bedeutensten Schiffsfunde aus der Antike eingerichtet. 1944, Rückzug der deutschen Wehrmacht aus Rom. Verbrannt, wie es heißt 'mutwillig', auch die aufwendig präparierten Prunkschiffe CALIGULAs. Manches blieb erhalten. Wieviel sollte man in unsicheren Zeiten aus der Erde holen?

Ein Geschehen in der **Spätantike** war die unter JUSTINIAN I. 533 n. Chr. vorgenommene Unterwerfung des im heutigen Libyen und Tunesien bestehenden Wandalenreiches, das auch eine Flotte besaß. Wie der Chronist PROP(IUS) (bei J. A. S. EVANS 2000, S. 127) berichtet, wurden unweit Byzanz für den Truppentransport 500 Schiffe startklar gemacht und dazu 92 schnelle Kriegsschiffe, dromones, für 2000 Kämpfer an Deck. Nach einem Zwischenaufenthalt war die Flotte nach etwa 2 Monaten an der angesteuerten Küste. Am 15. September betrat der byzantinische Feldherr Karthago. Die Segelsaison war zu Ende und die Flotte mußte an der Küste überwintern. Am 21. November 533 war die Nachricht vom Fall Karthagos in Byzanz bei JUSTINIAN (S. 132)..

## Getreidemahlen - eine aufwendige Technik

Manches Erntegut mußte gemahlen oder zerstampft werden, Getreidekörner wie die Öl liefernden Oliven. Mehl zu ermahlen oder überhaupt etwas zu zermahlen - das war mühsam. Fast erschütternd die Plastiken von jungen Frauen im alten Ägypten, welche einen Mahlstein auf einer Unterlage in der Längsachse hin-und her bewegten und dazwischen die Körner zerquetschten, wohl nicht auf langen Vorrat, sondern für den täglichen Gebrauch. Nicht jedes Gestein war als Mahlstein geeignet. Gesteinsabrieb bekam den Zähnen nicht. Um viel erleichtert war die Arbeit mit den **Drehmühlen**? Mit ruhendem Bodenstein und darüber gedrehtem Läuferstein.

Das Getreidemahlen war ein Vorgang, bei dem **immer wieder die jeweils moderne Technik versucht wurde**. Vom Mühlenbau her, Wasser- und Windmühlen kamen neben dem Kriegswesen in viel viel späterer Zeit die ersten Ingenieure. In Römischer Zeit wurde unter anderem mit von Maultieren oder auch Sklaven getriebenen **Göpel- oder Trichtermühlen** gemahlen, bei denen auf einem geriffeltem pyramidenförmigen unteren ruhenden Stein ein auf ihm drehbarer aufgesetzter Stein mit eingeschnürtem Mittelteil zum Ansetzen der vom Tier oder Mensch bewegten Stange befindet, also bikonisch gebaut. Zwischen den Steinen werden die Körner gemahlen. Solche Mühlen können heute besichtigt werden in Pompeji und finden sich auch im fernen Palmyra.



Abbildung 240: Kollergang. Ephesos.



Abbildung 241: Ölmühle.Volubilis.



Abbildung 242: Trichtermühle Pompeji 1.



Abbildung 243: Trichtermühle Pompeji 2.



Abbildung 244: Trichtermühle in Palmyra.

## Die noch kaum genutzte wegweisende Erfindung Wassermühle

Aber Getreide wurde dann auch viel eleganter gemahlen. Nicht als neue Erfindung beschrieb VITRUV die **Wassermühlen** mit senkrecht stehenden Mühlrädern, die in der Römerzeit zumindestens weitere Ausbreitung erfuhren, eine neue, Arbeit sparende Technik von hoher Wirkung auch in in kommenden Zeiten, die Nutzung der **Energie fließenden Wassers** für Maschinenantrieb. In der Römerzeit waren sie gemäß auch neueren Funden weiter verbreitet, als manchmal angenommen wurde. Solche **Wasserräder** wurden auch an einem genügend steilen Wasserlauf **hintereinander angeordnet**, jedenfalls in Barbegal bei Arles, mit einem Gefälle des Wasserlaufs von etwa 30%, wo 16 vertikale Wasserräder zu Paaren auf 8 Ebenen standen und über hölzerne Wellen 32 Mühlsteine antrieben (L. RUSSO 2004)(Wikipedia 2019). Ausgegraben wurden die Reste 1937 - 1938. Tag und Nacht konnten sie Mehl herstellen, mit der geschätzten Tagesleistung von etwa 4,5 t wäre die Mehlversorgung.von Arles gesichert gewesen. Oder bei einer auch geschätzten Tagesleistung von 23 t wäre an de Herstellung von Schiffszwieback zu denken. Oben diente ein Wasserrad zum Hinaufziehen der Getreidesäcke. In der Anlage sieht man schon so etwas wie eine Stufe zur industiellen Revolution, die aber nach der Antike nicht weitergeführt wurde.

Die Erleichterung des Getreidemahlens war aber wohl eher lokal. Obwohl (HERDER in 1978, S. 99 die Erfindung der Wassermühle' bedichtet wurde:

"Laßt die Hände nun ruhn, ihr mahlenden Mädchen, und schlafet

Lange; der Morgenhahn störe den Schlummer euch nicht,

—

Jetzt genießen wir wieder die alten goldenen Zeiten,

Essen der Göttin Frucht ohne belastende Müh."

An der Mosel soll laut AUSONIUS um 370 n. Chr. Marmor durch wasserradgetriebene Sägen zersägt worden sein.

## Metalle

**Eisen** wurde weithin verwendet. Aus **Blei** waren Wasserleitungsröhren, in Spoleto fand man Bleisärge. Die handgeschmiedeten Nägel der Schiffe im Nemisee besaßen einen Reinheitsgehalt von 99, 7% für **Kupfer**, 99, 3% für Blei (P. WALDEN 1939).

Die Gewinnung und Nutzung des früher viel zu wenig im Dampf als schwer giftig erkannten **Quecksilber**s zieht sich durch die Jahrhunderte, ja Jahrtausende, und das mit Gewinnung aus bis in die Neuzeit bestehenden Gruben. Schon die Römer nutzten das Quecksilber in den bis in die Gegenwart bestehenden Gruben von **Almaden** in Spanien. Quecksilber kommt hier vor im hellroten **Mineral Zinnober**, **HgS**. Zur Zeit der Römer beschrieben VITRUV, PLINIUS der Ältere, DIOSKURIDES wie das Quecksilbererz erhitzt und sein Dampf in tönernen Deckeln zur Kondensation gebracht wurde (K. BRODERSEN 1982). Jünger als Almaden sind die auch jahrhundertealten Quecksilbergruben von **Idria** auf Istrien.

## Alltagstechnik

Häuser, eher Villen, ebenerdig, die einen Innenhof umgeben, ließen sich etwa in Pompeji freilegen.

Von der **Alltagstechnik,** in **Werkstätten** oder auch im Haushalt, gibt es Funde von Werkzeugen, Öfen, Fertigprodukten, auch Darstellungen auf Reliefs.

**Beleuchtung** geschah durch für den Docht fettverzehrende Lampen. Das im Docht verbrennende Material war etwa Olivenöl. Wie ein Bibelgleichnis lehrt (bei Matthäus): Es gab auch t**ragbare, mit Öl bediente Lampen** und lohnte sich Öl zum Ersatz in Krügen mitzunehmen. Das machten die klugen Jungfrauen und waren dann nicht bereit, den törichten, denen ohne Öl, Öl abzugeben, weil es für beide nicht gereicht hätte. Das war der leer gewordene Tank in der Antike.



Abbildung 245: Wohnen in Pompeji.



Abbildung 246: Tisch. Szentendre.



Abbildung 247: Sonnenuhr. Ephesos.

**Absolute Zeitmessung**, also nicht nur die Feststellung eines durch einen willkürlichen Anfang gesetzten Zeitmaßes wie bei der Wasseruhr, geschah durch Feststellung der **Länge der Schatten,** den die höher oder tiefer stehende Sonne etwa bei Säulen oder gar Obelisken warf und durch **Sonnenuhren.** Eine Sonnenuhr mit dem Zifferblatt auf der Innenseite einer Hohlkugel und damit die Gegenform zur Himmelskugel, eine Skaphe, war genauer, Wie PTOLEMAIOS berichtet, habe ARISTARCH von SAMOS eine solche Skaphe besessen und mit ihr 281 oder 282 v. Chr. zur Bestimmung der Jahreslänge die Sommensonnenwende beobachtet (TH. BÜHRKE 2012, S. 141).

In der **Glasverarbeitung** wurde als eine ganz bedeutende, ja "revolutionäre" Neuerung die **Glasbläserpfeife** eingeführt. Das war ein hitzebeständiges Rohr (K. KÜHNE 1999), mit der zähplastische Glasmasse zu Hohlgefäßen aufgeblasen werden konnte, auch, wie in Syrien, das Aufblasen in Hohlformen vorgenommen. Glasgefäße entstanden in Massenproduktion, sind regelrecht Beleg für die Anwesenheit der Römer. Viele Reste tragen den Firmennamen "Ennius", in Syrien, mit einem Zweiggeschäft in Rom (L. RUSSO 2004). In den ja kaum durchsichtigen Glasgefäßen wurden etwa **Salben** aufbewahrt.

**An Fenster-**Öffnungen wurden bei Römern wie später bei Byzantinern in der Natur gewinnbare **dünne Gipsscheiben**, später auch genannt "Marienglas, Frauenglas" eingesetzt. Sie ließen Licht nur gedämpft hindurch und es war im Zimmer nur so aufgehellt wie bei Mondlicht im Freien, weshalb man das Material für die Fenster **Selenit,** selene = der Mond, nannte.

Viele römische **Keramik** war rötlich, nach der **Terra sigillata**, hergestellt in großen Werkstätten etwa in Arezzo oder Lyon (Lugdunum) (K. ROTH-RUBI

1999). Die rötliche Farbe entstand, weil den mit einem fein geschlämmten Tonüberzug versehenen Gefäßen am Ende des Brennvorgangs Luft zugeführt wurde. Terra sigillata-Gefäße wurden weithin versandt, auch nach jenseits der Reichsgrenzen. Tongruben waren also wichtig.

Verwendete **Textilfasern** waren an erste Stelle offenbar **Wolle**, dann Leinen, selten Baumnwolle (G. LÜSCHER 2006). Hochwertige und nur Begüterten verfügbare Textilien wurden dauerhaft **gefärbt** unter Verwendung von Alaun als Beizmittel. Alaun wurde von Lipari in erst kurz vor 2006 als solche bekannt gewordenen, das wasserlösliche Material schützenden Amphoren von Lipari etwa nach Pompeji gebracht. Es gab auch Städte mit bevorzugten Kleidungs-Herstellung (A. H. M. JONES 1974, S. 353 ff.). Walker und Färber waren eigene Berufe (S. 361).

Von **Farbenkenntnis** zeugen auch die **Wandgemälde** etwa in Pompeji.

**Seife** sollten um 600 v. Chr. Phönizier an der Rhône-Mündung hergestellt haben, wird dann bei PLINIUS DEM ÄLTEREN um die Zeitenwende erwähnt, in Pompeji wurde eine Seifen-Werkstatt ausgegraben. Für Reinigung wurde sie um 200 genannt.

## Landwirtschaft

Landwirtschaft war und blieb **wichtigster Bereich** hier wie immer in den meisten Gesellschaften. Rom wurde mit **Getreide** lange von außen versorgt, aus Sizilien und von Nord-Afrika. Aber auch in Italien waren **Landgüter** wichtiger Besitz der Eliten, und reiche Senatoren besaßen Güter in den verschiedensten Regionen des Reiches, Bei allem Leben in den Städten, und den Einnahmen aus dem Staatsdienst oder als Lehrender, und den Einahmen in Handelsgeschäften, CICERO im 1. Jh. v. Chr. sah im Grundbesitz den einem freien Mann angemessenen Tätigkeitsbereich (W. FOERSTER 1961, S. 86), von dem er seine reichen Einnahmen bezog, die einzige Form von sicherem Kapital (A. H. M. JONES 1974, S. 30). Aber nicht nur Lebensmittel wurden auf den Landgütern erzeugt. PLUTARCH erwähnt von dem so sittenstrengen CATO dem ÄLTEREN (zit. bei R. GÜNTHER 2001, S. 205/206), daß er kaufte Teiche, warme Quellen, "freie Plätze für Walker", schuf Anlagen zur Pecherzeugung, Weiden und Hutungen, anderswo gab es auf den Landgütern Tongruben, für die vielen benötigten Dachziegel, Backsteine, Amphoren (G. WOOLF 2015, S. 127). Der noch auf bescheidenerem ländlichen Besitz in Arpium geborene CICERO besaß später 4 teilweise zur Vermietung genutzte Stadthäuser in Rom und 8 Landvillen zwischen Rom und Salerno (R. GÜNTHER 2001, S. 204, 206). Von der Familie SYMMACHUS (J. VOGT 1983, S. 357) in der Spätantike ist aus Briefen bekannt der Besitz von 3 Häusern in Rom, 12 Villen in der Umgebng von

Rom, in Latium, am Golf von Neapel, von großen Landgütern in Unteritalien. "Die wohlhabenden Grundbesitzer zogen in die Stadt und ließen ihre Landgüter von unfreiem Gesinde bewirtschaften" (U. WILAMOWITZ-MOELLENDORFF 1926, S. 134) und zogen nur zeitweise auf das Land, wo sie prächtige Sitze hatten. Die Landbesitzer waren des Staates wichtigste Klientel. Auch ihren vertreuten Landgütern zogen die Reichen ihren Reichtum, wenn auch zeitweilig Landgüter auch der Ruhe und Erholung dienten, dem Entfliehen vom Stadtleben mit der nötigen Anwesenheit der dort politisch Tätigen. Als der Sklavennachschub aufhörte, wurden **Parzellen** vom Grundherrn an **Pächter**, oft Kleinpächter, Kolonen, verpachtet, Diese waren persönlich frei, und konnten ihr Land eigenständig bestellen, waren aber zu vertraglich geregelten Abgaben verpflichtet, Aber sie waren für möglichst hohen Eigenanteil an Ertragssteigerung interessiert. Um sie dem Land als ständige Arbeitskraft zu erhalten und ihren Wegzug zu verhindern, wurden sie mehr und mehr rechtlich an die Scholle gebunden. Das war Verlust der Freiheit für mehr und mehr der vorher freien Bevölkerung, die nicht Sklaven waren (U. WILAMOWITZ-MOELLENDORFF 1926, S. 135). So kam zu der das Mittelalter bestimmenden Leibeigenschaft, dem Feudalsystem (s. a. K.-P. JOHNE 1987).

In den blutigen Zeiten des Bürgerkriegs im 1. Jahrhundert v. Chr. von SULLA und MARIUS über CÄSARs Tod bis zum Sieg des OCTAVIAN AUGUSTUS gab es andererseits immer wieder Enteignungen und Ermordung auch von in Ungnade der gerade Herrschenden gefallenen Grundbesitzern, gab es Chaos, und mußten andererseites andere und auch **Soldaten mit Boden** entlohnt und belohnt werden. In okkupierten Gebieten, in Gallien, im Rhein-Mosel-Gebiet, im südliche Britannien entstanden ebenfalls zahlreiche Landgüter, wurde das Land weithin genutzt, auch, wenn später davon nicht mehr viel zu sehen war und erst der Spaten der Ausgräber auch hier ansetzt.

Technische und vor allem landwirtschaftliche Kenntnisse waren für Landbesitzer wichtig. Vieles war wohl seit langem bekannt, ob über Bienen oder über das notwendige **Veredeln** der Obstbäume. Das **Pfropfen** diente der 'Veredelung' der fruchttragenden Krone der Obstbäume, die aus Samen nicht ihresgleichen hervorbringen konnten. Obstbäume waren also längst Kreuzungen. Der Mensch, wie PLINIUS (R. FRENCH 1994, S. 205) es sah, mußte der Degeneration bei Vermehrung der Obstbäume über Samen und also der 'Natur' entgegenhandeln.

Manche **Kulturpflanze** kam aus dem östlicheren Mittelmeergebiet, so aus Griechenland, wurde jedenfalls verbreiteter in Südeuropa und dann auch weiter nördlich durch die Römer angebaut. Auf den plündernden LUCULLUS (Internet) wird die Einführung der **Süßkirschen**-Bäume aus der Hafenstadt Kerasos, heute türkisch Giresum, 74 v. Chr. in das Römischen Imperium zurückgeführt. Das Wort 'Kirsche' erinnert an den Ursprungsort Kerasos. Schließlich auch in Mitteleuropa bekannt

wurden: die Obstbäume und auch der Walnußbaum, der in Mitteleuropa auch als Wildpflanzen vorkommende Meerrettich/*Armoracia rusticana*, Sellerie, der Spinat, der Pastinak, Kohl-Arten, Spargel, vielleicht die Artischocke. Nicht wie Getreide auf Äckern, in Gärten mußten diese eingeführten Kulturpflanzen erst einmal angebaut werden. Vielseitigkeit im Inventar der Nutzpflanzen minderte die Gefahr von Mißernten bei einzelnen.

Betrieben wurde **Taubenzucht.** Den ältesten Nachweis eine Taube nördlich der Alpen gibt es in der römischen Siedlung Zurzach im Kanton Aargau "aus der Zeit zwischen 10 und 35 n. Chr. und Taubenzucht wurde im Mittelalter durch Adel und Klöster auch in Mitteleuopa betrieben (D. HAAG-WACKERNAGEL 2011, S.48).

Fische wurden in Teichen gezüchtet, aber an Meeresküsten wurde neben eingesalzenen Fischen in großem Maße eine haltbare und versandbare **Fischsauce** hergestellt (G. WOOLF 2015, S. 89), fast wohl im Supermarktausmaß.

## Texte über Landwirtschaft

Über Landwirtschaft zu **schreiben**, ja über sie zu dichten, galt nicht als profan. Noch zu Zeiten der römischen Republik schrieben über Landwirtschaft und Landleben CATO, VARRO und VIRGIL/VERGILIUS. Als ein Vorbild sachlicher Literatur zur Landwirtscht gilt das aus 28 Büchern bestehende und nur über die römischen Landwirtschaftsschriftsteller bekannte Werk des Karthagers MAGO (W. ELLIGER 1990), einem pensionierten General, aus dem 2. Jh. v. Chr. Bei der Eroberung Karthagos durch die Römer 146 v. Chr. wurde das Werk gerettet und erschien den Römern mit ihren ebenfalls sklavenbetriebenen Gutswirtschaften als so wichtig (G. WOOLF 2015, S. 87), daß es der Senat ins Lateinische übersetzen ließ. Beschrieben wird etwa der Kauf bestimmter Rinder zur **Zucht**.

CATO der ÄLTERE (G. WOOLF 2015, S. 126) verfaßte eine Abhandlung 'Über die Landwirtschaft' um 160 v. Chr., unter Nutzung auch früherer griechischer Handbücher zur Landwirtschaft. In der Abhandlung von CATO gibt es auch eine Liste von Städten in Italien, "aus denen die beste Qualität verschiedener Gerätschaften erworben werden konnte" (S. 125). Der aus Mantua stammende Dichter VIRGIL beschrieb in einem großen Gedicht, der "Georgica", bei aller Poesie, auch Sachliches zur Landwirtschaft . Viel über Landwirtschaft bietet auch PLINIUS.

Umfangreiche und am praktisch-sachlichsten ist das Werk "**De re rustica**" des offensichtlich aus dem südwestlichen Spanien, aus Gades/Cadiz, stammenden **COLUMELLA** (s. deutschsprachige Ausgabe 1972) aus dem 1. Jh. n. Chr., also



Abbildung 248: VIRGIL. Kathedrale Mantua, um 1220.

einem Mann der ersten Kaiserzeit, zur Zeit von NERO. Er hat, wie er im Text mitteilt, nach seinem Leben als Militärtribun selbst Landgüter bewirtschaftet, dort gewohnt. Er schreibt daher auch über die im Interesse von deren Besitzer richtige Behandlung der Sklaven, die nicht in Willkür bestehen sollte. Einem Sklaven auf einem Landgut blieb im allgemeinen ohnehin kaum etwas anderes übrig, als sich im Interesse einigermaßen erträglicher Behandlung zu fügen. Von einem anderen Landwirtschaftswerk des Verfassers blieb das über Baumzucht erhalten. Die ältesten überkommenen zwei Handschriften, also Kopien von "De re rustica", stammen aus der Karolingerzeit, wo das auch in der Gotenzeit beachtete Werk offenbar wieder geschätzt und aus einer erhaltenen Vorlage abgeschrieben wurde. Die eine dieser Handschriften, der Codex Sangermanensis, wurde vermutlich um 830 im Kloster Corbie in Nordfrankreich abgeschrieben, die andere stammt aus dem Kloster Fulda. Aus der Zeit des Humanismus gibt es weitere Handschriften. Gedruckt wurde das Werk 1472. Auf Umwegen sind also die antiken Handschriften auf die Nachwelt gekommen. Von 1491 gibt es eine deutsche Übersetzung (Wikipedia). COLUMELLA schrieb in seinem Werk u. a. über die Erschöpfung der Böden und die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit durch organischem Dünger, über einzelne Kulturpflanzen, deren Behandlung im Jahresablauf. Ausführlich werden Wein, Oliven, Feigen behandelt. Die bodenverbessernde Wirkung der Lupinen ist bekannt. Für das Vieh wird Futter angebaut, Wiesen werden für die Heugewinnung angelegt. Behandelt wird vieles aus dem Leben der Bienen. Das Veredeln, das **Pfropfen der Obstbäume**, wird als von den Alten überlieferte Kunst beschrieben. COLU-



Abbildung 249: Moselschiff. Trier.

MELLA schreibt auch über die **Textil**-. die Kleider-und Kleidungs.Herstellung auf den Landgütern (A. H. M. JONES 1974, S. 351).

Als noch kaum noch Werke über Technik und Wissen erschienen hat der weniger geschätzte PALLADIUS, ein vielleicht in Gallien lebender Gutsbesitzer (J. VOGT 1983) im 4. Jh. n. Chr., über Landwirtschaft geschrieben. Geschildert werden, was auch bis in die Neuzeit in der Landwirtschaftsliteratur immer wieder aufgegriffen wurde, die landwirtschaftlichen und häuslichen Arbeiten im Jahreslauf. Sklaven werden nicht erwähnt.

In manchen fruchtbaren Gebieten. während der Römerzeit auch im niedrigen Britannien, gab es große autarke **Landgüter,** wie **Latifundien**, Gallien, auch **das Moselgebiet**- das waren auch in der Spätantike offensichtlich noch gut bewirtschaftete Regionen. Im späten 4. Jh. besaß der in Ämtern hochstehende und als Dichter auch von Kaisern geschätzte AUSONIUS ein Landgut an der Garonne bei Burdigala/Bordeaux, aber beschrieb in einem um 370 verfaßten Gedicht "Mosella" voller Lob und Freude das damalige Leben an der Mosel, wohin er, der hohe Ämter innehatte, gereist war. Der Arztsohn AUSONIUS hatte im Auftrag des Vaters, des weströmischen Kaisers VALENTINIAN I. dessen Sohn, den späteren Kaiser GRATIAN erzogen, war 378 Prätorianerpräfekt von Gallien, 379 Konsul. In Übersetzung (S. JAMES 1996, S. 149) heißt es in dem Moselgedicht etwa: "... Strom zwischen Reben und an Hängen. wo duftende Weine gedeihen. Strom zwischen grasige Ufer gebettet, tiefgrünster der Ströme: Schiffbar gleich einem Meere. ... Fröhlich betreibt das Volk sein Geschäft ..."

In Trier wurde die Darstellung eines Schiffes auf der Mosel erhalten. Auf ihm geladene Fässer scheinen Wein zu befördern.

Bei verschiedenen Autoren wird eine **Mähmaschine** beschrieben (u. a. W. ABEL

1962, J. MERTENS 1958), die namentlich in Gallien lange benutzt wurde. Mit der Beschreibung konnte man nicht viel anfangen, obwohl im 18. Jh. ein Schotte sich dadurch zur Konstruktion einer Mähmaschine anregen ließ. Endlich im Mai 1958 wurde bei Montaban-Buzenol auf einer römischen Fluchtburg aus dem Anfang des 3. Jh. n. Chr. ein Relief mit der Darstellung eines Teils einer solchen Mähmaschine gefunden, wobei der das Relief enthaltende Stein in die Burgmauer verbaut war. Ein schon lange im Museum von Arlon aufbewahrter Stein erwies sich nun als Darstellung des hinteren Teils der Mähmaschine. Beide Darstellungen ergänzten einander vorzüglich. Die Maschine, die sich in die Ähren hineinschob, riß sie ab. Eine originalgetreue Nachbildung des Mähkarrens ergab, daß sie etwa 7 Schnitter mit der Sichel ersetzte.

Reichlich 100 Jahre nach dem Gedicht "Mosella" von AUSONIUS eroberten die Franken jenes **Trier,** das im späten Römischen Imperium eine der wichtigsten Städte gewesen war.

Recht bevölkerungsreich muß auch das westlich von Ägypten gelegene **Nordafrika** gewesen sein, in phönizischen Zeiten wie dann in römischen, mit Numidien und Mauretanien. Wie groß die Städte der Antike waren: "An der Stelle des alten Hadrumetum nimmt Susa noch heute mitsamt seiner französischen Vorstadt kaum den dritten Teil des Raumes ein, den schon die alte phönizische Ringmauer umschloß" (H. SCHMITTHENNER 1924, S. 27). Nach dem "Ausweis ihrer Trümmer" lagen die stärker bewohnten Landstädte so nahe beieinander, daß an eine Bevölkerungsdichte wie im Niltal gedacht werden muß, und von hier Heere gegen CÄSAR aufgestellt worden waren (TH. MOMMSEN in 1976 7, S. 343). Von hier ebenso wie aus Ägypten jeweils 1/3 des Getreideverbrauchs in Rom kam, nach der Besetzunf als Steuern. In Mauretanien gab es auch noch Elefanten. Nordafrika erfuhr eine gewaltige 'Romanisierung' mit starker Entwicklung des Großgrundbesitzes (TH. MOMMSEN in 1976 7, S. 361). Die Städte der römischen Zeit weisen die in römischen Städten üblichen Einrichtungen auf (S. 345). Vom spätantiken und schon weithin christlichen Nordafrika wurden einmal 477 Bischofssitze (J. BURCKHARDT 1985) genannt. Im 4. Jh. wurde Nordafrika der große **Lieferant** Roms **für Olivenöl** (H. SCHMITTHENNER (1924). Die römischen Gutshöfe wichen etliches später vor den Nomaden.

# Wissen – übermittelt und auch neu geschaffen – Gelehrte im Römischen Imperium

## Wer schrieb wie und was wurde überliefert

Großartige Wissenschaft trat gegenüber Athen und Alexandria zurück. Bildung galt vor allem der Ausbildung der Rednergabe, der **Rhetorik**. Mit rhetorischer Leistung sollte der hochgeborene Römer in die Politik eintreten können. Lange Ausbildung bei meistens griechischen Lehrern in Grammatik und Rhetorik bestimmte die Schulzeit.

Schriftsteller, Dichter wie Historiker oder auch PLINIUS schrieben in Latein. Viele Gelehrte in der Zeit des Römischen Imperiums waren **Griechen**, schrieben auf Griechisch. Auch waren sie Vermittler dessen, was an Griechischem schon bestand.

Die lange Dauer des Römerreichs mit auch zu gewissen Zeiten längerer Ruhe im Inneren hat augenscheinlich dazu beigetragen, daß die Schriften griechischer Autoren bis weit nach dem Westen kopiert wurden und so mehr Möglichkeit bestand, daß die griechische Kultur sich nach dem Teilzerfall des Römerreiches für das übrige Europa erhielt. Das **Römerreich** war so Grundlage der weiteren **Verbreitung und Dauer** von vielem aus der Kultur **des antiken Griechentums** (u. a, M ROSTOVTZEFF 1941). Im Römischen Imperium, auch in späterer Zeit, gab es Schriftsteller, welche in Latein schrieben und andere, griechischer Herkunft, wie PTOLEMAIOS und GALEN, die ihre Texte Griechisch verfaßten.Aus der Römerzeit, als unter den Gebildeten Zweisprachigkeit, Griechisch wie Latein vorhanden war, gibt es aber **keine Übersetzungen der griechischen Schriften ins Lateinische** (CH. H. HASKINS 1927, S. 279) , auch nicht der älteren Texte wie der des ARISTOTELES. Ein Ausnahmeversuch war BOETHIUS im frühen 6. Jh. Die Übersetzung griechischer Texte verschiedener Jahrhunderte war dann das Werk vor allem hochmittellaterlicher und dann zur Renaissance führender spätmittelalterlicher Gelehrter. Der schriftstellernde römische Kaiser MARC AUREL hat übrigens auch in Griechisch geschrieben.

Zum Weltbild, zum Wissen gibt es außer den Schriften auch einige andere Informationsquellen. Stellte man alle **Mosaike von Fußböden oder in Fischteichen** mit Tier-Darstellungen zusammen, erhält man eine regelrechte "Enzyklopädie" der bekannten höheren Tiere

Gelehrsamkeit konnte **auch** in Städten **der Provinz** betrieben werden und aus der Provinz stammten auch bedeutende Autoren, so SENECA.



Abbildung 250: Afrika-Mosaik.Volubilis.



Abbildung 251: Wassertier-Mosaik.Volubilis.

**Schriften** wurden etwa vervielfältigt, indem zahlreiche Schreibsklaven gleichzeitig nach Diktat nachschrieben. Bedenkt man die aufwendige Herstellung des Beschreibstoffs Papyrus, das Abschreiben der Texte oder Niederschreiben der Texte nach Diktat so wird ersichtlich, daß die eigentlichen Leser, die **Nutzer der Schriften**, ungeachtet aller öffentlichen Bibliotheken, eine **Minderheit** gewesen sein müssen **gegenüber allen jenen, die an der Erstellung der Schriftrollen wirken mußten.**

Von **Manuskripten** im römischen Westen vor 800 n. Chr. **auf antikem Beschreibstoff**, also im allgemeinen Papyrus, blieben bis heute nur etwa 1800 erhalten (M. COSTAMBEYS et al. 2011, S. 16). Glücklicherweise gilt das nicht für den Inhalt aller Manuskripte, denn in der Karolingerzeit wurde manches damals erhaltene und erst später im Original verlorene Manuskript abgeschrieben, und jetzt auf das beständigere Pergament. Ging die hard-ware verloren so war in mehr Fällen die soft-ware erhalten. Der Untergang der Bibliothek in Alexandria hat unter den antiken Manuskripten ohnehin gewaltig aufgeräumt.

## Woher die Welt und ihr Anfang - Ursprung der Dinge

Über das **Wesen und Entwicklung der Welt** schrieb unter Verwendung vorhandener Auffassungen, namentlich der Atom"lehre" des EPICUR, LUCRETIUS (LUKREZ) (etwa 95 v. Chr. - etwa 55 v. Chr.) (D. J. FURLEY 19) das Lehrgedicht "De rerum naturae" (Von der Natur der Dinge), in 6 "Büchern". Die Atome und die Leere sind ungeschaffen und unzerstörbar. Die Atome treten zu immer neuen Kombinationen zusammen. So entstanden erst mit der Zeit Sterne, See, Erde, Luft Vegetation, Tiere. Es gab also auch **Entstehen**. Im Unterschied zu der Auffassung von PLATO und ARISTOTELES war ihm der Kosmos unendlich groß und sollte es eine unendliche Zahl von Kosmen (cosmoi) geben. Die christlichen Philosophen lehnten LUKREZ ab, wegen des **natürlichen Ursprungs der Dinge** an Stelle der göttlichen Schöpfung und wegen Ablehnung der Unsterblichkeit der Seele. Daß LUKREZ augenscheinlich Selbstmord beging, kam der Ablehnung noch entgegen. Früh im 15. Jh. fand GIAN FRANCESCO POGGIO ein Manuskript des Poems von LUKREZ, das bald viel beachtet wurde.

Die ferner **zurückliegenden Zeiten der Menschheit** wurden etwa bei VITRUV (s. 1865) nicht religiös-mythisch gesehen, und in der Urzeit sollten die Menschen wie die wilden Tiere in Wäldern und Höhlen geboren und gelebt haben, die durch Zufall zum Feuer kamen. Durch Benennung der Dinge – o wie einfach - entstand die Sprache. Im Wetteifer gelangen Erfindungen. Die Menschen in Italien sahen sich damit auf einem fortgeschrittenen Zustand der Zivilisation. Für die Menschen gab es also eine Entwicklung.

Wie weit sollte nach einem Rückfall, was VITRUV nicht erwähnt, ein neuer Zyklus kommen?

Gedanken über das **Werden der bewohnbaren Welt** gibt es bei POMPEIUS TROGUS (dtsch. 1972) aus der Zeit des AUGUSTUS, dessen verlorenes umfangreiche Manuskript 'Weltgeschichte von den Anfängen bis Augustus' in exzerpierter Fassung von JUSTIN etwa 200 Jahre später vorliegt. Zur Menschheitsgeschichte sieht er als alt die Ägypter, die Skythen und die zuerst andere unterjochendes Reich gründenen Assyrer. Könige standen am "Anfang aller Volks- und Stammesgeschichte" (S. 85), also anders als bei ROUSSEAU im 18. Jh. mit dem Gesellschaftsvertrag. Aber TROGUS versucht auch das Vorher, die Voraussetzungen für die Völkerentsteheung zu erklären. Er lieferte also so etwas wie eine spekulative, phantastische Geologie. Dabei schwankt TROGUS (S. 103), ob zuerst eine große Wasserflut alles Land bedeckte oder es Feuer war, dem eine Abkühlung folgen mußte. Es gibt also nicht nur die mosaische alte Schöpfungsgeschichte. Und das wohl Großaretige: TROGUS **denkt in Alternativen**, Wasser oder Feuer. Da wird also nicht wie in der Bibel verlangt, daß etwas unbedingt Richtiges und zu Glaubendes vorliegt. Und statt von einem Schöpfergott spricht TROGUS "als die Natur am Anfang die Kräfte des Warmen und Kalten auf die Erdregionen verteilte, habe sie zugleich auch die Lebewesen mit der je zugehörigen Fähigkeit ausgestattet, dies oder jenes zu ertragen; ..." (S. 102). Auch wenn TROGUS neutral von "Natur" als der wirkenden Kraft schreibt (S. 102) war seine heidnische Weltgeschichte Anregung für andersartige Weltgschichten bei führenden Kirchenvätern, bei HIERONYMUS, AUGUSTIN, OROSIUS (O. SREL 1972, S. 42).

## Geographische Kenntnis und Beschreibung– Bild von Erde und Welt - Geographen

Unter Geographie lassen sich fassen 1. **Beschreibungen** von auch entfernteren **Regionen**, also Erweiterung des Erdbildes, und 2. Beschreibung von Natur-**Phänomene auf der Erde**, also Beiträge zu dem, was nun physische Geographie heißt und auch Versuche zu ihrer **Erklärung**. Oft waren als Geographen zu sehende Männer zugleich Historiker, bestand also die auch in der späteren neuzeitlichen Geschichte nicht unbekannte Verknüpfung von Geographie und Historiographie.

Was die mehr oder weniger bekannten Räume betrifft, so lagen bis etwa in die Zeit des Endes der Republik ihre Grenzen in dem, was außer den Westfahrten der Phönizier und den griechischen Handelsplätzen im Schwarzen Meer dann im 4. Jh. v. Chr. die Feldzüge ALEXANDERs VON MAZEDONIEN erfaßt oder wenigstens berührt hatten, was in den nicht immer geglaubten Nachrichten des PYTHEAS

aus MASSILIA übermittelt war und etwa POSIDONIO(U)S im westlichen Mittelmeer kennenlernte. CÄSAR begann kurzzeitig **Britannien** in Augenschein zu nehmen, In der Kaiserzeit lernte man etliches über '**Germanien**'. Unter Kaiser AUGUST führte AELIUS GALLUS, Präfekt in Ägypten, eine Heeres-Expedition nach **Südarabien** in das als reich vermutete Reich der Sabäer. Das heiße Klima erschöpfte das Heer und nur wenige kehrten zurück. **Am Nil** endete **nach Süden** das Vordringen der Römer am **Reiche Kush**, etwa ab dem vierten Katarakt, mit der Hauptstadt Napata und dann der Hauptstadt **Meroe**. Das Reich war ein Großproduzent von Eisen. Es verfiel nach fast tausend-jähriger Dauer im 4. Jh.

Geographisch, physisch-geographisch, war den Römern also die enorme Hitze der Gegend am Roten Meer ebenso bekannt geworden wie die Nässe und die im Jahreslauf wechselnde Tageslänge mit Helligkeit in den Mittsommernächten in Britannien (TACITUS in 2012, S. 37), und ebenso die im Kanal teilweise gewaltigen Gezeiten.

Mit Geographie befaßte Männer, meist Griechen, reisten auch individuell. Andere verwerteten fast nur die Kenntnisse von Kollegen.

Über **Naturphänomene** berichtete noch vor der Kaiserzeit POSIDONIO(U)S (E. H. WARMINGTON 1975), der von etwa 135 v. Chr. bis 51 v. Chr. lebte und Zeitgenosse des Einfalls der Kimbern und Teutonen war. Die Werke des POSIDONIO(U)S sind nicht erhalten und er ist nun bekannt nur aus Zitaten bei anderen Autoren. Selbst kam er bis Gades/Cadiz an der westlichen spanischen Mittelmeerküste, wo einst die Karthager geherrscht hatten. POS(E)IDONIO(U)S war zwischen 100 und 95 v. Chr. Haupt der stoischen Schule auf Rhodos und weilte dann selbst in Rom, in Kontakt mit dem sterbenden MARIUS, mit POMPEJUS und CICERO. Wie einst etwa ANAXAGORAS erklärte er Naturphänomene durch natürliche Ursachen. **Erdbeben**, wie eines Sidon zerstörte, führte POSEIDONIOS zurück auf in Erdhohlräumen eingeschlossene Luft, so wie der mehr als Historiker bekannte POLYBIO(U)S. **Blitze** kamen zustande durch trockene, dunstige Exhalationen von der Erde und sie verursachten den **Donner** durch Bewegen der Luft. Ein **Regenbogen** sollte eine Spiegelung von Sonne oder Mond an einer Wolke sein. **Ebbe und Flut** führte POSEIDONIOS auf den Mond zurück (alles E. H. WARMINGTON 1975, S. 104). Die Größe von Ebbe und Flut wurde erst später, an den Küsten Britanniens, bekannt (in TACITUS in 2012).

Eine für die Seefahrt zwischen der Südspitze der Arabischen Halbinsel und Indien wichtige Entdeckung war die von dem **Wechsel des Monsums** zu bestimmten Jahreszeiten um 110 v. Chr. (H. L. KASTER 1986, S. 169/170) oder durch einen Kapitän aus Alexandria zur Zeit des AUGUSTUS (S. PEROWNE 1966, S. 156).

Es war damit möglich, Seereisen nach der einen oder anderen Richtung fast fahrplanmäßig durchzufühen.

Das älteste vollständig erhaltene geographisch-ethnographische Werk ist die "**Geographika**" (dtsch. s. etwa 1856 u.folg.) des Griechen **STRABO(N)** (E.H. WARMINGTON 1976) Er wurde geboren 64 v. Chr. in Amaseia (Amasia) an der Südküste des Schwarzen Meeres und starb nach vielen Reisen in seinem Geburtsort 19 n. Chr., war also Zeitgenosse von AUGUSTUS. Neben allgemeinen Überlegungen beschrieb er alle ihm bekannten größeren Orte mit ihren Sehenswürdigkeiten und ihrer Geschichte – für uns merkwürdig zu lesen, wie die Geschichte damals vor all den uns vertrauten späteren Ereignissen natürlich endet. Als Berichterstatter hatte er an dem gescheitertem Zug nach Süd-Arabien (H-L.KASTER 1986, S. 168) teilgenommen STRABO erwähnt auch **Veränderungen auf der Erdoberfläche**, also Naturphänomene, so die Entstehung einer neuen Insel im Gefolge eines die Geologen bis heute beschäftigenden Vulkanausbruchs bei der Ägäis-Insel Thera/Santorin und Veränderungen bei Erdbeben. Der Untergang von Atlantis mochte deshalb nach STRABO nicht nur Dichtung sein.

Ohne viel Kenntnis der Gesamterde wurde aus den bekannten Daten auf die Gesamtstruktur der als Kugel erfaßen Erde geschlossen. ERATHOSTENES hatte schon auf den Erdumfang geschlossen, den POSEIDONIOS (E. H. WARMINGTON 1975, S. 104) wieder einschränkte und so wohl beitrug, daß COLUMBUS die Fahrt nach Indien auf dem Westweg unterschätzte. Einflußreich war die **4-Teilung der Erdoberfläche** durch KRATOS (KRATES) von MALLOS (R. SCHULZ 2004; Wikipedia). Der Ort Mallos lag in Kilikien. Der namentlich auch als Grammatiker bekannte KRATOS unterhielt in Pergamon eine eigene Schule. Etwa 167 oder 169 oder 170 war er in Rom. Um den ganzen Äquator spannte sich nach der Ansicht des KRATOS ein Meer und ebenso befand sich ein Meer längs des Meridians von Norden nach Süden. So gab es **4 Festlandsblöcke**. Seinerzeit war nur der nordöstliche Festlandsblock bekannt, die Ökumene. Als in der Neuzeit auch die übrige Erde bekannt wurde, zunächst wenigstens randlich, wurde in den botanischen Gärten nach den 4 Weltregionen unterteilt. Überlagert wurde diese so aufgeteilte Erdoberfläche von **5 Klimazonen**: im hohen Norden und tiefen Süden je eine unbewohnbare kalte, in der Mitte, längs des Äquators, eine unbewohnbar heiße, und nur dazwischen lagen je eine bewohnbare mit gemäßigtem Klima. Die südliche gemäßigte Zone war unbekannt und wegen der Äquatorsperre nicht zu erreichen. KRATOS von MALLOS starb gegen 145 v. Chr. Der gegen 118 v. Chr. gestorbene POLYBIUS unterschied auf der Erde **6 Klimazonen**.

Die einzige antike speziell geographische Abhandlung in Latein lieferte um 43 oder **44 n. Chr.** mit "De situ orbis" POMPONIUS MELA aus Baetica auf der Iberischen Halbsinel, Neffe des berühmten SENECA. Die Erde wurde von MELA in das

Zentrum des Universum plaziert. Vieles erinnert an KRATOS. Einflußreich war, daß auch er auf der Erde **5 Zonen** unterschied: 1) eine nordische kalte, 2) eine nördliche temperierte, 3) eine dürre-brennendheiße, 4) eine südlich temperierte, 5) eine südliche kalte. Die mittlere, die heiße Zone sollte so heiß sein, daß sie von Menschen nicht durchquert werden konnte. Auch in der südlichen temperierten Zone sollten Menschen leben, die **antichthones**. Aber die Menschen des Nordens konnten wegen der heißen Zone nicht die des Südens erreichen und die des Südens nicht die im Norden. Ein Ozean umgab die feste Erde und 4 Meere schnitten in das Festland ein, mit dem Mittelmeer als dem bedeutendsten. Nicht frei von Fabeleien wurde MELA von PLINIUS in seiner großen Naturbeschreibung benutzt. Das Erdbild des MELA war das Erdbild noch des Hochmittelalters wie es für den Kosmos das Weltbild des PTOLEMAIOS war. Zu großartigen Fernreisen lud das Erdbild der KRATOS und des MELA mit der unüberwindbaren Hitzezone nicht ein. Das Erdbild wirkte bis in die Zeit der euopäischen Entdeckungen im 15. Jh. 1471 wurde MELAs "De situ orbis" in Mailand zugänglich. 1522 lieferte VADIAN(US) eine erste gute Edition, damals, als man längst die Erde umrundete.

Geographen sind bis in die neueste Zeit bemüht um die Erkenntnis der **Zusammenhänge im Geschehen auf der Erde**, um die Wirkung der Faktoren aufeinander. Wer verschiedene Klimabedingungen unterschied, dem kam die Frage nach den Folgen. **Folgen** vor allem **für den Menschen**, wobei völlige Unbewohnbarkeit mancher Regionen nur die eine dieser Folgen war. Es gab also schon mit mehr oder weniger Einschränkungen jenen **geographischen Determinismus**, den im 16. Jh. BODIN vertrat. Die Lage der Wohngebiete in bestimmter geographischer Breite sollte etwa nach POSEIDONIOS (E. H. WARMINGTON 1975) den Nationalcharakter mitbestimmen, wie auch STRABO meinte, Aber vieles wäre gemäß STRABO "Angewöhnung", etwa der Unterschied zwischen den nun nicht so weit auseinanderwohnenden Athenern und Lacedämoniern.

Denjenigen, der Schiffe über Meere führte, konnten offensichtlich keine Seekarten gegeben werden, es gab aber Beschreibungen der Verhältnisse auf und an den Meeren, ihren Küstenorten zumal, die Periplus. Überliefert wurde lediglich ein "**Periplus Maris Erythraei**" (L. CASSON 1979, S. 363/364) eines im Namen unbekannten Kaufmanns "kurz nach der Mitte" des 1. Jh. n. Chr. Beschrieben werden hier dem Römischen Imperium fernere Meere oder von ihm wie beim Roten Meer nur randlich beherrschte Küsten und Küstenorten, in denen aber römische Kaufleute offensichtlich auch Handel trieben. Verzeichnet werden auch die Waren, "die an jedem Ort der Fahrtstrecke zu kaufen oder zu verkaufen waren" (S. 363). Behandelt werden die Ostküste Afrikas bis hinab nach Sansibar mit dem Einkauf von Elfenbein, Schildpatt, Weihrauch, das Rote Meer, der Persiche Golf, der Indische Ozean und Küsten von Indien.

Ältere Fakten wurden auch einmal wieder aufgegriffen, ins Gedächtnis zurückgerufen. ARRIAN (FLAVIUS ARRIANUS) griff in der ersten Hälfte des 2. Jh. n. Chr. die Berichte über ALEXANDER von Mazedonien auf, über Indien, schrieb über Völker im Orient wie Alanen und Parther, lieferte einen 'Periplus', eine Küstenbeschreibung vom Schwarzen Meer.

Im ganzen "nahen" Osten gereist wirkte nach durch seine Beschreibung des von den Römern so geschätzten **Griechenland** PAUSANIAS, Sein Werk, 10 Bücher, müssen in der Mitte und zweiten Hälfte des 2. Jh. n. Chr., bis 176 entstanden sein, denn kein historisches Ereignis danach wird bei ihm erwähnt. PAUSANIAS führt in Beschreibung einer Tour die Städte Griechenlands und ihre Geschichte und auch manches aus ihrer Folklore vor, vor allem auch die religiösen Stätten und Architektur-Denkmäler, so Olympia und Delphi. Die Ausgrabungen der Neuzeit ließen sich in vielem von dem Werk des PAUSANIAS leiten, und das vom Spaten Ausgegrabene konnte die Richtigkeit der Angaben des PAUSANIAS bestätigen. Die modernen Ausgrabungen in Olympia begannen **1874** ERNST CURTIUS und FRIEDRICH ADLER und dann wirkte hier auch DÖRPFELD (Wikipedia 2018).

Geographische Karten waren bisher aus **Wegebeschreibungen, Itinerarien** (iter = Weg), erstellt worden. MARINOS von TYROS, in der Mitte des 2, Jahrhunderts, liefert Längen- und Breitenangaben, begründet die **mathematische Geographie** (u. a. PH. K. HITTI 1951, S. 320), Darauf baut dann PTOLEMAIOS in Alexandria mit seinem Werk "**Geographika**" in 8 "Büchern" ebenfalls 2. Jh. n. Chr. auf. Auf seinen Längen- und Breitenangaben zahleicher Orte wurde auch eine nicht im Original überlieferte geographische Karte erstellt. Es gab also die Erdoberfläche vorgestellt auch im Kartenbild, wohl mehr als bei Vorläufern. PTOLEMAIOS hatte etwa auch mit Soldaten und Seeleuten gesprochen, die aus Britannien zurückgekommen waren und zeichnete nach ihren Angaben eine auch Britannien einschließende Karte "mit vielen Fluß-, Stadt-. Insel- und Stammesnamen" (N. DAVIES 2015, S. 59). Nach ihrer **Wiederauffindung im 15. Jh.** übte die "Geographika" großen Einfluß auf die europäischen Seefahrer aus, trotzdem die ihm einst offensichtlich beigegebene Karte verloren blieb. Aus den Längen- und Breitenangaben wurde eine Rekonstruktion versucht.

In dem im Mittelalter nahezu verbindlichen **astronomischen**, also über die Erdgeographie hinausgehenden **Weltbild** des PTOLEMAIOS (PTOLEMÄUS) (G. J. TOOMER 1975) stand die **Erde** im **Mittelpunkt der Welt**. PTOLEMAIOS' Werk wurde bald kommentiert, um 800 in das Arabische übertragen, im Mittelalter unter dem aus dem Arabischen stammendem Titel"**Almagest**" bekannt und war eines der ersten Übertragungen aus dem Arabischen ins Latein. Von PTOLEMAIOS "Optik" blieb nur die aus einem arabischen Manuskript im 12. Jh.

angefertigte Übersetzung des EUGENIUS VON SIZILIEN.

Trotz der auf ERATOSTHENES zurückgehenden Kenntnis vom Erdumfang blieb offen, was man hoffen dürfte, von dieser in ihrem Umfang bekannten Erde selbst erschließen zu können. So viel man auch von Ägypten bis weit in den Süden wußte, so meinte der Geschichtsschreiber AMMIANUS MARCELLINUS (1970, S. 51), daß es wie der Gegenwart auch späteren Generationen unbekannt bleiben wird, wo die Quellflüsse des Nil liegen. Von großer Erderschließung was man also noch entfernt.

Eine praktische, für den Handel wichtige Errungenschaft mit Verbindung zur Geographie war die ab 1. Jh. v. Chr. erfolgte Entdeckung alexandrinischer Seeleute, daß dank des regelmäßigen **Monsunwindes** zun bestimmten Jahreszeiten ein Segeln **quer über den Indischen Ozean** von der südlichen Öffnung des Roten Meeres zur Mündung des Indus möglich ist (A. J. TOYNBEE 1959).

Die Römer kann man nicht als ozeanische Seefahrer sehen. Nach Britannien kamen sie von Nordwest-Gallien aus. SENECA meinte in seiner Tragödie 'Medea', daß eine Fahrt von der Westküste Spaniens aus nach Indien führen müsse (W. DAHLHEIM 2013 b. S. 20/21). Ein gewiß zukunfsweisender Gedanke. Aber was fehlte waren die geeigneten Schiffe.

## Zusammenfassung von Wissen - Enzyklopädien, "Summen"

Gerade Lateinisch schreibende römische Autoren verfaßten "**Enzyklopädien**", die möglichst alle Kenntnisse aus Natur und Menschenwelt enthalten sollten. Neues suchten diese Autoren selten selbst. Sie übernahmen. **Bildung und wissenschaftliche Forschung** (M. CLAUSS 1995), 'Lehrbuch und Forschung', waren damit getrennt.

Als der "gelehrteste Römer" wurde einmal MARCUS TERENTIUS **VARRO** (116 v. Chr. - 27 v. Chr.) bezeichnet, auf den über 620 Bücher und 74 verschiedene Titel zurückgehen (PH. D. THOMAS 19). VARRO hatte auch in Athen studiert, war höherer Offizier auf Seiten des POMPEJUS in Spanien gegen CAESAR. Dieser verzieh ihm nach seinem Sieg und ernannte VARRO zum Direktor der geplanten öffentlichen Bibliothek in Rom. Auf VARRO geht die Grundlage der mittelalterlichen allgemeinen Bildung, geht die Fächereinteilung in das Trivium und das Quadrivium zurück, nachdem Medizin und Architektur als Spezialgebiete davon herausgenommen wurden. Übermittelt wurde diese Fächereinteilung dem Mittelalter durch MARTIANUS CAPELLA (s. dort).

Der um 23 n. Chr. bei Como geborene PLINIUS (s. 1881, D. E. EICHOLZ 1975)

wurde der Verfasser der "**Historia naturalis**", eines umfasssenden Werkes aus 37 "Büchern", das erstmals alle bekannten Dinge aus der Natur und der Völkerwelt zusammenfassend darzustellen suchte, das Vorbild späterer Bücher zur "Realienkunde". Nach einer Ausbildung in Rom auch als Militär, wurde er Offizier und war als Kommandeur einer Kavallerietruppe am Rhein stationiert. Hier begann er zu schreiben. Bekannt mit dem Kaiser TITUS, dem er die "Historia naturalis" widmete, wirkte er offenbar als Finanzaufseher in einer spanischen Provinz, vielleicht auch in Nordafrika. Wie PLINIUS selbst darlegte, übernahm er für sein Werk 34000 Mitteilungen von 100 Auoren, ohne allerdings alle Quellen einzeln zu nennen. Neben sachlichen Berichten etwa über Länder, Kulturpflanzen und den Ackerbau, Heilmittel, über verschiedene Gewerbe gibt es auch Berichte über Menschen mit Hundsköpfen in den Gebirgen Indiens und über Menschen, die sich in ihre lange Ohren einwickeln können – für weiter entfernt liegende Regionen gab es also gewaltige Unkenntnis. PLINIUS berichtet, und hier weiß er nun mehr, etwa von der im Rhein liegenden Insel der Bataver, von Britannien, nennt "Hibernien", also Irland. Von Elefanten weiß PLINIUS, daß sie in Gruppen umherziehen, der älteste den Zug anführt, sie sich aus "Schamhaftigkeit" an einem verborgenen Ort begatten, ihnen Ehebruch unbekannt ist, sie im Kampf vor allem am Rüssel verwundbar sind, manche in Menschen verliebt waren und einer auch die griechischen Buchstaben erlernte. Wahrheit und Legende - Fälschung vielleicht nicht, aber Leichtgläubigkeit!

Nach des PLINIUS Tod vollführte sein Neffe offenbar die Endredaktion der "Historia naturalis" aus. Das Werk wurde im Mittelalter immer wieder abgeschrieben. Es existieren etwa 360 Handschriften. Eine Teilbearbeitung in Deutsch gab es 1509 in Straßburg. Vollständig ins Deutsche übersetzt von JOHANN DANIEL DENSO erschien das Werk 1764/1765 in Rostock und Greifswald, wobei namentlich auf eine 4-bändige lateinische Ausgabe in Lyon 1561 zurückgegriffen wurde.

PLINIUS der ÄLTERE starb im Zusammenhang mit dem **Vesuv-Ausbruch** am **25. August 79 n. Chr.,** von seinem dort wie der Onkel anwesendem Neffen PLINIUS dem JÜNGEREN (in 1984, S. 171 ff., S. 176 ff.) ausfüjrlich in Briefen an den mit ihm befreundeten TACITUS berichtet. PLINIUS der ÄLTERE fuhr als Kommandeur der Flotte bei Misenum in der Bucht von Neapel der bedrohten Küste entgegen, aus Forscherdrang oder zur Rettung von Menschen. Wie der jüngere PLINIUS mitteilt: "Als Gelehrter schien es ihm etwas Wichtiges zu sein, daß das" Geschehen "näher untersucht werden mußte" (1984, S. 171/172). Das Ereignis in dem "wegen seiner Schönheit" als dicht besiedelten Küstenstreifen war kaum vorhersehbar gewesen. Das Ausmaß war zunächst unterschätzt worden, auch als (S. 172) "Schon fiel Asche auf die Schiffe. und je näher sie" mit dem aufzeichnenden PLINIUS "herankamen, desto heißer und dichter, schon Bimssteine und

sogar schwarzgebrannte und durch Feuer geborstene Steine", bildeten sich Untiefen war "der Strand — durch Geröll-Lawinen vom Berg unzugänglich" (S. 172). Die Erde bebte forltlaufend, Die verängstigten Leute am Strand "legten sich Kissena uf die Köpfe und banden sie mit Leinentüchern fest ..." (s. 173). PLINIUS der ÄLTERE brach auf zwei Sklaven gestützt zusammen, als der Qualm dichter wurde und starb. Die viele Themen anreißenden Briefe des Neffen, PLINIUS der JÜNGERE, wurde Schullektüre und auch noch von DANTE gelobt (Einleitung von 1984, S. XLVI).

## Heilmittel - Pharmakologie

Die **Heilmittel** seiner Zeit stellte PEDANIOS DIOSKURIDES (DIOSCORIDES) (J. M. RIDDLE 1971) aus Anazarba in Kilikien zwischen 60 und 78 n. Chr. zusammen, also zu und nach der Zeit von Kaiser NERO, in einem aus 5 "Büchern" bestehenden griechischen Werke, das im Lateinischen "De materia medica" hieß. Es ist das erste überlieferte Heilmittelverzeichnis (Pharmakopoë). Von den etwa 1000 vorgestellten Heilmittel waren 813 pflanzlicher Herkunft, etwa 100 tierischer Herkunft, etwa 100 mineralisch. Das Werk wurde eine Grundlage vor allem für die Botanik. Festzustellen war auch das Habitat der Pflanzen, die an anderen Orten eventuelle Änderung der Heilwirkung, die Entwicklung der Gewächse in den verschiedenen Jahreszeiten, die Herstellung der Arzneien aus ihnen. Das Werk wurde viel abgeschrieben, dabei auch neu geordnet etwa in alphabetischer Folge der Heilmittel. Teilweise wurden nur die botanischen Teile übernommen. Eine alphabetische Version des botanischen Teils ist die berühmte Wiener DIOSKU(O)RIDES-Handschrift (Wien, ÖNB, Cod. med. gr. 1) von etwa 512 / 513 n. Chr. Übersetzt wurde DIOSKORIDES ins Syrische und Arabische zwischen 647 und 861. Wohl aus dem 6. Jh. stammt eine Übersetzung ins Lateinische, Grundlage von lateinischen Versionen, die, mit Zusätzen und in alphabetischer Anordnung, im 11. Jh. angefertigt wurde und auf CONSTANTIN(US) AFRICANUS zurückgeführt wird. Die weit verbreitete lateinische Fassung aus dem 11. Jh. kommentierte PETRUS VON ABANO. In Griechisch wurde das Werk 1499 in Venedig gedruckt. DIOSKORIDES' Werk wurde die Grundlage, das Vorbild der Kräuterbücher ab dem späten Mittelalter.

Möglichst über alle Heilmittel informiert zu sein mußte der Wunsch jedes Arztes und Apothekers sein. DIOSKORIDES lieferte eine erste **Pharmakopie**, eine Zusammenstellung der Heilmittel seiner Zeit. Weitere wurden namentlich mit der neuzeitlichen Wissenschaft immer wieder versucht, so durch LE'MERY in der ersten Hälfte des 18. Jh. mit der 'Pharmcope´e universelle'. Und es gibt Pharmakopien auch heute.

## Die zusammengefaßte Medizin der Antike: GALEN

Das zweite Jahrhundert n. Chr. war abgesehen von den Grenzkriegen im Norden das ruhigste und großartigste und an seinem Ende hat GALEN (F. KUDLIEN 1972, L. G. WILSON 1972) um 200 n. Chr. die **medizinischen Kenntnisse** der Antike noch einmal **zusammengefaßt** und systematisiert. Ihm voraus ging als auch führender Arzt ARCHIGENES von APAMEIA (PH. K. HIITI 1951, S. 321), der unter TRAJAN in Rom praktiziert hatte, sich für Geisteskrankheiten interessierte und über den Puls schrieb

Mit den Schriften des GALEN wurden die Ansichten in der antiken Medizin der Nachwelt überliefert, werden bis heute vielseitig interpretiert. Mit dem Geburtsjahr 129 / 130 n. Chr. als Sohn eines Architekten und Geometers in Pergamon geboren, hat er wie dort verfaßte Schriften nahelegen schon da Medizin betrieben. Nach dem Tod des Vaters, als GALEN 20 Jahre als war, ging er nach Smyrna, nach Korinth, schließlich nach Alexandria, und hat bei den in diesen Orten tätigen Medizinern Kenntnisse erworben. 161 war GALEN in Rom, und war hier wieder, als er als Arzt in Verbindung trat mit dem Kaiser MARC(US) AUREL(IUS), dessen Nachfolger COMMODUS und dem folgenden SEPTIMUS SEVERUS. Wohl war er Gladiatorenarzt. Starb GALEN in Rom oder in seiner Heimatstadt?

GALEN, der abgeschrieben, vom Griechischen ins Lateinische übersetzt, dann in weitere Sprachen, vor allem ins Arabische, übertragen und kommentiert wurde, bestimmte die Medizin des Mittelalters. Er, der selbst von den verschiedensten Schulen gelernt hatte. Erst ab der Renaissance, speziell im 16. Jh., wurden GALENs einzelne Ansichten, zuerst in der Anatomie durch VESALIUS, in Frage gestellt. Besonders die Auffassungen über Blut, Leber und Herz blieben aber akzeptiert bis zu HARVEYs (s. d.) Begründung der Lehre vom Blutkreislauf.

Nicht zu den antiken Autoritäten des Mittelalters kam der ebenfalls in das 2. Jh. n. Chr. zu verortende ARETAEUS von KAPPADOKIEN. Erst 1554 wurde er neu entdeckt. Auch er gehörte zu den eklektischen Medizinern. Er ruhte auf der 4-Säfte-Lehre des HIPPOKRATES, vermehrt um eine Betonung des "pneuma", die "vitale Luft", welche sich im Puls widerspiegelte. ARETAEUS wird genannt als der antike Mediziner, welcher die durch Durst und vermehrte Harnausscheidung kenntliche **Diabetes** beschrieb, auch Diphtherie, Tetanus, Asthma u. a.

Es blieb eine Frage der Medizin. **Welche** all unserer immer einmal wiederkehrenden Beschwerden in Bauch oder örtliche Schmerzen und gar Entzündungen sowie bescheidene Fieber sind nun klar **abgrenzbare**, gar im LINNE´schen Geist klassifizierbare **spezifische Krankheiten**. Auch das Volk hat klar erkennbare spezifische Krankheiten benannt. Aber bis heute kann man vielfach nur Symptome nen-



Abbildung 252: Röm. Heilbad Hisarja/Bulgarien.

nen und spricht bei wiederkehrenden Symptomkomplexen von "**Syndromen**".

**Warme Quellen** wurden namentlich auch in den klimatisch weniger begünstigten römisch gewordenen Regionen geschätzt, ob unser Gerolstein in der Eifel oder als noch heute besuchter **Kurort Hisarja**/Hissar in Bulgarien mit seiner Therme, eine bedeutende Stadt, seit DIOKLETIAN Diocletianopolis genannt. Wenn das Stadttor von Hisasrja wie ein Rundbogen erscheint, dann, weil spätere Bewohner von außen her Steine für eigene Bauten abgetragen haben.

Zusammenfassung: Das wissenschaftliche Erbe aus der Zeit des Römischen Imperiums vor allem:

VITRUV Technik, Baukunst

PLINIUS Naturgeschichte

DIOSKORIDES Botanik, Arzneimittel

PTOLEMIOS Weltbild

GALEN Medizin

## Chemische Vorgänge

Daß alltägliche **chemische Vorgänge** bekannt waren, die sogar konsternierend wirkten, wird etwa deutlich, wenn der Kirchenvater AUGUSTINUS auf das bekannte Löschen des Kalkes mit Wasser zur Mörtelbereitung verweist, wobei "die Glut des Steines gerade dann zum Vorschein kommt, wenn man glaubt sie zu

löschen, daß nämlich beim Begießen mit Wasser, das doch sonst alles Heiße erkalten macht, eine feurige Kraft hervorbricht ..." (Zitat aus R. SCHWARZ 1959, S. 76).

# Von Roms größter Ausdehnung zur Spätantike – Ende von Fortschritt?

## Nach schwierigen Jahrzehnten Weiterbestand des Römischen Imeperiums und erneute Konsolidierung besonders ab 270. Einhegung in Limes

Das Römische Imperium in dem Umfang der Zeit von TRAJAN, HADRIAN, ja noch in seiner Größe unter den illyrischen Kaisern AURELIAN und DIOKLETIAN, blieb nicht bestehen.

Unsicher und öfters umkämpft war und blieb die Ostgrenze des Römischen Imperiums. An die Stelle der Perser von einst und die hellenistischen Seleukiden danach waren die früher nomadischen **Parther** getreten. Im Jahre 53 v. Chr. schon hatten sie bei Edessa im östlichen Kleinasien triumphiert über jenen CRASSUS, der einst den SPARTACUS-Aufstand niedergeschlagen hatte und bei Edessa ums Leben kam. Militärisch siegten die Parther mittels ihrer **berittenen Bogenschützen**, denen Transportkamele neue "Munition", das heißt weitere Pfeile für die Bogen aufs Schlachtfeld brachten (A. J. TOYNBEE 1959, S. 179). Aber eine solche Niederlage war damals eher Ausnahme, wie auch das Eindringen in Germanien nach der für Rom verlorenen Varus-Schlacht 9 n. Chr. bald an Grenzen stieß und das Imperium nicht bedroht war. Auch noch im 3. Jh. drangen römische Trupppen nach Germanien ein, wie Funde im Harz bei Northeim belegen (Internet 2016). Vielleicht waren es Strafexpeditionen ohne Besetzungsziele. Die Trajanssäule zeigt, daß auch die von TRAJAN besiegten Daker immerhin Kriegsmaschinen hatten (H. VOLKMANN 1975, S. 303). Konsolidiert hatten sich die Markomannen nördlich der Donau-Grenze in Pannonien, Transdanubisch, also nördlich der Donau, war die große Römersiedlung **Gorsium** bei Tac im heutigen Ungarn.

Bedrohung für die Römer wurde die Errichtung eines die Parther-Herrschaft ablösenden **neuen Perserreiches**, das Reich der **Sassaniden**/Sassanians, **226** n. Chr. (E. YARSHATER ed. 1, 1983, S. 116). Die neuen persischen Großherren sahen sich den römischen Kaisern als ebenbürtig an und ihre Institutionen glichen sich den römischen an. Wie schon unter den Parthern kam in dem weit nach Osten ausgreifenden Persien eine wieder eigenständige Kultur gegenüber jener der hellenistischen



Abbildung 253: Transdanubisch Römersiedlung Gorsium.

Seleukiden auf. Immer wieder mußten römische Kaiser nun in den römischen Osten ziehen, wo die **Perser** nach Westen vorstießen. ALEXANDERs einstiges Ausgreifen nach Osten war politisch überwunden. Es war, um einen damals noch nicht üblichen Ausdruck zu gebrauchen, wie eine Reconquista, ging um den Wiedergewinn der durch den Alexanderzug und seine Nachfolger verlorenen Territorien durch die Perser. Vor allem diese 'Ostfront' blieb Roms Achillesferse, zwang zu erhöhter Rüstung, zu erhöhter Steuer für das staatliche Heer. Es war ein **nicht** immer durch Feldzüge bestrittener, aber letztlich nie **endender Dauerkrieg**. Das Perserreich wurde von der Völkerwanderung der Hunnenzeit wegen der nördlich davon vorbeiziehenden Hunnen verschont. Sowohl die Römäer, also später Byzanz, wie das Persiche Reich schwächten sich wechselseitig und öffneten den Weg für andere, im 7. Jh für die Araber.

Einst waren die Römer die Angreifer und Sieger und nun folgte der mancherorts verzweifelnd wirkende Kampf gegen Eindringlinge, auch andere als die Perser. Sachsen, heidnische Barbaren und rücksichtslos in ihren Kämpfen, durchquerten den Kanal und erschienen in Britannien. Goten erschienen im Schwarzmeergebiet. Im Westen belagerten schon 265 n. Chr. die Franken einmal Tours (H. VOLKMANN 1975, S. 303). 275 wurde etwa Trier/Augusta Treverorum von den Alemannen zerstört, jenes Trier, welches unter KONSTANTIN und dessen Nachfolger im 4. Jh. noch einmal eine der Hauptstädte des Imperiums wurde.

Die drohenden Grenzvölker: Wie abhalten? Eine schon länger betriebene Schutzmaßnahme war das Einigeln des Imperiums durch **Grenzwälle**, **Limes**. Der ganze Bereich der antiken Zivilisation hegte sich ein (J: VOGT 1983). Sie wurden als römsiche Erfindung bezeichnet, aber die Chinesische Mauer diente gleichem Zweck. Die Art der Befestigungen war nicht überall gleich. Über 380 km zog sich

am Beginn des 3. Jh. n. Chr. der Limes in **Germanien** hin, ein Erdwall gedeckt von einer "Palisadenwand ... durchschnittlich 6 m breit und gegen 2 1/2 m tief, oft geradezu in den Felsen gebrochen" (H. VOLKMANN 1975, S. 302). In Rätien erreichte die Steinmauer 166 km Länge (dto). Britannien/England wurde durchzogen vom **Hadrianswall,** 130 km, in West.Ost-Richtung von der Irischen See bis zur Nordsee. Zeitweilig hatte man die Grenze gegen die Pikten im Norden sogar weiter nach dorthin verlegen können und schützte sie durch den Antoninischen Wall. Nach einiger Zeit mußte man sich wieder zum Hadrianswall zurückziehen. Kaiser HADRIAN hat den Bau des Walles selbst besucht (YouTube): Wie DIOKLETIAN die Ostgrenze im 3. Jh. durch einen Sperrwall gegen die Perser sicherte, so richteten diese auch einen Sperrwall gegen die Römer ein. Es stand Limes gegen Limes. Die Rheingrenze war schließlich nicht weniger bedroht. Die Römerstädte am Rhein und darüberhinaus waren vielfach **Legionslager** (W. SCHLESINGER 1978, S. 219). Die Legionäre mußten versorgt werden, brauchten viele Menschen als Handwerker oder Händler, zur Unterhaltung auch Gaukler und Gladiatoren. Um das Legionslager entstand so eine Stadt und manche Stadt am Rhein hat darin ihren Ursprung. Wie in einem Kastell an einer äußersten Grenze im Alltag gelebt wurde, konnte im Vorland des Hadrianswalles im Moorboden des **Kastells Vindolanda** )Wikipedia 2019, YouTube) an der äußersten Grenze gegen die Schotten durch schon zahlreiche, jahrelange Ausgrabungen ermittelt werden. Hier lebte außer dem Kommandanten mit Ehefrau keine Elitebevölkerung wie in Pompeji und so bietet Vindolanda als Gegensatz eine fast ebenbürtig fundreiche Ausgrabungsstätte mit Zeugnis von ganz anderen Menschen. Zahlreich sind Ledergegenstände, so schon bisher etwa 6000, teilweise auch geflickte Schuhe, Eimer, Taschen, 3 Lederzelte. Von vor allem chirurgischen Eingriffen, auch Amputationen, zeugt ein Arztbesteck. Einmalig sind aus Erlen- oder Birkenholz hergestellte, mit **Tinte beschriftete Holztafeln,** die teilweise wieder lesbar gemacht werden konnten. Es sind Schreiben an andere Kastelle, Bestellungen, Privatbriefe der fernen Ehefrauen der Legionäre und die Briefe der Legionäre.

Frühmittelalterliche Grenzwälle wie das Danewerk waren weniger als Römerlager gut ausgestattet.

Trotz aller Limes gab es mannigfache **Handelsbeziehungen** mit den Völkern **jeneseits** des Grenzwalles. So lieferten Germanen den linksrheinisch massenhaft rauchenden Rennöfen **Rohstoffe für die Eisenherstellung**, Holz vor allem, und erhielten dafür Schmuck, Keramikgefäße und - Wein (YouTube, Wirtschaft der Römer).

## Verfall und erfolgreiche Versuche der erneuten Festigung des Reiches

Die von einer Armee irgendwo im Reich betriebenen Kaiser-Ernennungen beeeinträchtigten Kontinuität. Es gab keine streng geregelte Erbfolge, das Adoptivkaiserystem hatte keine Dauer gehabt. Es folgten oft in kurzen Abständen immer wieder auch bald umgebrachte '**Soldatenkaiser**'. Die jeweilige Armee schien wicchtiger als das Imperium. Das ungeregelte Nachfolgeproblem war und blieb bis in die Gegenwart auch anderswo in der Weltgeschiche ein oft eingreifendes politisch-historisches Phänomen, bot oft Anlaß zu Staatsstreichen. Der Senat in Rom wurde meistens stark ausgeschaltet. Bei den in der Römerzeit nur sehr verzögerten Möglichkeiten der Kommunikation ist es auch für normalere Zeiten erstaunlich, daß ein vom Atlantik bis zu Nil und Euphrat ausgedehntes Imperium trotz aller Selbstverwaltung der Städte und bei nicht das Ganze gefährdenden Usurpationen irgendwelche Einheit einhalten konnte, Das, wenn sich die Kaiser sonstwo im Reiche aufhielten, dort inspizierten, Städtegründungen veranlaßten oder an gefährdeten Grenzabschnitten handelten, also nicht von einer Zentrale her regierten. Und starb ein Kaiser sonstwo, dann erhoben die dortigen Truppen oft den Nachfolger, welche sich dann oft erst einmal als Gesamtkaiser durchsetzen mußte oder auch vorher wieder verlor. Daß nach all den Kaiserwechseln, der Ausrufung immer einmal neuer Feldherren als Kaiser durch ihre irgendwo an den Grenzen stehende Armee in den letzten 3. Jahrzehnten wieder einigermaßen Ordnung geschaffen werden konnte, daß 'Rom' nicht zerfiel, gehört fast zu den Wundern der Weltgeschichte. Der Baseler Historiker JACOB BURCKHARDT wird einmal schreiben (s. 1985; S. 273): "Das größte Wunder und die Rechtfertigung des römischen Reiches besteht darin, daß man es überhaupt wieder zusammenbringen konnte." War es hier eine Idee, eine 'Staatsidee', die immer wieder wirkte, selbst auf die rauhen Kerle der Armeen? Um die Zeitenwende soll die **Bevölkerung** (E. STEIN 1928, S. 3) im gesamten Römischen Imperium schätzungsweise etwa 70 Millionen betragen haben, bei ungleicher Verteilung Im ausgehenden 3. Jh. werden höchstens 50 Millionen Bewohner im Imperium angenommen, etwa 1/5 der heutigen Bewohnerzahl in demselben Gebiet. Seuchen, mindestens seit MARC AUREL, besonders die **Pocken**, hatten ihr Vernichtungswerk getan. **Wie weit** war angesichts der für alle geltenden Bürgerrechte, der Religionstoleranz und anderem ein **gemeinsames Staatsbewußtsein** ausgebildet gewesen**?** Gewisse religiöse Kulte gingen eigene Wege, Das Judentum wurde verboten. Wegen Ablehnung des Kaiserkults und verdächtig wegen ihres unterirdischen Katakomben waren die Christen schon unter NERO angebliche Opfer, wurden die 249 - 251 verfolgt unter Kaiser DECIUS und 257 unter VALERIAN. Kaiser VALERIAN verlor gegen die sassanidische Perser und er soll um 260 n. Chr. in Gondischapur gestorben sein, indem man ihm



Abbildung 254: Cestius-Pyramide Rom.

die Haut abzog. Der nach 317 n. Chr, gestorbene Kirchenvater LAKTANZ will es gewußt haben. Unter dem Kaiser GALLIENUS, dem Sohn VALERIANs, gab es Usurpationen und Einfälle fremder Völker, so nach West-Kleinasien in den 260.er-Jahren Germaneneinfälle, 262 einen großen Raubzug der Goten (U. HARTMANN 2001, S. 296). Unter GALLIENUS gab es 260 ein Toleranzedikt.

Ein Kaiser, der im Sinne der Rettung 'Roms' durchgriff, war der wohl nur 5 Jahre, von 270 bis 78 zu seinem Tod 275 n. Chr. regierende **AURELIAN(US)**. Er hatte nach 270 n. Chr., begonnen, Rom wieder mit einer Mauer zu umgeben, Die Mauer rückte vor bis zu vorher außerhalb der Stadt gelegenen Grabdenkmälern wie der Pyramide des CESTIUS, errichtet um 12 v. Chr. Zahlreiche Meilensteine künden von Ausbessserung der Straßen. Das abtrünnige Gallien wurde ins Römische Reich zurückgeführt. Als **neuer Staatskult** wurde der des unbesiegbaren **Sonnengottes 'Sol invitus'** eingeführt. AURELIANs Bekämpfung der Korruption habe zu seiner Ermordung durch Betroffene geführt.

Die von TRAJAN eingerichtete Provinz Dacia wurde erst einmal aufgelöst und erst etliches später davon von KONSTANTIN erneut eingerichtet.

Die an wichtigen Handelswegen und mit Anbindung an die Seidenstraße gelegene, den Baal in einem Tempel ehrende **Oasenstadt Palmyra** (E. STORM 1979), oder vor der Römerzeit genannt Tadmor. Als reiche Stadt wurde Palmyra zuerst erwähnt 41 v. Chr. (A. H. M. JONES 1974, S. 55), wurde 18 n. Chr. (S. 141)

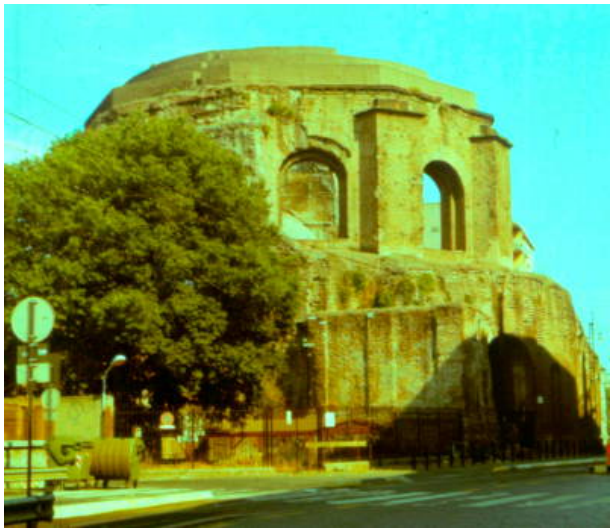

Abbildung 255: Rom: Minerva-Tempel, Nymphaeum. 3./4. Jh..

römisch, aber besaß Privilegien, und blühte auf im 2. und 3. Jh. n. Chr. Eine reiche Quelle, Efqa, lieferte reichlich Wasser und auch heute ist der kleine moderne Stadt ganz in der Nähe ein mit Wasser versorgter Dattelhain (ZIRNSTEIN hier 2000), die besonders vom Tourismus lebt, aber ringsum ist die Wüste und für Ackerbau fehlt Land. Der Reichtum mußte aus dem Karawanenhandel kommen, und die Karawanen, die also auch durch Wüste zogen, brachten Luxusgüter aus dem Osten und Südosten in das Römische Imperium. wohin sie weiterverteilt wurden. Statt des Seeweges über das Rote Meer wurde also oft der Landweg benutzt. Inschriften verweisen auf 'Faktoreien' in Babylonien und am Persischen Golf (A. H. M. JONES 1974, S. 569. Die Karawanen mußten Zölle und Abgaben zahlen. Auch gab Palmyra den Karawanen Geleitschutz. Eigene Ressource waren Salinen zur Salzgewinnung (E. STORM 1979, S. S. 219/221). Hier wie in anderen Zentren schon der Bronzezeit gab es ein hochentwickeltes **Kunsthandwerk**, wurden bewundernswerte **Schmuckwaren** hergestellt. Von Rom hatte sich schon wegen des langen fehlenden Schutzes durch Rom gegen den Osten **Palmyra** als eigenes Reich von Rom weitgehend gelöst. Wie Inschriften bezeugen, wurde hier der zu einer senatorischen Familie gehörende ODAENATHUS zum Herrscher, zum Exarchen und Kaiserstellvertreter des GALLIENUS (U. HARTMANN 2001, S. 86). Den zu mächtig gewordenen ODAENATHUS ließ GALLIENUS 267 umbringen, Mit Vorsicht und zunächst ohne offene Konfrontation versuchte ZENOBIA die eigene Machtstellung Palmyras auszubauen, zielte auch nach Arabien. konnte Roms Kornkammer Ägypten besetzen und es entstand so ein "**palmyrisches Teilreich**", Schutz Roms im Osten (U. HARTMANN 2001). AURELIAN rang Palmyra 273 nieder, zunächst die Stadt verschonend, Aber die dann wieder aufständische Stadt



Abbildung 256: Oase Palmyra. 2000.

hat AURELIAN danach plündern und zerstören lassen. Das Gebiet wurde wieder dem Römischen Imperium eingegliedert. Über ZENOBIA gibt es widersprüchliche Quellenaussagen.

ZENOBIA starb nach den einen Angaben unterwegs, nach anderen Angaben mußte sie als Besiegte am Triumphzug des Siegers AURELIAN in Rom teilnehmen, blieb aber am Leben und konnte mit einem römischen Senator reich verheiratet ein gesichertes Alter erreichen und hat wohl ohne großes Bedauern auf ihre Verwandtenmorde zurückgeschaut. Ihre Töchter haben das wohl geschafft. Palmyra geriet in Vergessenheit, wurde 634 islamisches Territorium und es 1929 begannen Ausgrabungen (

Der große Ordner und Erneuerer des Imperiums wurde **DIOKLETIAN**. Auch er, gebürtiger Dalmatiner, war noch durch Soldaten emporgehoben worden, am 17. November 284 n. Chr. bei Nikomedia in Bithynien (E. STEIN 1928, S. 94). Ohne eigenhändigen Mord am Anfang kam auch er nicht aus. Der erst 283 an die Macht im Osten gekommene und erkrankt in einer Sänfte getragene Kaiser NUMERIANUS war tot aufgefunden worden (Wikipedia 2015) und sein unerwiesen des Kaisemrordes beschuldigter Schwiegervater, der Prätorianerpräfekte APER, fiel als des Mordes beschuldigtes Opfer DIOKLETIANs (E. STEIN 1928, S. 94). DIOKLETIAN aber wurde nicht einer der Kurzzeitkaiser. Mit DIOKLETIAN lassen viele Historiker **die Spätantike beginnen** (A. CAMERON 1994, E. STEIN 1928, S. 2 ff.). DIOKLETIAN ordnete die Reichsverwaltung neu, ganz oben durch die Einsetzung der **Tetrarchen**, der 4 kaiserlichen Verwalter der 4 Reichsteile. Die 2 älteren hießen 'Augusti', die 2 jüngeren 'Caesares'. (G. WOOLF 2015, S. 28). Traten die Augusti zurück, rückten die Caesares als Augusti nach und waren 2 neue Caesares adoptiert worden. Und einige Zeit funktionierte dieses Regierungs-



Abbildung 257: Palmyra: Baal-Tempel. So 2000.

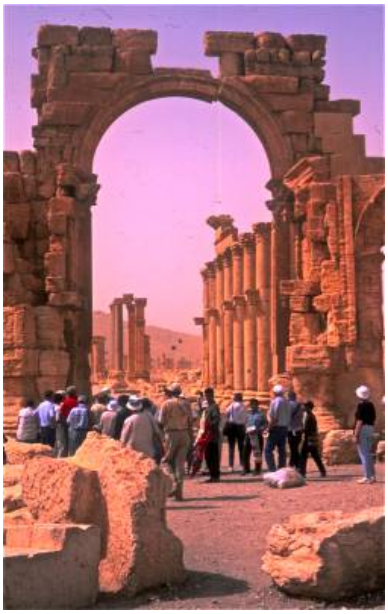

Abbildung 258: Palmyra.



Abbildung 259: Palmyra, Begräbnisturm.



Abbildung 260: Palmyra, römisches Theater.



Abbildung 261: Palmyra, Spätnachmittag.

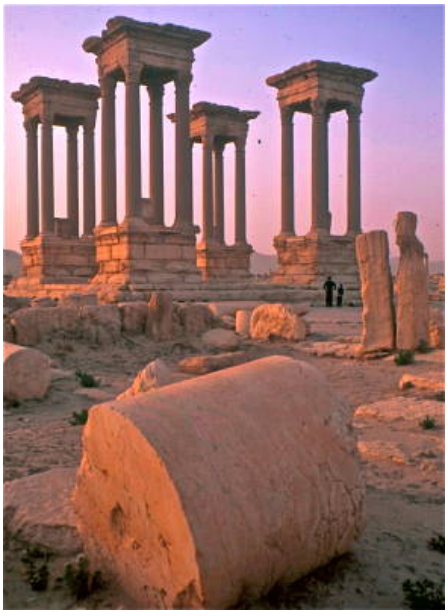

Abbildung 262: Palmyra, Ruinenreste.



Abbildung 263: Palast DIOKLETIAN Split.

system,

Die großen Landbesitzer müssen weiterhin als die Klasse gelten, in deren Interesse das 'Einparteiensystem' (P. HEATHER 2011) des Römischen Imperium bestand. EUSEBIUS von CAESAREA, der erste Historiker der christlichen Kirche, der noch die gegen die Christen gerichtete Härte DIOKLETIANs erlebt hatte, lobte das Römische Imperium als den Bezwinger der vielen zerstrittenen Nationen, was auch den christlichen Missionaren die Reise nach überall hin möglich machte. DIOKLETIAN wollte auch im Kult das Reich geeint wissen. Er wird als Mithras-Anhänger genannt (E. YARSHATER ed., 1, 1983, S. Ixxv). Durch ein Dekret von 297 ließ DIOKLETIAN die Manichäer verfolgen (E. YARSHATER ed. 2, 1983, S. 986) und er war **303 - 311** der **letzte große herrschende Christenverfolger** im Römischen Imperium. Das, nachdem unter AURELIANs Vorgänger GALLIENUS schon einmal Toleranz angesagt war. DIOKLETIAN ließ sich nach seiner Abdankung 313 in einem teilweise erhaltenen großen, eher einer Stadt gleichendem Palast in **Salonae**, dem heutigen Split resp. Spoleto, an der kroatischen Adria-Küste, nieder. Welche Mittel waren zu mobilisieren, um einen solchen Ruhesitz eines zurückgetretenen Kaisers zu erbauen! Der schottische Architekt ROBERT ADAM und der französische Architekt CHARLES-LOUIS CINSSEAU haben 1757 in etwa 5-wöchiger Arbeit als neuzeitlich erste den DIOKLETIAN-Palast gemessen und aufgezeichnet (Wikipedia engl. 2014).

## 'Spätantike': Was ist sie? - Historische Quellen zu Spätantike und Byzanz

Weil vieles so anders wurde, auch neu geordnet, in neuer Religion, haben manche Historiker die 'Spätantike' nicht nur als eine Übergangsperiode, sondern als eine eigene, der Antiker und dem Mittelalter gleichzustellende Geschichtsperiode gesehen. Damit sollte den Versuchen begegnet werden, die Grenzen zwischen Antike und Mittelalter immer wieder anders anzusetzen. Der Terminus 'Spätantike' kam auf besonders mit dem Wiener Kunsthistoriker ALOIS RIEGL (so bei M. FUHRMANN 1994, S. 15). Angebliche Verfallszeiten wie auch das Barock der Neuzeit in Rom, erschienen RIEGL nicht als allgemeines Absacken, sondern bedeuteten ihm neuartige Eigenständigkeit. Der Historiker ALFRED HEUSS (zitiert aus M. FUHRMANN 1994, S. 16) schrieb: "Die Spätantike ist eine Epoche, welche sich nahezu vollständig von den Grundlagen der römischen Geschichte, wie sie in der vorausgehenden Zeit noch immer bestimmend gewesen waren, gelöst hat. Die Spätantike hat sich mehr ihre eigenen Voraussetzungen geschaffen als dieselben von der Vergangenheit übernommen." Frage war oft: Ab wann begann nun die neue Geschichtsepoche? Mit dem Aufgeben von Rom als Hauptstadt, dem Mailänder Toleranzedikt 313, den ersten großen Niederlagen gegen Fremdvölker oder endete gar erst mit KARL dem GROSSEN? PIRENNE sieht den großen Bruch mit den Eroberungen der Araber. Plötzlich hat die Antike und auch die Spätantike bei allem Zäsurbestreben natürlich nicht begonnen und geendet. Und neben schöpferischem Neuen ist auch Zerfall, vor allem im westlichen Mittelmeerraum nicht zu verkennen. Die Herrschaft hat neue Völker verändert (M. FUHRMANN 1994, S. 19). Daß so vieles auch überdauerte zeigt wie neue Menschen auch Älteres übernehmen.

Es gibt in der Spätantike und dann in Byzanz etliche Schriftsteller, ja regelrechte **Historiker**, von denen Kenntnis über die Ereignisse vermittelt wird. Erhalten sind kaum die Originalhandschriften dieser Personen. Aber in Byzanz, in seinen Klöstern zumal, schrieben **Kopisten**. So gibt es die 'Getica'/Gotica des Mönches JORDANES (P. J. HEATHER 1991). Wichtigste Handschriften des JORDANES gingen verloren bei einem Wohnungsbrand bei THEODOR MOMMSEN 1880 (Wikipedia 2020). Bis 411 reicht die Geschichtsschreibung des ZOSIMOS. Schilderungen aus der Hunnenzeit liefert PRISKOS. Der die Ereignisse unter ALARICH um 410 berichtende OLYMPIODORUS (S. 75) überlebte in seinen Texten nur in Fragmenten, wie es auch anderen erging. Der bedeutendste Historiker aus der hohen Zeit von Byzanz war PROKOP(IOS) von CAESAREA/KAISAREA (J. A. S. EVANS 2000, S. 216 u. a., Wikipedia), wohl hellenisierter Jude, so etwas wie der Geheimschreiber BELISARs, der hervoragendste Chronist der JUSTINIAN-Epoche, der über die Kriege des 6. Jh., die der Feldherren BELISAR und NAR-

SES, unterrichtete, in Griechisch und bei den Feldzügen BELISARs dabei war. Er schrieb auch über die Bauten dieser Zeit. PROKOPs Intimes aus dem Kaiserbereich enthaltende 'Geheimgeschichte' wurde erst im 17. Jh. in Rom wiederentdeckt (J. HERRIN 2007, S. 59). Sie enthüllt manches über die Kaiserin THEODORA. Der zum Erlernen des Griechischen nach Konstantinopel gegangene Italiener GIOVANNI AURISPA konnte 1423 die Handschrift des PROKOPIOS (G. MORAVCSIK 1976, S. 19) erhalten und 1470 erschien sie übersetzt ins Lateinische (S. 20). Europa wurden viele byzantinische Quellenwerke in der Zeit des französischen Königs LUDWIG XIV. zugänglich, in einer für die Geschichtwissenschaft großartigen Kollektivleistung, den '**Corpus Byzantinae Historiae**', "42 Teile in 34 großen Foliobänden", Paris 1645 - 1711 (G. MORAVCSIK 1976, S. 22/23). Bei den französischen Aufklärern fand Byzanz keine Achtung.

Vom 8. Jh. berichtet in seiner 'Weltchronik' THEOPHANES. Der Ausdruck '**Weltchronik**' wurde benutzt, obwohl man nur ein Stück Welt überschaute. Die Jahre werden gezählt vom Beginn der angenommenen Schöpfung, also 725 war bei THEOPHANES das Weltjahr 6217 (L. BREYER 1957). Was auch im England des 17. Jh. üblich war, hatte also lange zurückliegende Vorläufer, bei aller Bemühung um Verbesserung. Im 11. Jh. und frühen 12. Jh. schreibt JOHANNES/IOANNES SKYLITZES (1983).

## Römisches Reich – verlagert nach Byzanz, neue Residenzen im Westen und dann zunehmend kleiner

Kaiser hielten sich in Britannien auf und neue wurden hier durch die Legionen erhoben. Nahe der Nordgrenze der Provinz Britannia im heutigen York, damals Eboracum, war 211 Kaiser SEPTIMIUS SEVERUS gestorben. Es starb 306 hier der Westkaiser CONSTANTIUS CHLORUS und wurde dessen Sohn KONSTANTIN von den Truppen zum Nachfolger ausgerufen. Gab es zunächst noch gleichberechtige Mitkaiser, regierten nominell Tetrarchen, so wurde das bald beendet und besiegte KONSTANTIN den westlichen Mitkaiser und damit Rivalen MAXENTIUS an der Milvischen Brücke, der Ponte Molle/Milvio, am Tiber bei Rom am 28. Oktober 312. Vor der Schlacht will KONSTANTIN am Himmel das christliche Kreuzeszeichen gesehen haben und das nun an den Schilden der Soldaten KONSTANTINs aufgenalt soll den Sieg ermöglicht haben. MAXENTIUS kam, wie bei solchen Siegen üblich, zu Tode. KONSTANTIN war nun im Westreich Alleinherrscher. Im Osten herrschten zunächst zusammen LICINUS und MAXIMUS DAIA. Letzterer wurde 313 n. Chr. von LICINUS besiegt, und LICINUS, der eine Schwester des KONSTANTIN geheiratet hatte, wurde 324 von KONSTANTIN besiegt und 325 ermordet (Wikipedia 2017). **KONSTANTIN war Alleinherrscher** (s.

H. HUNGER 1965, S. 13). Mörder auch Familien angehörigen wurde er von den Christen gefeiert als derjenige Kaiser, der ihnen Gleichberechtigung, ja fast Vorzigsstelltung unter den Religionen anerkannte. Der Schwerpunkt des Römischen Reiches hatte sich im 4. Jh. nach dem **"griechischen" Osten** verlagert. Auch vorangegangene Machthaber und Kaiser hatten sich oft länger im Osten aufgehalten, MARCUS ANTONIUS als Widerpart CAESARs von Alexandria aus, welches auch CALIGULA gern zu der von der römischen Aristokratie entfernten, und mit Bezretungsverbot vedachten Reichshauptstadt gemacht hätte (A. WINTERLING im Internet 2017), und von den Kaisern weilte oft im Osten HADRIAN und in Nikomedia/Nikomedien, dem heutigen Izmit, am Marmarameer, regierte DIOKLETIANs (E. STEIN 1928, S. 2). Byzantium war einst keine herausragende Stadt. Kaiser KONSTANTIN aber weihte am 11. Mai 330 **Konstantinopel** "unter großen Feierlichkeiten" als neue Reichshauptsadt ein (G. MORAVCSIK 1976, S. 10) .Dieser neuen Hauptstadt voran ging eine klassisch-antike Stadt, **Byzantion**, um 660 v. Chr. durch Kolonisten aus Megara an Stelle eines thrakischen Ortes gegründet an einer für Verkehr und Handel sehr geeigneten Stelle (S. 9). Kaiser SEPTIMUS SEVERUS hat nach Zerstörungen im Bürgerkrieg die Stadt wiederaufgebaut (A. CAMERON 1994). Die Wasserversorgung sicherte ein später unter VALENS gebauter Aquädukt. Der Begriff 'Byzanz' wurde immer wieder benutzt, aber die Bezeichnung "**Byzantinisches Reich**" ist ein historiographischer Terminus, wird auf GIBBON im 18. Jh. zurückgeführt. In der Mitte des 6. Jh., also unter der Regierung von JUSTINIAN I., soll die Bevölkerung von Konstantinopel etwa 500.000 Einwohner betragen haben. Die zweit-größte Stadt im Oströmischen Reichsteil war **Thessaloniki**/Saloniki, deren Befestigungen ebenfalls beeindrucken. 'Byzanz' behauptete sich zunächst sogar auf dem Balkan und prägte in den kommenden Jahrhunderten den Südosten Europas.

Im Westen wurde **Trier,** ab der zweiten Hälfte des 3. Jh. unter dem Namen Treveris, führende Residenz, wo ab 328 der mitregierende Kaisersohn KONSTANTIN II. seinen Sitz hatte, der 337 - 340 Kaiser war. In Trier wurde mit Thronsaal die Konstantin-Basilika (Wikipedia 2013) erbaut, mit 67 m Länge, 27,2 m Breite und 33 m Höhe der größte aus der Antike erhaltene Einzelraum. Später war das Gebäude Kirche, wurde restauriert, auch nach der Zerstörung im Zweiten Weltkrieg. Trier war wieder 367 - 392 Kaisersitz.

Zu Spannungen im Inneren trat weiterhin die zunehmende Bedrohung vor allem durch germanische Völker von außen. Und immer wieder die Perser. Gegen sie starb der geschlagene JULIAN 363 im Osten.



Abbildung 264: Konstantin-Basilika Trier.

## Steppenvölker und Germanenstämme bringen das Reich ins Wanken

Nordöstlich des Römischen Imperiums und später nördlich des Oströmischen Reiches spielte sich auch Geschichte ab, sogar wechselvolle Geschichte, nur kaum von ihnen selbst überliefert wie jene der Griechen und Römer. In den Zeiten der römischen Republik waren die Wanderungen der. Gallier und die der Kimbern und Teutonen zu bewältigen, also Roms Vordringen nach Norden war auch Landessicherung und nicht nur Eroberung. Hätten die Völker nördlich der Alpen mit ihrer Menschenzunahme ein auf das Mittelmeer beschränktes Rom dauerhaft in Ruhe gelassen? Die **Germanen** etwa blieben nicht jene Wald- und Waldlichtungsbewohner wie sie aus TACITUS entnommen wurden. Sie waren wie viele Menschen der Erde **lernfähig**, blieben nicht mehr die mit ihrem Sieg über VARUS 9 n. Chr. nicht viel anfangenden Cherusker und andere. Kolonialherren mußten immer wieder und gerade auch im 20. Jh. erfahren, was aus den Zurückgebliebenen in kurzer Zeit werden kann. Im 4. Jh und danach: **Steppenvölker bedrängten** Steppenvölker**,** Chasaren, Turkvölker, Ungarn, Protobulgaren und Bulgaren, Alanen, Petschenegen (D. SINOR ed. 1990). Reiche entstanden und wurden wieder anderen einverleibt. Die **Goten** waren wohl von Skandinavien über die Ostsee gekommen und gründeten von Adelssippen geführte Reiche im südlichen Osteuropa. Und ein Christentum fand bei vielen Goten auch Aufnahme und das wurde wei-

ter vollendet durch ULFILA (J. VOGT 1983, S, 198), Seine Vorfahren waren 257 aus Kappadokien von den Goten verschleppt worden und pflanzten sich dort fort (Wikipedia 2019). ULFILA/WOLFILA (S. 198) übersetzte das Evnagelium ins Gotische und entwickelt dafür ein Alphabet aus germanischen Runen und "damit eine nationale Schrift eingeführt und den Anfang einer literarischen Sprache bei den Germanen gesetzt" /S. 198). Unter ATAHANARICH gab es im 4. Jh. auch bei den Goten, auch Terwinger genannt, noch einmal eine Christenverfolgung, gegen Katholiken wie Arianer (H. SCHREIBER 1993, S. 107). ATHANARICH, der dann entmachtet wurde, floh später nach Konstantinopel, das war nach der Niederlage der Byzantiner 378, und starb dort 381 (Wikipedia 2020). Es war später für 'Rom' sicherlich ein Glück, das es von immerhin christlichen Kriegern angegriffen wurde, wenn sie auch Arianer waren. Zunächst geschah das Wirken der Steppenvölker und auch anderer sich konsolidierender Völker im wesentlich außerhalb der Grenzen des Römischen Imperiums. Aber das blieb nicht so. Bisherige nicht-lateinisch-römische Völker, die in das Römischen Imperiums einbezogen wurden, waren bisher durch Unterwerfung durch die römischen Armeen eingegliedert worden. So die Gallier. Im 5. Jh. jedoch fluteten von Rom **nicht unterworfene Völker** aus dem Norden und Osten **in das Römische Imperium**, in der "**Völkerwanderung**". In den Weiten des zentralen Eurasien hatte es wohl immer Völkerverschiebungen und Völkerwandeunrgen (W. CONZE 1992, S. 36) gegeben. Der Epochenbegriff 'Völkerwanderung' erscheint Ende des 18. Jh. und wurde gesehen aus dem Blickwinkel der Bedrohung des Römischen Reiches durch von schon vorher außerhalb der römischen Grenzen öfters wandernden Völkern (S. 36). Ihr Macht beruhte auf dem Pferd (S. 38/39). Diese Völker konnten 'Rom' nicht sofort unterwerfen, aber 'Rom' mußte sich mit ihnen arrangieren und letztlich immer weiter nachgeben.

Den entscheidenden Anstoß zur Wanderung der Völker nunmehr im 5. Jh. hatten wohl **die Hunnen** gegeben, die aber erst im 5. Jh, näher in Erscheinung traten. Und nun war das Römische Imperium stark betroffen. In China hatten man zum Schutz gegen die Nomadenvölker immer wieder an der 'Großen Mauer' gebaut. Das Oströmische Imperium hatte im Unterschied zu Limes und Hadrianswall in Westen als Schutz nur die Donau. In den römischen Grenzen mußte man sich auf härtere Zeiten einstellen. Die Fremden wurden zuerst als Förderaten angesiedelt, also damit als römische Untertanen. Dann machten sie sich so gut wie selbständig, bei einem längerem Aufenthalt in einem Gebiet oder nach dem Ende des Wanderns.

Im Oströmischen Gebiet wurden von außen drängend zuerst Goten aufgenommen, die 376 immer unkontrollierbarer über die Donau rückten und Kaiser VALENS dann ein halb-unabhängiges Gotenreich, innerhalb des Imperiums, dulden mußte

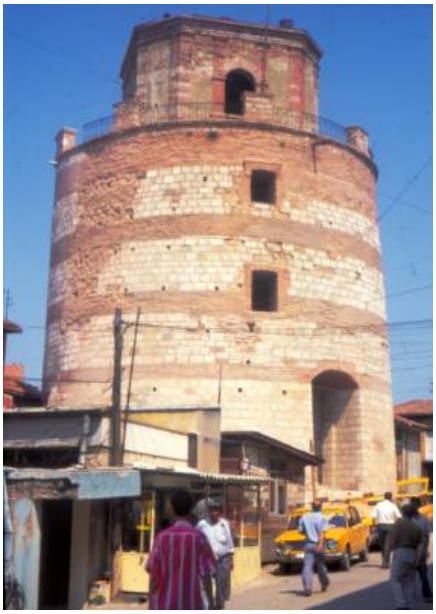

Abbildung 265: Adrianopel, byzantinisch.

(P. J. HEATHER 1991, S. 129 u. a.). Der Friede blieb nicht lange bestehen. Bedroht war Konstantinopel, die Hauptstadt, als am 9. August **378** das Heer bei dem nur etwa 235 km westlich von der Kaiserstadt gelegenem **Adrianopel**, heute Edirne, eine schwere **Niederlage gegen die** dortigen als Greurhunig bezeichneten Goten erlitt. Adrianopel war einst nach der Wiederbesetzung von Thrakien unter Kaiser CLAUDIUS unter Kaiser HADRIAN als Hadrianopolis neu erstanden (Wikipedia 2013). Die Zahl der Toten aus dem ost-römischen Heer wird auf 30.000 geschätzt, und unter ihnen viele Offiziere und Tribunen (P. J. HEATHER 1991, S. 146). Tot auch der Kaiser des Ostens, VALENS. Und der kaiserliche Leichnam blieb auf dem Schlachtfeld sogar verschollen.

Die in Asien im byzantninischen Heer dienenden Goten wurden vorsichtshalber niedergemetzelt und die militärische Zerrüttung war groß (E. STEIN 1928, S. 295). Das immer Fremde aufnehmende Römische Reich hatte es mit den Westgoten nicht nur mit Einzelpersonen und kleinen integrierbaren Gruppen zu tun, sondern hier gab es "**Fremde als eigenständige handlungsfähige Gruppe**" (A. DEMANDT 2016). Und solche eigenständigen Gruppen drangen zunehmend in ganzen Völkerschaften in das Römische Reich, übernahmen vieles, veränderten es aber auch stark etwa in den Besitzverhältnissen und stellten eigene Eliten. Versuche einer Rekonsolidierung waren nur zeitweilig erfolgreich. Den länger währenden Todesstoß für das Römische Reich brachten nicht die vielen durch römische Eroberng und die Provinzgründungen, schon lange zu römischen Staatsbürgern erklärten ein-

bezogenen Völker, sondern die neu von jenseits der Grenzen eindringenden.

Nach der Niederlage von Ostrom bei Adrianopel folgte ein neuer brüchiger Frieden und der dem toten VALENS folgende Kaiser THEODOSIUS konnte bis 380 Abwehrerfolge verzeichnen. Den sich herausgebildeten **Westgoten** mit dem 396 revoltierenden ALARICH öffneten Sklaven am 24. August 410 ruhig das Salaria Tor von Rom (A. LAWLER 2010) und die Eindringlinge **plünderten** die seit 8 Jahrhunderten nicht mehr von Fremden besetzte Stadt. Daß sie immerhin Christen waren, hat sie wohl von Schlimmerem abgehalten. Die Menschen wurden nicht massakriert, es war nicht Roms Ende, aber es wurde gewaltig an Wertsachen geraubt. Reichlich 50 Jahren später übernahmen die Westgoten **Südwest-Gallien**, Aquitanien, und besaßen hier das **'Tolosanische Reich'**, mit seit 418 dem Zentrum **Tolosa**, das spätere Toulouse, "ein abhängiger, aber autonomer kaiserlicher Regionalstaat" (N. DAVIES 2015, S. 28). Mit den Morden in ihren Herrschaftshäusern standen sie denen in 'Rom' nicht nach. 436 wurde Narbonne (N. DAVIES 2015, S. 31), 476 wurde Marseille erobert und der Zugang zum Mittelmeer war für die Westgoten gegeben. Unter dem 466 - 481 regierenden König EURICH (A. ANGENENDT 1990, S. 128). (S. 129) wurde 471 mit dem 'Codex Euricianus* das germanische Gewohnheitsrecht erstmals "in der nachrömischen" West niedergeschrieben (N. DAVIES 2015, S. 34). Die Goten und die Romanen erhielten getrenntes Recht. Die Westgoten in Gallien unterlagen **507** unter CHLODWIG mit Hilfe der Byzantiner den **Franken** und konzentrierten sich auf die **Iberische Halbinsel,** wo das etwa 200 Jahre recht stabile **Westgotenreich** mit der Hauptsatdt **Toledo** zustandkam. Einem gesamtgotischen Bündnis war die Möglichkeit abgegraben.

Mit den Goten im Osten waren auch weiter westlich ansässige Ethnien in Bewegung geraten, die als germanisch geltenden **Wandalen**/Vandalen, Heruler, später Langobarden. Wie ADAM VON BREMEN (s. Ausgabe 1928, S. 7) im 11. Jh. in Anlehnung an seine Kenntisse römischer Schriftsteller meinte, bestand, unter Einbeziehung auch der "Hunen, ... Sarmaten" und anderer der Grund der Wanderung "... wegen der Dürftigkeit des heimischen Bodens und häuslicher Zwistigkeiten oder, wie es heißt, um die Volksmenge zu verringern ... und ergossen sich zugleich über ganz Europa und Afrika." **Überbevölkerung**, zumal bei der damaligen Wirtschaftsweise, war offensichtlich gegeben, Die Völker verdrängten auch einander, zogen über Gallien, die Iberische Halbinsel und - die **Wandalen** - mit 80.000 'Köpfen' angegeben (J. VOGT 1983, S. 344) setzten unter ihrem König GEISERICH im Mai **429** nach **Nordafrika** über (H.-J. DIESNER 1966, S. 50). Hier soll aber nicht Hunger mitgewirkt haben (S. 30). Zum Übersetzen wurden wohl auch die Boote einheimischer Küstenbewohner wenigstens zeitweilig requiriert. Erste Hauptstadt war das nach 14 Monate langer Verteidung von den Wandalen eingenommene, direkt am Mittelmeer gelegene Hafenstadt Hippo Regius (S.

52)), in dessen Mauern am 28. August 430 der Bischof und Kirchenvater AUGUSTIN starb, dessen Biograpie POSSIDIUS, Bischof von Calama beschrieb. 435 kam ein Ansiedlungsvertrag mit den Römern zustande. Nach der vertragsbrüchigen wandalischen Eroberung von Karthago 439, das Hauptstadt wurde, erhielten die Wandalen **Unabhängigkeit**, "der erste souveräne Germanenstaat" auf dem Territorium das Römischen Imperiums (J. VOGT 1983, S. 344), 474 "in aller Form anerkannt" (S. 409), und wurde zur **einzigen Seemacht** unter den Germanenreichen. Manche aus der Bevölkerung, Arme und Sklaven gingen auf die Seite der Wandalen über (H.-J. DIESNER 1966, S, 51). Die in Spanien noch übliche Toleranz wich in Nordafrika zumindestens zeitweise aber einem "fanatischen Arianismus" (S. 30), gegen die katholische Kirche. Die germanischen Eroberer hier wie anderswo gingen nur wenig als Ansiedler und Bauern aufs Land, wo sie rasch den Erobererstatus verloren hätten, sondern ließen das Städtewesen bestehen und die Eroberer drängten in den senatorischen Adel der Städte hinein (E. PITZ 1978, S. 6). Nach 455 (J. VOGT 1983, S, 408) wurden dem Wandalenreiche einverleibt die Balearen, Korsika, Sardinien, Sizilien und wurde geplündert an den Küsten von Italien und der Balkanhalbinsel und 455 war Rom von einer Plünderung betroffen. **533** war es, unter dem 6. König der Wandalen, GELIMER, mit dem schon länger von Angriffen der berberischen Mauren aus den Atlasregionen geschwächtem Wandalenreich unter den byzantinischen Truppen unter BELISAR zu Ende. Als BELISAR landete, waren bedeutende Truppen der Wandalen mit ihren Schiffen auf Sardinien und fehlten erst einmal (H. SCHREIBER 1993, S. 359). Der besiegte und gefangengenommene GELIMER mußte sich im Triumphzug in Byzanz in den Staub werfen, erhielt dann aber ein Landgut in Kleinasien (S. 384). Die Wandalen hinterließen nicht viele Spuren in dem wieder römisch und katholisch werdendem Lande (H.-J. DIESNER 1966, S. 152), in dem sie ohnehin die Minderheit waren

'Völkerwanderung' - wie muß man sich das vorstellen? Einige Zehntausend Menschen mit Frau und Kindern sowie Viehherden und Wagen und begleitete von berittenen oder gar vorausziehdenden Kriegern ziehen auf schon gebahnten oder noch nicht gebahnten Wegen nach dem Südosten, dann vor allem nach dem Westen und dann auch nach dem Süden? Es gibt kein Relief von solchen Trecks (J-VOGT 1983, S. 339). Wovon ernährten sie sich? Aus Plünderung? Aus zeitweiliger Bestellung von angeeignetem oder ihnen unter Druck gegebenem Land. Genutzt bis zum Weiterzug? Und wo weidete das Vieh? Die mitgeführten **Herden**, groß bei den nomadischen Viehzüchtern, so den Awaren, sicherten bei den wandernden Nomaenvölkerb die Ernährung. Die Wandalen und die Westgoten und dann die Franken waren Minderheiten, bildeten jedoch bald die herrschende Schicht der von ihnen besetzten Gebiete, wo also dann die Dauerernährung sichergestellt war. Das 20./21. Jh. ist gewohnt an wandernde Millionenmassen. Der Anteil der Westgoten an der Bevölkerung in Gallien im 5. Jh. vor deren Verlust dieses Gebietes wird auf

etwa 2% angenommen (A. ANGENENDT 1990, S. 129). Verbot der Heirat mit den Ansässigen sollte die Goten vor dem Aufgehen in der sonstigen Einwohnerschaft bewahren. Für das von den Franken weitgehend völlig beherrschte Gallien mit einer auf wenigstens 5 Millionen geschätzten gallo-römischen, also ein abgewandeltes Latein sprechenden Bevölkerung (A. ANGENENDT 1990, S. 31) werden für das 5. und 6 Jh. 150.000 bis 200.000 Franken geschätzt, mit vielleicht 10.000 bis 50.000 Kriegern (M BECHER 2011, S. 201), die also thingberechtigt waren. Harte Sieger setzen sich auch als Minderheit durch, aber die Minderheit kann sich nicht alles erlauben. Römerheere bemühten sich anfangs um manche Abwehr. So auch der im nordwestlichen Gallien isolierte SYAGRIUS, mit seinem Zentrum in Soissons. Von einem Freiheitskampf der gallo-römischen Massen wie bei vielen Galliern gegen CÄSAR wird jetzt gegen die Franken nicht berichtet. Den Massen namentlich auf dem Lande war wohl egal, wer ihre Herren stellte. Und die Kirche stellte sich auf die neuen Herren ein.

Im 5. Jahrhundert wird es sowohl für das Oströmische Reich wie dann den Westen besonders prekär. 447/448 greift das **Hunnenreich unter ATTILA** auf das rechte Donauufer über, bricht hinein nach Thrakien, bis zur Halbinsel Gallipoli (E. DOBLHOFER 1955, S. 19) und dringt weiter als bisherige Fremdvölker auch nach dem Westen vor. Das Hunnenreich war mehr ein 'Kriegsverband' als ein dem Römischen vergleichbares Reich. Aber: Für Römer fast unglaublich schimpfliche Verträge mußten geschlossen und hohe Tributleistungen in Gold aufgebracht werden (PRISKOS 1955, S. 19). Selbst reiche Familien mußten nach PRISKOS zahlen. "Dieser Krieg", schreibt PRISKOS (S. 20). "stürzte die Rhomäer in so grausame, bittere Not, daß viele verhungerten oder ihrem Leben mit dem Strick ein Ende machten." Rückgabe aller Überläufer an die Hunnen, gleiche Rechte auf den Märkten waren weitere Bedingungen (S. 16). Rom - wo war deine Herrlichkeit? Byzantinische Mordpläne gegen ATTILA scheiterten. Den Hunnen hatten sich andere Völker angeschlossen, vor allem die als Skythen bezeichneten. Keine erobernde Völkerwelle aus Mittelasien reichte so weit in den europäische Kontinent hinein wie die der Hunnen. Das bis nach Mitteleuropa reichende und für europäische Verhältnisse riesige Reich war kein primitives lockeres Gebilde von Reitervölkern. Es war staatlich strukturiert, besaß schriftkundige Beamte, Diplomaten, schloß Verträge, sandte Gesandte aus und empfing solche. Der an einer byzantinischen Gesandtschaft beteiligte PRISKOS (PRISCUS) sah (S. 49): "Kein skythischer oder anderer Herrscher habe je binnen so kurzer Zeit so viel erreicht." PRISKOS war auch selbst bei ATTILA einmal eingeladen, "Gastmahl bis weit in die Nacht" (S. 56), und hat als Historiker vieles beschrieben. Flüsse wurden **auf Einbäumen** überquert (S. 29, 37) oder auf **Flößen**, "welche die Barbaren auf Wagen laden und so durch das Sumpfland fortschaffen" (S. 37). Auf Zügen unterhielt ATTILA eine riesige **Zeltstadt**, und die Zelte "standen dicht gedrängt ringsum,

so weit das Auge reichte" (S. 29). Andererseits besaß ATTILA palastähnliche feste Häuser (S. 40). Und noch einmal PRISKOS (S. 41): "Bei seinem Einzug im Dorf wurde Attila von einem Reigen von Mädchen, die unter zarten, weißen Schleiern dahinschritten, begüßt:" Im Sommer **451 n.** Chr. , am 20. Juni oder auch erst im September, wird auf den '**Katalaunischen Feldern**' bei dem heutigen Chalons-sur-Marne der Vorstoß der Hunnen durch die unter AETIUS geführten verbündeten Römer und Westgoten der Vorstoß der Hunnen gebrochen wie dann auch in Oberitalien. Auch ATTILA hatte Verbündete. Es war also nicht nur, wie einst geschildert, der Kampf der westeuropäischen Kultur gegen den nomadische Osten. Im Jahre 453 oder 454 stirbt ATTILA, nach der Hochzeit mit einer jungen Frau oder ermordet oder überhaupt - die Berichte sind widersprüchlich. Das Hunnen'reich' bleibt nicht. An der Donau gibt es mehr Unruhe. Heutige Ungarn identifizieren sich manchmal auch mit den Hunnen und nennen ihre Söhne oft 'Attila'.

Es muß für Ostrom wie eine Erlösung gewesen sein, als im 6. Jh. unter gewiß auch manchen problematischen inneren Zuständen Kaiser JUSTINIAN mit begabten Feldherren wieder eine aggresive Außenolitik fertigbrachte und wenigstens in Teilen des Mittelmeerraumes zeitweilig, aber eben nur kurz, wieder 'Rom' bestimmte.

## Religiöse Vielfalt in der Spätantike und der Weg zum Sieg des Christentums

## Religiöse Fragen im Römischen Imperium - von der Religionsfreiheit zu größerer Verbindlichkeit

Wer kommt ohne Religion aus? Einige Weise? Suchte man Schutz und Geborgenheit? Genügte die zeitbegrenzte Existenz nicht? Nehmen profaneren Dingen wurde etwa auch im jungen Christentum nach hinter den Dingen liegender, nicht an den Alltag gebundenen Transzendenz gesucht, einem 'Göttlichen' oder wie immer man das nennen sollte. Auf seinem Höhepunkt gab es im Römische Imperium **keinen Glaubenszwang**, wenn wenigstens der Kaiser kultisch geehrt wurde. Zur Zeit von MARK AUREL konnte der griechisch schreibende Satiriker LUCIAN/LUKIAN von SAMOSATA sich straflos über die klassische Götterwelt lustig machen (E. STEIN 1928, S. 10/11). Die unteren Volksschichten aber suchten Religion. Und sicher **legitimieren** Religionen die 'zerbrechlichen' **gesellschaftlichen Ordnungen** (Y. N. HARARI 2015, S. 254). Eine Frage wäre: **warum** haben sich **bestimmte**, auf Legenden und Märchen beruhende Anschauungen **sich als Reli-**

**gion durchsetzen können**, werden als weitgeführte Religion bis heute als 'Religion' anerkennt, während poetisch-dichterisch ausgestattete Menschen doch noch sonst welche Dinge hätten erfinden können, von heiliger Neunheit statt christlicher Dreieinigkeit und einer Amazonin als Obergöttin und anderes? 'Mein Gott', möchte man ausrufen: 'In wessen Interesse wurden nicht angenehmere Gottesgestalten erfunden'? Wurde dann mit Gewalt und Inquisition erreicht, vieles Ausdenkbare gar nicht erst aufkommen zu lassen? Verfolgt wurde im 17. Jh. sogar die Annahme der einleuchtenden Bewegung der Erde um die Sonne, und eine Religion mit der Einbeziehung dieser Annahme wäre doch wohl denkbar? Warum kam das nicht? Weil alles irgendwie 'gemacht' erscheint, hatte wohl stets 'Schöpfung' Übergewicht über selbsttätige Umbildung aus nicht verstehbaren Anfängen? Religiöse Lehren von höherer Warte und skeptisch betrachtet, auch ihre Entstehung in den Blick genommen, nimmt ihnen den Nimbus. Läßt sie nackt stehen. **Spott** wurde von religiösen Führern oft am härtesten **verfolgt**.

,

Namentlich im Osten, aber auch mit Ausbreitung in andere Regionen des Römischen Imperiums gab es die Verehrung verschiedener östlicher Gottheiten, männlicher und weiblicher. Und vieles durfte im Römischen Imperium lange nebeneinander bestehen. Und der einzelne hatte die Wahl. Die bisherigen römischen Götter bestanden wohl auch weiter. Und dann gab es die große **Mutter Cybele**, die eher freundliche, fast marienähnliche **Isis**, die Gattin des von PTLEMAIOS I. für Ägypten etablierten **Serapis**, oder den immer wieder auferstehenden **Osiris**, den von Soldaten in unter der Erde gelegenen und Frauen ausschließenden Kultsätten verehrten **Mithras**, den syrischen Sturmgott **Doliche** (A. J. TOYNBEE 1959). Kultstätten für Mithras wurden in England ausgegraben, aus dem 3. Jh. solche am Hadrianswall (J. BLACK 2003, S. 8/9) Ihren Gott hatten mit Jahwe auch die **Juden**. Eine starke Konkurrenz zu jungen Christentum war auch die **Gnosis**. Viele Gottheiten erschienen gewiß auch als mit den altrömischen und altgriechischen Gottheiten identifizierbare Gestalten. Alle diese Gottheiten waren höherer Herkunft. Eroberungen waren im Altertum oft grausam. Aber ein religiöses Ausschließlichkeitsprinzip gab es auch gegenüber Unterworfenen nicht und die Verlierer konnten meistens ihre Religion behalten. Das erleichterte gewiß die auf eine Unterwerfung folgende 'Integration', wenn eine solche denn beabsichtigt war.

Römische Tempel gab es im ganzen Reich, in Rom, bei Rom, bis weit nach dem Osten und dem Westen. Ein Isis-Tempel wurde auch in Mainz ausgegraben (YouTube 2019).

Von CICERO etliche Jahrhunderte früher wird aus dessen 'De natura Deorum' die Bemerkung überliefert (hier zitiert nach E. CASSIRER 1995, S. 204), "daß nicht



Abbildung 266: Tivoli. O von Rom.

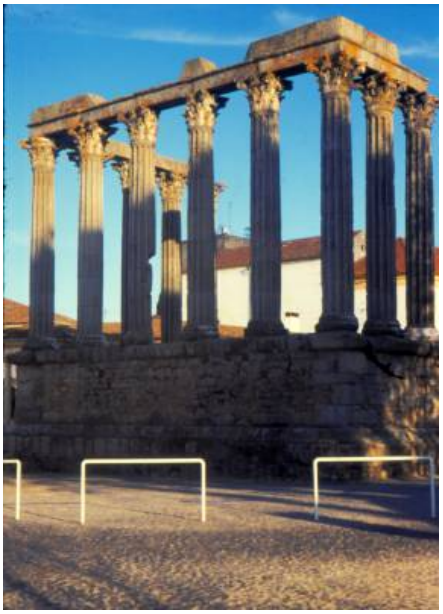

Abbildung 267: Rom bis in den Westen: Evora.

alle die verschiedenen streitenden Glaubensformen wahr sein, daß aber freilich alle falsch sein konnten."

Es ist fast ein Wunder, daß sich die eine Religion, das bereinigte **Christentum**, und innerhalb dieses für den westlichen Teil der Katholizismus als einzige Richtung durchsetzte. Da war es dann vorbei mit Vielgötterei. Da die phantasievolle Faktenlage etwa auch der Christen Spötter zum Höhnen animierte, wurde dem Spötter auch wenn er niemanden materiell schädigte schwere Gottesstrafe angedroht und oft auch schon wetllich vollstreckt, oft grausamer als die für echte Verbrecher. **Religiöse und diktatorische und selbst demokratische politische Systeme lassen ihren Weg mit ausgeschalteten Spöttern und Satirikern säumen - bis heute!** Niemand soll für sich selbst selig werden.

**Eines hatten viele Religionen gemeinsam und teilten das mit den Kaisern beim Regierungsantritt: Mit uns und nur durch uns wird alles besser als bisher, bald oder in fernerer Zukunft. Vertraut uns!**

Vom überwuchernden Totenkult der Uralten zum glücklicheren Griechentum kam man nun zu einem abstrakteren Jenseitsglauben und in manchen zur bescheidenen Lebenshilfe für Lebende.

Der echte Glaube an die Jupiter und die altrömischen Götter ließ wohl immer mehr nach und die Suche nach viele Menschen vereinigenden Kulten war offensichtlich. Trotz der Vielfalt der Kulte gab es im späten 'Rom' auch Bestrebungen, wenigstens in gewissen Dingen zu einheitlichen, das Reich stabilisierenden Kulten zu kommen. Allzu große ideologische Zerklüftung erschien auch als Gefahr, ließ vielleicht alte Tugenden verkümmern (M. FUHRMANN 1994, S. 61). Der Kaiserkult war ihm Laufe der Zeit verstärkt worden. Und diese **Kaiser-Verehrung** wurde von allen gefordert. Der aber nur 5 Jahre, von 270 - 275 regierende Kaiser AURELIAN strebte neben der eigenen Verehrung vor allem nach einem **Sonnenkult**, "dem Kult des schon bestehenden *Sol invictus*, der 'unbesiegbaren Sonne', einer Schutzmacht von Kaiser und Reich, die eine Vielfalt von damals verbreiteten Vorstellungen zusammenfaßte" (M. FUHRMANN 1994, S. 61) und dann auch weiterbestand. Die Sonne war weit und die große Gottheit mußte nicht auf einer so beschränkten Lokalität wie dem Olymp gesucht werden. Für den Sol invictus wurde ein Tempel in Rom erbaut und er wurde auch in Baalbek verehrt. Gefeiert besonders auch zur Wintersonnenwende am 25. Dezember wurde der Sol invictus auch Christus gleichgesetzt, wurden beide in Eins verschmolzen (vgl. Wikipedia).

Es war kaum der Glaube an sich, was zur **Verfolgung fremder Religionsformen** und dabei keineswegs nur des Christentums führte, sondern es gab Befürchtungen über die **Einstellung zum Staat**, zum römischen Staat, in West wie Ost, also Abwehr von Dingen mit politischer Brisanz (H.-G. BECK 1987, S. 16 ff.). Nachdem

das Christentum sich auch mit kaiserlicher Hilfe durchgesetzt, überall gesiegt hatte, wurde es mehr zur verbindlichen geistigen Norm erklärt wie einst die Einstellung zum alten Römertum und so wurde eine neue geistige Einheit geschaffen, die auch das gesamte lateinische Mittelalter durchdrang.

Ein abstrakter, transzendenter, von den etablierten Religionen nicht anerkannter Gott mag nicht widerlegbar sein im logischen Sinne von 'gibt es nachweislich nicht'. So wenig wie sich ganz widerlegen läßt, daß nachts Elfen herumhuschen, die beim geringsten Geräusch verschwinden. Daß auf dem Olymp kein Götterhofstaat bestand hätte eine nähere Begutachtung des Olymp und gar seine Besteigung eindeutig ergeben, denn mit 2.918 m ist der Olymp 'weiß Gott' viel niedriger als die Götterberge der Tibeter. Und die wissende Antike wußte es dann wohl auch.

**Die Geschichte** der Religionen, die **Evolution der Religionen**, müßte für jeden Denkenden am stärksten gegen die Objektivität ihrer Annahmen sprechen, mehr vielleicht als die Widersprüche zur Naturwissenschaft. Das betonte etwa VOLTAIRE. Wird die **Entstehung von Religionen**, auch des Christentums, in den einzelnen Schritten bekannt, dann ist **offensichtlich**, daß **der von ihnen vertretene Gott** oder die von ihnen vertretenen 'heiligen' Personen **menschengemacht** sind. Die Lehrbücher der 'Neu-Testamentler' zeigen es klar auf.

## Konkurrenzreligionen zum Christentum: Manichäismus - 3. Jahrhundert

Das Christentum hatte sich mancher konkurrierenden, aber ihm verwandten, ja es beeinflussender Aufassungen, zu entledigen, so der auf starkem Dualismus von Gott und einem Gegenspieler aufbauenden Auffassungen der **Gnosis** resp. dem **Manichäismus**. Die Dinge sind oft schwer verstehbar. Eine solche auf dem Dualismus von 2 Gottheiten oder Prnzipien aufbauende Religion war der '**Zoroastrismus**' in Persien, schon vorhanden in dem von ALEXANDER von Mazedonien überwundenen Altpersischen Reich und Staatsreligion im Neupersischen Reich der Sassaniden (s. Y. N. HARARI 2015, S. 270). Der den '**Manichäismus**' (W. B. OERTER 2009) begründende MANI wurde 216 n. Chr. in Mesopotamien noch unter den Parthern geboren. In dem seit 226 folgenden Perserreich der Sas(s)aniden gab es unterschiedliche religiöse Toleranz, ja wurde der Manichäismus zeitweiig hofiert, und in einer ungünstigen Zeit starb MANI (J. WIESEHÖFER 1999) 277 im Gefängnis (S. 117). Auf Missionsreisen bis Indien versuchte er seine die Ansichten anderer Religionen aufnehmende und als weltumfassend gedachte Religion auszubreiten. Moderne Historiographen konnten koptische Oriniginalschriften der **Manichäer** in Mittelägypten auswerten und es gibt solche Schriften in Mitte-

liranisch, Alttürkisch, Chinesisch von der Seidenstraße auf Papyrus und Pergament (J. WIESEHÖFER 1999, S. 104). Von den 4 deutschen Turfan-Expeditionen unter ALBERT GRÜNWEDEL und ALBERT VON LE COQ wurde hier manches mitgebracht. Manichäer wurden etwa unter DIOKLETIAN verfolgt, als er von ihrer Propaganda in Nordafrika erfuhr, sie auch in Dienste des persischen Großkönigs vermutete und am 31. März 297 ein "scharfes Edikt gegen sie" erließ (H.-G. BECK 1987, S. 17). Das ging bi s zur Anwendung der Verbrennungsstrafe (T. STEINBÜCHEL 1935, S. 188). Von Kaiser VALENTINIAN I. stammt ein weiteres Edikt gegen die Manichäer. Der 354 geborene Kirchenvater AUGUSTINUS stand dem auch in Ägypten gelehrten Manichäismus zuerst zumindestens nahe und der Manichäismus wurde etwa 762 - 840 Staatsreligion bei den Uiguren. Auch manche byzantinische Kaiser standen dem Manichäismus nahe (THEOPHANES bei L. BREYER 1957, S. 155), aber der von THEOPHANES dafür gelobte "fromme Kaiser" MICHAEL ließ Mainchäern "den Kopf abhauen" (S. 165). Wie andere Religionsstifter sah sich auch MANI als letzten, eine letzte Wahrheit bringenden Apostel, dem keiner mehr folgen könne. Wer alles in der Weltgeschichte trat aber nicht noch als letzter Religionsstifter auf, so MOHAMMED, oder als letzter "Klassiker" wie LENIN oder zeitweilig STALIN, und wie viele "Kleinere" sahen sich als letzte Großartige. Damit sollte nach diesen Typen alles bleiben wie es ist. Toll! Bei MANI gibt es keine Ursünde, keinen Sündenfall, ist kein Gottessohn-Opfertod nötig, ist der Mensch nicht am "Bösen" schuldig und wurde von den Mächten der Finsternis zur Lichtfesselung geschaffen. Aber der "Mensch", Abbild des Kosmos im Kleinen, kann sich aus dem ihm auferlegten Schicksal erlösen. Wie das Böse in der Welt wirkt , so eben auch im Menschen. Der Mensch kann dem guten Gott im Kampf gegen den Gegenspieler beistehen. MANI vertritt die im Christentum auch vorhandeneWelt-Auffassung von den 2-Prinzipien, die "Gott-Teufel-Lehre".

Auch in anderen Religionen und auch dem Christentum gibt in unterschiedlichen Varianten diese Auffassung, Paradies und Hölle, also Gott und Satan, Jehova und Luzifer. LUTHER warf auf der Wartburg dem Teufel das Tintenfaß entgegen - welcher Gott war dann sein einzigartiger Gott, der auch den Teufel dulden mußte? Diese von den verschiedenen Religionen und auch Staatsphilosophien gestützte und darüber hinaus genutzte **Auffassung von Dualismen, von Schwarz und Weiß, Gut und Böse**, böser und guter Welt, Freund oder Feind, für uns oder gegen uns, **gehört wohl zu den verhängnisvollsten Auffassungen in der menschliche Geistesgeschichte**. Es fehlen die ja real vorhandenen Grautöne, alle die Zwischentöne. Auch in den modernen Naturwissenschaften erscheinen Plus und Minus, bei Elektrizität oder der chemischen Bindung. Das Verständnis der Dinge haben sie wohl eher verdunkelt. Man sollte erinnern an die Sätze von MANE'S SPERBER (1983, S. 34). "Es ist bisher keiner Religion gelungen, ohne einen Todfeind auszukommen, ohne einen Teufel, der zwar gegenüber Gott ohnmächtig

bleibt, aber gegenüber den Menschen beinahe allmächtig ist. Jeder Glaube ist allmächtig, jeder Absolutimus ist manichäisch. Ohne den Teufel würde Gott in der Flut seiner täglichen Mißerfolge untergehen und ganz allein die Schuld dafür tragen müssen, daß sein Ebenbild, der Mensch, sündig wird, das Übel sät und das Unglück erntet." Der gläubige Christ sieht nicht das Dilemma, in dem sein Glaube stand, denn ist Gott einerseits 'allmächtig', dann könnte es eigentlich keinen fast ebenso mächtigen Gegenspieler, ob Satan, Teufel oder sonstwer geben. Wie es Y. N. HARARI (2015, S. 268) spöttische formulierte: "Entweder glauben wir an einen allmächtigen Gott oder an zwei widerstreitende, aber nicht allmächtige Kräfte. Aber Menschen verfügen über die wunderbare Fähigkeit. völlig widersprüchliche Dinge zu glauben, ..." Nach allen 3 Fassungen des Neuen Testamentes wird Jesus bis zu 3mal vom Satan versucht, auch in einem Palaver mit Satan in der Wüste, am 'Berg der Versuchung'. Obwohl immer Gott als allmächtig geschildert wird, bietet Satan dem 'Gottessohn' Jesus für einen Abfall von 'Gottvater' sogar die Weltherrschaft an, über die er augenscheinlich auch verfügen könnte, also nicht nur Gott. Wie hier das? Der Christ aber soll von vornherein sagen lernen: 'Weiche von mir, Satan!" Und der abtrünnige Luzifer gilt andererseits als der für ständig überwundene Widersacher, Putschist gegen den Obergott. Unverständlich erscheint, daß gerade Auffassungen, welche den Dualismus von Gut und Böse, von Licht und Dunkel besonders scharf formulierten, die **Manichäer** und als ihre mittelalterlichen geistigen **Nachfolger Bogomilen und Katharer,** von der christlichen Kirche so besonders scharf verfolgt wurden. War es die Konkurrenz der Nähe? Keinen Teufel gab es in der griechischen Götterwelt, denn in ihr gab es ein untereinander oft zerstrittenes Götterteam, und dem Obergott Zeus standen andere, besonders Göttinnen entgegen, etwa in der Einstellung zu Troja und den belagernden Griechen im legendären Trojanischen Krieg. Und das sexuelle Benehmen von Zeus, im Zeugen mit Menschenfrauen, machte seiner Autorität zudem oft keine Ehre. Aber bis zu demokratischen Abstimmungen war es in der griechischen Götterwelt auch nicht gekommen. Wie ernst wurde das alles zu seiner Zeit genommen? Auch bei den Römern? Immerhin wurde das Heidentum lange verteidigt. Auch gegenüberstehende säkulare Weltanschaungen predigten immer ihre feindlichen Teufel. Gerade diktatorische Politiker so im 20. Jh. benötigen ihre 'teuflischen' Gegner, denen sie anlasten, was sie von ihren Verkündigungen nicht erreichten, so hatte STALIN seinen TROTZKI und dessen 'Trotzkisten', die an allem schuld waren, was in der Sowjetunion nicht gelang, das mußte die schrecklichen Verfolgungen begründen.

Der Dualismus spielte auch eine große Rolle bei den **Gnostikern**, Konkurrenten der jungen christlichen Kirche.

## Die neue Religion Christentum - teilweise in Untergrund und Verfolgung

Der geschichtliche Hintergrund für Entstehung und Ausbreitung des Christentums ist schon oben weit behandelt wurden, Hier soll es um eine zusammenfassende Darstellung gehen. **Für die** Kultur und die **Wissenschaft** hatte der Aufstieg und **schließlich die religiöse Alleinherrschaft der christliche Religion** in weiten Teilen Europas große, **jahrhundertelange Auswirkungen**.

Dem **Neuen Testament** gegenüber, auf dem das Christentum aufbaute, gibt es bei den Juden das 'Alte Testament' und im Neuen Testament wird an zahlreichen Stellen auf geschehnisse im Alten Testament verwiesen, so auf Prophezeiungen oder das 'Haus Davids', aus dem Christus stammen sollte. Auch das 'Alte Testament' wurde dann in die christliche Religion einbezogen, zu gewissen Zeiten sehr stark, so in der Englischen Revolution im 17. Jh. Das **'Alte Testament'** war das Glaubensbuch der Juden und nur dieses kleinen Volkes der Juden. Es war der antiken Welt völlig unbekannt geblieben, bis es, wie schon VOLTAIRE (1981/2, S. 243. 1768) wußte, von Juden Alexandrias **unter** den ersten zwei der in Ägypten herrschenden **Ptolemäerkönigen**, also nach dem Tode ALEXANDER des GROßEN mehr schlecht als recht **ins Griechische übersetzt** wurde. **Jetzt erst** konnte die Welt etwas **erfahren von Adam und Eva**, von Kain und Abel, von Abraham, Jakob, Moses und all den anderen Gestalten und den Ereignissen um Noah, um Hiob, den im Walfischbauch gesund gebliebenen Propheten Jonas, all den dann auch der christlichen Welt bekannt gewordenen alttestamentlichen Geschehnissen und Personen. Für VOLTAIRE gab es keinen Grund, an diese einst unvermittelt ans Licht gekommenen und nicht auch anderen alten Völkern bekannten Dinge zu glauben, die eben lange nur bei den Juden gelehrt worden waren und so unglaubhaft erschienen wie die Dinge der griechischen Mythologie. Es konnte wohl nicht sein, daß der angeblich Himmel und Erde regierende Gott sich aus unerklärbarem Grunde nur dem kleinen Judenvolke gezeigt hatte und sich vor allen anderen Menschen verborgen hielt. Und nun sollten alle an ihn glauben! Warum nicht an Buddha, Konfuzius, Manitu?

Neben all den Religionen im späten Rom hatte aber vor allem auch das Christentum an verschiedensten Orten Gemeinden bilden können. Unterschichten waren wohl stark beteiligt, Gelehrte, Grübler, schlossen sich an. Der Held der sich ganz neu dünkenden christlichen Religion, Jesus wird beschrieben als Zimmermannssohn, repräsentierte also, modern ausgedrückt, so etwas wie die frühe 'Sozialdemokratie', war damit etwas ganz anderes als die von vornherein göttlichen Gestalten anderer Religionen, die Isis und der Osiria und weitere. Wäre es besser gewesen, man hätte JESUS, falls es ihn gab, nicht gekreuzigt hätte, sondern laufen lassen?

Dann **wäre** der Menschheit **die** ganze belastende **Schuld-Sühne-Theologie erspart** geblieben? Eher war eben alles gewollt erfunden, erdacht?

Der Religionsgründer für das etablierte, sich in der erfaßbaren Welt ausbreitende Christentum war nicht JESUS. Es war auch nicht PETRUS. Es war PAULUS aus dem an der Südküste Anatoliens gelegenen Tarsus. JESUS war die zu verehrende Person. Aber er hatte keine Kirche eingerichtet, In der zweiten Hälfte des 1. Jh. erscheinen die Christen ziemlich nachweisbar, Wie TACITUS berichtet, gab NERO den Christen die Schuld am Brand von Rom **64 n. Chr.**, jener Brand, den man dann NERO selbst zuschrieb, beides wohl fälschlicherweise. Aus wohl verschiedenen Gründen wurden die Anhänger des jungen Christentums zunächst auch **verfolgt**. Der in Bithynien amtierende und dort **um 116 n. Chr.** gestorbene PLINIUS der JÜNGERE berichtet an den Kaiser TRAJAN von Christenprozessen wegen des Vereinsverbotes, aber die meisten scheinen sich etwa in der Kaiserverehrung gefügt zu haben. . Eine reichsweite Verfolgung gab es 249 - 251 unter Kaiser DECIUS (G. HAENDLER 1981. Als Grund wird auch hier genannt die Ablehnung der Kaiserverehrung. **Märtyrertum**, zunächst unter den bösen Heiden, und wohl oft aus Starrsinn, wurde immer hoch geschätzt. Das ist wohl eine recht naive Auffassung vom Wert des Menschenlebens. Informiert werden über die **Frühzeit des Christentums** wird man in vielem durch die schon am Anfang des 4. Jh. geschriebene erste Geschichte des Christentums und der Kirche von dem 313 zum Bischof des palästinensischen Caesarea EUSEBIUS von CAESAREA (W. DAHLHEIM 2013, S. 418). EUSEBIUS ist auch wichtig für das, was er in seinem Geschichtswerk ansonsten über Geschichte mitteilt und hatte auch Quellen-Kenntnis und in Caesarea stand ihm eine reichere Bibliothek zur Verfügung (E. STEIN 1928, S. 17). Zum Christentum ist bei EUSEBIUS etwa zu erfahren, daß der römische Bischof VIKTOR 195 die Bischöfe Italiens versammelte und dies vielleicht die älteste Synode in Rom ist. Man kann erfahren von einem ihm aus Gallien zugekommenen Bericht von einer Christenverfolgung in Lugdunum/Lyon um 177 n. Chr., mit vielleicht 48 Märtyrern (H. HEINEN 2006). Um 170 n. Chr. hatte das sich ausbreitende Christentum auf jeden Fall auch Gallien erreicht. Vor allem waren es dort Leute mit griechischen Namen, die aus Asien kamen und von Bevölkerungswanderung in dieser Zeit zeugen.

## Für Christen soll nur in der Kirche soll Heil sein? Oder?

Die **Schaffung des Christentums** erscheint als ein **menschlich–lächerliches Puzzlespiel**, aber schuf Macht, auch politische. Das Christentum als solches wurde manchmal für den 'Untergang der Antike' verantwortlich gemacht. Unter all den konkurrierenden östlichen Religionen hat es nur das Christentum zuwege ge-

bracht, nicht nur Tempel resp. Gotteshäuser mit ihrer dort angestellten Prietserschaft zu errichten, sondern je nach Herrschaft über die Erde, lange nach dem Altertum im 16. Jahrhundert, eine schließlich **weltweite Organisation und Verwaltung zu errichten**. Die meisten Menschen sind nun keine Philosophen, die auch über gelehrten Unsicherheiten und Streiterien weiterwirken. Mit dem Christentum wurden sehr viele Menschen in eine ihnen mehr oder weniger gemeinsame, verbindliche Denkwelt und damir auch Ordnungswelt gebracht. An Stelle der urchristlichen Laienkirche wurde eine kirchliche Hierarchie aufgebaut, konnten nicht mehr die noch laienhaften Leiter der urchristlichen Gemeinden, die **Presbyter** entscheiden, sondern gewinnt der Bischof die entscheidende Stellung (G. HAENDLER 1981, S. 59). Mit der Anerkennung der christlichen Lehre in immer weiteren Bevölkerungsschichten wurde diese Religion auch interessant für gebildetere Leute, die einen Kanon zu schaffen suchten und sich hier intellektuell anspruchsvolle Stellungen verschafften. Und CYPRIAN, 249 - 258 Bischof von Karthago verkündete in der Schrift 'Von der Einheit der Kirche': "Außerhalb der Kirche ist kein Heil" "Gott kann der nicht zum Vater haben, der die Kirche nicht zur Mutter hat" (zit. bei G. HAENDLER 1981, S. 62), Im Mittelalter haben die christlichen Kirchen deshalb in Konkurrenz zu den Herrschern treten können. Abgesackt die Manichäer, verloren die Gnostiker. Niedergeworfen die von den Gnostikern inspirierte andere Kirche des MARCION, einem Reichen aus Sinope von der Schwarzmeerküste (W. DAHLHEIM 2013, S. 161 ff.)). Mit 2 Göttern hantierte MARCION, dem bisher herrschenden finsteren Jehova, zu dem erst jüngst der umfassender Menschenliebe huldigende Jesus hinzutrat. Nur in der von CYPRIAN gemeinten Kirche sollte Taufe gültig sein (G. HAENDLER 1981, S. 71). CYPRIAN wurde Märtyrer in der Christenverfolgung unter VALERIAN 257/258 (S. 75). War der Sieg des Christentums nun ein 'Fortschritt' oder gegenüber dem Wissen und den Weisheiten von manchem in der Antike um mit FREUD (P. GAY 2006) zu sprechen 'eine kulturelle Regression'? Wie wurde der Inhalt dieser welterobernden Religion geschaffen?

Manche Besonderheiten gab es in dem vor der Mitte des 2. Jh. n. Chr. auch nach **Nordafrika** gekommenen Christentums. Hier, wo kein Apostel als Gründer wirkte, gab es doch offenbar bald zahlreiche Anhänger (G. HAENDLER 1981, S. 22). THEODOR MOMMSEN (in 1976 7, S. 349) meinte gar, sicherlich bestreitbar, daß, wenn auch das Christentum in Syrien entstand, so wurde es "durch Afrika Weltreligion". Der Kirchenvater TERTULLIAN (S. 21) in Karthago wurde um 200 n. Chr. der älteste lateinisch schreibende Kirchenschriftsteller. TERTULLIAN war Sohn eines römischen Offiziers, wurde Jurist, hatte noch mit der Todesstrafe endende Prozesse gegen Christen erlebt. Aggressiv und eigensinnig stand er dann aber der katholischen Großkirche gegenüber und schloß sich wenigstens zeitweilig der Sekte der Donatisten an, wies aber energisch Anschuldigungen gegen die



Abbildung 268: Frühchristliches Cappadocien. 2007.

Christen zurück und hielt sie in der Ethik für bessere Menschen als andere (S. 32). Naturerkenntnis war bei TERTULLIAN nicht mehr gefragt. "Was hat Athen mit Jerusalem zu tun?" fragte TERTULLIAN, um Athen abzulehnen. Dem CYPRIAN trat TERTULLIAN aber entgegen. Aber andere waren anderer Ansicht als TERTULLIAN in der Ablehnung von Athen und setzten auf Verbindung Christentum und heidnische Kultur. Anderen Christen viel gefährlicher als Athen erschien dann 'Alexandria'. In Athen wurde die Akademie geschlossen. In Alexandria wurde verbrannt - die Bibliothek.

## Zum geistigen Ausarbeitung des Christentums - ein langer wechselnder Prozeß schon vor 310

Die frühen Christen mochten jene einer Unterschichtenbewegung gewesen sein, die ihre Lehre vor allem mündlich, durch Prediger, erhielten. Aber die Verfasser der Evangelien, im 2. Jh., die LUKAS, MATTHÄUS, MARKUS, auch JOHANNES, mußten Schrift und Wort beherrschen und ihre Evangelien mußten von ihren Anhängern gelesen werden. Wer **lesen und schreiben** konnte, war aber **in der antiken Bildungswelt ausgebildet** worden. Ihm blieben die antiken philosophischen Lehren und Mythen nicht unbekannt. Es ging also nicht an, daß man einen totalen Trennungsstrich zwischen den bisherigen Ansichten und dem neuen Christetum zog. So wie es Neubewegungen immer einmal versuchten: in der Französischen Revolution die extremen Führer oder im 20. Jh. die marxistisch-leninistischen Kommunisten mit ihrer Ablehnung der meisten 'bürgerlichen' Literatur, und dem Verbot vieler Bücher. Die christliche Religion konnte nur subtiler werden, auch Gebildete gewinnen, wenn sich ihre intellektuell führenden Gestalten

nicht ganz vom vergangenen Bildungsgut abwandten, von der vergangenen Philosophie Argumentieren lernten. Zum Christentum kamen auch Leute, die nicht zu den 'Müßeligen' und 'Beladenen' zählten, ja und ihr Vermögen erlaubte auch den Bau von Gebetsstätten, von Kirchen. Neben weltanschaulicher Gegnerschaft zur christlichen Religion und totaler christlicher Gegnerschaft zum Heidentum, gab es, jedenfalls in der Spätantike, auch die Christen mit **Kompromiß**, mit **christlichem Glauben und Beibehaltung auch des antiken Bildungsgutes**, dem Einfließenlassen antiken Denkens in die neue Religion, ja als ein Mittel zu ihrer Absicherung. Das Erbe der hellenistischen Zeit ging nicht insgesamt verloren, wurde in zusammenfassenden Werken festgehalten. Auch Christen behielten und lasen vielfach noch die schöngeistige und historische heidnische Literatur, CICERO, SALLUST, LIVIUS, HORAZ, VERGIL. Es wurde glücklicherweise kein allgemeines Autodafe' aller heidnischen Schriften veranstaltet. Alexandria war eher eine der Ausnahmen. **Heidnische Literatur blieb Bildungsstoff**. Das Christentum war damit auch Bewahrer und Vermittler antiken Kulturerbes, wenn auch gerade Naturwissenschaftliches erst einmal versank. Man erhielt, hat der Historiker A. J. TOYNBEE (1959, S. 232) gemeint, auch Dinge, welche die Renaissance im Spätmittelalter mit begründen halfen und die dann, aber eben erst dann, auch Schwierigkeiten für die Religion brachten und mit zur Inquisition führten. Das 15./16. Jh. - das war fast wieder 'Hellenismus'.

## Unter verschiedene Religionen geschieht die Durchsetzung des Christentums - der politisch-staatliche Weg

Kaiser wie DECIUS und VALERIAN 257/258 waren noch mit Christenverfolgungen befaßt. Andererseits hatte Kaiser GALLIENUS 261 schon die Maßnahmen gegen die Kirche aufgehoben, neue Kirchen, in Rom um 300 40, entstanden. Auch Christen konnten im Staatsdienst aufstiegen (G. HAENDLER 1981, S. 76). Letzter Christenverfolger war jedenfalls zeitweilig Kaiser DIOKLETIAN. Aber nbächste Angehörige DIOKLETIANs, Frau und Tochter, sollen Christen gewesen sein (H.G. BECK 1994, S. 23). Mit dem Kaiser KONSTANTIN, der auch mörderisch unter engsten Verwandten aufräumte, wird nach seinem Sieg über seinen Konkurrenten 312 bei Rom das Christentum im Mailänder Toleranzedikt **313** (P. BARCELO 1988) als **eine unter anderen Religionen** anerkannt. War er selbst Christ? Aus einer die obere Unterschicht und untere Mittelschicht (M. BRUMLIK 2010, S. 108) ansprechende Benachteiligen-Religion wurde eine staatlich sanktionierte, ja geförderte Religion. Wenn KONSTANTIN zur Anerkennung des Christentums gekommen sein will, weil er vor seinem Sieg über seinen Widersacher MAXENTIUS an der Milvische Brücke, der Ponte Molle/Milvio, am Tiber bei Rom 312, im



Abbildung 269: Triumphbogen KONSTANTIN Rom.

Traum von Jesus das Kreuz als Zeichen seines Sieges angeboten bekommen haben will, dann war der allesliebende **Jesus** nun zu einem **Kriegsgott**, zu einem neuen Mars geworden, der einseitig Partei ergriff wie einer der griechischen Götter im Kampf um Troja. Toll!

Der Papst, hohe Geistlichlichtkeit, säkulare Herrscher und auch unterstützt von 'Volk' haben bei ihren entsetzlichen Kriegen, den Kreuzzügen gegen Andersgläubibge, den Kriegen zwischen Christen, auch bei Massakern und Plünderungen immer wieder mit Kreuz und Jesus durchgeführt, um ihr Tun zu rechtfertigen. Der Schweizer KARLHEINZ DESCHNER hat sie seit 1986 geschrieben, die 10-bändige '**Kriminalgeschichte des Christentums**' und manchem noch Geehrten aus der Vergangenheit den umgehängten Ehrenmantel abgerissen. Kirchliche Wut auf DESCHNER blieb nicht aus. Auch unabhängig von DESCHNER benühen sich die Kirchen nach 1945 von vielem in der Vergangenheit Abschied zu nehmen, sehr spät und für viele nicht glaubhaft. Weltanschauliche Ausrichtungen und Religionen haben sich **immer wieder einmal** auch **verändert**. Sie erlebten **Abspaltungen, 'Reformationen', Häresien**, fast religiöse Neugründungen. Für den Buddhismus war es die Herausbildung des die Mongolen und Tibetaner dann prägenden Lamaismus. Gegen Abspaltungen vom katholischen Christentum wurde in großen Teilen des Mittelalters und auch der beginnenden Neuzeit von der bisher Etablierten mit Feuer und Schwert gewütet. Bis Leute der '**Aufklärung**' sich **bemühten, aller Religion ein Ende** zu setzen - mit wechselndem Erfolg. Im 21. Jh. geschieht unter Einschluß der nach 1923 sehr laizistischen Türkei das Aufkommen eines sehr radikalisierten, das 'Abendland' bedrohenden Islam, wie er in der Mitte des 20. Jh. undenkbar schien. Die Zunahme verarmter Volksschichten mag eine der Ursachen sein.

Für die anzunehmenden 10% unterschiedlich verteilten Christen in der Bevölkerung des Imperiums um 313 n. Chr. kam nun neben der Staatsordnung eine **weitere gesellschaftliche Ordnung**, die der Kirche, die **Bistumsordnung** , die klerikale Ordnung, entstand eine neue Identifikationsmacht (P. VEYNE 2006, S. 58) - und diese band die christlichen Menschen ein. Mit der einstigen Athener Demokratie hatte diese neue Ordnung nichts gemein. Und PAULUS hatte wiederholt erklärt, daß der Christ der Obrigkeit zu gehorchen habe und der christliche Sklave seinem christlichen Herrn (M. BRUMLIK 2010, S. 112 ff.). Noch war diese Ordnung von einem allgemeinen Sieg, von der sich durchsetzenden " "Kongruenz von politiischer und religiöser Ordnung" (Th. SCHIEFFER)" (zit. b. R. KAISER 2004, S. 11) entfernt. 'Kleriker' zu sein aber wurde auch Beruf (W. DAHLHEIM 2013, S. 382). Keine andere Religion hatte eine so straffe Ordnung eingeführt. Dies, die Wohlfahrtspflege, die Zulassung aller zu der Religion und die Verkündung von einem ewigen Leben im Paradies gaben dem Christentum einen immensen Vorsprung (E. STEIN 1928, S. 11) in der Anerkennung durch viele. KONSTANTIN nahm auf diese sich in den verschiedenen Regionen unterschiedlich rasch durchsetzende klerikale Ordnung Einfluß, nutzte sie (s. R. KAISER 2004, S. 11 u. a.). Die Kirche wurde "Bestandteil des Staatsapparates" (G.MORAVCSIK 1976, S. 152), und die 'Funktionäre der Reichskirche' bestimmen mit (E. PITZ 1978, S. 3). Zur Festlegung der Dogmen des noch zahlreichen Texten zerstrittenen Christentum und gegen die sich auf ihre unmittelbare, auf eine Kirchenhierarchie verzichtende Verbindung mit Gott berufenden Gnostiker aber hat KONSTANTIN das Konzil von Nicäa für **325** einberufen lassen. Von den Verfassern der in der Kirche bis heute verbliebenen 4 Evangelien im Neuen Testament können nur MATTHÄUS und JOHANNES als Apostel gelten, die also möglicherweise in Gefolge von den 12 Aposteln waren, während MARKUS und der am entferntesten stehende LUKAS , der Mann mit der Weihnachtsgeschichte, aus Angaben anderer schöpfen mußten. Aber es kann auch sein, daß Verfasser der vielleicht später geschriebenen Texte des Neuen Testamentes sich nur der Apostelnamen bedienten, um echter zu wirken, In ägyptischen Gräbern fand man etwa in Tonkrügen ab 1886 ganz andere dem Texte des Neuen Testamentes, die des THOMAS, des PHILIPPUS, des PETRUS, ja des JUDAS und den eine ganz andere Rolle der Frau nahelegende Text der MARIA MAGDALENA. Da sich alle diese Texte auf JESUS beziehen, scheint JESUS nicht nur eine legendäre, sondern eine hisorische Figur gewesen sein, was auch immer man aus später berichtender Erinnerung man ihm in den Mund legt.

Sieg nach vieler Verfolgung, die erste Geschichte des siegreichen Christengottes, eine den Christentriumph schildernde Darstellung - das war die Kirchengeschichte des EUSEBIUS, der "Hoftheologe KONSTANTINs" (M. BRUMLIK 2010, S. 84), der das Konzil von Nicäa eröffnete. KONSTANTIN hat sich in Nicäa für ein bestimmtes Dogma, so das der Trinität, ausgesprochen - der Kaiser in Einmischung in

Religionslehren, in dem einst so religionsoffenen und religionstoleranten Imperium. Religiöse Ordnung bedeutete politische Ordnung und an staatlicher Ordnung was KONSTANTIN intererssiert. Der **25. Dezember** war nach dem nach CÄSAR benannten JULIANischen Kalender der Tag der Wintersonnenwende und seit 274 n. Chr. wurde der Tag gefeiert zu Ehren des Sonnengottes Sol Invictus/Unbesiegter Sonnengott. Kaiser AURELIAN förderte ihn nach der Wiedereingliederung von Palmyra. Für den Tag des Sol Invictus wurde 336 auch die Geburt von JESUS eingetragen (W. DAHLHEIM 2013 b, S. 60). und die verschiedenen Relgionen konnten, und sollten wohl auch, gleichzeitig feiern. Ebenfalls wurde der Sabbath abgeschafft und der Sonntag als Ruhetag eingeführt. Der ebenfalls aus Nordafrika stammende Kirchevater LAKTANZ wurde am Hofe Kaiser KONSTANTINs in Trier Prinzenerzieher (G. HAENDLER 1981, S. 78/79). Taufen ließ sich KONSTANTIN gemäß seinem Biographen EUSEBIUS, dem Kirchenhistoriker, erst kurz vor seinem Tod 337.

Die **Kaiserinmutter HELENA** (Wikipedia 2017), die als aus vermutliche einfachen Verhältnissen stammende Frau in Britannien in ihrem Verhältnis mit dem römischen Offizier CONSTANTINUS zwischen 272 - 280 n. Chr. den Sohn KONSTANTIN geboren hatte, unternahm nach dem Zeugnis von EUSEBIUS und AMBROSIUS von MAILAND im Alter von vermutlich 76 Jahren eine Reise nach **Palästina**. Über den von den Christen einst verehren heiligen Stätten um den Tod von Jesus hatte HADRIAN nach der Niederschlagung des BAR KOCHBA-Aufstandes 136 n. Chr. einen Venustempel errichten lassen. HELENA drang zum vermuteten Grabe von Jesus vor und will hier Reste vom **Kreuz** gefunden haben und dreigeteilt lieferte es Reliquien. Die **Grabeskirche** wurde errichtet. Und erworben haben will HELENA auch Reste der Heiligen 3 Könige. Gestorben vermutlich um 330 wurde das Haupt der HELENA ebenfalls Reliquie, für Trier, wo sie sich viel aufgehalten hatte.

Was man als Lehren von Jesus sah, haben wohl wenigstens in etlichen Teilen schon vorher **etliche Sekten gelehrt**, so die **Essener.** Und ein Sektenvorsteher war wohl auch JOHANNES DER TÄUFER, der das Ritual der Taufe einführte. Er wurde nicht als Gottessohn bezeichnet, aber hat Jesus, den späteren Gottessohn der Christen, getauft. Also der Nachgeordnete taufte jenen, der dann an die Spitze der Prediger trat, Die Taufe wurde dennoch von den Christen und vor allem ihrer Kirche übernommen. Die Taufe war das Eingangsritual jener, die sich für die neue Religion und deren Kirche entschieden, sie trennte die Nichtzugehörigen von den Zugehörigen, den 'Mitgliedern'. Es war ein **weites Feld von Vorstellungen, aus dem sich das Christentum herauskristallisierte** und seine Ansichten abzuklären hatte.

Auch die nachfolgenden, christlich erzogenen Söhne KONSTANTINs, CONSTANS



Abbildung 270: Amida/Diyarbakir: Blick zur Basaltmauer.

und CONSTANTIUS II. waren der neuen Religion, in ihrer arianischen Form, zugeneigt. Das hinderte sie nicht an einem Bruderkrieg. In der Zeit des CONSTANTIUS II., der 353 Alleinherrscher des Gesamtreiches wurde, waren die Grenzen sowohl am Rhein wie durch die Sassaniden unter SCHAPUR II. in Persien schwer bedroht. Gegen Persien hatte CONSTANTIUS II. im südlichen Anatolien um 349 die Stadt **Amida**, das heutige Diyarbakir, zu einer starken Festung ausgebaut, mit einer noch heute im wesentlichen im alten Zustand erhaltenen etwa 5 km langen Mauer aus Basaltsteinen aus, die Mauer 10 - 12 m hoch, eine der besterhaltenen antiken Mauern.

## In Armenien früher als im Römischen Imperium, 315 n. Chr.: Die christliche Religion siegt ganz im Osten des Mittelmeerbereichs, in Armenien und dann Georgien und erscheint auch in Äthiopien

In **Armenien**, das vor allem aus Urartu hervorging, gab es christliche Prediger und Klöster und wurde mit der Christianisierung des Königs das **Christentum** 301 oder spätestens **315 n. Chr. Staatsreligion** (T. HOFMANN 1997).

Es war die **erste christliche Staatskirche** der Welt überhaupt, also älter als die im Römischen Reich. MESROP MASCHTOZ schuf 405 das **armenische Alphabet**, mit damals 36 Buchstaben, die je einem Laut zugeordnet waren. Die Buchstaben stiummen so gut mit ihrem Laut überein, das man bei Kenntnis der



Abbildung 271: Amida/Diyarbakir: an der Mauer.



Abbildung 272: Christliches Armenien. Sewan-See.



Abbildung 273: Alte Kirche am Sewan-See.

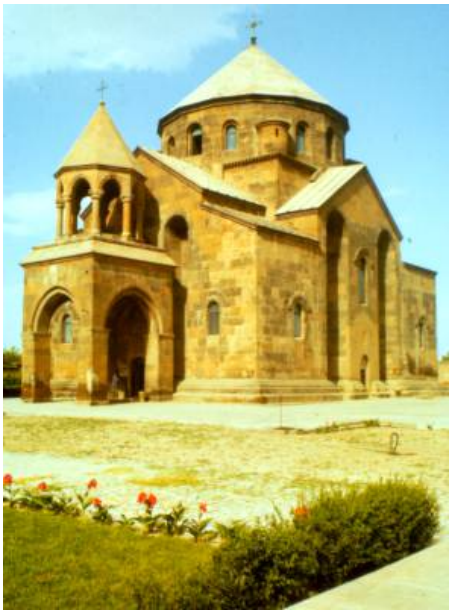

Abbildung 274: Armenierzentrum Ezhmiadsin 1987.



Abbildung 275: Kloster Geghard.

Buchstaben das Armenische auch ohne Kenntnis der Worter lesen und sprechen kann, leider ohne Vokabelkenntnis nur Lautmalerei. Mit Schülern übersezte er bis 433 die Bibel ins Armenische, wichtig für die Stärkung des armenischen Nationalbewußtseins. Die Bewahrung von griechisch-sprachigen Texten, allerdings philosophischen und theologischen und nicht naturwissenschaftlich-technischen, wirkte zwischen 572 und 610 die Übersetzertätigkeit der "hellenophilen Schule". Die Übersetzungen gelten als sehr zuverlässig und so wurden in unserer Zeit aus dem Armenischen anderswo verlorengegangene griechische spätantike Texte in moderne Sprachen übersetzt.

Eine Kloster-Gründung aus dem 4. Jh. ist die des Felsen-**Klosters Geghard**, nach der Zerstörung durch die Araber im 9. Jh. später wiederaufgebaut und nun auch Weltkulturerbe.

Und früh christlich wurde schließlauch **Georgien**.

Alte Kulturen - im Osten also überall.

Nach Armenien wird christlich die Oberschicht im Norden von **Äthiopien**, im **Königreich Aksum**, wo der Mönch FRUMENTIUS, aus Alexandria, zum Apostel wird und stirbt um 383 n. Chr. als erster Bischof von Aksum (Wikipedia 2018, Internet). Die weitere Ausbreitung des Christentums in Armenien fällt ins fernere Mittelalter.

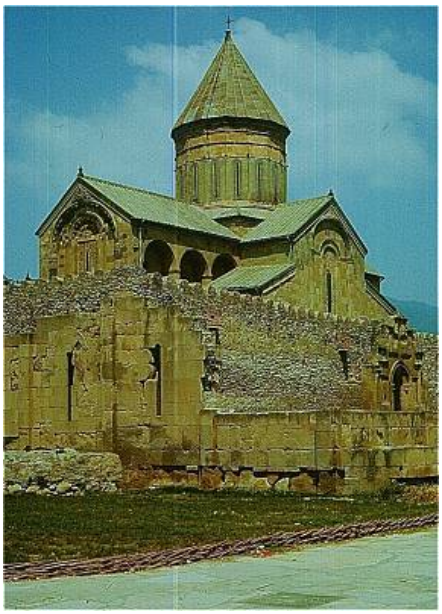

Abbildung 276: Christliches Georgien: Mzcheta.



Abbildung 277: Georgien: Hoch über Mzcheta.



Abbildung 278: Alt-Georgien: Dsweli-Schuamta b. Telawi.



Abbildung 279: Christliches Georgien: b. Telawi.



Abbildung 280: Georgien: Gremi b. Telawi.

## JUILIAN APOSTATATA - ein Kaiser versucht die Wiederbelebung des Heidentums - der Geschichtsschreiber AMMIANUS MARCELLINUS hat es überliefert

Der Nachfolger des CONSTANTIUS II. war JULIAN, der APOSTATA, der, bevor er 361 Kaiser wurde, im Jahre 357 die Alemannen bei Straßburg besiegte und so am Rhein noch einmal die römische Herrschaft befestigt. Vergeblich versuchte gegenüber dem mächtiger werdenden Christentum der philosophisch gebildete Kaiser JULIAN, KONSTANTINs Neffe, **nochmals** die **Wiederbelebung des Heidentums** - er als ein mächtiger wirklich 'Abtrünniger', "Apostata", überliefert als JULIAN APOSTATA.

In dem um 330 n. Chr. in Antiochia geborenen und manchem politische Ereignis nahen Geschichtsschreiber **AMMIANUS MARCELLINUS** (1968, 1970), ebenfalls kein Christ, hat der die Nachwelt und unter Dichtern wie GOETHE und IBSEN bewegende JULIAN seinen Biographen gefunden, eben AMMIANUS, von dem der Byzantinist ERNST STEIN (1928, S. 331) meinte , daß er "das größte literarische Genie" wäre, das die Welt ... zwischen Tacitus und Dante gesehen hat." Von seinen 31 'Büchern' sind die ersten 13 mit der Geschichte vor 353 verloren. Erhalten blieb das Werk des AMMIANUS ab Buch 14 , also einsetzend mit dem Jahr 353, in einer im 9./10. Jh. erfolgten Abschrift im Kloster Hersfeld. Kurz vor 1533 wurde diese Abschrift gefunden und gedruckt, ging aber dann bis auf wenige

in Marburg 1875 wieder aufgefundene Blätter erneut verloren. Trotz der Druckausgabe ist entscheidend die vor der Erfindung des Buchdrucks von dem bedeutenden Handschriftensammler POGGIO BRACCIOLINI um 1417 entdeckte und von ihm angeeignete ältere Fuldaer Handschrift. POGGIO ließ sie in Florenz abschreiben. Das Original kam in die Vatikanische Bibliothek.

AMMIANUS MARCELLINUS liefert also Kenntnis einer **von Religionsfragen geprägten Zeit**, als der Kaiser JULIAN noch einmal das Heidentum gegen das Christentum stellte. Das Christentum hatte in der Welt schon weithin Fuß gefaßt und da wird einer der Maßgebenden zum 'Apostaten', kehrt zum Heidentum zurück und so gibt es denn die JULIAN verdammenden Leute und jene, die auch in unserer Neuzeit wie IBSEN 1873 in "Kaiser und Galiläer" dem glanzvollen Heidentum verlorene Schönheiten abgewinnen. AMMIANUS MARCELLINUS steht im wesentlichen auf der Seite JULIANs, wenn es auch heißt, daß JULIAN manchmal launisch handelt. JULIAN huldigte in Galatien in Kleinasien dem Heiligtum der Großen Mutter (1970, S. 35). JULIANs Heidentum war nicht rein philosophisch, denn "Mit Strömen vom Blut der Opfertiere übergoß er die Altäre nur allzu häufig und opferte bisweilen hundert Stiere und zahllose Herden von verschiedenem Kleinvieh, dazu weiße Vögel, die zu Wasser und zu Lande aufgebracht wurden. ... Die Riten der Zeremonien nahmen ein unbeschreibliches Ausmaß an und die Kosten stiegen in einer bis dahin ungewöhnlichen und drückenden Weise" (S. 45). Die Soldaten erfreuten sich an den dadurch zustandegekommenen reichen Fleischmahlzeiten. Auch Leberschau wurde betrieben. Christlichen Lehrern der Rhetorik und Grammatik wurde das Lehren untersagt (S. 41), ein Schicksal weltanschaulich gebundene Lehrer zu allen Zeiten, einmal die einen, dann die anderen. Religions- und Meinungsfreiheit habe JULIAN andererseits gern gesehen, um nicht "die Einigkeit des Volkes zu fürchten" (S. 17). JACOB BURCKHARDT etwa meinte 1905 (s.1985, S. 299), daß JULIANs Rettung des Heidentums nicht erfolglos bleiben mußte, Das Heidentum wäre nicht zu einer Gegenkirche zu organisieren gewesen, aber beim Volk und namentlich den Bauern "hätte es sich gegen jeder weitere Abschaffung bleibend fest konstituiert ..." Die christlichen Theologen hätten "ihre Trinitätshändel" eingestellt, die Einheit der Kirche "vom Imperium verlassen" wäre nicht zu bewahren gewesen. BURCKHARDT hätte es offensichtlich begrüßt. Kaiser JULIAN meinte aber, unbedingt mit den Persern noch abzurechnen. Der Osten erschien ihm nach dem Sieg am Rhein als offensichtlich gefährdeter als der Westen. Es gelang ihm weit in persisches Territorium einzudringen. Mit 47.000 Mann fuhr er den Euphrat und dann den Tigris abwärts. Aber der unbesiegte persische Feind konnte sich im Norden wieder ausbreiten. JULIANs Heer mußte zurück. Sommerhitze und dauernde Angriffe persischer Lanzenreiter zermürbten. Durch einen Lanzenstich am 26. Juni **363** verwundet starb JULIAN in der folgenden Nacht, "im Bewußtsein seines reinen Gewissens und der Unsterblichkeit seiner

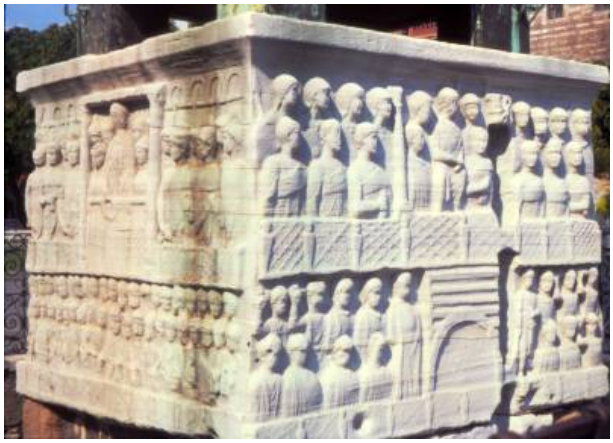

Abbildung 281: THEODOSIUS im Hippodrom.

Seele sicher" und in philosophischen Gesprächen bis zuletzt (E. STEIN 1928, S. 202). Sein Biograph AMMIANUS MARCELLINUS starb spätestens 400 n. Chr. Mit der versuchten Aufersthehung des Heidentums unter dem abgefallenen Kaiser APOSTATA wurde den Anhängern des Christentums deutlich, wie sehr die christliche Religion fernerhin zu festigen war, welche **Rolle der Apologie** zukam, der höheren Bildung (s. a. H. HUNGER 1965), und man auch mit den Philosophen ins Reine kommen mußte. So wie den gebildeteren marxistisch-leninistischen Philosophen des 20. Jh. ja die 'bürgerliche' Philosophie und Geschichtsdarstellung bekannt war und sie sich dennoch in Streitschriften erfolgreich für immerdar von ihnen zu lösen versuchten.

## 380: Das Christentum wird Staatsreligion im Römischen Imperium

Einst verfolgt, dann toleriert, zunehmend anerkannt, wurde mit dem aus Spanien stammenden THEODOSIUS I., etwa 17 Jahre Kaiser 379 - 395, ein Jahr nach des THEODOSIUS Thronbesteigung am 27. Februar **380** im Edikt von Thessalonike das **Christentum zur Staatsreligion** erhoben. Dabei galt das nicht irgendeinem Christentum, sondern dem nicänischen. Nach dem Schock von Adrianopel gegen die Goten 378 galt es die Macht neu zu festigen. Und ein 'Apostata' sollte wohl für immer ausgeschlossen sein.

Und nun war es an den Christen unter ihrem später öfters als der "Große" bezeichneten THEODOSIUS das **Heidentum** zu **verfolgen**. Die einst oft wohl eher legendär Verfolgten, unter KONSTANTIN Tolerierten, konnten nunmehr selbst

Verfolger werden! Es begann für große Teile Europas und zunächst auch den Nahen Osten die religiöse christliche **Ideokratie**, die bis ins 18. Jh. dauerte. Die Stätten des Heidentums wurden zunehmend geschlossen (P. BARCELO 1988, H. HUNGER 1995), Tempelbesitz konfisziert. 385 wurde Palmyra verwüstet, 386 wurde der große Zeus-Tempel in Apameia unter Soldateneinsatz zerstört, 391 erlitt der Serapis-Tempel in Ägypten ein gleiches Schicksal. Geschlossen wurde 390 das Orakel von Delphi, das einst dem JULIAN nichts Gutes prophezeite (I. LISSNER 1981 / 1961), also offensichtlich ohnehin versagt hatte. Zwei weitere Edikte gegen heidnische Opfer und heidnischen Kult folgten 391 (A. CAMERON 1994). Vorgegangen wurde gegen den Mithraskult und auch gegen manche Synagogen, "Kampfzeit" des Christentums! Die britische Historikerin CATHERINE NIXEY spricht im 21. Jh. vom sich '**The Darkening Age**"/Verdunkelnden Zeitalter' (Buchtitel). Die antike heidnische Zeit sank nicht friedlich dahin, einer angeblich besseren Welt Platz zu machen. Abgeschlagene Nasen oder Gliedmaßen an antiken Statuen zeugen nicht vom 'Zahn' der Zeit, sondern von religiöse christlicher Gewalt, 'Heiligem Zorn', auch von der Verachtung für Erotik und Sexulität. Wenn nicht in Klöstern manche alten Texte bewahrt worden wären, sähe unsere Kenntnis der viel toleranteren Antike noch übler aus. Und Gewalt wandten in folgenden Jahrhunderten auch Christen gegeneinander, gegen 'Abweichler', neue Sekten, Konfessionen.

Dem Christentum hatten sich längst zahlreiche Angehörige der Oberschichten angeschlossen, und wenn es einst als Religion Benachteiligter entstand, war es so, wie das Eintreten Gebildeter in ehemalige Arbeiterparteien im 20. Jh. Die sich organisierende **christliche Geistlichkeit bildete in der staatlichen Instabilität** die **ordnende**, die Menschen disziplinierende **Kraft**, und blieb das in großen Maße auch im Mittelalter bis in der Neuzeit die schließlich mehr oder minder absolute säkulare Herrschaft sich durchsetzte und der Klerikalnebenherrschaft ein Ende bereitete. Erforderlich war aber auch ein Ende der **Auseinandersetzungen unter** den **verschiedenen christlichen Anschauungen**, ein Ende der "**Richtungskämpfe**", und die Staatsmacht war daran interessiert. Wenn auf dem Konzil von Nicäa 325 Kaier KONSTANTIN gemeint hatte, daß er, wohl keineswegs schon offiziell Christ, über das anzunehmende Glaubendogma zu entscheiden habe, so beleherte der Mailänder Bischof AMBROSIUS, ein führender Mann im Katholizismus, den Kaiser THEODOSIUS darüber, daß er die Kirchenlehre gefälligst der Kirche zu überlassen habe, der Kaiser 'über Paläste, nicht über die Kirche' herrscht (A. ANGENENDT 1990, S. 68). Als nach Aufhetzung durch den Bischof der Stadt Kallinikon am Euphrat die Menge einen Judenpogrom beging und die Synagoge niederbrannte erreichte es AMBROSIUS, daß niemand durch den Kaiser dafür bestraft wird (Wikipedia 2014). Wegen grausamster Bestrafung der aufsässiger Stadt Thessaloniki hat AMBROSIUS von THEODOSIUS sogar Buße gefordert und der Kaiser hat sich dem unterworfen (A. ANGENENDT 1990, S. 69). Von

**Widerstand** zeugte, daß der im Senat von Rom unter JULIAN wiederaufgestellte Victoria-Tempel nur unter Protest erneut entfernt werden konnte (E. STEIN 1928, S. 309). Im Westen war der als äußerer Christ zum Heidentum neigende FLAVIUS EUGENIUS am 22. August 392 vom Heere zum 'Augustus' ausgerufen worden (E. STEIN 1928, S. 326). Am 8. November 392 wurde in einem Gesetz heidnischer Kult sogar im Privatbereich verboten, gab es für ertappte unblutige Opferung im Privathaus schwere Vermögensstrafen (M. FUHRMANN 1994, S. 64; E. STEIN 1928, S. 327). Mit einer Streitmacht des Ostens, dabei mit 20.000 Goten, schritt THEODOSIUS gegen das nochmalige Aufbäumen des Heidentums in Italien, unter EUGENIUS und ARBOGAST. Der unterlegene, gefangengenommene EUGENIUS wurde am 6. September 394 von Soldaten getötet, ARBOGAST 'entleibte' sich selbst 2 Tage später (E. STEIN 1928, S. 334). Viele waren nicht mit Überzeugung zum Christentum gekommen und wie wenig es gefestigt war zeigt der rasche Übertritt zum Islam nach er arabischen Eroberung im 7. Jh. Während es im Westen zur Trennung der Oberherrschaft von Kirche und Staat kam, blieb in der griechisch-orthodoxen Kirehe religiöse und weltliche Herrschaft unter einem Zepter vereint, in Konstantinopel wie später unter dem Moskauer Zaren.

THEODOSIUS starb am 17. Januar 395 in Mailand (S. 336). Das Reich war danach wieder **2-geteilt. Im Osten** folgte damals 18 Jahre alte ARCADIUS . Im Westen wurde 395 der damals 11-jährige HONORIUS **Westkaiser,** mit Regierungssitz Ravenna, in dessen Zeit der Heermeister FLAVIUS STILICHO, ein Wandale eine maßgebende Person in der Regierung war, der, allerdings vergeblich, sogar die Ostregierung einverleiben wollte. 408 wurde STILICHO gestürztr. Als Dichter suchte am Hofe des HONORIUS der vom Osten gekommene CLAUDIUS CLAUDIANUS noch einmal die alte Römerwelt mit ihrer Geschichte zu beschwören, wöhrend PRUDENTIUS die christliche Religion feierte (J. VOGT 1983, S. 346 ff.). Beide Reichsteile gingen unterschiedliche Weg.wobei der letzte weströmische Kaiser 476 abtrat.

## In Konkurrenz und wechselseitiger Anerkennung: Neo-Platonismus, spätantike Philosophie und Christentum

Zu einem der Austragungsorte der Debatten wurde **Alexandria**, aber auch das **Cäsarea** an der Küste Palästinas. **Alexandria**, die große Stadt an der ägyptischen Küste - hier begegneten sich auch in Konfrontation die verschiedenen Religionen. Wie schon seit langen die bedeutenden Gestalten des Geisteslebens im Römischen Imperium und auch Kaiser aus den verschiedensten Teilen des Reiches stammten war es auch mit den christlichen Führungsgestalten. Der christliche Apologet und Historiker OROSIUS etwa stammte aus Braga, hoch im Nordosten des heutigen

Portugal, der erste Kirchengeschichtsschreiber EUSEBIUS fast entgegengesetzt aus Caesarea an der östlichen Mittelmeerküste. In Alexandria traf man sich. Hier wurde das Alte Testament der Juden auch ins Griechische übersetzt, 4-mal, und kritisch verarbeitet bei ORIGINES (H. HUNGER 1965, S. 305), ORIGINES, der etwa von 184 bis etwa 250 n. Chr. lebte, war vor allem derjenige, der "zum erstenmal eine systematische und, auch philosophisch unterbaute Darstellung der christlichen Glaubenslehre" bot (H. HUNGER 1965, S. 306), wohl nicht überzeugend für viele, denn auch ein Kaiser, JULIAN, wollte im 4. Jh. zum Heidentum zurück.

An Schriften mangelte es nicht in der **Spätantike**. In den Zeiten der Konsolidierung des **Christentum**s und in den Auseinandersetzungen mit dem Heidentum ging es um das als gültig zu sehende christliche Dogma. Der im wesentlichen heidnische **Neo-Platonismus** war in der Frühzeit des Aufkommens des Christentums zeitweise die herrschende philosophische, noch nicht-christliche Richtung (E. BARKER 1956). Manche Philosophen wandten sich wenigstens in Teilen dem Christentum zu. Die Lage des Christentum war, um einen vielleicht gewagten Vergleich anzuführen, wie im 20. Jh. die Stellung des Marxismus. Auch die den Marxismus ablehnenden Philosophen und Denker waren zu seiner Kenntnisnahme, zu Auseinandersetzungen genötigt und versuchten ihm eigene Meinung aufzustülpen.

Für jenes Zeitalter der theoretischen Begründung des Christentums mit seinen zahlreichen Schriften wurde auch der Begriff '**Patristik**' geprägt. Zunächst in Griechisch verbreitete das Christentum seine junge Lehre. Jesus habe Aramäisch gesprochen, PAULUS hat dann Griechisch benutzt in Wort und Schrift. Gott hatte damit also Griechisch gesprochen, wie später im 6. Jh. Allah Arabisch! Es wurde auch mit den Rückgriffen auf die heidnische Antike das **Griechische, auch das 'Klassische'**, im Osten erhalten und wiedererweckt, wenigstens mit Schwankungen Was der normale Christ eher körperlich konkret sah, das Wandeln von Jesus und seiner Jünger im Lande und sein Schicksal, das hob der Philosoph im neo-platonischen Geist ins eher Abstrakte. Von dem auf Wunder angewiesenen Naivchristen unterschied sich der auch antik-philosophisch gebildete Gelehrte, der dann auch im Christentum gegenüber den sozial eher ausgeglichenen Gemeinden Führungsanspruch erhob. Mit den gebildeten Kirchenvätern geschah eine philosophische Ausrüstung der christlichen Theologie. Das Christentum konnte dann kaum jene Unterschichtenreligion bleiben, die es anfangs wohl war (A. DEISSMANN 1923). Auch die Arbeiterbewegung der Neuzeit führte im Sozialismus und Kommunismus zu Texten mit für den Normalbürger kaum verständlicher Philosophie, der Dialektik etwa. In der dem theologischen Christentum genäherten Philosophie sah man **Probleme der** schon bei PLATO(N) und anderen antiken Philosophen nicht bezweifelten **'Seele'**. Das wurde erörtert bei Philosophen etwa in der ansonsten als Militärstandort bekannten Stadt Apamaia oder eben in

Alexandria. 'Seele' war ihnen wie auch im Christentum wichtig.

## Juden in der Spätantike

Der klassischen Antike war **das Alte Testament** mit der Schöpfungsgeschichte des Moses, mit der Sintlfut mit der einzig geretteten Famile des Noah, mit eines einzigen Gottes Eingreifen in die Kriege und Kämpfe der Juden vergleichbar der einst vielen parteinehmenden griechischen Gottheiten in den Schlachten um Troja. In Alexandria, wo auch zunehmend Juden lebten, wurde es mehrfach ins Griechische übersetzt. PHILON versuchte die Zusammenschau jüdischer Theologie und griechischer Philosophe (H. HUNGER 1965, S. 305).

Der Althistoriker EDUARD MEYER (K. CHRIST 1989) ging, völlig sachlichnüchtern, den Einflüssen des **Judentums** auf das Werden der christlichen Anschauungen ein. Aber eigentlich seit der Zeit des als Apostel auftretenden Juden PAULUS wurden auch **Juden** angegriffen, auch verfolgt, sie**,**, welche in Jesus keinen Gottessohn erkennen konnten, welche die angeblich "frohe Botschaft" ablehnten, ja am Tode von Jesus Schuld hätten. Judenverfolgung Jahrhunderte nach der angeblichen Kreuzigung, weil vielleicht einige Tausende Juden gegafft hatten. Sah niemand darin Absurditäten? Immer wieder gab es die widerliche christliche Beschuldigung, schuld zu sein am Tod des christlichen Gottessohnes, ob zur Zeit der beginnenden Kreuzzüge, während der Kreuzzüge, während der Pest und der prekären Zustände im 14. Jh. und auch später. Bis heute gibt es bei den Juden kein v. Chr. und n. Chr,

## So sehr überzeugte viele das Christentum nicht - Heiden gegen Christen und umgekehrt Jahrhunderte lang und der Kompromiß mit der heidnischen Philosophie

**Widerstand gegen die Christianisierung** in der Gesellschaft war nicht ausgeblieben, nicht nur durch Verfolgung der Christen, sondern auch durch Schriften gegen sie. Und das zieht sich über Jahrhunderte hin. Es schien doch vieles von der vielseitigeren und für die philosophischen Geister heitereren Vergangenheit verloren zu gehen.

**Gegen die Christen** schrieb in Verteidigung der Vielfalt der auch nationalen Religionen um 177 n. Chr., der Zeit von Kaiser MARC AUREL, schon **CELSUS/KELSUS**, dessen Ansichten jedoch nur aus dem Zitieren bei ORIGINES bekannt sind (E. BARKER 1956, S. 430 ff.). In seiner Streitschrift gegen die Christen

habe KELSUS über die ihm aufgefallenen Christen gemeint: "Und diese verlästern einander mit sagbaren und unsagbaren Ungeheuerlichkeiten. Und sie dürften wohl der Eintracht zuliebe keinerlei Konzessionen machen, da sie einander ganz und gar verachten" (zit. b. B. OEHL 2005, S. 325). Sie beschuldigten sich unter anderem gegenseitig, an Mythen zu glauben. KELSUS zweifelte an den Bibelerzählungen. Der dem Christentum zumindestens nahe Philosoph ORIGINES suchte. im 3. Jh. n. Chr., die Darlegung des KELSUS zu entkräften, meinte aber auch, daß viele Geschichtsschreibung der Zeit nicht mit ausreichend belegten Fakten hantiert (S. TOULMIN et al. 1985, S. 61). Ähnlich schrieb der PLOTINUS-Schüler und das Leben seines Meister beschreibende PORPHYRIUS aus Tyros (E. BARKER 1956, S. 332; PH. K. HIITI 1951, S. 325) und herangebildet auch in Athen eine Abhandlung gegen das Christentum. Bis zu seinem Tod 301 wirkte PORPHYRIUS in Rom, Es ging bei ihm etwa um die 'Reinigung' der **Seele**, durch Zölibat, Verzicht suf Fleisch, Verzicht auf Vergnügungen. Nach dem Tode sollte die Seele den Körper für immer verlassen. Um 448 unter Kaiser THEODOSIUS II., also nach dem Tode des PORPHYRIUS, wurde dessen Schrift öffentlich verbrannt. Auch mit Zahlen im Sinne der Pythagoräer wurde spekuliert, so bei JAMBLICHUS. Bei der Erörterung über **Schaffung der Welt oder** ihre **Ewigkeit** vertrat JAMBLICHUS entgegen der Bibel ihre Ewigkeit. Es ging also fast um eine Debatte über einen 'Urknall' oder eben keinen - wie im 20. Jh.. Heilige versuchten manchmal das Armutsideal wiederzubeleben. Warum, so auch PLOTINUS, sollte Gott nicht verschiedene Gestalt haben (E. BARKER 1956, S. 433), also sollte man sich nicht über faktisch unbelegbare Dinge zerreißen. Die Theologen setzten sich mit ihren Ansichten schließlich stets durch. Auch die Oberschicht im Imperium war schließlich gegenüber den "irrationalen religiösen Weltanschauungen wehrlos" und hatte an den "Traditionen der griechischen Philoophie" "Verrat" geübt (E. PITZ 1978, S. 3). Damit kam das **Ende der antiken Kultur** (S. 3).

**Militant** und gewaltätig **Christen** gegen antike Kultur vorgehende Christen zerstörten und im Osten 385 **Palmyra**, was im 21. Jh. andere religiöse Fanatiker an den noch erhaltenen Ruinen fortführten. **Für die Wissenschaft** wohl am schmerzlichsten war, daß **die Bibiliothek in Alexandria**. Erste Verluste erlitt die Bibliothek als CÄSAR 47 v. Chr. Alexandria besetzte, weitere als christlicher Mob etwa 415 n. Chr. Aufruhr betrieb und die Bibliothek **v**on aufgehetzten Christen **schwer geplündert** wurde und dann als 641 n. Chr. die Moslems Alexandria eroberten. In christlicher Lesart wurde der arabischen Eroberung Alexandrias 641 n. Chr. die Hauptschuld an der endgültigen Zerstörung gegeben. War das richtig? Was so sehr auf Bewahrung angelegt war, ging verloren, eine riesige Bibliothek.

Und die Philosophin und Mathematikerin **HYPATIA**, Tochter des letzten Museion-Bibiothekars THEON, die öffentliche Lehrveranstaltungen abhielt, wurde - wobei

die Quellenlage nicht sehr reich ist - **415** von einem aufgehetzten Christenmob grausam umgebracht - Zeugnis für Wissenschafts- und Frauenfeindlichkeit des damaligen Christentums. Der später heilig gesprochene Bischof von Alexandria KYRIL soll entscheidend beteiligt gewesen sein. Der schreckliche Tod der HYPATIA symbolisiert so etwas wie das **Ende der letzten Ausläufer des Hellenismus**, den Zerfall hinein ein christen-dunkles Zeitalter.

2017 hat die englische Historikerin CATHERINE NIXEY /online Merker der internationalen Kulturplattform, so abrufbar 2019) in ihrem Buch 'The Darking Age. The Christian Destruction of the Classical World' (Rezension R. PÖHNER in Basler Zeitung 2. 12. 2017) diese Zerstörung der antiken Kultur durch die militanten, zur Herrschaft gekommenen Christen erneut zusammengestellt und erweitert, NIXEY ist die Tochter eines Mönches und einer Nonne, die ihr Klosterleben, aber nicht ihren katholischen Glauben aufgaben. Sie studierte und lehrt in Cambridge, Ihr Buch beruht auf Sekundärliteratur. Den Orient konnte die wegen der IS nicht bereisen Manche Kritiker sahen bei NIXEY eine Wiederholung von E. GIBBON.

## Antike Mythen, spätantike Religion - Auseinandersetzung der Kirchenväter

Die Griechen und Römer hatten ein **reiches Repertoir an Mythen**. Geglaubt oder eher schon früh als manchmal lächerliches, unglaubhaftes kulturelles Erbe gesehen, war es stets bekannt, in den Epen HOMERs, in die klassischen Tragödien, auf Mosaiken und Vasen und Gemälden in Pompeji oder in Statuen. Manche der Mythen erinnern an solche der Bibel. Die Kirchenväter hatten nun ihre Not, die in der Bibel im Alten und Neuen Testament Geschichten der Propheten und von Jesus als wahr zu erweisen und die ähnlichen griechisch-römischen Mythen als Erfindung abzuwehren, und dazu die allgemeine "Entgöttlichung" bei Teilen der antiken Intelligent, schon bei PLATON, später bei CICERO zu fürchten (W. BURKERT 2005). Ähnliche Mythen (CHR. GNILKA 2005) waren etwa die vom Hades und vom Elysium, Seelenverbleib bei PLATON, Himmelsreise von Baalspriestern wie bei Elias, von Göttervater Zeus mit Erdenfrauen gezeugte Göttersöhne wie Zeus als Goldregen bei Danae oder als Schwan bei Leda, heidnische und der christlichen Taufe ähnliche Reinigungsriten, ja Auferstehung, wenn auch wiederholte, bei OSIRIS, der mit dem Pferd Pegasus in den Himmel aufgestiegene Bellerophon, Jenseitsgerichte im alten Ägypten. Die Versatzstücke für die neue Religion waren vorhanden. "Falsche Propheten" waren eine Gefahr, wie der beim angeblichen Flug abgestürzte Magier Simon. Ein Argument der Kirchenväter war, daß Moses und die Bibel älter sind als die griechische Kultur und etwa PLATON und die Grie-

chen von der Bibel übernommen und danach unwahre eigene Mythen entwickelt haben, welche aber eben nur "Nachäffungen" sind. Man spricht vom "Altersbeweis" der Kirchenväter (CHR. GNILKA 2005). Aber das Alte Testament war im klassischen Griechenland unbekannt. Ein anderes Argument aus christlicher Sicht: Was PLATON an Gedanken hat, welche an christliche erinnern, läge daran, daß Gott über viele Menschen seine Ideen ausgeschüttet habe und nur nicht überall an ihn geglaubt wurde. Auch an verfälschenden "Dämonen" war die Rede. Das Christentum solle nicht eine fortgebildete bisherige Auffassung, modern ausgedrückt: fortgebildeter Hellenismus ein, und die Kirche erhob absoluten Wahrheitsanspruch (S. 226). Im Islam traten später ebenfalls den antiken Mythen ähnliche auf. So MOHAMMEDs Aufstieg auf einem Pferd vom Tempelberg in den Himmel.

## Die Festlegung der Lehre, der Orthodoxie, nach dem Toleranzedikt von KONSTANTIN 313 - und dann dem Christentum als einziger Staatsreligion

Auf zunächst noch von Vertretern aus dem gesamten Römerimperium besuchten Konzilien und auch manchmal Synoden wurden nach vielen Streitereien die **Lehren der Orthodoxie** festgelegt, **von Kirchenkonzil zu Kirchenkonzil** t (J. M. COCKING 1991, S. 101). Es gab zwar keine griechisch-römische Göttervielfalt mehr, aber doch sahen verschiedene Menschen als wie Gott etwa Christus und die Heilige Dreieinigkeit und die dann noch hinzukommende Maria und dazu traten "Heilige". Und das aus den Worten von JESUS entnommene baldige Weltende war auch nicht gekommen. Nur Jerusalem war zerstört worden. Da war also viel festzulagen! Auch zu korrigieren. Es gab es manche Verschiedenheiten in den Evangelien. Und etliche Evangelien wurden ausgeschieden, wurden **Apokryphen**, wurden nicht Teil des **biblischen Kanon** des Neuen Testaments. Ein Kaiser wie KONSTANTIN war schon interessiert, daß in der nun immer stärkeren Religion auch bei einer damals noch bestehenden Minderheit einigermaßen Einigkeit herrschte und besuchte selbst das Konzil von Nicäa.

Wichtig unter den späteren Kirchenkonzilen waren namentlich die ersten vier: **325 Nicäa**, **381 Konstantinopel, 431 Ephesos, 451 Chalkedon** (H. FUHRMANN 1988, S. 172), Erst **431** in Ephesos kam es zur Anerkennung der Göttlichkeit der in der Urkirche weniger beachteten Jesus-Mutter Maria. Endlich hatte auch das Christentum eine Frau im Götterhimmel wie in den antiken Religionen es ebenso war. Die heilige Maria wurde zu manchen späteren Zeiten die am meisten verehrte und als Helferin angerufene Heilige, die Mutter, die ihren Sohn nicht vor am Kreuz beschützen konnte.

Die **Auseinandersertzungen** auf den Konzilen erinnern an die im 20. Jh. bis in den Tod führenden Kämpfe zwischen den verschiedenen kommunistischen Richtungen und Fraktionen, wobei hier oft entscheidende Handlungsmaßnahmen zur Debatte standen. Jedes Konzil formte auch seine Ausgetoßenen, wie die kommunistischen Parteitage ihre 'Trotzkisten', 'Bucharin-Leute' und dergleichen.

Was JESUS' Wollen und politischen Wünsche betrifft, so war es gemäß MATTHÄUS 16, 13 ff.) (zit. bei H. FUHRMANN 1988, S. 160) der Apostel PETRUS, der als erster bekannt habe, daß **JESUS "Sohn des lebendigen Gottes"** ist. Beim sogenannten 'Heiligen Abendmahl', muß man schlußfolgern, war die Gottessohnschaft demnach den anderen Aposteln noch gar nicht bekannt gewesen und war JESUS nur der religionspolitische und nach dem Palmsonntagstritt auf Esel politisch verfolgte Führer. Der legendenumrankte PETRUS, 'Petri heil!", erhielt die ominöse 'Schlüsselgewalt' und galt als der auf seinen Namen bezogene "Fels", auf dem sich die einzig rechtmäßige Kirche mit dem obersten Bischof in Rom aufbaute (H. FUHRMANN 1988, 160 u. a.). Schon toll, auf was sich Menschenschicksale anmaßend bestimmende Rechtsinstanzen aufbauen!

**ST. HIERONYMUS** lieferte **von der Bibel** vom Neuen Testament eine verbesserte Übersetzung **ins Lateinische**, die 'Vulgata', von der es im Mittelalter prachtvolle Codices gab, und übersetzte ins Latein das **Alte Testament**.

Bei den Christen gab es in der ersten Zeit die **Ansicht vom nahen Weltgericht**, Manche warten noch heute immer wieder vergeblich auf das große Ereignis!

Auffassungsunterschiede, **Häresien**, bestimmten schon in den ersten Jahrhunderten den gewundenen Weg des Christentums und hörten niemals auf, neu aufzukommen, Es wurde auf den Konzilien mit ihren Auseinandersetzungen offensichtlich bisweilen wie auf neuzeitliche Parteitagen besonders der Kommunisten getobt, ausgetrieben, neu gewählt. Die großen Kirchen, namentlich die katholische Kirche, machten vor, was auch die Diktatoren des 20. Jh., die LENIN, STALIN, HITLER verfolgten, die **gewaltsame Durchsetzung einer verbindlichen** und keinesfalls etwa mehr logischen **Lehre**, im Interesse auch herrschender Elite oder Cliquen. Bei den Auseinandersetzungen auf dem 3. ökumenischen Konzil in Ephesos 431 sollen die streitenden Bischofsgruppen auch Knüppelgarden aus dem Mob der Bevölkerung gebildet haben, um die gegenerische Gruppe einzuschüchtern (E. STEIN 1928, S. 452). Die immer wieder auftretenden Abweichungen wurden oft gnadenlos verfolgt. Dabei auch fast aus Versehen konnte man leicht zum Häretiker werden – wie der englische Historiker und Diplomat STEVEN RUNCIMAN 1983, S. 146) spöttisch feststellte: "Der Pfad der fehlerfreien Christologie war sehr schmal und selbst ein Theologe mit den besten Absichten konnte darauf ausgleiten, nach der einen oder anderen Seite." In einem Endergebnis habe der später oft maßge-

bende AUGUSTINUS von 88 Häresien gesprochen - also ausreichend Gelegenheit danebenzutapsen. Solche Überlegungen müßten wohl jedem Denkenden Religion gründlich verleiden, ihm das rein menschliche Wesen dieser Religionsschaffung beweisen. Kein Gott kann hier mitgewirkt haben! So sinnlos vieles dem Außenstehenden erscheint, so bestimmte eine bestimmte Auffassung die Rituale, die Gebete, die bei jedem Gottesdienst wiederholten Bekenntnisse. Häresien waren für TERTULLIAN notwendige Versuchungen des Glaubens und in ihrer Abwehr dienen sollten sie der Bewährung der Gläubigen (W. DAHLHEIM 2013, S. 363). "Einheit", gemeinsame Meinung - das schien den verschiedenen christlichen Kirchen eine unbedingte Notwendigkeit zu sein! "Umsonst", meinte J. BURCKHARDT (1985, S. 138), "ertönt dazwischen immer wieder die Ansicht, das göttliche Wesen *freue* sich verschiedenartiger Verehrung." Und wenn man andere Lehren festgelegt hätte? Dann hätte es später keine oder wenigstens andere Ketzer gegeben, die wegen Abweichungen hätten verfolgt werden müssen? Man kann bei den religiösen 'Vordenkern' auch an MONTESQUIEU denken: "Tritt eine Idee in einen hohlen Kopf, so füllt sie ihn völlig aus, weil keine andere da ist, der ihr den Rang streitig machen könnte." **Wie tief gingen** bei den Auseinandersetzungen emotionale, **echte Glaubensüberzeugungen**? Bei den hohen Geistlichen? Bei der oft einbezogenen indoktrinierten, auch aufgehetzten, sicherlich auch nach Sensation und Geschehen dürstenden Bevölkerung? Man muß wohl dem Byzantinisten ERNST STEIN (1928, S. 457) zustimmen: "In Wirklichkeit ist das gelegentliche unmittelbare Interesse weiterer Kreise an den dogmatischen Formeln nur durch grob mißverständliche agitatorische Ausdeutung der gegnerischen Dogmatik hervorgerufen worden, den Leitern der streitenden Parteien aber dienten ihre Glaubenssätze regelmäßig nur als Waffen im Kampfe um rein machtpolitische, wirtschaftliche und nationale Interessen."

Als besonders schlimmer Vertreter einer Ketzerei galt noch im 13. Jh. der um 400 n. Chr. wirkende, aus Britannien stammende PELAGIUS, der von der **Erbsünde nichts** wissen wollte (J. M. COCKING 1991, S. 144). Das stellte sicherlich eine Grundlage des Glaubens in Frage stellte. Der römische Mönch JOVINIAN wirkte **gegen die Askese** und **gegen** die **Verherrlichung der Ehelosigkeit** und er und seine durchaus nicht wenigen Anhänger wurden vor allem auch nach widerlegender Polemisierung durch den heiligen HIERONYMUS exkommuniziert. Im sich festigenden Christentum wurde gestritten und bald verfolgt wegen des verschieden gesehenen **Wesens von Jesus** (S. RUNCIMAN 1957), ob mehr oder weniger göttlich und nach dessen Tod überhaupt nicht überprüfbar. Nur **Schriftzeugnisse** dienten **als Argumente**. Die in Nicäa zurückgewiesenen Anhänger des **ARIUS**, die **Arianer,** sahen keine echte Gottheit von Jesus. Ihnen wurde von den Gegnern der Satz verübelt: "Es gab eine Zeit, in der Christus noch nicht war" (G. HAENDLER 1981, S. 88), also mit seiner Geburt als Mensch überhaupt erst zur Existenz

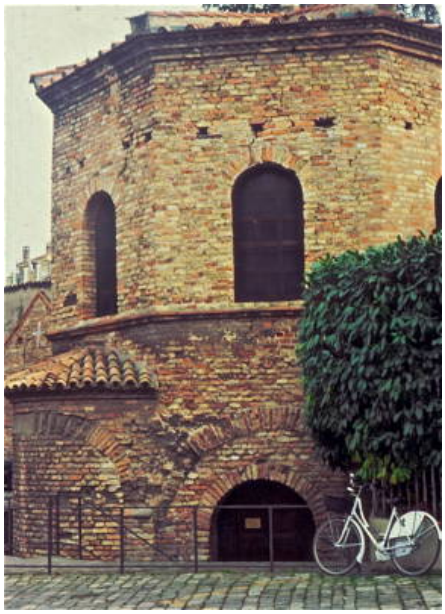

Abbildung 282: Arianer-Taufkapelle Ravenna, Ende 5. Jh..

kam. Ein staatliches Dokument vom Februar 380 verurteilte alle "Spielarten des Arianismus" (S. 115), dem etwa die Ostgoten anhingen.

Die **Paulikaner**, die Anhänger des PAULUS von SAMOSATE aus dem Königreich Armenien, meinten, daß Jesus als bloßer Mensch geboren wurde und bei seiner Taufe, aber eben erst da, durch einen Gnadenakt Gottes von diesem "adoptiert" wurde (M. D. LAMBERT 1981). Und wie "göttlich" war dann **Johannes der "Täufer**"? Er hatte eine andere Sekte geführt und es mußte peinlich wirken, daß der baldige Gottessohn Jesus sich erst einmal von einem Menschen taufen ließ (W. DAHLHEIM 2013 b, S. 91). und die Geschichte mußte also geschickt in die Orthodoxie eingebaut werden.

Erst im hohen Amte als Patriarch von Konstantinopel von 428 . 431 und dann Verfolgter der konkurrierenden Alexandriner war NESTORIUS (a. Wikipedia 2018). Auch NESTOR betonte das Menschentum von Jesus übermäßig im Unterschied zur "Einigung zweier Naturen in Christo ohne Vermengung", verteidigt auch von Papst SIXTUS II. (E. STEIN 1928, S. 456). Die unvermischte, geteilte Natur in Jesus, göttlich und menschlich, wurde auch :Dysphysitismus' genannt. Die harte Auseinandersetzung gab es auf dem Konzil in Ephesos 431. NESTOR war schon Anfang 430 nach Petra verbannt worden, dann nach der Oase Thebais, bis zu seinem Tode 451 oder 453 nach Oberägypten. NESTORs Anhänger, die **Nestorianer**, waren trotz der Kriminalisierung ihrer Zusammenkünfte und der Verbrennung der Schriften NESTORs, also ihrer Verurteilung als Irrgläubige, nicht zum Nachge-

ben bereit und wichen nach dem Osten aus. In Persien, China und später auch im Mongolenreich waren sie präsent. 553 kam die erneute Verurteilung des Nestorianismus auf dem 2. Konzil von Konstantinopel. Anders lehrten etliche **Theologen in Alexandria**. Sie lehnten jedes Menschsein von Jesus ab, sahen seine göttliche Wesensart von Anfang an und wurden die **Monophysiten**, mono-physis = eingestaltig, genannt, ihre Religion dementsprechend **Monophysitismus** geheißen, Sie wurden 451 vom 4. Ökumenischen Konzil in Chalcedon verurteilt. Aus den Monophysiten gingen **die Kopten in Ägypten** hervor. Sie herrschten einst auch in Syrien. Wieder einiges anderes lehrten die **Maroniten** (Wikipedia 2014), den **Monotheletismus**, wonach Jsus zwar eine menschliche und eine göttliche Natur besaß, aber nur einen göttlichen Willen. Die Maroniten konzentrierten sich später auf den Libanon. Für etliche gab es auch Zurückweisung aller Bilder, des Kreuzes und anderer Symbole. Mit der religiösen Zersplitterung gab es auch das Ausscheiden von Ägypten und Syrien aus dem gemeinsamen griechische-römischen Kulturkreis (E. STEIN 1928, S. 457). Eine besondere Abspaltung im Westen Nordafrikas waren die nach DONATUS, Bischof von Karthago, benannten **Donatisten** des 4. und 5. Jh.

Wie etwa die Nestorianer oder in der Neuzeit die Hugenotten in Frankreich zeigen, **wandern Gläubige einer bestimmten Richtung lieber aus** als sich einer Anpasung an eine andere Glaubenrichtung selbst innerhalb einer gleichen Großreligion zu unterwerfen, auch wenn durch neue Machtverhältnisse das nahegelegen hätte.

Es entstanden in der frühchristlichen Zeit auch so manche **Verrücktheiten**. Etwa **Eremiten** in Höhlen. Als besonders verehrt von Pilgern war etwa der heilige Simeon, der von 417 - 439 n. Chr. auf einer Säule in N-Syrien gelebt haben soll, '**Säulenheiliger**' war, und dem natürlich bei aller Leibtötung von anderen Nahrung von unten gereicht werden mußte, was eigentlich einem Eremitendasein widersprach. Um die Säule wurde eine Basilika gebaut, die **Simeonsbasilika**.

Schließlich wurde im Westen von Rom, vom Vatikan die angeblich für alle weitere Menschheitsgeschichte **verbindliche Auffassungen festgelegt**, wenn auch spätere vatikanische Konzile vertraten, weitere neue verbindliche Auffassungen dekretieren zu dürfen. Verbindlich also jene Dogmen über die göttliche Dreieinigkeit, die heeilige Trinität, die Schuld der Menschen von Geburt an, den sühnenden Kreuzestod eines angeblichen nur zeitweilig ein Mensch gewesener Gottessohn, die Buße und Zerknirschung! Das konnte man oft nur unter Todesdrohung bezweifen. Und 385 wurde unter gewisser Mitwirkung des Staates in Trier der etwa strenge Askese forderne Bischof von Avila, PRISCILLIAN, wegen häretischer Betätigung hingerichtet, nicht ohne Proteset anderer Bischöfe und in Spanien als Märtyrer verehrt (G. HAENDLER 1981, S. 128/129). Aber Verfolgung bis zum Tod gibt es



Abbildung 283: Ort des Säulenheiligen, Simeon-Basilika/Syrien .

nun auch in den Reihen höhergestellter Christen gegen Christen, hörte mit PRISCILLIAN nicht auf! Nun waren mit der Verbrennung von PRISCILLIAN mit der Beseitigung von Abweichlern im Christentum die Weichen neu gestellt worden und bis zur Aufklärung im 18. Jh. sollte daran nicht viel ändern. Wenn auch der Fall PRISCILLIAN zunächst ein Einzelfall war. Und die richtige Lehre zu vertreten war noch bis in jüngste Zeit vielleicht entscheidend für eine Karriere im öffentlichen Dienst! Mit welchem Recht dieser **Meinungsterror**!? Eine Frechheit?! Und daß man immer und immer wieder und bis heute dem religiösen Gerede die Weihe des Erhabenen, Großartigen, Heiligen, jedem Spott Entzogenem und letztlich von Eingeweihten zu Entscheidendem zuspricht zeugt von einem dahinterstehenden Wahn. Was vielleicht der Gelehrte nicht versteht, das mit der "Heiligen Dreieinigkeit" etwa, das glaubt dann manche naive gläubige Oma erfaßt zu haben. Vielleicht, im 21. Jh., mit dem "Wachturm" in der zitternden Hand. O Naivität des Denkens!

Eine Meinung ist auch: Ohne die Kirchenlehre würden manches großartige Kunstwerk fehlen? Ergreidende Requiem hätte man auch auf manche "heidnischen" Götter schreiben können! Wenn denn die Musikentwicklung so weit gewesen wäre. Und was die Wissenschaft betrifft: Diese **Dogmenfestlegung** ist **eine der Wissenschaft völlig entgegengesetzte geistige Haltung**. durchgeführt von Personen, die sich als göttlich inspiriert ausgeben und denen das viele, allzu viele, abnahmen. Nichts war und ist bewiesen, nicht die Auferstehung, nicht die Himmelfahrt, nichts. Alles beruht auf vagen Berichten. Auch später hinzukommende Dogmen sollten dann, wenn von Papst kommend, göttlich inspiriert sein. O GoTT! Aber es gab ausreichend erfolgreich forschende, **wissensreiche Gelehrt**e, welche in den verschiedensten Jahrhunderten und bis heute dem Gottesglauben und auch

der Christologie anhingen und anhängen. So stark wirken die Tröstungen der Religion!

## Die Weltgeschichte christlich gesehen - OROSIUS

Ein Niedergang der römischen Welt, von Intellektuellen frühzeitig gesehen, erhielt mit der Plünderung Roms durch die Westgoten 410 n. Chr. Schreckensgestalt, wurde bedauert und von Nichtchristen auf die Christen zurückgeführt. AUGUSTINUS, in Nordafrika, hat in "De civitate Dei" das christliche Gemeinwesen hochgestelltund die Weltgeschichte als von seiner christlichen Religion her betrachtet.

In diesem Zusammenhang verfaßte der aus Braga (heute Portugal) stammende spanische, nach Nordafrika in den Bereich von AUGUSTINUE gekommene Priester PAULUS **OROSIUS** (H.-W. GOETZ 1980, J. VOGT 1983, S. 191 ff.) um 400 n. Chr. eine von AUGUSTINUS angeregte, 'Weltgeschichte', "Historiarum adversus paganos libri VII", mit Blick auf angebliche bisherige 5618 Jahre **Geschichte, hinter der Gott stehen sollte**. Im **Geschichtsverlauf einen 'Sinn' zu sehen** und nicht nur ein unbeständiges. von historischen Gesetzen nicht bestimmtes Geschehen, war gerade bei reliigös geprägten Geschichtschreibern bis in unsere Gegenwart vorhanden.

Die Weltgschichte würde widerlegen, daß die Übel der Gegenwart mit dem Christentum zusammenhingen (H.-W. GOETZ 1980, S. 21). Die vorchristliche Zeit wurde als eine Zeit der Schrecken vorgeführt wurde. Nun wäre alles milder geworden. Es bestand ein einheitliches Reich. Die Plünderung Roms durch den Christen ALARICH wäre doch milder abgelaufen als Einfälle der Gallier in vorchristlicher Zeit (S. 98). OROSIUS bejahte das Römmische Reich als das Reich, in dem das Christentum entstehen und sich ausbreiten konnte und das die Juden bestrafte, Gott habe dahinter gestanden. Die Kriege, welche das Imperium schufen, waren also nötig gewesen. Die 'Heiden' bereiten OROSOSIUS Sorge, aber nur durch ihre Kontakte mit dem Römischen Imperium konnten sie dem Christentum zugeführt werden und so müßte wir die heidnischen Einfälle eben ertragen (S. 125, 129). Die Wirkung des OROSIOS auf die Zeitgenossen war wohl gering (S. 108). Im Mittelalter kam die große Anerkennung für OROSIOS. Auch bot er manches über die Profangeschichte im Römischen Imperium. OROSIOS' Werk hat "das historische Bild des Mittelalters entscheidend geprägt" und wurde geschätzt wegen der Verknüpfung von "Welt- und Heilsgeschichte" (H.-W. GOETZ 1980, S. 164). Es wurden einmal 245 Handschriften vom 6. bis zum 17. Jh. zusammengestellt (H.-W. GOETZ 1980, S. 149). Handschriften fanden sich auch in kleineren Klosterbibliotheken, in Reichenau vom 9. Jh, in Blaubeuren vom Ende 11. Jh., (S. 150). 1471

erschien eine erste Druck-Ausgabe (S. 149) und bis Anfang des 17. Jh. erschienen noch 25 Ausgaben im Druck (S. 150). Auch **ORIGINES** hatte gemeint, daß es kein Zufall war, daß Kaiser AUGUSTUS und Jesus zur selben Zeit erschienen, denn der Frieden im Reich erzwingende AUGUSTUS habe damit die Verbreitung des Christentums möglich gemacht (H.-G. BECK 1994, S. 96), und man mochte an göttliche Vorsehung denken..

Der schreibende Priester **SALVIAN** in Massilia meinte, daß die Siege der Germanen über Christen und Römer "eine wohlverdiente göttliche Strafe" wären wegen dem oft unsittlieeh Verhalten der Reichen gegenüber den Armen und der Römer gegenüber den Fremden und übertreibt wohl die Zustände stark (J. VOGT 1983, S. 433 ff.).

Aus dem Adel stammt der dichtende **SIDONIUS APOLLINARIS** (J. VOGT 1984, S. 437 ff. ), christlich, aber nicht asketisch und zuletzt Bischof von Clermont. Wenn **ZOSIMOS** (P. BARCELO 1988) um 500 eine römische Geschichte, "Nea Historia", von AUGUSTUS bis 410, mit klarer Sympathie zum Heidentum verfassen konnte, dann zeugt das vom Widerstreben der alten, nunmehr eigentlich verbotenen Weltauffassung.

Von AUGUSTIN bis HEGEL gibt es den Glauben an eine göttliche Lenkung der Geschichte. Aber auch für den Gläubigen: "Die heilige Geschichte trennte sich dem Christen als sinnverschieden von der profanen" (K. JASPERS 1955, S, 14),

## Kritische Einschätzung und Analysen zur Entstehung des Christentums in der Neuzeit

Der 'Rationalismus' mußte dem Fundamentalismus, dem einseitigen christlichen, über Jahrhunderte weichen, mit nur geringem Aufflackern hin und wieder einer rationaleren Weltsicht und dem 'Relativismus'. Die geduldete, ja gebilligte Vielfalt, der Pluralismus, mußte der Einheit, weichen. **Der Fundamentalist** kennt und duldet oft **keine Abweichung** seiner einmal akzeptierten, meistens anerzogenenen Meinung - **ein für die Wissenschaft unmögliches Verhalten**. Pluralismus bedroht Religion. Was viele innerreligiöse Streitigkeiten nicht ausschloß. Die Religionsführer müssen sie durchsetzen, die sogenannten 'Offenbarungen', die man nicht in der eigenen Erfahrung finden kann (R. SAFRANSKI 2015, S. 463), "man kann sie nur glauben oder auch nicht, ... solch aparte Geschehnisse wie Jesu Kreuzestod, seine Auferstehung, ... daß er übers Wasser gegangen ist und Tote zum Leben erweckte" Und (R. SAFRANSKI 2015, S. 563; Hervorhebung durch ZIRNSTEIN): "Der Glaube an solche seligmachenden Vorkommnisse bedarf der beständigen Abwehr von Zweifeln und von Zweiflern, erforderlich ist eine homogene Gruppe von

Mitgläubigen, die sich wechselseitig bestärken und dadurch gegen Zweifel immunisieren. **Da Nichtgläubige oder Zweifler durch ihre schiere Existenz den Gläubigen anfechten**, **drängt solcher Glaube** zur Mission, sogar **zum Fanatismus**." Der Weg ins Mittelalter war in solcher Sicht geebnet.

Intellektuelle namentlich des 18. Jh. setzten sich mit als erste vom Christentum mehr oder weniger ab. Der Dichter SCHILLER (Werke, 1. Band) bedauerte Jahrhunderte nach der Antike wenigstens poetisch den Verlust der Götter Griechenlands, den Verlust der Vielfalt:

"Alle jene Blüten sind gefallen

Von des Nordes winterlichem Wehn.

Einen zu bereichern unter allen,

Mußte diese Götterwelt vergehn.

..."

Und es heißt sogar:

"Damals trat kein gräßliches Gerippe

Vor des Bett des Sterbenden. Ein Kuß

Nahm das letzte Leben von der Lippe,

Still und traurig sinkt ein Genius

Seine Fackel, Schöne lichte Bilder

Scherzten auch um die Notwendigkeit.

Und das ernste Schicksal blicke milder

Durch den Schleier sanfter Menschlichkeit."

Und GOETHE (hier zit. aus R. SAFRANSKI 2015, S. 420) bedauerte in der 'Braut von Korinth':

"Und der alten Götter bunt Gewimmel

Hat zugleich das stille Haus geleert,

Unsichtbar wird einer nur im Himmel

Und ein Heiland wird am Kreuz verehrt."

Fühlten sie nach, was der 'ungetreue' JULIAN APOSTATA auch mit empfunden haben könnte? Allerdings kam die Kirche nicht umhin, den Himmel in Übernahme

des Alten Testaments schließlich mit neuer Gestaltenvielfalt zu bevölkern und wurde diese immer wieder bereichert durch all die Märtyrer und Heiligen, oft traurigen, finsteren Leuten. Ja es gab eine **himmlische Hierarchie**, und der oberste Gott war gewissermaßen der König über Vasallen, Trabanten, Boten. Das sollte der Gläubige bitteschön beachten, und Papst GREGOR DER GROSSE wird zitiert mit (zit. aus J. RICHARDS 1983, S. 71): "Daß aber die Geschöpfe nicht in vollständiger Gleichheit leben und regiert werden können, das lehrt und das Beispiel der himmlischen Heerscharen. Denn da es Engel und Erzengel gibt, so sind sie offenbar nicht gleich, sondern, wie Ihr wißt, unterscheidet sich der eine vom anderen nach Macht und Rang. Wenn sich also selbst unter denen, die ohne Sünde sind, offenbar jene Verschiedenheit zeigt, welcher Mensch sollte sich dann nicht gern dieser Ordnung unterwerfen, der auch die Engel, wie man weiß, unterstellt sind."

Die monotheistischen Religionen, das Judentum und das Christentum, und später mit etlichen Einschränkungen auch der Islam bezeichneten sich bis zur Gegenwart als allein im Besitz einer göttlichen Wahrheit zu sein und behinderten die Andersgläubigen, selbst innerhalb der Varianten im Christentum oder dem Islam. Ja die "Theologie" - erscheint sie nicht als bitterster Feind des "lieben Gottes" von Normalmenschen?

Im 19. Jh. (s- d-) haben **bibelkritische Forscher,** die meistens von der Theologie kamen, die Entstehung des Christentums näher verfolgt: BAUR, BAUER, STRAUß, RENAN und weitere.

## Geschehnisreiche Spätantike

### Und was war nun der 'Untergang'?

Man sprach viel vom '**Untergang'** es Römischen Reiches, am umfassendsten zuerst dargestellt von dem englischen Historiker des 18. Jh. EDWARD GIBBON in "The History of the Decline and Fall of the Roman Empire". GIBBON beginnt 'seinen' Verfall des Römischen Imperiums mit dem 180 n. Chr. wohl im Grenzlager an der Donau erfolgtem Tode von MARK AUREL, der gefolgt war auf TRAJAN, HADRIAN, ANTONIUS PIUS. Aber später gab es immerhin noch DIOKLETIAN, Kaiser 284 - 305 n. Chr., und im frühen 4. Jh. KONSTANTIN, gestorben 337, und noch gab es das Römische Reich auch unter diesen und danach.

Wann folgte der "Untergang" im engeren Sinne. Mit dem Vorrücken der vor allem germanischen Völker mußten die Römer zurückweichen. Um 440 wurde Britannien von den römischen Legionen aufgegeben. Die christlich gewordenen Briten sind den heidnischen, grausamen, über das Meer kommenden Sachsen ausgeliefert und

müssen sich schließlich nach dem Westen, nach Wales zurückziehen. Die Rheingrenze stellte zunächst als Verbündeter von Hunnen AETIUS 446 noch einmal her, aber sie war auf die Dauer nicht zu halten. Die einheitliche Verwaltung im Westen verschwand. Etwa die Straßen verwahrlosten. An Stelle der Geldwirtschaft kam wenigstens teilweise auch wieder Naturalwirtschaft.

Aber **was ging unter**? Doch nicht alle Menschen! Auch nicht alle Städte! Auch nicht alles, was an politischen Errungenschaften, an Juristerei geschaffen worden war. Vom Heidentum blieb allenfalls Kunst. Aber die neue Religion des Christentums war durchaus ein Produkt der Spätantike, auch durchsetzt mit Gedanken PLATO(N)s.

Eine wenigstens bedingte **Kontinuität zum Mittelalter** entgegen dem gern verwendeten Begriff vom "Untergang", eine Kontinuität zuerst zu den Germanenreichen und namentlich zu dem unter allen germanischen Staatsgründungen weiterbestehenden Frankenreich betonte unter Verwertung damals neuer Forschungsergebnisse der Wiener Historiker ALFONS DOPSCH (1925/1938). "Das Wetsrömische Reich", betonte DOPSCH (1938, S. 254) etwa, "ist nicht durch einen gewaltigen Stoß von außen zerstrümmert worden", sondern ist "allmählich ohne Erschütterung eingeschlafen", also erlitt keine völlige rasche Zerstörung. Weithin gab es für die sogar aufgenommenen "germanischen Völker" eine "friedliche Durchdringung also weithin ohne Kampf und Streit." DOPSCH zitiert den oströmischen Schriftsteller AGATHIAS, daß "die Franken überaus geschickt und anpassungsfähig seien" (S. 255). Allerdings möchte man dem entgegenhalten: Grausam waren sie auch! Man spricht auch bei den Germanenreichen von "subrömischer" Gesellschaft, zumal das Latein Amts- und auch Kirchensprache blieb und die Bischöfe meistens lateinischer Herkunft waren.

Es blieb so viel erhalten, daß das westliche und mittlere Europa auf dem römischen Fundament bauten. Auch wenn viele Steine, in Römerzeiten mühsam gebrochen, zu neuen Bauten zusammengefügt wurden. In den einzelnen Gegenden war der Umbruch auch unterschiedlich. Relativ geordnet ging manches an Besitzerwechsel wohl im Moselgebiet vor sich (R. PÖRTNER 1987). Hier wäre auch noch ein bemerkenswerter Tatbestand fetzuhalten: Das spätrömische Moselgebiet war dicht besiedelt, wies zahlreiche größere römsche Gutshöfe auf und das blieb so. Und auch heute ist das Land noch fruchtbar, trägt Ernten, wurde auch nach jahrhundertelange Nutzung nicht ausgelaugt.

Um noch auf weiteres hinzuweisen: Aus der rheinischen Glasindustrie der Römerzeit, namentlich in Köln, ging das fränkische Glasgewerbe hervor (A. DOPSCH 1938, S. 260), R. PÖRTNER 1987). Daß in der Frankenzeit auch durch fürstliche Franken-Damen die antike Kunst geschätzt wurde bewies ein 1956 im Kölner Dom gefun-

denes Frauengrab mit Beigaben auch aus Byzanz.

Nochmals sei zitiert auch ROSTOVTZEFF (1942, S.449): "Obwohl diese Welt alterte, starb und verschwand sie nie: sie lebt in uns fort als tragender Grund unseres Denkens, unserer religiösen Haltung, unserer Kunst, unserer sozialen und politischen Einrichtungen, selbst unserer materiellen Kultur."

Am Ende des 20. Jh. sind es französische Historiker, sind es F. BRAUDEL 1990, S. 164), DUBY, AYMARD, in England COLIN RENFREW (zitiert bei A. LAWLER 2010, welche der Vorstellung von 'Verfall' nicht viel abgewinnen können und auch in den als zerfallen geltenden Staaten eher Veränderung, Weiterleben, auch besiegter Menschen, und Weiterexistenz auf anderer ökonomischer Grundlage sehen. Gerade das einst unter CÄSAR so schwer bekriegte Gallien erhielt sehr viel vom römischen Erbe. Es läßt sich schwer beurteilen: "Soll man die Eroberung Galliens durch die Römer verdammen oder soll man sie preisen, weil Frankreich aus ihre hervorging?" (R. ARON 1985, S. 489). Jedenfalls wurden in der Römerzeit Weichen gestallt.

Mit der im Jahre 800 erfolgten Kaiserkrönung von **KARL DEM GROSSEN**, dem Herrscher des Frankenreichs, sah man die F**ortsetzung des Imperium Romanum**, hier von dessen Westhälfte, In **'Ostrom'** wurde das oft sehr finster gesehen. "Rom" war also auch im Westen nach der seinerzeitigen Interpretation etwa des Papstes nicht 'untergegangen', sondern hatte nur seinen Schwerpunkt verlagert, seine Religion durch eine neue, die christliche, abgelöst. Und Fortsetzung gab es eben in zwei Reiche.

Das **Geschichtsdenken** bis weit in die Neuzeit bevorzugte die Annahme von **Kontinuität**. Selbst das Erscheinen von Jesus erschien nicht als Bruch, sondern angezeigt durch Vorhergehendes. Kontinuitäten wurden in der Geschichte wohl auch von vielen einfachen Menschen gern gesehen. Neues, gar ganz Neues, drang nicht durch. Revolutionäre hatten es immer schwer. Gänzlich Neues, bis hin zu Weltanschauung, Weltbild, Eigentumsverhältnissen, Zeitrechnung fanden bei vielen nur schwer oder gar nicht Anklang und Gewalt half oft nicht weiter. Selbst die Jakobiner der Französischen Revolution 1794 suchten Anleihen bei der Römischen Republik der Antike. Im neueren Italien hat der Faschistenführer MUSSOLINI Anschlüsse an das Römische Imperium konstruiert und sah namentlich in 'Kaiser' AUGUSTUS ein Vorbild, obwohl im Unterschied zu den bei ihm hineinkontruierten Friedensbemühungen MUSSOLINI neue Kriege initiierte (W. SCHIEDER 2008, S. 140). HIer wie anderswo und gerade in Anknüpfung an 'Rom' gilt: "Erfunene Traditionsbezüge bedürfen keiner Legitimierung durch wissenschaftliche Erkenntnisse, vielmehr gehört es zu ihrem Wesen, daß sie rein fiktional konstruiert sein können und nur des Scheins der Plausibilität bedürfen" (S. 140).

Der 'Untergang' des Römischen Imperiums oder wenigens sein Zerfall als ziemlich einheitliches Staatsgebilde wurde zum immer wieder bemühten Beispiel, wurde zum **Paradigma des Zerfalls** eines 'Weltreiches', zum wichtigen Fall der **Niedergangsforschung**, Glied einer pessimistischen Geschichtsbetrachtung. Und das Ende des 20. Jh. war voll davon.

Das alles anders wurde ist zweifellos - und über Kontinuität oder Untergang läßt sich viel streiten und ist auch vom Inhalt der Begriffe bestimmt. Gegeben hat es auf jeden Fall '**Auflösung'** (A. DEMANDT 2014), ein Ende des tatsächlichen staatlichen Zusammenhaltes, bei manchem überlebenden ideellen Zusammenhalt. Die **verschiedenen Zeitalter** in der weiteren Menschheitsgeschichte und die verschiedenen Fachvertreter sahen, auch interessengeleitet, die Auflösung oder gar **den Untergang unterschiedlich,** wie ALEXANDER DEMANDT großartig vorstellte. Ein Aufklärer wie GIBBON betonte die Religionsfrage mit ihrem Anderssein gegenüber den heidnische Religionen, Soziologen sahen zugenommene soziale Gegensätze, das zunehmend Fremdvölkische und wie manche zeitgenössische Römer selbst Dekadenz, naturwissenschaftlich interessierte Gelehrte verwiesen auf Bodenerschöpfung im Sinne des Chemikers LIEBIG oder auf Seuchen und Menschenmangel. **Chemiker** sehen für den Niedergang eine **Bleivergiftung** zahlreicher Menschen, namentlich wohl in den Städten, wegen der Bleirohre für die Wasserversorgung und dem Blei'zucker', also Bleiacetat, das zum Weinsüßen diente (W. TERNES 2013, 2013, S. 267). Etwa um Christi Geburt stieg der Bleigehalt im Grönlandeis um das 3-fache und, erschlossen aus Bergbauresten, wurden (nach HOLLEMANN-WIBERG) in dieser Zeit etwa 60.000 t Blei/Jahr produziert (n Teamwork Biochemie der Elemente 2013, S. 266). Bleivergiftung war nicht auf die Römerzeit beschränkt und man möchte fast feststellen, eine Gesellschaft kann nur bestehen, wenn Chemiker und Toxikologen sie schützen. Der **Ansturm von außen**, von Norden, und die nicht mehr mögliche Verteidigung hat sicherlich viel zur Auflösung beigetragen, und manche sehen darin nicht ohne Berechtigung den Hauptgrund für das, was vor allem seit dem 5. Jh. geschah.

In manchen gerade fernen Zeiten träumten manche von der Wiederaufrichtung des Römerreiches, so der deutsche jugendliche Kaiser OTTO III. Unabhängig vom Zerfall des Römerreiches kamen immer wieder Weltreichsideen, so wie es eher fern dem griechischen Denken der Mazedonier ALEXANDER versucht hatte. Aber das Mongolenreich von DSCHINGIS KHAN, das Tatarenreich von TAMERLAN, das Spanische Weltreich, das Osmanische Großreich, die versuchten oder gar für etliche Zeit geglückten Großreiche des 20. Jh. - keines entging seinem Zerbrechen. Nur China lächelt weiter? Waren Großreiche nötig, damit es irgendwie zu Veränderungen kam, nach Zerstörungen oft grausamster Art? War der **Weg über** das **Römische Imperium** unungänglich um **zur Kultur des europäischen Mittelalters** zu

kommen?

Bis in das 21. Jh. gibt es immer wieder neue Interpretationen über den Untergang des Römischen Reiches oder eben das nicht. Und so haben Historiker immer wieder Stoff, um aufzutreten auf einem Terrain, auf dem kaum jemals alle möglichen Faktoren in ihrer einzelnen Rolle gefaßt werden. Der Historiker PETER J. HEATHER (2011; u. a. Wikipedia 2013) sehen als wichtigen Faktor wieder den Stoß von außen, die Hunnen und die von ihnen ausgelösten **Migrationen**. Ansonsten wäre von innen her auch das Weströmische Reich noch nicht zerfallsreif gewesen. Wirkt hier der Blick auf die Migrationen der eigenen Zeit? Und wie war es aber mit der Sowjetunion? 'Transformation' gab es auch hier. Die Sowjetunion zerfiel im Unterschied zum Römischen Imperium nicht durch Einbrüche Fremder von außen, ja nicht einmal durch Aufstände im Inneren. Separation war eher Folge des Zerfalls. Die stets von Gewalt geprägte römische Welt endete in immer neuen Gewaltorgien vor allem auch im Westreich. An dme einen Tag gefeierte Feldherren und Führer oder gar Kaiser und dann hingerichtet oder einfach erstochen, die STILICHO, Kaiser MAJORAN, AETIUS, MARCELLUS, 455 Kaiser VALENTIAN III. War die römische Bevökerung nach all den öffentlichen Tötungen in Kämpfen und Hinrichtungen in den Arenen und vor allem auch dem Kolosseum in Rom so abgebrüht, daß sie das wenn überhaupt informiert hinnahm? STALINs Sowjetunion und das Nordkorea von 2013 im alten Rom? Der Purpur des letzten römischen Kaisers ROMULUS AUGUSTUS, Sohn eines hingerichteten Vaters und eines hingerichteten Onkels, wird **476** durch den als 'König' in Italien von Konstantinopel anerkannten ODOAKER nach Konstantinopel geschickt (P. HEATHER 2011). Rom begann nach unserer Zeitdatierung 753 v. Chr. mit einem 'Romulus' und endete als Westreich 1200 Jahre später mit einem ROMULUS. Der erste Romulus war schon Mörder, der seinen Bruder Remus wegen dessen spöttischem Sprung über die noch niedrige Stadtmauer erschlug. In römischen Augen - wohl doch gerechtfertigt! Verächtlichmachung von Landesverteidigung ist selten gut bekommen. Beide Gründer Roms und von der gleichen Wölfin gesäugt galten immerhin als Söhne des Kriegsgottes Mars und der Priesterin Rhea Silvia, also vom Vater her Gottessöhne. Nun waren sie längst degradiert und die Verehrung eines neuen, höher stehenden Gottessohnes wurde Pflicht. Der letzte ROMULUS durfte sich immerhin lebend auf ein Landgut zurückziehen. Das heißt in Dalmatien lebte bis 480 noch ein dorthin geflüchteter Vorgänger des ROMULUS AUGUSTUS, JULIUS NEPOS, und man kann 'Westrom' auch mit ihm enden lassen (M. BECHER 2011, S. 144/145). Andere übernahm das politische Morden.

## Aus der Völkerwanderung und dem Rückzug der Römer hervorgehende Staaten und Zustände

Das **Oströmische Reich blieb Einheitsstaat**, wenn auch im Verlauf der kommenden Jahrhunderte durch einwandernder Völker **zunehmend amputiert**. Mit den namentlich im Westen bleibend in das Römische Imperium einbrechenden oder friedlicher einwandernden Völker wurden **neue Staaten** gegründet, vom römischen Zentrum Byzanz meistens ziemlich oder völlig unabhängig, souverän, oft untereinander zerstritten. Versuche der Wiederherstellung eines auch den Westen einbeziehenden wieder größeren Römerreich scheiterten, und der Westen kam zu einer viele Gebiete umfassenden Einheit erst unter den Karolingern, und erst unter KARL wurde auch von einem neuen Römerreich mit einem Kaiser gesprochen .

Die **westliche Hauptstadt** wurde schon 402 von Rom in das besser gesicherte **Ravenna** verlegt, aber auch in Italien konnten Germanen neue Staaten gründen oder auch von ihren Staaten auch plündern.

Nach der Plünderung durch die noch wandernden Westgoten 410 besetzten am 2. Juni **455** die Wandalen zusammen mit maurischen Kriegern in einem Überraschungsangriff unter ihrem König GEISERICH von ihrem Reich in Nordafrika aus als Plünderer Rom bis zum 16. Juni (E. STEIN 1928, S. 541, J. VOGT 1983, S. 408). Unter dem Einfluß des Papstes LEO sollen sie nicht gemordet haben, schleppten aber massenweise Wertsachen, Schmuck, auch Statuen, die einst nach Rom gebrachten heiligen Geräte der Juden, die vergoldeten Bronzeziegel vom Jupitertempel und vieles mehr fort. Bis in die Neuzeit wird für sinnlose Zerstörung das Wort '**Vandalismus**' gebraucht, wobei die Wandalen wohl etwas sehr schlecht beurteilt werden. Und mitkommen mußten einige Senatoren und Fachleute, Handwerker, gewerbliche Arbeitskräfte. Auch so konnte man sich römische Zivilsation aneignen. Ein Schiff mit den Wertsachen und Statuen ging jedoch im Mittelmeer unter. Aber das auf anderen Schiffen Verbliebene reichte wohl manchem in Nordafrika zur Gestaltung einem römisch-zivilisierten Ambiente. Und führte daszum 'Verweichlichen'?

Nach 507 entstand nach der Niederlage gegen die Franken auf der Iberischen Halbinsel das **Westgotenreich**. Neben dem schließlich lange überlebenden **Frankenreich** war dieses das **einzige der neuen** Reiche, das länger **bestand**. In Italien kam das **Reich der Ostgoten**. In **Mitteldeutschland** besteht das Königreich der **Thüringer**, nach der Beteiligung auf Seiten ATTILAs auf den Katalaunischen Feldern nach dem Ende des Hunnenreiches im 5./6. Jh. wieder selbständig (G. MILDENBERGER 1959, S. 110). Die neuen Germanenstaaten haben in Anlehnung an römisches Recht ihr **eigenes Recht** aufzeichnen lassen (s. J. VOGT

1983, S. 424) und danach gehandelt, waren also keineswegs Anarchien. **Eheverbote** mit den nichtx zu den herrschenden Germanen gehörenden Menschen der Staaten gab es für etliche Zeit, und ein solches Verbot fiel etwa bei den Westgoten in Spanien am Ende des 6. Jh., als sie den katholischen Glauben annahmen (J. VOGT 1983, S. 431). Nach dem Untergang des Ostgotenreiche folgten nach einem byzantinischen Zwischenspiel die Langobarden.

Vielfach umfaßten diese neuen Staaten mehr oder weniger eine oder mehrere Provinzen des Römischen Imperiums. Zu einem Zerfall einer Provinz kam es in dem jedenfalls nach außen durchaus gut romanisiert gewesenem **Britannien**, neben Dacien Roms zuletzt erworbener Provinz. Immer neue Wellen von germanischen Einwanderern, nicht unbedingt allzu zahlreich, kamen übers Meer und stiegen an Englands flachen und bei den damaligen Verteidigungsmitteln unzureichend zu schützenden Ost-Küsten an Land (P. WENDE 1995). Die Verbindung zu Ravenna ging zu Anfang des 5. Jh. verloren. Roms Truppen mögen nach Gallien übergesetzt sein (u. a. Wikipedia 2019).

Viel bekannt blieb vom **Ostgotenreich**. Auf Aufforderung des Kaisers ZENON zog der Ostgotenkönig THEODERICH nach Italien. Hier regierte ODOAKER, von Byzanz anerkannt, aber dennoch von Byzanz gehaßt, seine Beseitigung gewünscht. Der **493** zum Gastmahl bei THEODERICH geladene ODOAKER wurde hier heimtückisch umgebracht und ebenso seine Truppen und seine Familie (J.VOGT 1983, S. 176, YouTube). Mit Bluttaten hatte THEODERICH seine Herrschaft in Italien begonnen, nomiunell unter byzantninischer Oberherrschaft (s. H. HUNGER 1965, S. 16). Teilweisen '**Untergang**' gab es für jene, welche **Land einbüßten**, teilweise Altbesitz, das an die Leute der neuen Herren, die Goten THEODREICHs, vergeben wurde. Aber THEODERICH, der in jungen Jahren Konstantinopel erlebt hatte, regierte nach den blutigen Anfängen dann ziemlich weise. Italien erlebte eine über 30-jährige Ruhepause. THEODERICH wurde später manchmal sogar 'der Große' genannt. Am Ende wurde nach Urteil des Senats der THEODERICH verdächtige Mitarbeiter, BOETHIUS und dessen Schwiegervater SYMMACHUS hingerichtet (

Gab es **keinen weströmischen Kaiser mehr**, dann war **der oströmische Kaiser wieder Kaiser des einzigen Römischen Imperiums** (M. BECHER 2011, S. 145), so weit es bestand. Der Kaiser in Konstantinopel konnte sich verpflichtet fühlen, das Imperium wieder herzustellen. Es erscheint politisch noch als eine Glanzzeit, ja eine Zeit der **Restauration**, als **JUSTINIAN I. 527** in Byzanz als Kaiser den Thron bestiegen hatte, sich als Oberhaupt des für ihn noch immer als gültig gesehenen einheitlichen Römischen Reichs sah und noch einmal möglichst viele der bis vor etlicher Zeit direkt zum Römischen Imperium gehörende Territorien wiederzuerobern suchte (R. BROWNING 1992). Zunächst mußte man sich

damit begnügen, die Germanenkönige als so etwas wie des Kaisers Statthalter zu sehen, um die Illusion von einem großen 'Rom' aufrecht zu erhalten. Bald sollte aber zur Tat geschritten werden, zum roll-back, unter JUSTINIAN, zum "Kampf um Rom". Der Feldherr BELISAR **besiegte 533 die Wandalen** in Nordafrika, die mit ihrer Flotte gerade auf Eroberung abwesend waren und so gab es in Nordafrika weniger Widerstand. In THEODERICHs Familie gab es moralischen Verfall, und die Tochter AMALASUNTHA und ihr zum König gemachte Cousin THEODAHAT hätten sich am liebsten JUSTINIAN ergeben, aber die ostgotischen Große widersstrebten. BELISAR landete 535 mit Truppen auf Sizilien, THEODAHET wurde von den eigenen Leuten umgebracht (Wikipedia 2020). Auch gegen den neuen, auch erfolgreichen Ostgotenkönig WITICHIS/WITTIGES (Wikipedia 2020) gab es Erfolge BELISARs, denn WITICHIS konnte nicht in das von oströmischen Truppen 536 besetzte Rom einrücken und kam 540 bei dem kampflosen Einrücken von BELISAR in Ravenna in byzantinische Gefangenschaft, wurde aber in Byzanz sehr ehrenhaft behandelt. Damit endete 540 der 535 begonnene erste Gotenkrieg. Verlustreich war der Krieg gegen die Ostgoten in Italien nach 542. Der **542** König der Ostgoten gewordene TOTILA (Wikipedia 2020) konnte manches zurückgewinnen, zumal die römischen Steuereintreiber schon wieder unbeliebt geworden waren. Zeitweilig konnte der Rom besetzen, ließ eine gotische Flotte bauen, verfolgte die Taktik der verbrannten Erde. Mit 30.000 Elitesoldaten rückte der byzantinische Feldherr NARSES, ein Eunuch aus Armenien, über den Balkan und dann von Norden in Italien ein. Am 30. Juni 552 siegte NARSES bei Gusta Gallorum oder Taginae genannt, in Umbrien, und TOTILA fiel. Der nachfolgende König TEJA fiel im Oktober 552 am Vesuv und schließlich kapitulierte die letzte gotische Einheit 555 nördlich von Salerno und folgten mit der Zeit die verbliebenen gotischen Stadtkommandanten, **bis 561**. Für die Bevölkerung Italiens, auch die nicht-gotische, bedeutete die Wiedereroberung durch Byzanz wegen der **Kriegsverwüstungen** eher eine Katastrophe, gegen die sich die Zeit des THEODERICH trotz der Fremdregierung als angenehmer abhebt (J. RICHARDS 1983, S. 14/15 u. a.). Die Gotenkriege wurden das Sujet des wohl bedeutendsten der Professorenromane des 19. Jh., jener des Jura-Professors und Germanen-Historikers FELIX DAHN mit seiner Schilderung des Untergangs der Ostgoten. Aber auch unabhängig von den Gotenkriegen zählte das zur Zeit von AUGUSTUS noch Millionenstadt gewesene Rom noch vielleicht 80.000 Bewohner (G. WOOLF 2015, S. 362).

Italien wurde so wieder dem erneuerten Römischen Reich eingefügt. In Ravenna schildern in der Basilika San Vitale **Mosaiken** die Pracht des Kaiser JUSTINIAN, seiner Gattin THEODORA und des Hofstaates, und Mosaiken gibt es auch außerhalb in San Apollinare in Classe bei Ravenna. Aber verloren blieb bis auf Teile das einer Wiedereingliederung in ein neues Großreich nicht geneigte Hispanien,

verloren der ganze Westen mit Gallien, Britannien, Germanien und alle Gebiete nördlich der Donau. Zu aller Not traf diese verstärkend die **Pest,** und das immer wieder. Und in Konstantinopel gab es innere Kämpfe, obwohl auch hier die Pest die Bevölkerung gewaltig vermindert hatte. Weil wohl auch dadurch die Möglichkeiten der imperialen Erneuerung erschöpft waren, war der Weg zu neuen eindringenden Fremden gerade auch im Osten eröffnet. Aber es erscheint fast als Wunder, daß trotz Parteikämpfen in Konstantinopel und Pest so viel Restauration gelungen war und Kultur bestand. An der Grenze zu Persien wurde auch Frieden gesetzt, aber der Osten blieb auch eine Achillesferse des Byzantinischen Reiches.

Die Freude über die Wiedergewinnung Italiens dauerte nicht lange: 3 Jahre nach JUSTINIANs Tod im Jahre 563 rückte **568** das Germanenvolk der **Langobarden** , die 'Langbärtigen'. von Pannonien aus mit ihrem bäuerlichen Treck in Oberitalien ein. Auch andere Germanenethnien, so Sachsen, hatten sich angeschlossen. Und bald heißt es bei dem Historiker MENANDER (1955, S. 202): "Fast ganz Italien wurde von den Langobarden verheert und gebrandschatzt", und der Kaiser konnte keine Hilfstruppen schicken und "bemühte ... sich, so gut er konnte, die Langobardenfürsten durch Geschenke zu gewinnen und mit Versprechungen auf reichen Lohn auf seine Seite zu ziehen." Glüchlicherweise blieb das nicht so und die Langobarden wurden Staatsgründer- Ein späterer gelehrter Langobarde, PAULUS DIACONUS, schreibt außer anderen Werken im 8. Jh. in Latein eine 6-bändige unvollendete 'Geschichte der Langobarden', von der Landnahme an, und von ihm stammen viele Informationen. Das Werk ist eine der wichtigsten Geschichtsquellen der ausgehenden Antike und des frühen Mittelalters. Es kam zunächst nicht zu einer Stabilisierung eines Langobardenreiches, denn der Eroberungskönig ALBUIN wurde von seiner Frau ROSAMUNDE 572 ermordet, weil der sie gezwungen hatte aus dem zu einem Trinkbecher umgearbeiteten Schädel ihres Vaters zu trinken (YouTube 2018). Der Nachfolger KLEPH wurde 574 auch umgebracht (J. RICHARDS 1983, S. 19). Unter fränkischer Bedrohung wurde das Königtum der Langobarden mit AUTHARIS, dem Sohne KLEPHs 584 wiederhergstellt (J. RICHARDS 1983, S. 20), konsolidierte sich das weite Teile des nördlichen und mittleren Italien umfassende neue eigene **Königreich** mit der schon 572 eroberten Hauptstadt **Pavia**. Der Name 'Lombardei' erinnert noch an das **Langobardenreich**. Die Krone des Langobardenreiches im Norden eroberte später KARL DER GOSSE;

Die Einfälle von Fremdvölkern im Westen gingen rascher als im Osten vonstatten und führten hier schneller zu bleibenden politischen Veränderungen. Aber auch 'Ostrom' zerbrach im letzten an **Einfällen von außen**, auch wenn es hier noch etliche zeitlich begrenzte Wiedereroberungen (H.-G. BECK 1994, J. J. NORWICH 1998 II) und Wiederaufrichtungen gab und der Untergang mit der Verkleinerung des Territoriums sich länger dahinzog. "Byzanz", das "Oströmische Reich", war

jahrhundertelang insgesamt ein schrumpfender Staat.

## Byzanz – Seuchen, große Architektur und auch Erfindungen sowie klerikale Auseinandersetzungen

## Die Pest

Byzanz - das war wie manchmal in jenen Zeiten auch Seuche und Tod. Bei der **Beulenpest** in Byzanz 542 starben möglicherweise 2/5 der Einwohner, zeigte sich die Ohnmacht gegenüber Seuchen und lagen weite Landstriche neu einwandernden Menschen offen. Durch die Pest mag JUSTINIANs Versuch der Wiederherstellung alter römischer Ausdehnung begrenzt worden sein. Seuchen dieser Art lösten andererseits wohl manchmal unbeherrschbare Überbevölkerung. Die damalige Pest breitete sich aus bis nach Irland (J. A. S. EVANS 2000, S. 160 ff.). Die Mittelmeerbevölkerung sank bis 600 vielleicht auf 60% der von 100 Jahre früher. Eine weitere Pest folgte 746, von THEOPHANES (in L. BREYER 1957, S. 65) gesehen als Gottes Strafe, "weil die Herrscher in gottloser Weise die heiligen Bilder beseitigt hatten ..." Und "ganze Häuser" starben aus, und um die Toten unter die Erde zu bringen "wurden nicht nur die meisten Weingärten aufgegraben, sondern auch die Gärten innerhalb der alten Mauern für die Bestattung der Menschen herangezogen."

## Bauen, Architektur im Ravenna der Ostgoten und Bauten im Byzantiniaxchen Reich

Große Leistungen hinterließ die **byzantinische Baukunst** und auch die der davon eeinflußten Völker. Byzantinischer Baustil findet sich in bis weit in den Balkan, etwa an der bulgarischen Sxchwarzmeerküste oder im Süden Kleinasiens, in Diyarbakir, dem antiken Amida.

Etwa 16 m hoch ist das **Grabmal** des Ostgotenkönigs **THEODERICH** (Internet) am heutigen Stadtrand von **Ravenna**, das von THEODERICH noch zu Lebzeiten in Auftrag gegeben um die Zeit nach 500 n. Chr. angesetzt wird.

Die großen Quader kamen aus Istrien, also von jenseits des Meeres, wurden perfekt bearbeitet, mörtellos aufeinander gesetzt. Und erstaunlich der monolithene, also einheitliche Deckquader mit einem Durchmesser von 10,6 m und von möglicherweise bis 300 t, der auf das Grabmal aufgesetzt wurde. Dieses ist der



Abbildung 284: "Byzanz" in Diyarbakir. 2007.



Abbildung 285: Grabmal THEODERICH Ravenna.



Abbildung 286: S. Apollinare Nuovo Ravenna.

größte aus der Antike erhaltene Dachmomolith. Wie geschah das Aufsetzen? Mit der schrägen Rampe?

Herausragend war der 537 eingeweihte Neubau der einst unter KONSTANTIN errichteten und im Nikäaaufstand 532 zerstörten **Kirche Hagia Sophia** in Konstantinopel durch ANTHEMIUS von TRALLES und den Mathemraiker ISIDOR von MILET (I. BULMER-THOMAS 1973, J. A. S. EVANS 2000, S. 217). Nach einem Teileinbruch 558 hat der Neffe des ISIDOR die Kuppel der Kirche um 6 m erhöht. Die Hagia Sophia als größte Kirche der Welt wurde erst etwa 1000 Jahre später von der Kathedrale von Sevilla übertroffen.

Bemerkenswerte Bauten besitzt auch **Ravenna**, nach der Zeit des THEODERICH auch unter JUSTINIAN. In die Zeit der byzantinischen Rückeroberung fällt die **Kirche San Vitale**, geweiht 547, ein **Zentralbau**, ein Oktogon, ein bisher kaum verwendeter Baustil für große Gebäude. Bisher wurden Kirchen im allgemeinen im Stile der langgestreckten Basilika errichtet. Eingetreten in den dunklen Kirchenraum faszinieren die farbigen Mosaiken-Friese des JUSTINIAN und seiner Gefolgsleute auf der einen Seite und die der Kaiserin THEODORA mit ihren Damen auf der anderen Seite. Mosaiken bietet auch die Kirche Sant Apollinare Nuoveo

Diente die Hagia Sophia der Frömmigkeit, so das **Hippodrom** der Unterhaltung, den **Wagenrennen**, gefährlich genug, aber das Hippodrom gehörte nicht mehr den Gladiatorenkämpfen wie Roms Kolosseum. In der Parteinahme für bestimmte



Abbildung 287: Ravenna, San Vitale, 547.

Lenker der Wagen entstanden auf den Zuschauertribünen 2 Parteien, die 'Grünen' und die 'Blauen'. Die Kämpfe zwischen ihnen dehnten sich auch über das Hippodrom hinaus, wurden politisch, und bedrohten die Sicherheit in der Stadt, ja setzten eigene Kaiser ein. Die auch als ruchlos geschilderte Kaiserin THEODORA soll JUSTINIAN von der Abdankunge abgehalten haben.

Zu **Klosterbauten** gehört das große **Johanneskloster** auf der Ägäis-Insel **Patmos** von 1088, auf den Ruinen eines Artemistempels (Wikipedia 2017). Hier soll der Legende nach dem hierher verbannten Johannes die Eingebung zur Apokalypse gekommen sein.

## Der edelste Textilstoff: Seide. - Seit wann in Europa?

Mit Byzanz verknüpfen sich Purpur und Seide. Seidenfaser war zur Herstellung von Seidengewändern ein begehrtes Einfuhrprodukt, aus dem Osten Asiens. Im 6. Jh. wurde in Byzanz der Grund für eine **eigene Seiden-Industrie** gelegt, nachdem der Krieg mit Persien um 540 die alteingessene Seiden-Industrie in Beirut und Tyrus (R. BROWNING 1992) wegen Unterbrechung der Seideneinfuhr aus China ruiniert hatte. Seidenfasern wurde aber ab 410 wohl auch in Persien erzeugt. Der Import lief zwar wieder an. Aber gemäß fast einer Legende erfuhren zwei Nestorianer-Mönche, daß die Seide von einem Schmetterling, dem Seiden-



Abbildung 288: Patmos: Johannes-Kloster.

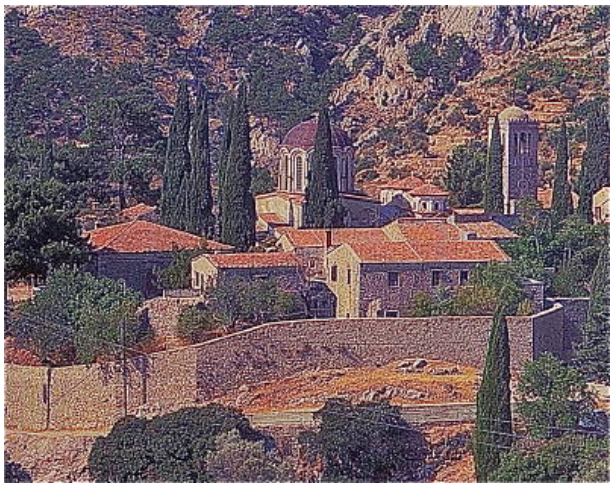

Abbildung 289: Chios: Kloster Nea Moni, Berge bis 1297 m.

spinner, stammt, und im Auftrag JUSTINIANs schmuggelten sie, vielleicht gar im ausgehöhlten Knopf eines Wanderstabes, Eier des Seidenspinners aus Mittelasien nach Byzanz und brachten auch die nötigen Fachkenntnisse in Erfahrung (J. A. S. EVANS 2000, S. 235). Eine eigene Seidenspinnerzucht und Seidenindustrie wurden möglich, kamen zustande im 7. Jh in Kleinasien. Nicht nur Erfinder, auch Schmuggler brechen Monopole, lange vor moderner Industriespionage. Seide war also nicht mehr nur zu importierendes Handeslgut. Byzantnische Seide wurde 'Prestigeexport'.

## "Rhomäer"/Byzanz in Verteidigung: 'Wunderwaffe' "Griechisches Feuer"

Vor all den Verlusten hat Byzanz sich auch gewehrt. Die weite Teile des Ostens erobernden Araber besaßen schließlcih auch ein Flotte und Konstantinopel war von See her gefährdet. Und gerade hier setzte Byzanz eine "Wunderwaffe" von wohl zeitweilig geschichtsentscheidender Bedeutung ein. Nicht löschbare Brandsätze (H. VOLKMANN 1975, S. 303) waren nicht neu. Im Bericht von PROKOP von KAISAREA vom Gotenkrieg wird von einem schwarzen **Pulver mit Explosionswirkung** berichtet, das unter NARSES 552 von MARTINOS eingesetzt worden sein soll. Aus solchen Kenntnissen wurde offensichtlich das "**Griechische Feuer"**, entwickelt (E. PÁSZTHORY 1986, F. THIESS 1992), ein Brandsatz, der wie aus einem Flammenwerfer aus einem Rohr herausgeschleudert wurde. Es gibt dazu ein einziges Bild, die Miniatur in einem in der Nationalbibliothek in Madrid aufbewahrten Manuskript des Geschichtswerkes des JOHANNES SKYLTZES aus dem 11. Jh. (J. SKYLITZES dtsch. 1983, ohne die Illustration; J. HERRIN 2007). Der Brandssatz war wohl eine gelartige Masse (J. HERRIN 2007, S. 141 ff.). Sie brannte auch auf Wasser weiter. Sie war also nicht zu löschen. Der Gegner konnte seine Schiffe nur rechtzeitig zurückziehen. Auch mit solchem Feuer brennende unbemannte Boote konnten dem Gegner entgegengeschickt werden. Der Vergleich mit 'Napalm' ist wohl zutreffend. Eine in der Natur vorkommende Asphatmasse ist als Grundlage anzunehmen. Neue Experimente mit angenommener Nachahmung ließen solche Masse herstellen. Zurückgeführt wird die Erfindung des 'Griechischen Feuers' auf KALLINIKOS, ein **aus Heliopolis**, dem heutigen Baalbek, damals Syrien, heute im Libanon, ein nach Konstantinopel gekommener Architekt. Der byzantinische Kaiser KONSTANTIN IV. erfaßte die Bedeutung der Erfindung, ließ eine Gießerei für die Herstellung der Abschußrohre sowie ein Laboratorium für die Herstellung des Brandsatzes einrichten. Die Waffe wurde 677 gegen die bulgarischen und slawischen Belagerer von Thessalonike eingesetzt und mit voller Wucht konnten mit den feuerspeienden Siphonen in den großen Seeschlachten von 672 bis



Abbildung 290: Stadtmauer Byzanz.

**678** die Eroberung von Konstantinopel und vielleicht des gesamten Byzantinischen Reiches durch die nun auch mit Schiffen ausgestatteten Araber abgewehrt werden. THEOPHANES (in L. BREYER 1957, S. 28) schrieb von der arabischen Belagerung: "Daher faßten die Stadtbewohner Mut, die Feinde aber wurden angesichts der verheerenden Wirkung des flüssigen Feuers von gewaltigem Schrecken ergriffen." 941 galt es den Angriff der Rus abzuwehren. Und benutzt wurde das griechische Feuer auch im Hochmittelter (J. SKYLITZES 1983). Die Herstellung des 'Griechischen Feuers' ist augenscheinlich nie an andere Mächte verraten worden. In jener Zeit blieben im Unterschied zu den Atomwaffen im 20. Jh. "Geheimwaffen" jedenfalls in diesem Falle eben geheim. Sie nachzubauen gelang anderen offensichtlicht nicht. Das 'Griechische Feuer' unterstützte wirkungsvoll die schweren byzantinischen Kriegsschiffe, die **Dromonen**. Das 'Griechische Feuer' war sicherlich ein Stück Chemiegeschichte und es mag auch bei der Suche nach anderen auf Feuer beruhenden Waffen, auf Sprengstoffen, mitgewirkt haben.

Immerhin, durch die **Konsolidierung des** verkleinerten **Byzanz** waren anderswo in **Europa christliche Staaten** jedenfalls von Osten her vorerst **gesichert** und konnte Europa seine weitere kulturelle Entwicklung mit christlichem Antlitz fortsetzen.

## Geographie und – Weltbild zurück in die Vergangenheit

Geographie-Kenntnisse reichten etwa durch den Kaufmann und späteren Mönch KOSMAS (COSMAS) von ALEXANDRIA, genannt INDICOPLEUSTES bis nach **Indien**, ja erwähnt wurde China. Beschrieben wurde das in der um 547 n. Chr. verfaßten Schrift der 'Christlichen Topographie'.



Abbildung 291: Thessaloniki. Stadtmauer.

KOSMAS INDIKOPLEUSTES jedoch vertrat in ausdrücklicher Konfrontation gegenüber PTOLEMAIOS aber wieder die Auffassung von der **Erde als Scheibe**, die vom Meer umgeben ist und den sich der Himmel wölbt. Von großem Einfluß wurde diese Darstellung aber nicht mehr.

Ein Zeugnis für die **kartographische Darstellung** ist ein Füßboden-Mosaik aus dem 6. Jh. n. Chr. in der St. Georg-Kirche in **Madaba** östlich des Toten Meeres im heutigen Jordanien. Das Mosaik ist wie eine Landkarte von Byblos im Norden bis Theben in Ägypten mit dem Heiligen Land im Mittelpunkt und detaillierter Darstellung von Jerusalem und auch der Negev-Wüste, mit Ortsbezeichnungen in Griechisch. Das 1884 bei der Kirchenrestaurierung in der 1880 zerstörten Stadt entdeckte Mosaik war von den seine Bedeutung nicht ahnenden Arbeitern schon teilweise zerhakt gewesen, als der Architekt eingriff. Nach 1896 wurde das Mosaik weithin bekannter.

## Stagnation und Ende eigener erfahrungswissenschaftlicher Tätigkeit - Urteile über Technik und Wissenschaft im späten Römischen Reich

Schon in der noch ruhmvollen **Römischen Kaiserzeit**, als das Imperium auf dem Höhepunkt von schätzungsweise 80 Millionen Menschen bewohnt war (E. FLAIG 2009), sah unter den Zeitgenossen PLINIUS (H. VOLKMANN 1975, S. 305) einen Stillstand in den Wissenschaften, **bedauerte das Ausbleiben von Neuem**. Und das jetzt, wo für viele ein höherer Lebensstandard und größere Sicherheit bestanden als in jenen früheren Zeiten, als die großen griechischen Denker wirkten.



Abbildung 292: Madaba: Kirche St. Georg.



Abbildung 293: Nachbildung Mosaik Madaba.

**Erfahrungswissen**, das Auffinden und die Überprüfung von Tatsachen, gar neuer, wurde so gut wie **nicht mehr** gepflegt.

Unter den Althistorikern betonte OTTO SEECK (1895) die Tatsache, daß die hohe Zeit der römischen Kaiser eine Periode war, in der keine neuen Errungenschaften gelangen, wenigstens keine Erfindungen von irgendwelcher Bedeutung. SEECK schreibt (1895, S. 277): "Aus der ganzen Kaiserzeit können wir keine Verbesserung der Technik, keine Erleichterung der Fabrikation, nicht eine noch so kleine Erfindung nachweisen". Es gäbe allgemeine "Denkfaulheit", das Verbleiben in "ausgefahrenen Gleisen". Selbst die Literatur behandle nur alte Stoffe. Es fehlte also, SEECK zu ergänzen, die 'Gegenwartsliteratur', vielleicht abgesehen von Landesschilderungen etwa der Mosel bei AUSONIUS. Es gab, wie SEECK bemerkte, keine Schriftsteller, bei denen ersichtlich ist, daß sie eine Erschütterung der bestehenden Gesellschaftszustände durch Zukunftsutopien anstrebten und die Mängel der Gegenwart wurden angedeutet höchstens im Lob der ruhmreichen Vergangenheit als die bessere Zeit. Es gab eher Lebensüberdruß, Empfinden des Niedergangs, Ehe- und Kinderverweigerung. - Wie weit, muß man fragen, können aus den erhaltenen Zeugnissen wirklich so allgemeine Schlußfolgerungen gezogen werden? Die damalige Gegenwart, die Kriege des byzantinischen Heeres gegen die Wandalen und Ostgoten, wurden ja doch beschrieben, von PROKOP etwa. Andere moderne Historiker sehen das 2. Jh. als eher friedliebend gute Zeit, in der man also nicht durch Neuerungen behelligt wurde.

Es bleibt aber eines der bemerkenswertesten Phänomene in der Menschheitsgeschichte, in der Kulturgeschichte, daß **nach der** spätantiken religionskrtischen **griechischen Aufklärung**, **nach** den beeindruckenden Ergebnissen der **Erfahrungswissenschaften in Alexandria**, eine solche, nur manchmal schwach durchbrochene Stagnation kam. Es war schon eine Leistung, wenn das einst Geleistete nicht ganz vergessen wurde, nicht ganz unterging. Alle mittelalterliche Philosophie und Wissenschaft in den christlichen Staaten, so viel manche von ihr aufsuchten, ist nicht dem zu vergleichen, was erst mit der Hochrenaissance und der 'Wissenschaftlichen Revolution' erneut einsetzte und erst dann niemals mehr abbrach und auch andere Staaten als nur die in Italien mit sich riß. Über die Gründe der angesichts der überlieferten, kaum noch technischen Schriften zweifellos bestehende **Stagnation** wurde öfters diskutiert, zumal wenn sie mit dem erneuten Aufbruch über tausend Jahre später verglichen wurde. Der Althistoriker EDUARD SCHWARTZ (so in 1943, S. 174) erörterte: "Vergangene Poesie kann auch durch unpoetische Zeiten hindurch gerettet werden; aber die Fackel der Erkenntnis erlischt, wenn die Hände fehlen, die sie weitergeben; von allen Früchten des griechischen Geistes ist es keiner so schlecht ergangen wie der ausgereiften, ein kraftvolles Weiterschreiten ahnenden und planenden Wissenschaft des hellenistischen Zeitalters."

Etwa die Sklaverei wurde für die Stagnation in der Römerzeit verantwortlich gemacht. Die unmittelbaren Produzenten hätten durch technische Verbesserungen ihre Lage nicht verbessern können und den wohlhabenden Nutzer der Sklavenarbeit fehlte der Antrieb zu Erfindungen. Aber Gewerbetätigkeit war keineswegs nur Sklavenwerk. Nach SEECK spielte das nachkommenlose Wegsterben der intelligenteren Geister, durch freiwilllige Kinderlosigkeit, auch durch deren Ausrottung in Bürgerkrieg und durch manche Kaiser, beim Verschwinden der Wissenschaft und neuer Technik mit. Es war also das nachkommenlose Wegsterben der erblich Begabten erfolgt, was manche im 20./21. Jh.nicht anerkennen möchten. Was wohl fehlte waren auch revolutionäre Vorstellungen, nicht mit Religion und religiösen Gehorsam verknüpfte soziale Utopien und Aufstände der Unterdrückten. Viele Menschen wurden dann durch die schlimmen Zeiten der 3. Jahrhunderts, durch die zunehmenden Einfälle von außen, die vielen nicht tragbaren Steuerlasten, die eigene Verelendung und die anderer, zutiefst verunsichert. Die Zahl jener, welche im Wohlsein und damit in Kultur lebten, eine aristokratische und exklusive Kultur, war immer in großer Minderzahl gegenüber all jenen, die Armut litten, ausgeschlossen waren, keine Zukunft sahen. Die fehlende "Weiterentwicklung" mußte nicht Zeichen allgemeiner "Vergreisung", potentielle fehlender Fähigkeiten sein. Es gab ebenso wohl neue Vorstellungen vom Sinn des Menschenlebens. Nicht das gewiß begrenzte Irdische, die Freude an dem begrenzten Leben wie bei den Griechen, sondern gleich die Hinwendung zum angeblich Ewigen, dem Jenseitigen, bestimmte vieles. Bisherige Fragen verloren ihren Wert (F. THIESS 1992). Die Zahl der forschenden Gelehrten war stets gering gewesen und bei aller Herkunft auch aus fernen Provinzen konzentrierte sich in wenigen Zentren. Und ganze Naturbereiche blieben unberührt, waren nicht einmal geahnt. Für die meisten Wissensgebiete der Neuzeit waren auch noch im Römerreich nicht die geringsten Ansätze vorhanden und war so auch keine Suche nach weiterem gegeben. Hätten die Römer in Pompeji, wenn vorhanden, Fernsehen geschaut? Sicherlich doch! Aber es fehlte an allen Grundlagen etwa über Elektrizität, so etwas zu entwickeln Und es gab auch keine Verallgemeinerung chemischer Vorgänge, es war chemische und metallurgische Empirie wie in der Färberei.

"Wissenschaft" kann auch für lange Zeit allein in der Pflege der **Tradition** bestehen. Die **Kirche** im Westen **bewahrte** immerhin das **Latein**, das zwar teilweise ein etwas anderes Latein als das der klassischen Zeit wurde, aber die lateinischen antiken Schriften auch nach Jahrhunderten wieder verwenden ließ.

Ein solcher Vorgang, daß nach den großen intellektuellen Leistungen der Alexandrinischen Zeit und auch in der Blütezeit des Römischen Imperiums **Aufklärung und Forschung so gut wie verschwanden, wiederholte sich** einige Jahrhunderte später **im arabischen Kulturraum**. Wo die Araber im Mittelalter

und Hochmittelalter herrschten, in Andalusien, Kairo und anderswo, wurde nicht nur vieles von der Antike übernommen, sondern auch geforscht und Neues gefunden. Aber auch die intellektuelle Höhe hat sich in den späteren islamischen Ländern nicht erhalten und wurde bis heute dort trotz Atombomben offensichtlich nicht wieder erreicht. Ist es dann ein Verbrechen, an einen 'Untergang der Kulturvölker im Lichte der Vererbungslehre' (BAUR), ein Aussterben von ererbter Intelligenz zu denken? Nicht gesehen wurden dabei die gewaltigen Volksmassen, die bei möglichen intellektuellen Voraussetzungen nie an höhere Bildung herangeführt wurden. Im Ausland haben Personen aus islamischen Ländern und dann auch aus dem rückständigen Rußland sowie der ideologisch engherzigen Sowjetunion durchaus hohe intellektuelle Leistungen vollbracht.

## Übernahme von Wissen von Vorgängern - Wissens-Zusammenfassungen in der Spätantike

Die Germanen waren bei TACITUS kulturell nicht gut weggegkommen, trotz Lob für ihre kernigen Sitten. Aber nunmehr als Staatengründer im Römerreich zeigten ihre Herrscher und Oberschichten wenigstens rasche Aneignung der vorgefundenen Kultur und des Wissens. Die Germanen offenbarten wie in der Neuzeit die Japaner und dann die Chinesen, daß in den Menschen vieler Völker viel mehr entfaltet werden kann als einmal vermutet wurde.

**Statt Neues** zu schaffen, wurden vor allem **überlieferte Autoren wiedergegeben**. Ein Geograph wie MARCIANUS aus Herclea am Pontus um 400 n. Chr. schrieb über manche Dinge, so die Küsten, was er etwa von PTOLEMAIOS übernahm. Es gab, und zwar auch in den neuen Staaten, **Zusammenfassungen** des vorhandenen **Wissens** oder wenigstens von Teilen von ihm. Auch dadurch wurde antikes Wissen den kommenden Jahrhunderten überliefert.

Von dem in **Karthago** im durchaus noch in einem gewissen Wohlstand lebenden **Nordafrika** wirkte zwischen etwa 365 bis 440 MARTIANUS CAPELLA (W. H. STAHL 1974), offenbar ein Lehrer oder Redner, von ihm stammt die in Latein verfaßte Schrift "De nuptiis philologiae et Mercurii", ein sehr verbreitetes Lehrbuch im lateinischen Westen im frühen Mittelalter. In einer allegorischen Hochzeit im Himmel repräsentieren 7 Bräute **die 7 freien Künste**, die zur Grundlage der Fächereinteilung im Curriculum der europäischen Universitäten im Hochmittelalter wurden. Das Werk von VARRO, auf den diese Fächereinteilung zurückgeht, war im frühen Mittelalter nicht verfügbar. Diese 7 Fächer waren einmal die im **Trivium** vereinigten 3 sprachlich-rhetorischen Fächer Grammatik, Rhetorik und Dialektik, und dann die als **Quadrivium** zusammengefaßten 4 mathematisch ori-

entierten Fächer Geometrie, Algebra, Musik und Astronomie.

Im Ostgotenreich des THEODERICH wirkte als einer der Gelehrten BOËTHIUS. Er übersetzte einige logische Schriften des ARISTOTELES und andere Werke aus dem Griechischen ins Lateinische und wollte das weiterführen. Es war die letzte Aneignung des ARISTOTELES und PLATONs im lateinischen Sprachbereich vor dem Hochmittellater. THEODERICH fürchtete geheime Intrigen von Ostrom und ließ den Staatsbeamten BOËTHIUS nach längerer Haft 525 als Hochverräter hinrichten. Hatte BOETHIUS vielleicht durchaus loyal gedient, so hat sein 'politisch-ideologisches' Herz eben doch wohl für Byzanz geschlagen? Immerhin, im Vergleich zu den Lagern und Gefängnissen im totalitären Bereich des 20. Jh. durfte BOETHIUS in der Haft noch eine Schrift verfassen, die ihn überlebte, den "Trost der Philosophie". Aber mit seiner Hinrichtung wurde die Übersetzung der griechischer Texte ins Lateinische durch europäische Übersetzer erst Jahrhunderte später in Toledo möglich.

BENEDIKT VON NURSIA gründete 529 auf dem **Monte Cassino** ein Kloster, das rein theologisch war. Der dem BOËTHIUS ähnlich wirkende, 485 geborene CASSIODOR(US), der im Staatsdienst verblieb, zog sich in das von ihm 554 gegründete **Kloster Vivarium** zurück, wo er 585 100-jährig starb. Hier wurden nicht nur religiöse Werke kopiert, sondern auch griechisch-römische Klassiker. Es wurde auch übersetzt vom Griehischen ins Lateinische, Das besonders auch für medizinische Autoren, Mit dem Kloster Vivarium von CASSIODOR entstand im Westen eine neue Stätte der Bildung (J. VOGT 1983) CASSIODOR starb 585.

Übeall, wo das Christentum angenommen wurde, entstanden Klöster und das christliche **Europa** wurde von einem **Netz von Klöstern** überzogen, Orte auch der Bildung. Von Klöstern aus zogen **missioniernde Mönche**, um das Christentum zu verbreiten, wo es noch nicht bestand und manche wurden **Märtyrer**, oft legendenhaft erzählt in den Beschreibungen ihres Lebens. Christlicher Missionar zu sein wurde Lebensaufgabe mancher gebildeten Männer.

Eine noch lange viel benutzte enzyklopädische Zusammenfassung des von zahlreichen antiken Schriftstellern übernommenen Wissens aus den verschiedensten Gebieten traf im frühen 7. Jh. im **Westgoteneich** der 600 in Nachfolge seines Bruders Erzbischof von **Sevilla** gewordene ISIDOR VON SEVILLA (H.-J. DIESNER 1977, W. D. SHARPE 1973). Das Werk wurde eine Grundlage vieler Bildung im Mittelalter bevor im 12..Jh. die Übersetzertätigkeit alte Werke neu erschloß oder auch jene aus dem Arabischen (CH. H. HASKINS 1927, S. 303) übertragen wurden. Vor allem in ISIDORs VON SEVILLA enzyklopädischem Wörterbuch, dem "Etymologiae" oder "Origines", in dem die Ableitung zahlreicher Worte behandelt wird, faßte er auch zusammen außer Dingen der Religion solche aus der Mathema-

tik, Astronomie, Medizin, menschliche Anatomie, Zoologie, Geographie, Meteorologie, Geologie, Mineralogie, Botanik und Agrikultur, Handwerk und Technik wie Schiffbau, Grammatik. Eine Grundauffassung war: Vier elementare Qualitäten, das Kalte, das Trockene, das Feuchte, das Heiße, setzen die Dinge zusammen und bestimmen deren Eigenschaften gemäß der Menge der darin befindlichen Qualitäten. ISIDORs VON SEVILLA Werk wurde ein Standardwerk für mittelalterliche Bildung. 1598 wurde ISIDOR VON SEVILLA sogar heilig gesprochen..

## Wissenschaft unter JUSTINIAN und danach

Die nach langer Unterbrechung und der Konkurrenz einer Parallelgründung im 5. Jh. auch als Zentrum des geistigen Widerstands gegen das Christentum wiedergeschaffene **Akademie in Athen** (STRIEBEL 2009) wurde jedoch 529 als eine heidnische Institution unter JUSTIANIAN I. nun für immer **geschlossen.** Sie wurde damals geleitet von DAMASCIUS, einem PLATON-Kommentator, während SIMPLICIUS an der Akademie den ARISTOTELES lehrte. So erschien nun der Sieg des Christentums über die heidnische Welt besiegelt? Sieben Gelehrte folgten nach etlichen Jahren für einige Zeit einer Einladung des persischen Großkönigs CHOSROES /KHOSRAN I. nach dessen Hauptstadt Ktesiphon, wo griechische Texte in das Pahlawi, die mittelpersische Sprache des persischen Hofes, übersetzt wurden. Der griechische Bereich war also nicht der einzige, in dem Wissenschaft etwas galt oder wenigstens gegolten hatte. Der von 531 bis 579 regierende CHOSROES I. gilt oft als der größte der persischen Herrscher vor der arabischen Eroberung.

Mit der Schließung der Athener Akademie war aber das Gelehrtentum im Oströmischen Reich und namentlich in Konstantinopel nicht für alle Zeiten beendet. Es gab auch neue **Abschriften** griechischer wissenschaftlicher Texte. In der Zeit JUSTINIANs hat ISIDORE VON MILET Schriften des ARCHIMEDES neu aufgelegt (J. A. S. EVANS 2000, S. 217). Einer byzantinischen Prinzessin im 6. Jh. war gewidmet die in der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien sich befindende **Handschrift** des Werkes von dem im 2. Jh. n. Chr. lebenden DIOKURIDES, jetzt,,in der späteren Handschrift aus dem 6. Jh., mit Hunderten von Pflanzenbildern (H. HUNGER 1965, S. 18), den Pharmaka der Zeit. Es gab auch weitere Zeiten der Wiederbelebung, so wird in der sich etwa in der Buchmalerei sich ausdrückenden Verschmelzung von Antikem und Christlichen unter der 'makedonischen Dynastie' von einer 'makedonischen Renaissance' gesprochen und wurden damals wichtige Klassikerhandschriften gerettet und textlich bearbeitet (H. HUNGER 1965, S. 24). Auch die **klassische griechische** Sprache blieb so in den Gelehrtenkreisen bewahrt. Der große Wissensverlust geschah in Alexandria.

Bibeltexte, **HOMERs Epen**, **Dramentexte, Satiren** - vieles wurde ja erhalten

und späteren Zeiten übeliefert, wurde in Klöstern, etwa in Ägypten, abgeschrieben, auch auf Papyrus (Internet 2018). Im Mittelalter gab es von der 'Ilias' über 260 Handschriften, von der 'Odysee' über 70 (Internet 2018) und die mußten ja von irgendwoher abgeleitet worden sein, eine frühere Quelle besitzen. Die Ursprünge sind zum Teil im Dunkeln. Die Texte waren nicht stets identisch und verlangten spätere Abgleich durch neuere Philologen (Internet 2018), auch durch Dichter, etwa für die deutschsprachige 'Schul-Ilias',

Als Bildungsgut für **Schullektüre** blieben in Byzanz griechische Texte, auch literarische, mit ihren **hellenischen** Mythen und **Göttern und Heroen**, auch fernerhin bis zum Ende von Byzanz in Gebrauch und auch dadurch konnte bei der geistigen Erneuerung im westlicheren Europa im Spätmittelalter an die griechische Kultur angeknüpft werden (H. HUNGER 1995).

Bleibend war die unter JUSTINIAN erfolgte Aufzeichnung, die **Kodifizierung, des Rechts**, in Latein. Sollte man mit dem Dichter HEINRICH HEINE (in 1977, S. 244) spotten: " Welch ein fürchterliches Buch ist das Corpus juris, die Bibel des Egoismus!

... die Römer ... Diese Räuber wollten ihren Raub sicherstellen, und was sie mit dem Schwert erbeutet, suchten sie durch Gesetze zu schützen;

... jenen römischen Dieben verdanken wir die Theorie des Eigentums, das vorher nur in der Tatsache bestand, ... jenes gepriesene römische Recht, das allen unseren heutigen Legislationen, ja allen modernen Staatsinstitutionen zugrunde liegt, obgleich es im grellsten Widerspruch mit der Religion, der Moral, dem Menschengefühl und der Vernunft steht." So der Dichter, der sein Rechtsstudium in Bonn fluchend zu Ende brachte und nie als Jurist arbeitete. Aber 'Recht wer möchte noch rechtlos leben? Der Rechtskodifizierung unter JUSTINIAN folgten im 9. Jh. zwei Rechtshandbücher in Griechisch (H. HUNGER 1965, S. 24).

## Byzanz zwischen Abwehr, Wiedereroberung verlorener Territorien und weiterer Einbuße

'Byzanz', der im Osten verbliebene Teil des Römerreiches, wurde in der Geschichtsschreibung und der Geschichtsphilosophie unterschiedlich bedacht. Das Adjektiv '**byzantinisch**' im bleibenden Sinne wird zurückgeführt auf MONTESQUIEU (N. DAVIES 2015, S. 352) und dieser sah in 'Byzanz' Wirrwar und Verfall. Der europäischen Aufklärung galt Byzanz' als gezeichnet von religiösem Obskurantismus, sinnloser Demut vor den Herrschenden und Grausamkeit unter den Herrschenden. GIBBON, der den Verfall des Römerreichs bschrieb, sah in dem ungefähren Jahr-

tausend des 'Byzantinischen Reiches' nur Epigonentum und Stillstand. Aber in späterer Zeit hat das eigenständige Byzanz manchen Historiker fasziniert und seine wechselvolle und letztlich doch einlineare Geschichte zu manchem Nachdenken angeregt. Byzanz war gegenüber dem westeuropäischen Feudalismus sicher ein unbeweglicheres System (M. W. WEITHMANN 2000, S. 44), aber in der Existenz von 'Byzanz', wie eingeschränkt zuletzt auch immer, mußte auch einiges an Entwicklung in Kultur und Geist bestanden haben.

Byzanz, das letztlich 'griechische Rom', sah sich als das fortbestehende Erbe des Römischen Imperiums. Man nannte sich '**Rhomäer**', auch wenn das Lateinische zugunsten des Griechischen hier schließlich verschwand. 'Byzanz' hat seinerzeit vieles von dem **Erbe der Antike** trotz allem Christentum und auch durch dieses **bewahrt**. "Griechische Wissenschaft und Philosophie, griechische Geschichtsschreibung und Dichtung gehören zum Bildungsgut des frömmsten Byzantiners" (G. OSTROGORSKY 1996, S. 6). Aber die Gebildeten waren eine wohl noch kleinere Minderheit als im alten Römerreich, wenn man vom Klerus absieht. Alle geistige Betätigung war nach dem Verlust von Alexandria und Antiochia an die Araber eigentlich auf die Hauptstatdt ausgerichtet, ja es erscheint das Oströmische Reich schließlich fast als ein Stadtstaat mit sehr weitem Umweltterritorium. **Bestrafung** von Nebenbuhlern im Herrscherhaus, von Aufrührern und Abtrünnigen, von äußeren besiegten Gegnern im ach so christliche Byzanz spotten jeder Beschreibung. Blendung, andere Verstümmerlung wie Abhacken der Füße und Hände, und Hinrichtung auch in den eigenen Oberschichten. Nach einem Aufstand zu ihren Gunsten wurde der Sohn der Kaiserin IRENE, ihr zeitweiser Mitkaiser KONSTANTIN IV., ebenfalls geblendet (Wikipedia 2016). Selbst Kreuzigung wird angewandt. Entsetzlich zugerichtet wurde der schließlich gefangene, auf viele Anhang gestoßene Aufrührer THOMAS DER SLAVE unter dem als versoffen geschilderten Kaiser MICHAEL II. in den Jahren nach 820 (J. SKYLITZES in 1983). Rache an aufsässigen Städten. Massenhafte Pfählung von besiegten äußeren Gegnern. Wie können solche Dinge Byzanz in einem späten Glanzlicht aufscheinen lassen? Wird nicht so viel verdunkelt durch so viel Blut und Dreck. Eine christlich-byzantinische Soldadeska hat bei der Rückeroberung von Kreta 962 (J. J. NORWICH 1998 II, S. 225) und anderswo schrecklich gehaust, vergewaltigt, ermordet, versklavt, von Plünderungen eher zu schweigen und dann kam dennoch der Triumph in Konstantinopel. Auf solche 'Befreiung' wie die von Kreta läßt sich gern verzichten.

## Die Langobarden-Reiche in Italien

Nach der Konsolidieung der Langobardenherrschafr in Italien galten das Königreich der Langobarden und die im südlichen Mittelitalien geschaffenen **langobardi-**

**schen** und vom Norden dann ziemlich unabhängigen Herzogtümer **Spoleto** und **Benevent** als gut verwaltet und kulturvoll (P. RICHE´1995). Barbaren wurden auch hier kultiviert. Wandernde wurde seßhaft. Unter der aus dem bayerischen Herzogshaus stammenden THEUDELINDE, in zweiter Ehe verheiratet mit dem Langobardenkönig AGILULF wurde das Langobarden-Reich zunehmend wurde katholisch. 628 kann der Arianismus als überwunden gelten.

Als Außenregionen in dem ab nun bis ins 19. Jh. politisch nie mehr einheitlichen Italien blieben Byzanz zunächst noch die Exarchate Ravenna, einige isolierte Vorposten, und viel in Nordafrika, so Karthago (H. HUNGER 1965, S. 18). Nordafrika wurde bis 711 von den Arabern erobert.

Die noch byzantinischen Regionen um Rom und Ravenna waren durch die Herzogtümer Spoleto und Benevent getrennt, aber 751 gehörte bis zum Einmarsch des Frankenköniga PIPPIN auch Ravenna den Langobarden. Byzanz verlor in Italien immer mehr. **Sizilien** kam immer mehr unter die **Araber**, die 902 die ganze Insel besaßen und auch über Thessaloniki herfielen (H. HUNGER 1965, S. 14). **Bari** wechselte immer einmal den Besitzer, zwischen sarazenischer Eroberung und byzantinischer Wiedererobeung, war aber immer wieder letztes Bollwerk von Byzanz in Italien (Wikipedia 2018). Am 15. April 1071 eroberte es ROBERT GUISKARD nach 3-jähriger Belagerung für die Normannen, die Bari nach einem Aufstand schwer zestörten, bevor es unter Kaiser FRIEDRICH II. seine kulturelle Blüte erlebte.

## Die Landnahne der Slawen bis hinein nach Griechenland

Kurz nachdem JUSTINIANs Feldherren im Westen etliche Siege errangen, brach vom **Norden eine 'Neue Völkerwanderung'** (M. W. WEITHMANN 2000, S. 36) herein, Ende des 6. Jh., der Einbruch der lange in Pannonien (S. 57) herrschenden nomadischen viehhaltenden **Awaren** und mit ihnen der von den Awaren lange beherrschten **Slawen**. Byzanz hatte keine 'chinesische Mauer' gegen die Steppenvölker. Und die militärischen Kräfte waren für die Wiedergewinnung von ehemals römischen Land im Westen eingesetzt gewesen. Die massenweise hier und in Mitteleuropa und im östlichen Alpenraum einströmenden **Slawen** haben in ihrer Herkunft eine immer noch in vieler Dunkelheit liegende Geschichte, Sie waren **Ackerbauern**. Sie suchten Siedlungsland, also bleibende Wohnstätten. Und es gab im Balkanraum eine "totale ethnische Umwälzung", eine "**Slawisierung**". Das betraf auch Griechenland, auch den Peloponnes (E. HÖSCH 1988). Wie der Balkanhistoriker M. W. WEITHMANN etwa 2000 (S. 53) meint: "Eine derartig rasche und intensive ethnische Ausbreitung - nicht in politischer, sondern in siedlungshistorischer Hinsicht - innerhalb von drei bis vier Generationen ist welt-

geschichtlich jedenfalls ohne Beispiel." Im 9. Jh.kann Byzanz Griechenland wieder 'gräzisieren (S, 62). Thrakien, Makedonien, Bulgarien bleiben slawisch (S. 63). Die heutige Bevölkerung Griechenlands besteht kaum aus Nachfahren der antiken Griechen, zumal im 14. Jh. auch Albaner in Griechenland (S. 107) hinzukamen und auch die Volkstrachten und die der Evzonen-Garde vor dem Parlament von heute auf sie zurückgehen. Einwanderer hatte es aber auch im alten Griechenland gegeben, so wohl die Dorer. Die ackerbauenenden Slawen kamen zunächst nicht zu eigenen Staaten, standen trotz größerer Zahl unter der Herrschaft der nomadisierenden Awaren, später unter jener der sich ihnen anpassenden Bulgaren. Man spricht von einem 'Überschichtungsstaat' (S. 54). Die wandernden Germanen zogen nie mit so vielen Menschen in die Fremde. Sie herrschten dann über jene, in deren Regionen sie zogen und die dort Einheimischen blieben zu einem großen Teil auf ihrem Boden. Im späteren Evangeliar OTTO III. gibt es neben dem thronenden Kaiser 4 huldigende Frauengestalten, die "personifizieren Roma, Gallia, Germania, Sclavinia (W. CONZE 1992, S. 41).

Zum **Charakter der Slawen** und 'Anten' berichtet der Kaiser 'MAURIKIOS' in seiner Schrift 'Strategikon' Widersprüchliches (S. 371 ff.; 371/372.). "... sind frei, lassen sich weder unterwerfen noch beherrschen, vor allem im eigenen Land, sind zahlreich und fähig Schmerzen zu ertragen, halten leicht Wärme und Kälte aus sowie Regen, Nacktheit des Körpers und Mangel an Proviant." S. 375: "Sie sind ohne Herrschaft und hassen einander, kennen auch keine Taktik und verstehen auch nicht im Verband zu kämpfen oder sich im ebenen und offenen Gelände zu zeigen." Sie können sich aber stundenlang unter Wasser aufhalten und atmen dann durch "durchgehend ausgehöhlte Schilfrohre im Mund, die bis zur Wasserobefläche reichen" (S. 375). Die Slawen führten ein "Räuberleben" (S. 373), aber (S. 373) "Den Fremden gegenüber sind sie sanft und freundlich und geleiten sie abwechselnd von Ort zu Ort, wohin sie es wünschen." Gefangene halten sie nicht endlos fest, sondern lassen sie frei oder nehmen sie auf deren Wunsch bei sich auf. Manche Romäer wären zu Slawen geworden und ziehen dann die Loyalität zu ihnen der zu den Romäern vor (S. 381). Die Frauen der Slawen galten als "tugendhaft" (S. 373). Was davon gilt auch für die Slawen in Mitteleuropa? Oder wie richtig sind die Beobachtungen der Byzantiner überhaupt? Bis zu welcher Zeit galt das?

## Byzanz - blieb nicht ein lateinisches Reich, sondern wurde ein griechisches Reich

Die **römische Tradition** jedenfalls im Osten wurde endgültig **aufgegeben**, nachdem auf einen Putsch der gegen die Bulgaren entsandten Armee unter einem dann als Kaiser inthronisierten Offizier PHOCAS 602 Byzanz in eine schwere Krise,

ja Anarchie stürzte (A. LOUTH in J. SHEPARD 2008, S. 226), auch bedeutende Geschlechter ausgemerzt wurden und ein sowohl grausamer als auch etliche Zeit starker Kaiser folgte, HERAKLEIOS (J. J. NORWICH 1998). Gegen die PHOCAS-Anarchie war von Karthago aus HERAKLEIOS, Sohn des gleichnamigen Exarchen in Nordafrika, mit einer Flotte herbeigeeilt und wurde der von vielen begrüßte Retter. Zum Kaiser erhoben hat der zwischen 610 - 641 Regierende Byzanz gründlich transformiert. Nach außen hin wurde das auch Konstantinopel bedrohende "awarische Gewaltmonopol" auch durch die dann aufbegehrenden Slawenstämme erschüttert und das "awarische Khagant" bleibt auf Pannonien beschränkt Durch HERAKLEIOS kam es zur **völligen Gräzisierung** (J. J. NORWICH 1998, S. 370/371; G. OSTROGORSKY 1996, S. 75; S. TORNOW 2011, S. 58), zur Durchsetzung der im Osten des Reiches stets vorherrschenden griechischen Sprache nunmehr auch als Verwaltungssprache und als Sprache in der Armee, Der Herrschertitel 'Imperator Augustus' wurde ersetzt durch **'Basileus'**, den griechischen Königstitel. **'Ostrom' war endgültig 'Byzanz'** geworden, auch wenn es sich selbst nicht so nannte, sondern weiterhin 'Romäi'. Gab es in der Zeit von Besitzungen von Byzanz in Italien dort auch noch Griechisch-Kenntnisse, so gingen diese danach stark verloren. GREGOR III. war der letzte römische Papst, der, 711, beim Kaiser in Byzanz um die Genehmigung zur Annahme seiner Wahl nachsuchte (H. FUHRMANN 1988, S. 138). In der sogenannten Themenverfassung wurde das **Heer** wie im Westen schon üblich, **angesiedelt,** was den Grund legte für die Unabhängigkeit der örtlichen Truppenführer, "das heißt letzten Endes zu feudalherrlichen Machtbildungen" führte,während das Städtewesen auch Kleinasiens "seine wirtschaftliche Machtbasis verlor" und verfiel, während aber Konstantinopel in Abwehr aller arabischen Angriffe weiterhin blühte (E. PITZ 1978, S. 5).

Eine **Zäsur in der Geschichte Europas** wurde, daß **im Westen** ein Jahrhundert nach der völligen Trennung des römischen Papstes von Byzanz ein **zweites Kaiserreich** entstand, das schließlich auch vom Oströmischen Reich anerkannt wurde: Das zweite Kaiserreich kam, mit der **Kaiserkrönung** des Frankenkönigs **KARL, DEM GROSSEN**, durch den Papst. Und was die liebevollen Christenkirchen betrifft: Im Jahre 1054 verfluchten sich Papstkirche und Ostkirche gegenseitig (H. FUHRMANN 1988, S. 174).

Der westliche Teil Europas, einschließlich des Nordens und Nordwestens wurden also anders geprägt als der Südosten und - mit Rußland dann auch der Osten, nämlich durch 'Byzanz'. **Dem lateinischen römischen Westen** stand gegenüber und drückt sich bis heute in vielem aus **der griechische byzantinische Osten.** Lateinisch blieb zunächst das westliche Nordafrika, bis zur Eroberung durch die **Araber** - aber damit kam eine **weitere** tiefgreifende **Zäsur in den Mittelmeerraum**.

## Griechisches Byzanz - Niederlagen, neue Ausdehnung, neue Niederlagen, bis zur Plünderung durch die Kreuzfahrer 1204

## Erschöpfender Dauerkrieg zwischen dem Byzanz und Persien der Sassaniden und das Vordringen der Araber

Im ersten Viertel des 7. Jh. drangen unter dem von 531 bis 579 regierenden Großkönig CHOSROE II. und seinen Nachfolgern wie HORMIZD IV. die **Perser** tief in Kleinasien ein, waren diejenigen, die wohl Städte wie Sardes oder Ephesos und 622 Ankara/Ancyra zersörten, besetzten Ägypten, eroberten Rhodos und versklavten die Bevölkerung (C. FOSS 1990). Es gab auch das Zusammengehen der Awaren und Perser auf dem Seewege gegen Konstantinopel. Die einst offenen, weil unbedroht erscheinenden Städte Kleinasiens wurde dann zu kleineren und nun befestigten Städten. Man hat **auch mit dieser Periode das Ende des Spätantike** angesetzt (C. FOSS 1990). 628 gab es innere Unruhen in Persien (C. FOSS 1990, S. VI 74). Der byzantinische Kaiser HERACLEUS konnte den Persern nachsetzen. Es kam **629**, nach dem Tod des seit 591 in Persien regierenden CHOSROE II. zu einem Arrangement (C. FOSS 1990, S. I 744). Das Tal von Euphrat und Tigris wurde wieder die Ostgrenze von Byzanz gegen Persien. Wenige Reiche hatten wohl ein solches wechselndes Schicksal wie das Byzantinische, und es war noch lange nicht der Abschluß.

Das Byzantnische wie das Persische Reich waren jedoch schwer mitgenommen und erschöpft. Alles gut? Bald folgten **die Araber**. Ein bisher in der Antike nicht aufgetretenes Volk trat beflügelt durch die neue Religion des Islam die südeuropäisch-nordafrikanisch-nahöstlich-asiatische Geschichtsbühne. Für Byzanz konnte es kaum ein Trost sein, das durch die Araber zuerst das Perserreich, das Reich der Sassaniden verschwand. Der Islam kam auch hier zur Herrschaft. Bald stand wieder die Existenz von 'Byzanz' auf dem Spiel. Der nun kranke oder gar halbwahnsinnige HERAKLEIOS war wie in Lähmung und auch Grausamkeit verwandelt (J. J. NORWICH 1998, S. 371). Das Byzantinische Reich, das Reich der "Rhomäer", verlor noch im 7. Jh. seine Ostprovinzen und bis 711 ganz **Nordafrika** an die Araber. Die christliche Bevölkerung in Ägypten und dem weiter westlichen Nordafrika, also Regionen, die so manchen Kirchenvater hervorbrachten, trat mehr oder weniger rasch (A. HOURANI 1999) großtenteils zum Islam über. Das war wohl ein Zeichen dafür, wie wenig bei vielen, wohl vor allem bei den Berbern in Nordafrika, die bisherigen Herren und ihre christliche Religion hatten Fuß gefaßt. Die islamische Prägung blieb Ägypten wie dem übrigen Nordafrika erhalten. Am Ende des 20. Jh. waren etwa 10% der Bevölkerung Ägyptens noch Christen: die **Kopten**. Das östliche Mittelmeer war nicht mehr 'römisch' und christlich. Gewal-



Abbildung 294: Aufgang z. Madara-Reiter.

tig waren die wirtschaftlichen Verluste für Byzanz, etwa die fehlenden Einnahmen aus Abgaben, so der von Ägypten (H.-G. BECK 1994, S. 31). Und bedroht von einer den Arabern dienenden Flotte wurde 670 und 717/718 auch die Hauptstadt Konstantinopel.

## Konkurrenzstaat Bulgarien . nimmt aber das östliche Christentum an

Als weitere Konkurrenz für Byzanz erstand im Nordosten **ab 681** das **Bulgarenreich** (E. HÖSCH 1988). Die Bulgaren, ein Turkvolk, hatte an der Wolga ein Reich besessen. Daran erinnert noch die Kleinstadt Bolgar mit ihrem Burgwall (Wikipedia 2015). Die auf den Balkan eingewanderten Bulgaren waren gegenüber den zahlenmäßig überwiegenden Slawen zuerst die Herren, Sie nahmen aber dann sogar deren Sprache an. Und es erstand mit Bulgarien ein staatsähnliches slawisches Gemeinwesen (H.-D- DÖPMANN 1973, M. W. WEITHMANN 2000, S. 62). Mit gewisser Möglichkeit ist das Relief des Reiters von Madara auf einer etwa 100 m hohen Felsenwand nicht weit entfernt von der ersten Bulgarenhauptsadt Pliska ein Protobulgare und stammt aus dem 7. Jh. (Wikipedia 2013).

Im Jahre 809 nahm Bulgarenkhan KRUM **Serdica**, das spätere Sofia. Siegreich und hart drang wegen seiner Härte auch bei den eigenen Leuten unbeliebte Kaiser



Abbildung 295: Reiter von Madara.



Abbildung 296: 2. Bulgarenhauptstadt Preslav.

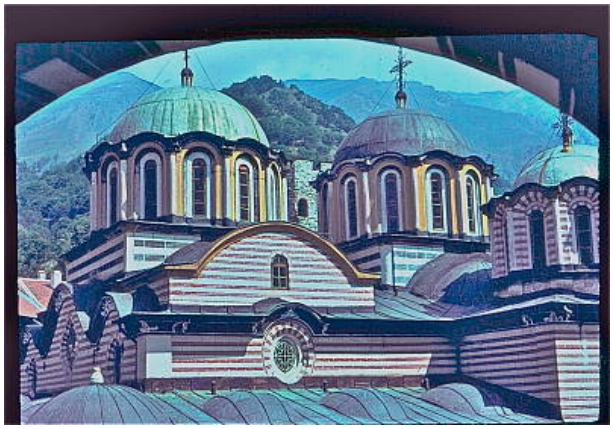

Abbildung 297: Bulgarien blieb orthodox. Rilakloster.

NIKEPHOROS I. (THEOPHANES bei L. BREYER 1957, S. 158/159) gegen die Bulgarenhauptstadt Pliska vor, ließ den Palast des Khans trotz dessen Unterwerfungsbereitschaft niederbrennen. Aber dann, 811, schloß KRUM das byzantinische Heer ein. Die Besiegten wurden getötet. Den Schädel des getöteten Kaisers NIKEPHOROS I. ließ KRUM reinigen, in Silber fassen und er diente als Trinkgefäß. Ostroms Ende? **Mesembria/Nessebar** an der Schwarzmeer-Küste wurde 813 von KRUM eingenommen. Ein von NIKEPHOROS schwer gedemütigter und geflohener, in Kriegsgeräten erfahrener Araber unterwies die Bulgaren im Gebrauch solcher erbeuteten Geräte Die Byzantiner wurden 813 bei Adrianopol, wieder einmal gerade dort unweit der Tore von Byzanz, geschlagen, Konstantinopel wurde belagert. Aber da starb KRUM.

Weniger Jahrzehnte später, **864**, nimmt der **bulgarische Fürst BORIS** (G. MORAVCSIK 1976; S. 175) mit vielen seines bisher nur sporadisch schon bekehrten Volkes das von Byzanz aus gebrachte **Christentum** an, mehr als ein Jahrhundert vor der Christianisierung des Kiewer Staates. Der Slawenapostel KYRILL führte die nach ihm benannte **kyrillische Schrift** ein, hervorgegangen aus griechischen Buchstaben. Im beginnenden 10. Jh. regierte die Bulgaren der in Byzanz erzogene SIMEON. Die Unabhängigkeit der bulgarischen Kirche war 927 anerkannt worden (Wikipedia 2017). Die einmal Byzanz bedrohenden **Bulgaren** wie die **Rus** wurden unter dem Einfluß der öströmischen Kirche **christlich** und das prägt sich bis heute in den deren Liturgie und Sakralbauten aus. Aber größte Grausamkeiten standen noch bevor.

## Byzanz kann auch noch einmal siegen - über Araber und grausamst über Bulgarien

Mit Härte und Grausamkeit wurde im **10. Jh.** mit der Schwächung der arabischen Macht trotz innerer Kämpfe in Byzanz eine Wiedereroberung der von Byzanz an die Araber verlorenen Territorien eingeleitet, kann nach einem späteren Begriff auf der Iberischen Halbinsel von einer **'Reconquista'** gesprochen werden, die im Osten möglich war. 960/961 wurde **Kreta** wieder byzantinisch und blieb es bis 1204. Unter dem Kaiser NIKEPHOROS PHOKAS (W. GARROOD 2013) wurde wieder eingegliedert Kilikien und 969 Antiochia, und zum Klientelstaat wurde Aleppo. Nicht lange besetzten 970/971 die ägyptischen Fatimiden noch einmal Nord-Syrien. JOHANNES I. TSIMISKES, der seinen Vorgänger NIKEPHOROS PHOKAS beseitigen ließ, erobert Damaskus, Baalbek, die syrische Küste und zum Klientel-Staat wurde Armenien.

Stimmt es völlig, daß der **über die Bulgaren 1014 siegende** Kaiser BASILEIOS II., "Bulgaroktonos", 14.00 bis 15.000 bulgarische Krieger blendete und diese mit wenigen noch mit einem erhaltenen Auge zur Abschreckung ins bulgarische Landesinnere zurückschickte? War nun die schweren Niederlagen gegen Khan KRUM von 811 bis 814 gerächt, fast 150 Jahre nach der chrsitlichen Missionierung der Bulgaren? Die Zeit war zweifellos eine ohne Empathie!

Weite Teile des bulgarischen Territoriums waren nun wieder byzantinisch. Und in disser oder erst in der nachfolgenden Zeit (Wikipedia 2017) mögen die kleinen Kirchen von **Nessebar** von privaten Stiftern, vielleicht nach diesem byzantinischen Außenposten Verbannten, gestiftet worden sein. .

**1186** erstand nach einem Aufstand 1185 unter Führung von IWAN ASSEN und seinen Brüdern ein **Zweites Bulgarisches Reich**, ein vergrößertes, unter dem 1196 vom Bojaren IWANKO ermordeten IWAN ASSEN als Zar. Der Mörder IWANKO als Nachfolger löste sich auch von Byzanz und nach weiteren Morden wurde das 2,

Bulgarische Reich 1197 - 1207 unter KALOJAN, mit der Hauptstadt **Tarnowo**/Tirnowo, ein Staat mit weiterhin oft nicht einheitlich handelnden Feudalherren, aber auch ein Staat mit hoher Kunst und Kultur, mit den Bauten der Architekturschule von Tarnowo (Wikipedia 2017). Der Stil ist byzantinisch, aber dekorativer.



Abbildung 298: Rand-Byzanz: Mesembria/Nessebar.



Abbildung 299: Nessebar: Kirche Gabriel u. Michael. 1959.



Abbildung 300: Nessebar: Bischofskirche. Zustand 1959.



Abbildung 301: Assenfestung: Muttergottes-Kirche.



Abbildung 302: Tarnovo, auf dem Zarenhügel.

## Landnahme der Ungarn und Bedrohungen für Byzanz durch die Normannen

Die Wanderungen ganzer Völker im Norden vor allem hörten nicht auf. Auch nach den nunmehr in ihrer Volkszugehörigkeit als ziemlich unbestimmt angesehenen Hunnen. Immer wieder waren die Grenzen des Byzantinischen Reiches bedroht. Neue Völker zogen nach dem Herzen Europas und gründeten dort sogar neue Staaten. So die **Ungarn** im Pannonischen Becken, im "Karpathenbecken", und ihnen angeschlossene Völker mit der "Landnahme" um 900. Woher kamen sie? Aus Westsibirien, dem nördlichen Ural, Teil der ugrischen Völker, die Ungarn in enge Beziehung zu den Bulgaro-Türken getreten? (I. BARTA et. al. 1971, S. 8). Zuerst nomadisierende Hirten, auch nach Westen ausgreifende Plünderer und dann doch um 1000 christianisiert, wie andere europäische Völker zivilisiert und dennoch harte Krieger. jedoch später auch Kulturträger und auch beteiligt an den Wissenschaften, Freunde der deutschen Siedler, die sie nach Siebenbürgen holten. Es entstand nördlich des Balkanhalbinsel ein nicht-slawisches Reich.

Was Byzanz im **11. Jh.** betrifft: **Normannen** landen in **Unteritalien und auf Sizilien** und es gab große Verluste für Byzanz, und dies wie im Falle der Bulgaren durch christliche Konkurrenten. **Verloren** gingen Sizilien und bis zur Mitte des 11. Jh. Unteritalien, also Apulien und Kalabrien. Ein Schmerzensjahr wurde **1071**: Verloren die letzte Festung in Unteritalien: **Bari**. Und dann kamen von Osten die türkischen **Seldschuken** und bereiteten den Byzantinern ebenfalls **1071** in der Schlacht von **Manzikert** in Ost-Anatolien, wohl entschieden am Freitag, den 26. August (J. J. NORWICH 1998 II, S. 443), eine gewaltige Niederlage . Es folgte alsbald der Verlust großer Teile von Kleinasien. Das 1080 eroberte Iconium,

**Konya**, wird Hauptstadt des Reiches der **Seldschuken-Türken**. 'Byzanz' wurde ein Rumpf-Rom rings um die Ägäis mit einigen Ausläufern nach Kleinasien und dem Balkan.

## Theologische Auseinandersetzungen in Byzanz, Bilderstreit, Philosophie und Wissenschaft

Trotz der über die Jahrhunderte hin zunehmenden und nur zeitweilig unterbrochenen territorialen Verluste war Byzanz nicht nur als ständigen Absteiger auch in kulturellen Dingen zu sehen, denn ein Reich, auch ein Verluste erleidendes, liegt nicht jahrhundertelang, bis ins 15. Jh,, nur im Sterben (R. PFEILSCHNEIDER 2014). Das gilt vor allem für die ersten Jahrhunderte der Spätantike.Auf dem Hintergrund der militärischen Siege und auch Niederlagen fanden jene vor allem **theologischen Auseinandersetzungen** statt, welche die heutigen Byzantinisten faszinieren (H.-G. BECK 1994), Dinge, welche der Ergründung der materiellen Wirklichkeit fernstanden und mit denen nachdenkende Köpfe sich aus späterer Sicht blockierten.

Aufgeschaukelt hat sich der auch im Westen nicht unbekannte **Streit um Symbole und Bilder**. Der philosophisch Gebildete mochte Göttliches abstrakt denken. Wie stand es mit dem einfachen Gläubigen, gar dem Analphabeten? Durfte man Bilder (J. M. COCKING 1991, S. 92) erlauben ohne das Göttliche zu entehren und damit wieder heidnisch wirkenden Kult zuzulassen? Konnte es sein, daß man einen fernen Gott bildlich faßte? Fassen gar mit Bart? Daß zu Ikonen gepilgert wurde? Biblische Ereignisse wurden immerhin als real behauptet und ihre bildliche Darstellung mußte so möglich sein wie die der Alexanderschlacht, denn anschauliche Vorstellungen konnten dem wenig in der Schrift Bewanderten manches bieten. In den römischen Katakomben der frühen Christen gibt es Bilder, TERTULLIAN (G. HAENDLER 1981, S. 53) in Karthago verwarf Bilder. Die Passion wurde zunächst ausgespart. Kruzifixe erscheinen im 7- Jh. Nach Papst GREGOR dem GROSSEN (S. 93) sollte man durch Bilder über die Heiligen belehrt werden, aber sollte man nicht Bilder verehren. In der Ostkirche kam durch Kaiser LEON III. 726 das kaiserliche Edikt, die Ikonen zu zerstören, kam der durch entscheidende Kreise der Kirche und die Mönche gerichtete **Bilderstreit** (L. BREYER 1957, S. 10 ff.). Das ganze religiöse Volk wurde in den Streit einbezogen. Es gab bürgerkriegsähnlich Auseinandersetzungen. Der hinter dem Platonismus stehende Gedanke von einer hinter den Dingen stehenden eigentlichen Wirklichkeit, dem 'Realen', hat wohl hinter der Ablehnung des den Alltag zeigenden Bildes gestanden. Seine Nachfolger verschärften das Vorgehen gegen die Religiöses betreffenden Bilder. Kaiserin IRENE/EIRENE war wieder für Bilder, aber nach ihr, unter Kaiser LEON V.,

verschärfte sich 815 der Kampf erneut, Der die Bilder verteidigende THEOPHANES, einer der großen byzantinischen Geschichtsschreiber, wurde nach 2-jähriger Gefängnishaft auf die Insel Samothrake verbannt und starb dort 817 oder 818 (L. BREYER 1957, S. 11). Der Bilderstreit fand zugunsten der Bilder ein Ende unter Kaiserin THEODORA 842.

Zerstörung von Bildern in Kirchen gab es im Abendland in der calvinistischen Reformation, so 1566. Streit um bildliche Menschendarstellungen gab es bis in neueste Zeit, aber kaum religiös, sondern etwa über die Darstellung von Elend oder nackten Frauen. Die geistige Beeinflussung des Volkes überlassen die Oberen ungern dem Selbstlauf. Neben der äußeren Bedrohung wurde Byzanz durch den bürgerkriegsähnlichen **Bilderstreit** geschwächt**.**

Unter Kaiser KONSTANTIN IX. MONOMACHOS wurde 1045 in Konstantinopel eine **juristische Hochschule** gegründet (S, RUNCIMAN 1983), entstand also im Osten so etwas wie "Bologna". So etwas wie **Universitäten** entstanden in Antiochia, Alexandria, Beirut/Berytos. Auch die **Lexigraphie** der Antike und Spätantike fand neue Vertreter, so in dem wohl frühmiitelalterlichen SUIDAS, der in seinem die Beiträge im wesentlichen alphabetisch anordnendem Lexikon vieles Vorangegangene auswertete und zahlreiche bekannte und weniger bekannte antike Autoren nennt und zitiert, heidnische und christliche. Vieles aus der bisherigen Geschichte und namentlich der Antike wird durch ihn vermittelt. 1499 wird das Werk erneut herausgegeben.

Seinen schwersten Niedergang vor dem endgültigen Ende 1453 erfuhr Byzanz aber durch die Plünderung von Konstantinopel durch die Kreuzfahrer des 4. Kreuzzuges **1204**, die Aufrichtung eines schwachen und zerrissenen, von Fremden regierten 'Lateinischen Kaiserreiches', die Erraffung von Land durch westliche Lehnsherren, die neue Kleinstaaten bildeten. Vorausgegangen waren sicherlich Progrome an Kaufleuten vor allem solcher aus Venedig. Noch einmal konnte von Reststaaten her, die auch von 'Kaisern' regiert wurden, von **Trapezunt** etwa, und vor allem 1214 von **Nikaia,** eine Restauration stattfinden. Aber war das noch irgendwie 'Rom'? Das Bollwerk des Christlichen gegen den Osten und Südosten, das den Westen schützte, war schwer angeschlagen.

1

# 4. Technik, Wissen und andere Errungenshaften außerhalb Europas

# Naher Osten, Zentralasien und vor allem nach 650 n. Chr. arabisch beherrschte Gebiete zur Zeit des lateinischen europäischen Mittelalters

### Antikes Wissen in den Osten – Wissensrettung für das Abendland?

Die Kentnisse der Antike wurden wenigstens zu einem beträchtlichen Teil erhalten, ja regelrecht gerettet, als sie in ihren Entstehungszentren, so Athen, schon im Abklingen war, ja dann dort verschwand. Die bis weit nach Zentralasien vorgerückten Reiche der Nachfolger des Mazedonierkönigs ALEXANDER wurden teilweise durch neue orientalische Staaten eingeschränkt, ab 248 v. Chr. durch die Parther, ab 224 n. Chr. durch ein neues **Perserreich unter den Sassaniden**/Sasanian. Dann kam die Eroberung durch den **Islam.** Blieb manches oder gar viele in Byzanz bewahrt, so waren es die Perser und dann vor allem die Araber oder unter ihren Herrschaft stehende Völker, in denen Gelehrte diese Wissensrettung vollzogen. Das lateinische mittelalterliche Europa übernahm das klassische Erbe nur wenig und auch nur später über Byzanz, sondern zuerst und vordergründig vor allem über im arabischen Sprachraum wirkende Gelehrte, nicht immer Araber selbst, auch Perser und Juden. Sie konnten natürlich nur weitergeben, zu was sie Zugang erhielten, ob nun in Byzanz oder etwa Syrien. Der Islamkenner BERNARD LEWIS (2004; S. 28) schrieb richtig: "Weit mehr als das Christentum ist der Islam das Bindeglied zwischen dem antiken Osten und dem modernen Westen, zu dessen Entstehen er maßgeblich beigetragen hat." Die Bezeichnung "Abendländische Kultur" verliert angesichts der Übernahme der Antike wohl ihre Bedeutung, denn die echten Wissenschaftler, die einen früher und die anderen später, stützten sich auf diese antike Wissenschaft, beide. 'Glocken oder Muezzin' - in der echten Wissenschaft galt das nicht, bei allen Unterschieden in den sogenannten heiligen Geschichten und den Kleidungs- und Ehesitten und anderem, was die Kulturen scheiden mochte.

## Noch vor den Arabern: Wissenschaftserhaltung im Perserreich der Sassaniden, ab 3. Jahrhundert n. Chr. - Wissenschaftszentrum Gondeschapur

Außer durch Schriftquellen, Arabische und Persische, wurde viel von der Geschichte, den verschiedenen Herschern, aus Münzen mit Porträts und aus Felseninschriften erschlossen (E. YARSHATER ed., 1, 1983). In Persien gab es bisweilen größere geistige Duldsamkeit, aber oft auch Verfolgung von Religionen zugunsten der Staatsreligion Zoroastrismus.

Ein Zentrum für die Erschließung der antiken Werke noch in der Zeit der neuen persischen Dynastie der Sassaniden wurde die Stadt **Gondeschapur** (F. R. HAU 1979), die, wenige Tagereisen von Bagdad entfernt, durch den 272 n. Chr. gestorbenen Perserkönig SCHAPUR I. gegründet worden sein soll, als der mit dem römischen Kaiser AURELIAN(US) um 270 einen Waffenstillstand schloß, eine kaiserliche Tochter zur Frau nahm und dabei eine Gruppe griechischer Ärzte mit nach Persien reiste, um dort die hippokratische Medizin zu vermitteln. Erbaut war die Stadt aus Gefangenen aus dem eingenommenen Antiochien. Zum Gelehrtenzentrum wurde Gondeschapur zuerst durch Ärzte des **christlich-nestorianischen Glaubens**, die der auf dem Konzil von Ephesus im Jahre 431 verurteilten und dann verfolgten "Zwei-Naturenlehre" des NESTORIUS (gest. 451) über Jesus anhingen. Gondeschapur wurde 736 unzerstört von den Arabern eingenommen, aber die Stadt blieb nicht bis in die Gegenwart erhalten..

## Zentralasiatische und südosteuropäische Steppenreiche - Kushan, Uiguren

Im Herzen Asiens gelegene und von Nomaden gegründete Reiche vermittelten jedenfalls in friedlichen Perioden oft zwischen West und Ost, also Persien und China. Ihre **Reit- und Lasttiere** waren für **Warentransport auf dem Landweg**, in **Karawanen**, die geeigneten Fortbewegungsmittel. Der Handel durch die Wüsten, also im Osten und in Teilen Nordafrikas, wurde nur möglich durch das einhöckerige **Kamel resp. Dromedar** und auch das Kamel. STRABO aus der Zeit des Römischen Imperiums berichtet von Karawanen von 3000 Kamelen, die mit bewaffnetem Begleitschutz zogen (H. L KASTER 1986, S. 209), eine teure Angelegenheit. 6000 Kamele trugen mit 2400 - 3000 Tonnen etwa so viel wie 4 bis 6 ansehnliche Segelschiffe transportieren konnten (F. BRAUDEL 1985).

Vordrangen etliche Nomadenvölker bis an die Grenzen Chinas oder auch nach Westen. Bildeten die immer einmal die Nordgrenze Chinas bedrohenden **Hunnen**

dann in Europa ein Reich, unter ATTILA? Sie waren das erste aus Innerasien kommkende Volk, das weit nach Westen vorrückte. Nicht viele, aber einige Historiker haben diese bewegte Zeit beschrieben, so um 463 n. Chr. PRISCUS (D. SINOR ed. 1990, S. 206).

In Zentralasien erstand nach 46 n. Chr. das **Kushan-Reich** (E. YARSHATER ed.,1, 1983, S. 198 ff.), auf beiden Seiten des Hindukusch und mit Ausbreitung bis nach Indien, bis zum Ganges. Über Häfen in Indien konnten Waren zwischen China und dem Römischen Imperium ausgetauscht werden, Seide etwa gegen Glaswaren. Im 8. Jh., um 742 n. Chr., also schon in arabischer Zeit, erstand das bis 840 dauernde Reich der **Uiguren** (E. YARSHATER ed., 2, 1983, S. 989). ein Turkvolk, mit der Hauptstadt Karabalghasun am oberen Orchon-Fluß (D. SINOR ed. 1990; S. 317 ff.) Als Staatsreligion übernahmen die Uiguren den Manichäismus.

In den Hochgebirgslagen von **Tibet** waren **Yaks** die Karawanentiere.

Nach dem südöstlichen und mittleren Europa kamen die **Awaren**, die um 568 die mittlere Donau beherrschten und mit denen KARL der GROSSE einen langen Krieg führte. Mit den Sachsen war das Ringen nicht leichter. **Bulgaren** herrschten an der mittleren Wolga und eine Gruppe drang um 679 in den nordöstlichen Balkan ein und unter Einbeziehung slawischen Volks begründete das Bulgarenreich. Ein Völkergemisch wohl bildete des Reich der **Chasaren**(Khazars in der südrussischen Steppenzone , mit dem Machthöhepunkt im 8. Jh. ( D. SINOR ed. 1990, S. 263 ff.). **Petschenegen**, **Kumanen** sind weitere Namen solcher Völker, die in die Kiewer Rus kamen. Und sich wie die **Ungarn** dann weiter westlich, im Pannonischen Becken, niederließen. Aus nördlichen Gebieten drangen die **Finno-Ugrier** nach Skandinavien.

### Zu den Arabern und zur Wissenschaft unter ihnen

Aber die Gelehrten im arabischen Raum und mit der arabischen Sprache waren nicht nur die 'Übermittler', sondern lieferten auch **eigene Beiträge**. Sie kommentierten und bereicherten die übersetzten antiken Schriften. Aber sie brachten gerade in der Medizin und etwa der Optik eigene Leistungen hervor, machten **eigene Entdeckungen**. **In wenigen Jahrzehnten**, mit einer gegenüber anderen Kulturänderungen gewaltigen Schnelligkeit, hat nach der Ausbreitung der Araber in den unterworfenen Ländern der Wissensaufschwung begonnen (H. DAIBER 2002, S. HUNKE 1980). Das mittelalterliche Europa benötigte zur Wiederaneignung und Aneignung jedenfalls mehr Zeit. Warum - muß man fragen - wurden dann ab dem Spätmittelalter nicht mehr im Islam die großen Entdeckungen gemacht, trotz der heutigen Atombombe in Pakistan? Die Gelehrten unter islamischen Regierungen hoben sich in angenehmer Weise von den Feldherren und Kriegern ab und wohl war es auch religiöse Intolerenz, die seit dem Ende des Mittelalters die

Wissenschaft im Islam ein Ende nehmen ließ.

So wie einst die Sprache eines kleinen mittelitalienischen Volkes, der Latiner, das Latein, zu einer weithin in der alten Welt um Mittelmeer und Westeuropa benutzten Sprache wurde und die Jahrhunderte überdauerte, hat die Sprache von Hirten und Kaufleuten einer begrenzten Region, **das Arabische**, sich weithin verbreitet, nach Asien weiter als je das Latein. Und diese Sprachverbreitung erfolgte in kurzer Zeit. In den islamischen Ländern gab es also eine Wissenschaftssprache, nicht wie im Römischen Imperium das Griechische bei den Gelehrten aus dem Osten und das Lateinische im Westen.

Man müßte denken, daß die Fakten dazu abgeklärt sind. Bis in jünste Zeit und gerade in dieser wurde wieder umstritten, welchen Anteil der Islam an der Herausbildung der abendländischen Kultur hatte. Eine Orientalistin wie die auch geschmähte SIGRID HUNKE (s. etwa 1980) schrieb von "Allahs Sonne über dem Abendland. – Unser arabisches Erbe". HUNKE /Wikipedia 2017) stand dem Nationalsozialismus nahe und war vor alllem sie beteiligt am SS-Ahnenerbe. "In den Augenblick erst", heißt es bei HUNKE (S. 332), "als trotz Verbots und offizieller Feindschaft das Abendland sich dem arabischen Orient und Orienthandel öffnete, begann sein wirtschaftlicher Aufschwung. Indem es sich seine allgemeinkulturellen Errungenschaften technischer, hygienischer, sanitärer und staatlich-organisatorischer Art zu eigen machte, ja und nach sein großes geistiges Erbe übernahm, erwachte der abendländische Geist aus jahrhundertelanger Erstarrung und Lethargie und begann endlich selbst die Schwingen zu regen zu einem Aufstieg ohnegleichen." Was etwa wäre die Lehre der Medizin ohne die aus dem Arabischen übersetzten Texte an den mittelalterlichen Universitäten gewesen!

Zum Teil heftig abgelehnt haben einen kulturellen Segen des Islam in neuerer Zet und scharf zurückgewiesen der französische Historiker SYLVAIN GOUGUENHEIM (J. WETZEL 2008) und vor allem auch die jüdische, pro-israelische Italienerin ORIANA FALLACI (2006), wie letztlich auch einmal Papst BENEDIKT XVI. Gegen HUNKE wird auch argumentiert, daß sie den Nationalsozialismus, der dem Islam gegen die Juden freundlich gegenüberstand, anhing – was aber irgendwelche Fakten nicht berühren dürfte. Die genannten bedeutenden Gelehrten kann man in ihrem Wirken und auch in der Kenntnisnahme durch Europa nicht in Abrede stellen. **Venedig** wurde namentlich durch den Orienthandel reich, wobei Handel über Glaubensgegensätze ging.

Wie großartig lebte aber die Masse, wie groß war für sie die Toleranz wirklich? Als Tatsache schält sich allerdings immer mehr heraus, daß für die islamischen Staaten bis in neuere Zeit mehr **Sklaven**, besonders auch für die Armee, zusammengeraubt wurden als später europäische Sklavenhändler über den Atlantik transportierten

(E. FLAIG 2009). Die dunkelhäutigen Völker südlich der Sahara, im "Sudan", wurden fortlaufend durch die dann berittenen Sklavenfänger heimgesucht, wobei die Sklaven liefernden Völker oft selbst Sklaven von anderen Völkern hielten. In den islamischen Machtzentren, auch in Bagdad, gab es dauernde Machtkämpfe, Mord und Rebellion. Aus Verklavung gewonnene Eunuchen führten oft die hohen Staatsämter, da sie keine Nachkommen hinterließen, die wie die höhergestellten Sippen nach Macht strebten. Der kleine Personenkreis der Gelehrten, auch Kaufleute und andere Höhergestellte, hatten gewiß eine Vorzugsstellung. Das heißt aber nicht, daß nicht auch Europäer in ruhigeren Zeiten **sicher** durch islamische Länder **reisen** konnten.

## Die Eroberungen der Araber und überhaupt der Mohammedaner und die Ausbreitung des Islam – neue Stätten auch der Wissenschaft

Fast 1000 Jahre nach dem 'Alexanderzug' und der politischen Vorherrschaft durch Griechen und dann Römer im Nahen Osten kam das "roll back" der politischen und auch geistigen Macht von Ost nach West durch Menschen des Orients, zwar nicht so sehr durch die Perser, sondern nach ihnen namentlich durch die Araber. Jedoch "am Ort des Geschehens", heißt es bei F. BRAUDEL et al. 1990, "ist es, als wären diese tausend Jahre Geschichte" des Christentums "nie gewesen" Das griechische Erbe verschwand aber dennoch nicht.

MOHAMMED, geboren um 610 in Mekka, später Teilnehmr und nach Heirat mit einer begüterten Witwe Führer von Kamelkarawanen. In einer Höhle hat MOHAMMED (s. a. YouTube 2019) nach eigenem Bericht von Gott/Allah Erleuchung erlebt und er wurde der Begründer einer neuen Religion, des **Islam**. MOHAMMED fand Anhänger in Mekka, aber auch Gegner. Mit seinen Anhängern wich MOHAMMED **622 nach** der Stadt Yathrib aus, wo er Zuspruch hatte. Yathrib hieß dann **Medina**. Das Jahr 622, das der **Hidscha**, der Übersiedling nach Medina, gilt als das entscheidende Jahr für die Geschichte des Islam. Mit Überfällen auf Handelskarawanen begann der Krieg MOHAMMEDs gegen **Mekka**, das auch nach friedlicheren Zeiten **630** ziemlich kampflos von MOHAMMEDs Anhängern besetzt wurde.

Nach dem Tode MOHAMMDs 632 gab es keine geregelte Nachfolge und es standen sich gegenüber (Google 2019) der Schwiegersohn und Neffe MOHAMMEDs ALI IBN ABI TALIB und der Schwiegervater ABI BAKR und das führte in der Folge zur Trennung der **Schiiten und** der **Sunniten**, letztere unter ABI BAKR.

Die Araber und zum Islam Übergetretene eroberten **nach 632,** dem **Todesjahr**

des Islam-Begründers **MOHAMMED**, und schon beginnend unter dem zweiten Kalifen UMAR IBN AL-CHATTAB (A. HOURANI 1999, S. 44 ff.) in nur weniger als einem Jahrhundert in einer Reihe von Feldzügen große Teile des Vorderen Orients. Schon in den ersten zehn Jahren nach MOHAMMEDs Tod waren vom Islam besetzt vom Byzantinischen Reich 635 Damaskus, 642 Ägypten. 643 folgte die Eroberung großer Teile des Perserreiches. 644 wurde UMAR in Persien erdolcht. Es waren bald geschulte Krieger, die dann in den fremden Räumen vordrangen und auch die Verwendung von Kamelen hat wohl Vorteile genracht (A. HOURANI 1999, S. 45). Vergeblich versuchte Byzanz 646, Ägypten zurückzugewinnen. Es mag wohl der israelische Historiker YUVAL NOAH HARARI (2014, S. 292) recht haben mit der Annahme, daß sich das Aufkommen der Araber nicht vorhersagen ließ, und eine Überraschung war. muß als **unerwartetes Ereignis der Weltgeschichte** gelten (B. RILL 2000). Ein solcher Zusammenschluß von bisher getrennten, ja miteinander befeindeten, aber sprachlich nahe verwandten Stämmen wiederholte sich später bei den Mongolen. Ein rechtzeitiges Eingreifen byzantinischer Truppen (Y. N. HARARI 2014, S. 292), gar gemeinsam mit denen Persiens, hätte die Eroberung eventuell verhindern können. Wie menschenreich waren denn die arabischen Eroberer und wie entwickelt war etwa die Logistik? Für den Historiker aus Israel soll das wohl eine Warnung an Politiker und 'Politologen' sein, die dauernde Beobachtung politischen Geschehnisse auf der Erde für die Etablierten zu vernachlässigen. Gegen die Wüste nach der Arabischen Halbsinel zu gab es keine eindeutige gesicherte Grenze weder vom Byzantinischen noch vom Persischen Reiche aus und was dort jenseits der breiten Grenzregioin geschah, war eben nicht deutlich (R. PFEILSCHNEIDER 2014). Die christliche, die koptische Bevölkerung in Ägypten unterstellte sich jedenfalls damals wohl ohne weiteren Widerstand und möglicherweise nicht einmal ungern den Arabern (G. OSTROGORSKY 1996), bevor viele zum Islam konvertierten.

Ab 643 eroberten die Araber **Persien, neben Byzanz also eine weitere eigenständige große Kultur**. Die Araber brachen den persischen Widerstand in dem 'Sieg der Siege' bei Nihavand (R. N. FRYE ed., 1975, S. 16/17). Das öffnete den Weg bis zum Amu Darja. Die Perser kamen zum schiitischen Islam, blieben aber trotz des großen Religionswechsels eine fortdauernde eigenstänfige Nation bis zur Gegenwart Sie überstand auch die Mongolen.

Der dritte Kalif bis 656 war UTHMAN IBN AFFAN (A. HOURARI 1999, S. 47). Nach der Inbesitznahme der vorher zum Byzantinischen Reich gehörenden Küstenstädte Phöniziens sandten die Araber auch Schiffe ins Mittelmeer, erbaut in Phönizien. 649 wurde Zypern angegriffen, 654 Rhodos, Und warum wollte man unbedingt noch Byzanz niederringen, das ringsum feindlich umgebene? Weil es noch die Gefahr blieb? Das mit diesen Schiffen bedrohte Konstantinopel, also die



Abbildung 303: Marrakesch 1998.

Hauptsadt des Rhomäerreiches, "Byzanz", konnte sich mit der Wunderwaffe des "Griechische Feuers" retten. Alle diese Eroberungen fanden statt trotz all der Machtkämpfe unter den arabischen Clans, den Bürgerkriegen, Auch UTHMANN IBN AFFAN wurde in Medina ermordet. In Innerasien wurde 667 der Oxus/Amu-Darja überschritten, gab es Berührung mit dem China der Tang-Dynastie (E. YARSHATER ed., 2, 1983, S. 988). **Ab 681** herrschte die Dynastie der **Umayyaden/Omajaden** mit der Hauptsatdt **Damaskus** statt Medina. Die Erbfolge wurde eingeführt. In den 690-er-Jahren regierte 685 - 705 der Kalif ABD AL-MALIK (A. HOURARI 1999, S. 52). Das Arabische wurde Verwaötunsspraehe. Es gab neue Münzen (S. 52). **Ab 697** folgte die Eroberung der noch lateinisch gebliebenen und auch noch zu Byzanz gehörende **Nord-Küste von Afrika** bis nach dem Westrand, dem einstigen und im 6. Jh. von Byzanz wiedereroberten Wandalenreich. Wichtiger Stützpunkt wurde Kairuan. 701 war der Widerstand der den Arabern zunächst widerstehenden eigenwilligen Berber gebrochen, kam Tanger zum Kalifenreich, wurde das Übersetzen nach der Iberischen Halbinsel möglich (R. KAISER 2014, S. 106). 'Byzanz' hatte also einen gewaltigen Teil seines Territoriums verloren und konnte später nur kurzzeitig im Osten einiges wiederbesetzen.

Die Germanenstaaten hatten sich dem Römischen Imperium teilweise noch mehr oder weniger wenigstens formal angegliedert und waren zudem wie das spätantike Imperium christlich. Mit den Arabern gab es eine solche Angliederung nicht (R. PFEILSCHNEIDER 2014, S. 16). erschien eine andere, in sich selbst ruhende mo-

notheistische Religion. Vorbei war es mit der von Byzanz ausgehenden weiteren Ausbreitung des Christentums nach dem Osten und Südosten (S. 17), und christliche Missionierung durch Byzanz war nur noch bei den Slawen möglich. Um 710 erfolgte, von dem Kalifen aus gesteuert, der Marsch ins **Innere Asiens**, nach **Buchara**, **Samarkand**, Chiva, nach **Transoxanien**, also jenseits des Amu-Darja, in die Welt von weiteren Persern und von Turkvölkern (PH. K. HITTI 1951, S. 460). bald eine Region islamischen Kultur und von Wissen. 725 wurde Samarkand genommen. Nach 711 waren Mohammedaner, vor allem islamisch gewordene Berber-Stämme Nordafrikas, für etliche Jahrhunderte die Herren auch im größten Teil der **Iberischen Halbinsel**, zeitweilig bis Pamplona südlich der Pyrenäen, sowie im 8. Jahrhundert auch in **Sizilien.** Das katholisch gewordene Westgotenreich auf der Iberischen Halbinsel stürzte damals fast unfaßbar rasch, mitsamt der Hauptstadt Toledo. Das Westgotenreich war innerlich wohl stark erodiert wie andere rasch eroberte Länder. Die spätere Wiedereroberung durch christliche Armeen, die Reconquista, währte dann Jahrhunderte.

Die Küsten des Mittelmeeres waren zeitweilig nur in wenigen Teilen im Besitz christilicher Staaten verblieben, von Byzanz oder italienischen Stadtstaaten wie Venedig , Pisa und anderen abgesehen. Abgeschlagen wurden die moslemischen Feldzüge ins Innere von Gallien, ins Frankenreich, 732, und dann wiederum gegen Konstantinopel 846 wurde auch Rom belagert.

**Um 730** hatte das Islamische Imperium seine **größte Ausdehnung** erreicht, größer als das Römische Imperium gewesen war (PH. K. HITTI 1951, S. 457) und, von Kleinasien abgesehen, fast alle Teile des Alexanderreiches eingenommen.

Um 880 leistete der Papst jährliche Tributzahlungen an die Mohammedaner (W. M. WATT 1989). Die Europäer nahmen gemäß dem englischen Chronisten der Kreuzzugszeit WILLIAM of MALMESBURY zeitweilig an, daß die gesamte außereuropäische Erde muslimisch sei.

Um Bekehrung der Unterworfenen zum Islam ging es aber nicht, jedenfalls nicht vordergründig. Die Mohammedaner führten im wesentlichen keine Missionskriege. Von Nichtmuslimen, die meistens tolerant behandelt wurden wenigstens wenn die zu den Buchreligionen Judentum und Christentum gehörten, konnte man immerhin Kopfsteuern fordern. Im Süden des heutigen Tunesien erstand als neues islamisches geistliches Zentrum Kairouan. Der belgische Historiker HENRI PIRENNE (1936/1985; C. VIOLANTE 2004)) sah in der arabischen Eroberung weiter Regionen um das Mittelmeer die **historisch bedeutsamste Zäsur im Mittelmeerraum**, ja gar eine Zäsur in der Weltgeschichte. Das römische Binnenmeer, wo ringsherum sich schließlich nur römische Provinzen oder von dem Römertum beeinflußte Germanenreiche, jedenfalls christliche Staaten befanden, und wo dann fast

überall das Byzantinische Reich bestand, wurde nunmehr unter religiös, politisch und kulturell ganz unterschiedliche, einander sich befehdende Systeme, christliche und islamische, **aufgeteilt**. Während die Römische Welt einschließlich der byzantinischen sich im wesentlichen nur um das Mittelmeer mit dem Randmeer Schwarzes Meer ausgerbeitet hatte, gab es Meere betreffend auch eine Nicht-mediterrane islamische Welt, mit Rotem Meer, Persischen Golf und Indischem Ozean. Das kulturell griechisch-byzantinische Ägypten und das westliche lateinische Nordafrika (A. ANGENENDT 1990, S. 72) mit einem ausgeprägten und in manchem eigenen Christentum, wie gefestigt war diese christliche Weltanschauung bei diesem bald zunehmendem Abbruch und Zusammenbruch? Was zählen "Ideologen"? Die erobernden Wandalen mit ihrem Arianismus hatten sich gegenüber der katholischen einheimischen Mehrheitsbevölkerung in der Religion nicht durchgesetzt. Aber nun! Bis auf Reste gar kein Christentum mehr!

Es gab wenigstens zunächst immerhin auch Marktverluste der christlichen Staaten (S. RUNCIMAN 1957, S. 5). Das Christentum wurde weithin vom Islam ersetzt, der im 8. Jh. auch zunehmend von der nichtarabischen und so den Arabern in der Steuer leistung gleichwertig gemachten Bevölkerung aufgenommen wurde. Zeitweilig waren die christlich gebliebenen Regionen am Mittelmeer weitaus geringer als die islamisch beherrschte und auch heute ist es das stark islamische Albanien eingerechnet höchstens halbe - halbe. Und ein Teil der islamischen Eroberungen waren jedenfalls in der Kultur von Dauer. In Ägypten blieb nur ein Rest der Bevölkerung bis heute christlich, koptisch. Im Christentum mußte eingeräumtewerden, daß auch die christliche Religion nicht wie angenommen die letzte und endgültige war, so wie **der Islam annahm**, daß ein nochmaliger Prophet nicht kommen, eine **nochmalige Offenbarung** würde **nicht mehr kommen** (W. G. LERCH 2006). Die Kommunisten sahen sich dann aber ebenfalls als ein Ende der Geschichte.

PIRENNE meinte gar, daß mit der islamischen Eroberung der Handel mit vielen Waren aus dem Mittelmeergebiet nach dem Norden, über Marseille etwa, zusammenbrach, Städte verödeten. Vorher auch mit Städten versehene Regionen wurden wieder agrarisch, mit im wesentlichen auf den Eigenbesitz orientierten Adel. Die islamische Eroberung war eine plötzliche, unerwartete, eine "Zäsur", unterbrach innere kontinuierliche Entwicklung der römisch geprägten christlichen Gesellschaften. Der Westen Europas war von der Mittelmeergemeinschaft erstmals isoliert. Mit dem Fränkischen Reich bildete sich dann und das wegen der Mittelmeerereignisse eine neue "westliche Kultur", die "dann berufen war, später die Welt zu beherrschen" (bei C. VIOLANTE 2004, S. 302). Das kann vor allem wirtschafts- und sozialhistorisch so gesehen werden. Aber es gibt durchaus Einwände mit dem Verweis auf den schon vorher gesunkenen Handel. Kulturell wurden gerade die Araber die Mittler und zwar auch des länger zurückliegenden und nicht des ohnehin

geringen spätantiken Wissens an das Abendland.

Das Byzantinische Reich verlor auch durch andere Völker als die Araber immer mehr vom Orient, auch in Kleinasien, wo nach der Schlacht von Manzikert am Van-See 1071 die türkischen Seldschuken Teile im Süden mit ihrer Hauptsatdt Konya einnahmen – Anlaß für den etwa ein Viertel Jahrhundert später eingeleiteten ersten Kreuzzug der Europäer. Moscheen (spanisch: mesquita), aber auch Schulen für islamische Geistliche sowie Bäder, Karawansereien, Bewässerungskulturen bestimmten das Bild der herausragenden islamischer Städte und Regionen. Auch die Kreuzzüge konnten das nur zeitweilig und nur unvollständig korrigieren. Der andersgläubigen Bevölkerung gegenüber wurde meistens Toleranz geübt. Aber es gab auch **Diskriminierungen**, in den einzelnen Regionen wohl unterschiedlich stark, aber unter den Türken auf jeden Fall auch noch im 19. Jh. etwa auf Kreta geübt. Die Nicht-Moslems, die Dhimmas, durften keine Waffen tragen, auf Reittieren keinen Sattel anwenden, nicht höher als islamische Nachbarn bauen, keine bei den Moslems übliche Namen tragen, in der Öffentlichtkeit keinen Wein trinken, mußten gar auf der Straße Moslems ausweichen, nicht verächtlich über Mohammed und die islamische Religion sprechen, das christliche Evangelium nicht zum Mithören durch Mohammedaner vorlesen, mußten Glocken dezent läuten, ihre christlichen Rituale möglichst still abhalten, durften Diskussionen über Christus als letzten Propheten nicht führen. So jedenfalls wird das geschildert für das mittelalterliche Sizilien (B. RILL 2000).

Schon bald nach dem Höhepunkt der ersten arabischen Eroberung gab es separatistische Tendenzen, entstanden mehr oder weniger sich selbständig machende Dynastien. Das zunächst einheitlichen Kalifat unter den **Omajjaden** (Umayyad) mit **Damaskus** als Hauptstadt endete in grausamen Kämpfen auch in den Provinzen 749. An die Omajjaden in Damaskus erinnern außer Bauten in Damaskus unweit Amman im heutigen Jordanien einige **Wüstenschlösser**, wohl Jagdschlösser, so Qasr al-Kharana aus der Umayaden-Zeit 661 - nach 750 n. Chr., und ähnlich Mschatta, dessen prachtvolle Außenfassade zerschnitten als Staatsgeschenk des damaligen Osmanensultans1903 auf die Berliner Museumsinsel kam (J. BREMER 2004).

Eine **neue** Dynastie, die **Abbasiden**, kam an die Macht, gebärdete sich in Glaubenstreue und suchte die vorangegangenen Omajjaden auszurotten. Sogar an die Omajjaden erinnernde Inschriften wurden ausgemerzt. Die Hauptstadt wurde 769 unter MANSUR nach **Bagdad** verlegt. dort, wo sich die Flüsse Euphrat und Tigris sehr nahe kamen. Theologen und überhaupt Gelehrte hatten die neue Herrschaft zu begründen und zu legitimieren. Kulturell wurde sich stark an Persien orientiert und angelehnt. Hier war es schließlich auch ein Sieg der Schiiten (PH. K. HITTI 1951, S. 535).



Abbildung 304: Damaskus: Omayaden-Moschee.



Abbildung 305: Damaskus: Hof Omayaden-Moschee.



Abbildung 306: Omaijadenschloß Qasr al-Kharana.

## Andalusien und Marokko in vom Osten abgekoppelter eigenständiger Entwicklung

Ein Omajjaden-Prinz konnte dem Gemetzel an seiner Dynastie entfliehen und fand Unterstützung weit im Westen. Am 15. Mai 756 konnte er als Emir in **Cordoba** einziehen (C. BROCKELMANN 1943, S. 165) und hier regierte dieser ABDURRAHMAN IBN MARWAN bis 788 (A. HOTTINGER 1995). Nach sieben nachfolgenden Emiren nannte sich der 8. Nachfolger, ABDURRAHMAN III., 929 Kalif. Das bedeutete eigentlich, daß er, als Nachfolger des Propheten, Herr aller Mohammedaner sei. Im **Osten, wo Bagdad** 762 zur Hauptsadt des ansonsten anerkannten Kalifen geworden war, wurde ein Kalif in Cordoba nicht anerkennt. Aber es gab in der Wirklichkeit nun 2 Kalifate, das westliche und das östliche mit der Hauptstadt Bagdad.

Cordoba als die Hauptstadt, am Rio Guadalquivir, war eine der volkreichsten und künstlerisch höchststehendsten Städte auf dem europäischen Kontinent geworden. Hier war es, wo wenigstens etliche Zeit islamischer Glanz und Kultur und Toleranz bestanden. Der Sohn al-Hakam II. hielt das Reich aufrecht, aber seine Interessen galten vor allem Wissen und Büchern. Und dann war dort der fast sagenhafte al-MANSUR, europäisiert genannt ALMANZAR, der fast absolutistische Machthaber, nicht Herrscher, aber eben eigentlicher Regent wie die Hausmeier bei den Merowingern. Aber nach seinem Tode und dem seines Nachfolgers brachen Aufstände auf. **1031** war es mit dem Kalifat von Cordoba zu **Ende**. Die moslemischen Teile der Iberischen Halbinsel, die fast die gesamte Halbinsel umfaßte, zerfiel in kleine Fürstentümer, die **"Taifas", Kleinkönige**. Den Untergang der Kultur bedeutete das keineswegs.



Abbildung 307: Sevilla, Alcazar.

Auf der Iberischen Halbinsel konnten die christlichen Reiche im Norden und vor allem Nordwesten die Gunst der Lage nutzen. In den Jahren 1037 - 1157 waren die Königreiche **Kastilien und Leon** zu einem ersten Mal vereinigt. Bei ihrem Vordringen gegen die islamischen Reiche, in der Reconquista, eroberten sie **1085 Toledo**. Die Stadt wurde so etwas wie Grenzstadt im Süden gegen die Muslime.

Namentlich islamisierte Berber stellten dann für etliche Jahrhunderte eigene Dynastien, die zuerst das Gebiet etwa des heutigen Marokko und dann beträchtliche Teile der Iberischen Halbinsel innehatten, also im westichen Kalifat. Teilweise griffen sie auch weit nach dem Osten Nordafrikas. Zwischen 789 und 921 regierten im Marokko der Berber die **Idrisiden**. Die 1054 in Marokko aufkommenden, dem Glauben zugewandten **Almoraviden** stoppten nach 1085 das Vordringen der christlichen Rückeroberung auf der Iberischen Halbinsel, stärkten noch einmal den Islam in al-Andalus, konnten andererseits Toledo und Valencia nicht zurückerobern. Die aus der Sahara kommenden Almoraviden waren fanatische Muslime, trugen Schleier wie noch heute die Tuareg (A. HOTTINGER 1995). 1118 ging ihnen Saragossa verloren.

Von Atlas-Gebirge in Marokko aus drangen ab 1125 die Krieger einer weiteren, einer neuen Dynastie vor, die **Almohaden**. **1212 verloren** sie bei **Las Navas de Tolosa** einen großen Teil der Iberischen Halbinsel an die Christen.



Abbildung 308: Hafenturm Sevilla, 13. Jh..



Abbildung 309: Avila, Reconquista.



Abbildung 310: Fes. Marokko 1998.

In Marokko und anderen Teilen Nordafrika wurden sie abgelöst durch die **Mariniden,** dann die **Hafsiden.**. In Spanien blieb bis 1492 islamisch das mit der Alhambra prächtig ausgebaute Granada unter den **Nasriden**.

Wie der islamische Gelehrte IBN KHALDUN im 14. Jh. aus mehreren Jahrhunderten Geschichte erfaßte, gab es in den Reichen politisch nach einem **Aufstieg** nachfolgend im allgemeinen Bequemlichkeit und **Abstieg** und dann **erneut Aufstieg**, und in diesem **Zyklus** ging es weiter.

## Sizilien und Unteritalien

Das zu Byzanz gehörende Sizilien wurde zunächst von Nordafrika aus in Raubzügen heimgesucht und dann in jahrzehntelangen Auseinanderersetzungen durch Mohammedaner großenteils erobert (B. RILL 2000). Innerislamische Auseinandesetzungen und Auseinandersetzungen innerhalb des zur Verteidigung immer unfähigeren Byzanz ließen immer wieder Verelendung aufkommen. 831 wurde Palermo erobert und wurde zentraler Sitz der Moslems auf Sizilien. Am 21. Mai 878 fiel das lange belagerte und ausgehungerte Syracus. Der Osten Siziliens blieb unter christlicher Herrschaft.

Das Ende der islamischen Herrschaft oder der islamischen Herrschaften auf Sizilien kam durch ganz neue Herren, zwar christliche, aber eher im Seerübergewand: die Normannen.



Abbildung 311: Granada, Alhambra.



Abbildung 312: Granada: Alhambra Löwenbrunnen.

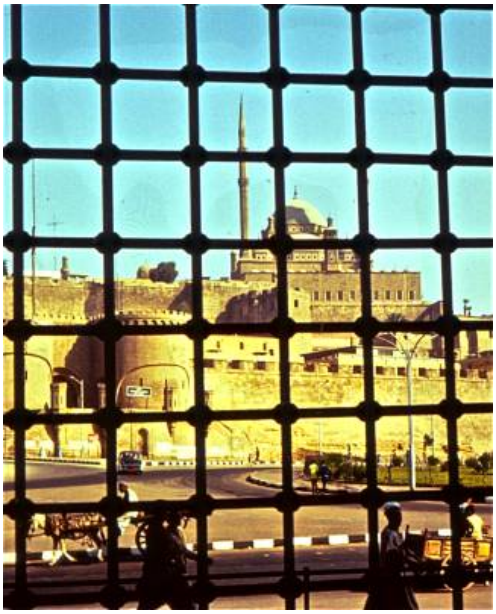

Abbildung 313: Kairo: Alabastermoschee.

## Ägypten im Mittelalter

Eine eigene Entwicklung erfuhr **Ägypten**, oft in Verbindung mit Syrien und anderen angrenzenden Territorien. Von 909 bis 1171 regierten in Ägypten die schiitischen **Fatimiden**, die auch den Anspruch auf den Kalifats-Titel erhoben und dafür auch Agenten in den Osten schickten, ja durch einen ihnen anhängenden Genral zeitweilig um 1057 Bagdad beherrschten. Unter den Fatimiden kam die Stunde **Kairos**, die ihre Hauptstadt wurde. Bis weit nach Osten reichte dann der Herrschaftsbereich der sunnitischen **Ayyubiden**, die SALADIN begründete und der wieder den Kalifen in Bagdad als Oberhaupt anerkannte. Unter ihnen entstand die gewaltige Zitadelle von Kairo.

SALADIN konnte auch eine einheitlichere Kriegsführung gegen die Kreuzfahrerstaaten zusammenbringen und Jerusalem erobern. In Ägypten folgten 1249 die **Mamelucken**, ehemalige Sklavensöldner, die, unter BAIBAR in den Osten vordrangen, bis sie 1516 /1517 in das Osmanische Reich eingegliedert wurden. Die Mongolen hatten 1251 mit der Eroberung und weitgehenden Zerstörung Bagdads das Kalifat beseitigt und die Mamelucken erhoben auf dieses Anspruch.

Eine aus einer Abspaltung sich ausbildende eigene Religion wurde die der **Drussen**, welche erst in Ägypten geduldet sich hier im 11. Jh. formierte und deren Anhänger später nach dem Libanon und benachbarten Gebieten in Syrien zo-



Abbildung 314: Kairo: Alabaster-Moschee 1973.



Abbildung 315: Kairo, Mamelukengräber.



Abbildung 316: Drusen-Burg bei Palmyra. 2000.

gen.

## Islam im weiteren Osten

Der Kalif war in Bagdad, aber im Osten gab es recht selbständige Herrscher, die mehr nur nominell dem Kalifen unterstellt waren.

Relativ sanft und kulturell angenehm gestaltete es sich nach dem Ende innerfamiliärer Kämpfe im Reich der **S(s)amaniden** (C. BROCKELMANN 1943, S. 151 ff., R. N. FRYE ed. 1975, S. 136 ff.), im 10. Jh., in **Transoxanien**, also **Buchara und Samarkand** und **Chiva**. Kleine Oasenstaaten wurden hier vereint. Buchara wurde namentlich unter fähigen Premierminstern/Wesiren ein Zentrum der Wissenschaft. Noch heute beeindrucken dort die islamischen Hochschulen, die Medresen.

In **Ghazna** gab es etwa 400 Dichter und Wissenschaftler, aber der Herrscher MAHMUD, um 1173, überzog umliegende Länder, vor allem Teile von Indien, mit Kriegen. Die Gelehrten mußten versuchen, sich ihren jeweiligen Herren anzupassen.

Viel Gelehrtenschicksal war mit den politischen Wechseln verbunden.

Der Aufstieg der **Mongolen** unter DSCHINGIS KHAN und seinen Nachfolgern setzte dem Islam eine ernste **Schranke**, bis etliche der neuen Eroberer den Islam auch annahmen. Auch **Indien** (s. d.) wurde in weiten Teil ein Land des Islam.



Abbildung 317: Buchara.



Abbildung 318: Buchara: Grabmal ISMAIL SAMANI.



Abbildung 319: Buchara: Koljan-Minarett.



Abbildung 320: Buchara: Mosaik.



Abbildung 321: Samarkand 1972.



Abbildung 322: Samarkand: Registan-Platz.

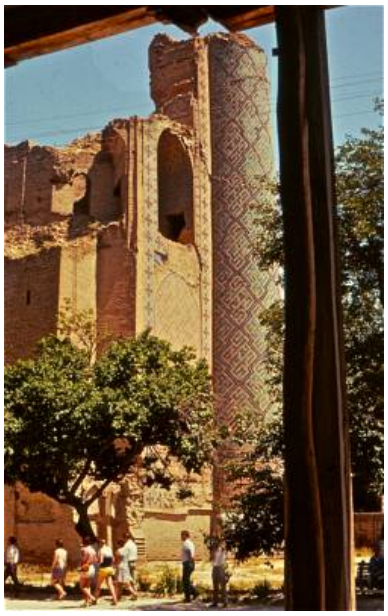

Abbildung 323: Samarkand: Bibi-Chanym.

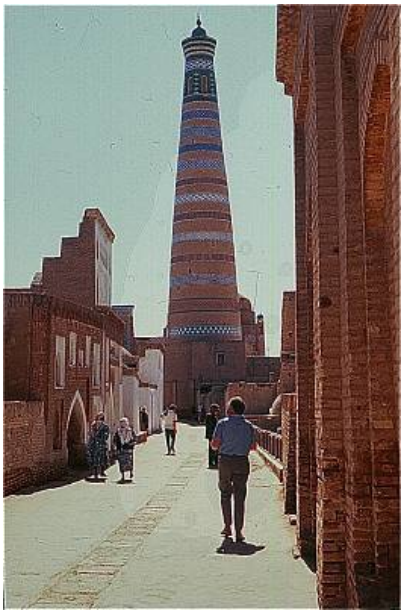

Abbildung 324: Chiva.



Abbildung 325: In Chiva 1972.



Abbildung 326: Chiva, Basar.

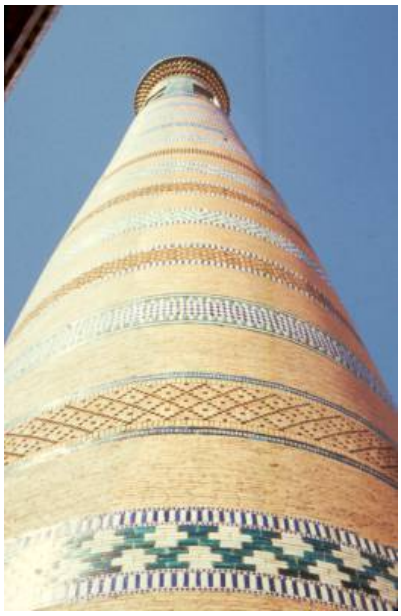

Abbildung 327: Chiva: Minarett.



Abbildung 328: Blauer Himmel über Chiva.

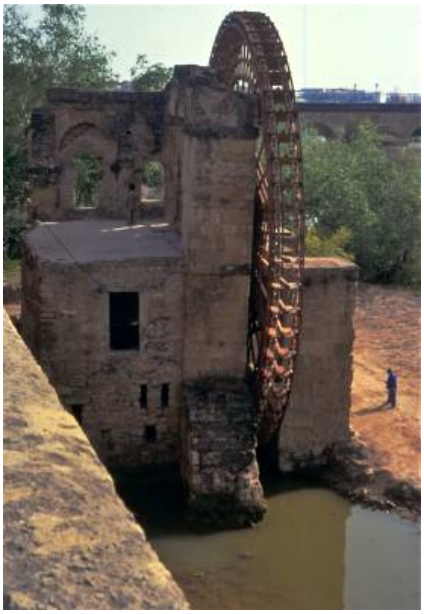

Abbildung 329: Schöpfrad, Cordoba.

Nicht mehr durch Kriegszüge, sondern durch **Missionierung** breitete sich der **Islam bis Südost-Asien** und längs der Ostküste Afrikas und auch in Teile des Inneren Afrikas aus.

## Technik und Wissenschaft nach dem christlichen Europa über die muslimischen Länder

Das "Abendland" verdankt den Muslimen des frühen Mittelalters manches an technischen Errungenschaften und viel in der Wissenschaft mit dem im christlichen Europa ziemlich unterbrochenen Anschluß an die Antike. **Über das Arabische** wurden **spätantike Werke**, vor allem in Technik und Wissenschaft dem **christlichen Abendland übermittelt**, gab es eine ganze Übersetzerwerkstatt in Toledo. **Übernahmen bestimmten den Fortschritt im katholischen Europa**, namentlich dem Fortschritt im 13. Jh.

Es gab erfindungsreiche Moslems. Das große Wasserrad mit den Schöpfgefäßen, die **Noria**, so gewesen in Andalusien, auch in Syrien, war möglicherweise Modell anderer Wasserräder. Nachgebaut läuft eine solche Noria heute in Cordoba am Rio Guadalquivir.

Aber hinsichtlich technischer Dinge waren die Muslime vor allem auch Mittler der

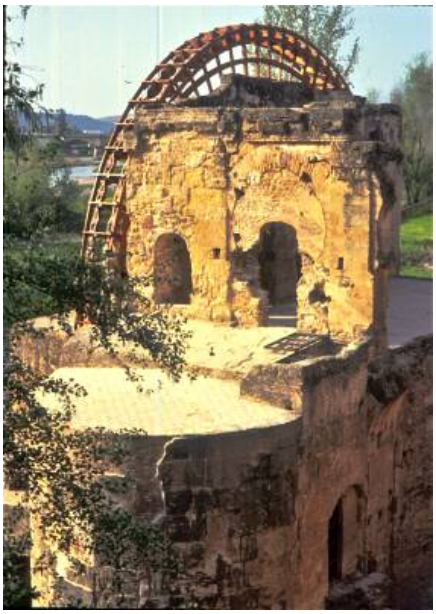

Abbildung 330: Schöpfrad in Cordoba.



Abbildung 331: Hama.Syrien.



Abbildung 332: Orangen.

Errungenschaften des ferneren Ostens für das westliche Europa. Das galt etwa für das **Papier**, jenem Filzgebilde aus Pflanzenfasern, das aus China kam und dann ab dem 8. Jh. den Papyrus auch im Kalifat ablöste. In Bagdad wird für 794 eine Papiermühle erwähnt.

Für den **Acker- und Gartenbau** wurden **subtropische** bis tropische **Gewächse nach Andalusien** eingeführt und bereicherte die Gärten und Äcker im Mittelmeerraum, Aprikosen, Reis, Zuckerrohr, Orangen und Zitronen.

An Zitronen- und Apfelsinenbäumen reifen etwa im März die Früchte undgleichzeitig duften ihre Blüten in betörender Weise in den Straßen des südlichen Spanien und Portugal, und besonders ungestört durch Straßenabgas in den phantastischen, baumbestandenen Klosterhöfen.

Auf **Sizilien** wanderten nach den langen Räubereien und Kämpfen schließlich auch islamische Bauern ein und kamen auch hier mittelmeerische Gewächse zum stärkeren Anbau.

## Aneignung und Weiterentwicklung des antiken Wissens in den verschiedenen Zentren

Die antike Wissenschaft wurde im arabischen Kulturraum weitergepflegt durch Übersetzungen der antiken Texte und auch Weiterentwicklung. Es interessierten wissenschaftliche und technische Werke, aber kaum Historiker und Dichter (E. KANTOROWICZ 1994, S. 262). HOMER blieb unbeachtet. Es ging um **praktische Dinge**, also etwa Pflanzen in der Medizin oder Kenntnis der Erde, oder **mit**

**Philosophie**, dem Nachdenken über Kosmos und Seele und ähnliche Grundfragen verbundene Wissenschaft. Zoologie waren etwa Falkenbücher. Die sachgebundene theoretische Untersuchung von allem und jedem war schwach und das hat möglicherweise eine technische Revolution im Islam verhindert. Die islamischen Gelehrten kamen nicht an die originalen antiken Handschriften, sondern mußten abnehmen, was andere, etwa nestorianische Christen in Syrien oder in Gondeschapur verfügbar machen konnten (A. DIETRICH 1971).

Die Übersetzungen aus der Antike wie eigenständige, sofort arabisch geschriebene Werke fanden in Übersetzungen ins Lateinische den Weg ins lateinische Europa und trugen so entscheidend bei zur Schaffung der intellektuellen Grundagen für die kommende hoch- und spätmittelalterliche europäische Zivilisation. War die Sprache der Gelehrten im islamischen Bereich auch das Arabische, so waren unter den Gelehrten auch Perser und Juden. Über die Werke im Arabischen, auch nicht überlieferte, sind wir unterrichtet durch eine in Bagdad durch IBN AN-NADIM geschaffene **Bibliographie** (S. HUNKE 1980).

Der zweite Kalif der **Abbasiden-Dynastie**, al-MANSUR, der die Hauptstadt des Kalifats 762 nach dem bisher eher ein persisches Dorf gewesenes Bagdad verlegt hatte, rückte damit die Kalifen-Hauptstadt näher an das Zentrum der Macht der Abbasiden. Unter dem aus den "Märchen aus Tausend-und einer Nacht" bekannten 5. Abbasiden-Kalifen HARUN ar-RASCHID wurde Bagdad eine prächtige Stadt, ja vielleicht wirklich die märchenhafteste der frühmittelalterlichen Welt. Bagdad, das gepriesene, volkreiche, vielleicht zeitweise Milllionenstadt, mit großem Sprachengewirr durch Händler von weither, hatte auch seine **sozialen Probleme** und der 'Dieb von Bagdad' war wohl nicht nur eine dichterische Erfindung.

HARUN al-RASCHID teilte allerdings das Reich und der zunächst in Merw residierende Kalif al-MA'MUN hatte bis 813 gegen seinen Halbbruder al-AMIN zu kämpfen, bevor er der alleinige 7. Abbasiden-Kalif war. Unter dem wissenschaftlsfreundlichen und andererseits sogar koran- und islam-kritischen al-MA'MUN wurde Bagdad ein Wissenschaftzentrum und blieb es auch danach.

Neben Bagdad als Wissenschaftsstadt bestand weiterhindas vom persischen König SCHAPUR I. gegründeten Gondeschapur, nur wenige Tagereisen von Bagdad entfernt. Die Ärzte dort fanden Ansehen und Förderung, und hier wurden im 9. Jh. **griechische Manuskripte in das Syrisch-Aramäische** und in das **Arabische** übersetzt, so von YUHANNA IBN MASAWAIH, der im Lateinischen MES UE hieß, und vor allem durch dessen Schüler HUNAIN IBN ISHAQ, latinisiert "JOHANNITIUS". Dieser, ein nestorianischer Christ, war in der Nähe von Bagdad 808 geboren worden, studierte in Bagdad Medizin, erlente auch das klassische Griechisch und wurde nicht nur Haupt der Bagdader Übersetzer-Schule, sondern

bis zu seinem Lebensende 873 auch Leibarzt am Hofe des Kalifen. Griechische Manuskripte zu erhalten reiste er bis Sytien, Palästina und Ägypten. Von und bei ihm wurden übersetzt Texte des PLATO, des ARISTOTELES, der Neoplatoniker, des HIPPOKRATES, des GALEN. Die übersetzten Texte des GALEN sind teilweise nur noch als Übersetzung erhalten.

In Gondeschapur wurde 869 als letztes Zeugnis dortiger Gelehrsamkeit von dem Nestorianer SABUR IBN SAHL (gest. 869) eine Pharmakopoë herausgegeben, die, für alle Apotheken und Krankenhäuser für verbindlich erklärt, wohl die erste offiziell verordnete Pharmakopoë überhaupt war (F. R. HAU 1979). Übersetzt wurden etwa GALEN, RUFUS (F. KUDLIEN 19). Zwischen 800 und 1300 wurden von mehr als 70 Autoren medizinische Schriften verfaßt (W. M. WATT 1989).

Zurück **nach Bagdad.** Der Kalif Al-MA'MUN gründete um das Jahr 830 das "Haus der Weisheit", "Bayt al-Hima", namentlich eine Übersetzer-Akademie in Bagdad. Übersetzt wurden etwa die Werke des PTOLEMAIOS. Unter dem aus dem Arabischen stammenden Titel "Almagest" wurde dessen bedeutendestes Werk später dem abendländischen Mittelalter bekannt. Größere **Sternwarten** waren 829 in Bagdad, im Jahre 1000 in Kairo errichtet worden. Eine von al-MA'MUN zusammegestelle 70-er-Kommission erstellte geographische Karten (R, N. FRYE ed. 1975, S. 392). Die **Breiten- und Längengrade bestimmende Geographie** im Sinne des PTOLEMAIOS wurde wiederaufgenommen von AL-KHWARAZAMI und dem in Ghazna tätigen BIRUNI (R. N. FRYE ed. 1975, S. 392). Historiker und weit greister Geograph war al-TABARI.

**Ghazna** hatte keinen friedlichen Herrscher, aber dennoch Wissenschaft. Manche der grausamsten Herrscher im Bereiche des Islam, die bei Gegnern Städte und Dörfer ausplünderten und einäscherten, die zu Zehntausenden Menschen massakrieren ließen und deren zumindestens berichtete Schädelpyramiden bis heute Grauen erregen, machten eine Stadt zu ihrer Hauptstadt, in die sie Handwerker und Künstler holten, die sie prächtig schmückten und ließen auch Gelehrte arbeiten und schreiben konnten. So war es bei den immer wieder nach Indien einrückenden MAHMUD, der zwar den Kalifen formal noch anerkannte, aber als Sultan 998 – 1030 ein nahezu unabhängiges Reich, das von Ghazna, beherrschte. In seiner Hauptstadt **Ghazna** rivalisierte er mit Bagdad und hierher zog er den Gelehrten AL-BIRUNI.

Die großen Männer des **10. Jh**. (R. N. FRYE ed. 1975, S. 394, 416 ff.) waren alle auf den verschiedensten Gebieten tätig und das macht zusammenfassende Betrachtung nötig. al-RAZI, latinisiert **RHASES**, engagierte sich zuerst in Alchemie, Musik und Philosophie, wurde dann aber der führende am Krankenbett beobachtende Arzt, zuletzt Chefarzt am Hospital in Bagdad. Alkohol galt ihm als

antiseptisch und so hat er wohl ziemlich reinen zu gewinnen gesucht. Der vielseitige **Al-BIRUNI** (s. a. G. STROHMAIER 2001) wurde 973 in Chiva, damals Khwarazm, geboren, mußte fliehen, konnte zurück nach Chiva, wurde dann nach Ghazna zu MAHMUD berufen. Begleitete er MAHMUD auf dessen Kriegszügen nach Indien? Er hinerließ jedenfalls einen Bericht über Indien, namentlich dessen Religion und Sitten. Als mathematischer Geograph hieß er auch der muslimische PTOLEMAIOS. Fast Zeitgenosse BIRUNIs war der etwa 980 zur Zeit des Ausklangs der Samaniden-Dynastie in der Nähe von Buchara geborene **IBN SINA**, der führende Mediziner, der im lateinischen Europa unter dem Namen **"AVICENNA"** etliche Zeit die medizinische Lehre bestimmte. Mit der Familie nach Buchara verzogen, konnte der beflissene Knabe Arzt werden, die Bibliothek der Samaniden benutzen. Als MAHMUD von GHAZNA in Buchara einzog floh er, während BIRUNI zu MAHMUD ging. IBN SINA ging nach Chiva ,wanderte, geldlich nicht gut gestellt weiter. Nach Aufnahme bei einem begüterten Freund und etlichen Stationen war der berichtsgemäß auch Frauen und Wein zugetanene Mediziner zur Zeit seines Todes 1037 Arzt beim Wesir von Isfahan und starb in Hamadan. Die Bedeutung seines Werkes ist umstritten (U. WEISSER 1983), auch bei jenen, die ihn im Original lesen konnten wie der Hallenser Botaniker KURT SPRENGEL zu Anfang des 19. Jh. IBN SINA war nicht der Mann großer Neuentdeckungen. Aber sein "Canon", in der Übersetzung ins Lateinische von GERHARD VON CREMONA, war eine brauchbare Zusammenstellung des Bekannten, auch aus der Antike. Und so wurde sein Werk, heute würde man vielleicht salopp sagen "der Avicenna", zum Universitätslehrbuch auch in Europa - und das war damals schon auch etwas.

Für die **Medizin** interessant ist die **Beschreibung einzelner Krankheiten**, und zwar von RHASES der Pocken und der Masern, von AVICENNA der Meningitis. Eine Zusammenfassung der Heilmittel, eine **Pharmakopoen**, lieferte noch im hohen Alter in Zusammenarbeit BIRUNI. Mehr als 700 Heilmittel werden genannt. Zur **Geologie** zu zählende Dinge wie Felsformationen und Sedimentablagerungen beschrieb etwa IBN SINA. **Fossilien** wurden an Tierreste aus der Vorzeit angesehen. Über **Mineralien und Steine** schrieben BIRUNI wie AVICENNA.

Leben wurde von anderer Materie nicht abgegrenzt. Es gab **Stufen von "Seele"**, von der kosmischen Seele, in einer auftseigenden Kette, einer **Stufenleiter** der ineinander übergehenden Dinge, von den Mineralien über die Pflanzen, die Tiere, zu Menschen und Engeln (R.N. FRYE ed. 1975, S. 400). Veränderungen bei Tieren je nach der Region, bei Tauben, Hunden, Füchsen, ja **eine kontinuierliche Entwicklung des Lebens** statt einer zeitlich abgeschlossenen Schöpfung, wie im Koran, gab es bei AL-BIRUNI, AL-TUSI, IBN KHALDUN, bei IBN KHALDUN sogar der Mensch aus der Affenwelt, also mehr Evolution als im 21. Jh. in der Türkei erlaubt ist (FABIAN GOLDMANN Evangelisch.de im Internet). . Der Is-

lam wurde dabei nicht in Frage gestellt. Biologie als eigene, von den anorganischen Wissenschaft abgesonderte Fachdisziplin gab es nicht. Manche Wüstenpflanzen sehen allerdings fast wie Mineralien aus und legten so einen Übergang vielleicht nahe. Die Stufenleiter in der Wissenschaft, von der Antike bis in die Neuzeit - ein immer wieder aufgegriffenes und neu gedeutetes Konzept.

**Reisender** war in der ersten Hälfte des 10. Jh. **MAS'UDI**, der vielleicht bis Madagaskar kam, der "arabische Plinius".

Einer der ganz großen, vielleicht der größte der arabischen Forscher, von Basra nach **Kairo** gerufen, war IBN AL-HAYTHAM (oder: HAITHAM), 12. Jh., in dem ihn hoch schätzenden Westen genannt ALHAZEN. Er brachte die bei den antiken Gelehrten viel weniger betriebene **Optik** voran, und zwar auf der Grundlage **eigener** Experimente (S. HUNKE 1980, V. KHAN 2009). **Von den Objekten sollte das Licht ins Auge treten,** nicht umgekehrt,, daß Licht vom Auge auf die Objekte falle, wie angenommen worden war. IBN AL-HAYTHAM (F. KEIM 2009) erwähnt, daß ein Kugelsegment aus einem durchsichtigen Mineral, also vorstellbar gekrümmtes Glas, Darunterliegendes, also Schrift etwa, natürlich auch ein Bild, **vergrößert**. Das war die Erfindung der **Lupe**, des **ersten Vergrößerungsinstrumentes**, benutzt als Lesestein. Durch seine Untersuchungen zur Strahlenbrechung berechnete er die Höhe der irdischen Lufthülle. Ins Lateinische übertragen wurde IBN AL-HAIHAMs Schrift über Optik, 'Kitab al-Manzir', um 1240 durch den Franziskaner ERAZM GOLEK VITELLO (u. a. Wikipedia).

IBN AL-HAITAM hatte auch bei Anregung durch andere arabische Gelehrte in besonderem Maße gezeigt, daß arabische Forscher nicht nur Übermittler vorhandenen antiken Wissens waren, sondern eigenständig und z**u Neuem führende Forschung** betrieben.

Aber zu Neuem schritten in Kairo auch weitere Forscher. In Kairo, wo bis 1249 die Ayybiden herrschten, hat der 1288 gestorbene Krankenhaus-Mediziner IBN AN-NAFIS die **Passage des Blutes** von der rechten zur linken Herzseite **über die Lungen**, den sogenannten "Kleinen Kreislauf", erkannt, was seinerzeit im Abendland nicht bekannt wurde. Auch IBN AN-NAFIS hatte hiermit etwas gefunden, was die antiken Autoren nicht kannten, ging also in eigener Entdeckung über diese hinaus.

Im **12. Jh.**, zur Zeit der Staufer in Europa, kamen bedeutende, auch das katholische Europa beeinflussende und beunruhigende Gelehrte in Anadalusien auf. In **Cordoba** wirkte seit etwa 1126, unter der Herrschaft der weniger toleranten Almoraviden, anfangs der besonders herausragende Gelehrte IBN RUSCHD, der im lateinischen Europa als AVERROES als der führende Übersetzer des ARISTOTE-



Abbildung 333: Averroes, Cordoba.

LES, bekannt wurde und der das Recht der Wissenschaft betonte. Unerschaffenheit der Welt, Aufgehen der Individualseele nach dem Tod in einer Weltseele - das schuf ihm keine religiösen Freunde. In seiner Heimatstadt von den Religiösen angegriffen, mußte er 1195 fliehen und starb 1198 in Marrakesch in Marokko. Ein wechselvolles Schicksal erlitt auch der jüdische Mediziner MAIMONIDES.

Führender **Landwirtschaftsschriftsteller** war der in der zweiten Hälfte des 12. Jh., also zunächst noch unter den Almoraviden, in **Sevilla** wirkende IBN AL-'AWWAM, der wiederum Material aus der Antike und von IBN WAHSHIYAN über die Landwirtschaftskultur der Nabatäer verarbeitete. IBN AL-'AWWAM beschreibt die Viehzucht und nennt 585 Pflanzen. Er erklärt die Kultur von etwa 50 Fruchtbäumen. Er behandelt Düngung, Pfropfen, Pflanzenkrankheiten.

Auf **Sizilien** wirkten islamische Gelehrte auch, als **nach 1072 Normannen** von Palermo aus die Insel als Königreich beherrschten und arabische Siedler auswandern mußten. Bei dem Normannenkönig ROGER II. von Sizilien und seinem Sohn WILHELM II. wirkte al-IDRISI (EDRISI), der als größter Geograph seit PTOLEMAIOS gelten muß ((J. BROTTON 2014). PTOLEMAIOS war IDRISI bekannt. IDRISI war maurischer Fürstensohn, kam von den Idrisiden, war um 1100 wohl in Ceuta geboren, studierte in Cordoba, lehrte in Constantine und ging nach Sizilien wegen der instabilen Zustände in Andalusien. Seine mit Karten ausgestattete Beschreibung der damals den Muslimen **bekannten Erde** legte IDRISI vor in einem großen Werk, in Deutsch 'Reise des Sehnsüchtigen, um die Horizonte zu durchque-



Abbildung 334: MAIMONIDES, Cordoba.

ren'. IDRISI hatte manche erreichbare Region selbst bereist (Wikipedia 2014), die Iberische Halbinsel, Ungarn, Anatolien, Vorderasien, Nord- und auch West-Afrika, und stützte sich auch auf Kenntnisse islamischer Kaufleute. IDRISIs Weltkarte auf Silber ist verloren. Andere Karten und auch eine von Afrika, angefertig um 1153, blieben erhalten. Von IDRISIs Werk blieben 10 handschriftliche Kopien bewahrt, die älteste von 1300, die besterhaltene von 1553 in der Bodleian Library in Oxford (.J. BROTTON 2014, s. 88). Seine Karten sind nicht religiös ausgerichtet, nicht wie christliche Karten mit Jerusalem im Mittelpunkt und Mekka ist nicht religiös hervorgehoben. 1928 wurde in istanbul auch ein handschriftliches Werk über Heilpflanzen gefunden.

Der Hohenstaufen-Kaiser FRIEDRICH II. (E. KANTOROWICZ 1994), der in Deutschland wenig bewirkte und sich vor allem als König von Sizilien fühlte, hat jeder Muslimenherrschaft auf Sizilien ein Ende bereitet. Zu "Sizilien" gehörte damals auch Apulien auf dem Festland. Und FRIEDRICH II. hat die Muslime in die kontrollierbare Gemeinschaft nach Lucera auf dem italienischen Festland umgesiedelt und sie von sich abhängig gemacht - also auf Sizilien so etwas wie die Reconquista auf der Iberischen Halbinsel in kurzer Zeit vollendet.

Auch das **13. Jh.** wirkten noch islamische Gelehrte. In Malaga in Spanien geboren und dann in Damaskus bis zu seinem Tod 1248 gewirkt hat der Botaniker und **Pharmakognost** IBN AL BAITAR, der latinisierte ALBEITAR. Ausgewertet hat er etwa 250 frühere, griechische und arabische Werke.



Abbildung 335: Turkestan.

**Astronom** war der Perser NASIR AD-DIN AT-TUSI, der nach Dienst im Lager der Assassinen 1258 zum Mongolenkhan HÜLEGÜ übertrat, als der Bagdad plündern und wenigstens teilweise zerstören ließ. Die Mongolen richteten ihm ein Obervatorium in Maragheh ein. AT-TUSI verbesserte die Übersetzungen des EUKLID, PTOLEMAIOS, APOLLONIUS und andere und lieferte eine eigene Tabelle der Planeten-Bewegungen. Die ebene und sphärische Trigonometrie baute AL-TUSI einigermaßen vollständig aus (Wikipedia).

Der im 14. Jh. weitgereiste Berber **IBN BATTUTA**(H) (H. SOMMERLATTE 1981) aus Tanger reiste in Afrika von Fes in Marokko aus über Timbuktu bis an die Ost-Küste Afrikas Seine von bereisten Herrschern unterstüzten Reisen, dann durch von Zentralasien, unternahm der hoch begüterte IBN BATTUTA(H) mit eigener Karawane, mit seinem Harem und Dienern. Im Dienste des Sultans von Delhi wurde er, nicht unbedingt als glaubwürdig erachtet, 1342 zum Kaiser von China gesandt.

Islamische Wissenschaft findet in der ersten Hälfte des **15. Jh.** einen Sitz, einen für Astronomie, in **Samarkand**. Der Orient und Zentralasien - das ist ein Territorium eindrucksvoller Denkmale.

In Mogul-Indien wurden etliche astronmische Observartorien errichtet.

**Nordafrika** blieb länger als andere Regionen ein Gebiet mit Bildung. Unter den Mariniden wurde deren Zentrum Fes im 14. Jh. ein Zentrum von Bildung und Handel. Und auch einer der letzten großen islamischen Gelehrten wirkte vorzugsweise in Nordafrika, der Historiker und schon auch Geschichtsphilosoph IBN KHALDUN. Seine Herkunftsfamilie war aus Spanien nach Tunis gezogen Dann in Kairo war er aus dem von TAMERLAN belagerten Damaskus als Unterhändler zu TAMER-

LAN geschickt worden und fand dessen Anerkennung. IBN KHALDUN und andere Gelehrte ließ TAMERLAN zurückkehren. In Europa wurde IBN KHALDUN erst im 19. Jh. bekannt.

Warum gab es trotz der hohen Ingenieurskunst und der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse und ihrer Anwendung sowie der der Aneignung des spätantiken Wissens dann im Islam mit seiner 'Wissenskultur' **Stagnation** (SAALEM H. ALI zu T. E. HOFF 2011), endete das '**Goldene Zeitalter des Islam**'? BASSAM TIBI sprach (2004) von 2 arabischen Aufklärungen, eine im Mittelalter und eine nach 1967, die beide scheiterten. Und das bis tief ins 20./21. Jh. (D. DINER 2005, S. 37), als auch die Linke in der arabischen Welt nicht bleibend Fuß fassen konnte! Fehlende Neugier? Religiöse Hemmnisse? Also Sieg der 'Mufti-Welt' (BLOCH). Aussterben schöpferischer Köpfe? Auch christliche Länder erlebten einen Abschluß ihrer 'goldenen Zeitalter', aber es ging dann dennoch auch mit der Wissenskultur weiter, vielleicht mit der Ausnahme Spanien.

## Weiteres Vordringen und Zurückdrängen des Islam

Die **Kreufahrer** mußten zunehmend im Vorderen Orient **zurückweichen**. SALADIN schlug sie 1187.

Und fast als Ersatz für dem Islam verlorene Regionen, die der Iberischen Halbinsel und Sizilien, konnten im Südosten des Mittelmeers mohammedanische **Turkvölker** vordringen (s. Mittelalter). Auf der Pyrenäen-Halbinsel wurde 1492 mit der Eroberung von Granada durch Kastilien/Aragon die letzte islamische Bastion gebrochen und damit das letzte Ziel der Reconquista erreicht. Im 16. Jh. folgte die widerliche Vertreibung nicht nur der Mauren, sondern auch der Juden von der Iberischen Halbinsel.

Noch bevor die Rechristianisierung der Iberischen Halbinsel mit dem Sieg über Granada vollendet war, eroberten im Streit miteinder Kastilien und Portugal die allerdings nicht muslimischen Kanaren und versuchten sich im muslimischen **Nordafrika** festzusetzen. Schon 1415 eroberte Portugal die Stadt Ceuta, Spanien eignete sich, und das bis heute, 1497 Mellila an.

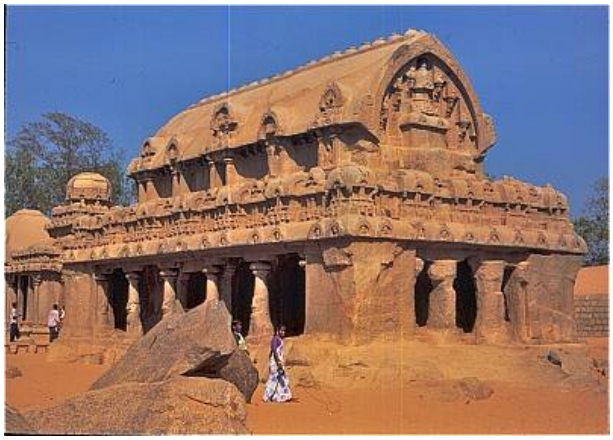

Abbildung 336: Beginn: Mahabalipuram.1999.

# Blick in andere Regionen der Erde

# Erfindungen im nichtislamischen Asien

# Indien

Indien begeistert den Touristen durch seine religiösen Bauten, die hervorragende Architekten voraussetzten.

Indien lieferte auch die arabischen Ziffern. Aus Indien wurde besonders wertvoller Stahl, **Damaszener-Stahl**, berühmt (B. OSANN 1939), benannt nach dem Endpunkt der ihn befördernden Karawanen, der Stadt Damaskus. Er wurde gewonnen in einem damals chemisch allerdings nicht erklärbaren Verfahren des **Zementierens**, wobei weicher, sehr kohlenstoffarmer Stahl mit mehr Kohlenstoff angereichert wird. In einer gemauerten oder aufgestampften Zementierkiste ist auf etwa 1000°C erhitzter weicher Stahl von erbsen- bis bohnengroßen Holzkohlenstücken überall umgeben und der Kohlenstoff wandert, als Kohlenmonoxid (CO), überall in den Stahl ein, bis zu einem Kohlenstoff-Gehalt von etwa 1,5%. In Indien wurde kleine weiche Eisenstücke von Zweigen und Blättern umgeben vom Tiegel erhitzt.

Ein Denkmal älterer indischer Eisenmetallurgie ist die von Technikern viel diskutierte **kaum rostende Eisensäule** im Qutub Minar Complex von Dehli (M. V. VEAZEY 2005). Hergestellt wurde diese Eisensäule um 400 n. Chr. in der als die "golden age" in der indischen Geschichte geltende Gupta-Zeit in der Nähe des heu-



Abbildung 337: Mahabalipuram.



Abbildung 338: Chola-Zeit: Tanjore. 1999.



Abbildung 339: Madurai 1999.



Abbildung 340: Tirachirapalli 1999.



Abbildung 341: Tirachirapalli.



Abbildung 342: Tempel Eklingij 1999.

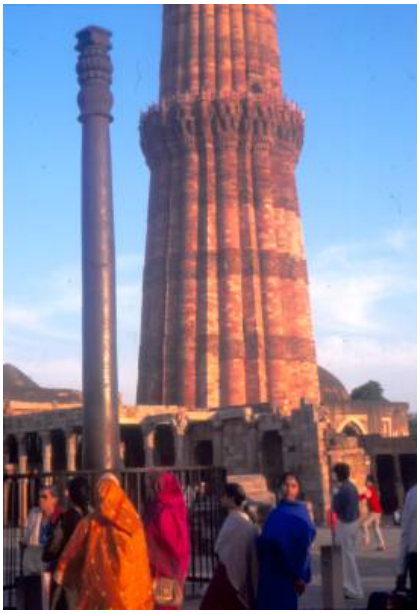

Abbildung 343: Rostresistente Eisensäule:Dehli.

tigen Bhopal. Die Säule wurde später überführt zu der ersten auf dem indischen Subkontinent gebaute Moschee, eben der in Dehli. Die Rostresistenz wird von manchen auf das Klima zurückgeführt, aber auch auf den Phosphorgehalt und die Abwesenheit von Schwefel und Mangan in dem Eisen. Welche Erfahrungen brachten die alten Eisenmetallurgen ein? Ganz rostfrei bieb die Säule nicht und wird nunmehr (ZIRNSTEIN 1999) von einem Polizisten vor Berührung geschützt.

Das **Indien** der Zeit des europäischen Hochmittelalters und der Neuzeit wird von Nordwesten her in weiten Teilen bestimmt durch den **Islam**, mit zunächst Lahore als dessen Zentrum. Ab 1206 bestand das islamische Mamluken-**Sultanat** des 994 gegründeten **Delhi** (I. GEISS 2007, S. 159).

Nachdem es schon TIMUR LENK 1398/99 erobert hatte, fiel das fragmentierte Sultanat 1526 an die Mogulherrscher, die **Großmoguln**, deren erster ein später Nachkomme von TIMUR, der ebenfalls grausame, von Norden kommende ZAHIR al-DIN BABUR war. Die Mogulherrscher regieren schließlich große Teile Indiens. Die Maharadschas passen sich der neuen Herrschaft an, welche der den Hindus fremden Religion des Islam anhängen und Persisch sprechen. Die Hauptstadt (u a. Wikipedia 2018) wechselte wiederholt. war im 17. und 18. Jh. meistens **Agra**, die Stadt des Roten Forts, dann auch wieder Delhi, kurze Zeit das neue Fathepur Sikri und auch Lahore und Aurangabad, zuletzt, seit 1707 Delhi, wo der letzte Mogulkaiser 1858 von den Briten abgesetzt wurde. Aber die erste Mogulzeit war für Indien auch eine Zeit kultureller Blüte. Da waren schon die Porugiesen an der

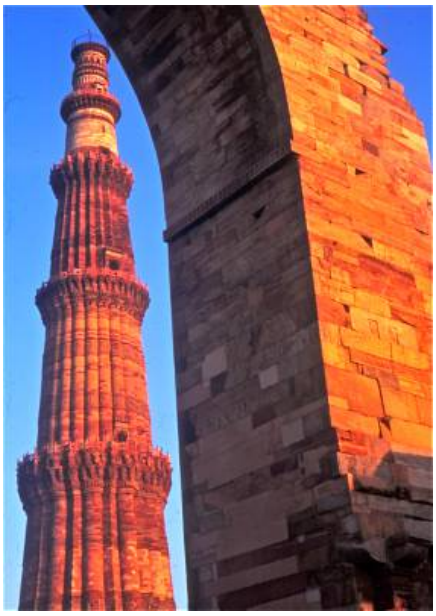

Abbildung 344: Delhi: Minarett Qutb, Anf. 13. Jh..



Abbildung 345: Minarettstumpf Qutb Delhi.

indischen Westküste gelandet (s.d.).

## China - von der Han-Dynastie bis in die Mandschu-Periode

China ist der ungeachtet mancher zeitweiliger räumlicher Verluste und selbst Fremdherrschaften der **am längsten bestehende auf nationaler Grundlage ruhende Staat** der Erde. **Persien** mag mit mehr Unterbrechungen zur Seiten stehen. China gab es, als das Römische Imperium erstand und als es unterging, und China bestand, als das lateinische Abendland große Teile der Erde in seine Macht nahm und bestand weiter als das Abendland vieles davon wenigstens politisch wieder verlor. Die chinesische Nationalität wird manchmal bis zum Sinanthropus zurückgeführt.

Aus Jahrhunderte hindurch streitenden Reichen hatte der erste Kaiser SHI-HUANG-TI ein einheitliches Reich geschaffen (H. SCHREIBER 1978). Zum Großstaat wird China unter der HAN-Dynastie. Der gegen seine Rivalen siegreiche LIU PANG ist der nur 6 Jahre regierende erste Kaiser der HAN-Dynastie, dem seine grausam durchgreifende Witwe LÜ ZHI folgte. Unter WEN-TI mit der kurzlebigen SUI-Dynastie, kam es endlich zu Ruhe und Frieden. WU-TI, sein lange regierender Nachfolger richtete seine Blicke auch nach dem Westen, wo das Römische Reich bestand. Es wurde entwickelt die '**Seidenstraße'**, auf der nicht nur Seide gehandelt wurde. Immer wieder einmal fiel sie auch unter die Herrschaft innerasiatischer Völker. Nicht zum chinesischen Kaiserreich gehörte bis ins erste Jahrtausend v. Chr. der Süden des heutigen China und noch heute sprechen dort viele Menschen eigene Sprachen (H. TARLING 1992, S. 56 Fußnote). Mit der Entwicklung des Einheitsstaates China entwickelte sich die **Kartographie**, wurden 'Reichskarten' erstellt. Als Begründer der Kartographie in China gilt der mit PTOLEMAIOS verglichene PEI XIU im 1. und 2. Jh. n. Chr. mit seinem aus 18 Blättern bestehenden Atlas (H. SCHMIDT-GLINTZER 1997, S. 62). Die HAN-Zeit zerfällt in 2 Teile, mit der um die Zeitenwende stattfindenden soziale Revoution des WANG MANG. Die kulturell großartige Zeit kam mit der **TANG-Dynasie**, von 618 bis 907. Um Armut zu begrenzen, wurde Maximum von Landbesitz gesetzlich eingeführt.China besaß in weiten Perioden wohl die größer Volkswirtschaft auf der Erde (N. FERGUSON 2013, S. P. HUNTINGTON 1998, u. a.). Innerhalb der TANG-Dynastieregierte 690 - 705 WU ZETIAN oder WU ZHAO als einzige chinesische Kaiserin, eine ehemalige Konkubine. Sie nannte sich die CHOU-Dynastie, aber die Bezeichnung setzte sich nicht so recht in der Nachfolge durch. Sie führte das zivile Prüfungssystem für den Beamtendienst durch, und in China entstand



Abbildung 346: Drache, Symbol schon der Tang.

also eine nicht-aristokratische Bürokratie. 690 wurde **Tibet** erstmals bezwungen, nach den TANGs verlor China die Kontrolle über Zentral-Asien.

Bedeutende technische Errungenschaften gab es in China Jahrhunderte früher als im Abendland und manche wurden meist auf Umwegen nach dem empfangenden Europa übermittelt.

Als China im Norden wieder einmal gewaltig an Land an Nomadenvölker einbüßte, folgte die katholische Zentrale für England,

unter großen territorialen Verlusten die Zeit der **Nördlichen** und dann der **Südlichen Song**. Das war die Zeit der bedeutendsten Erfindungen, als von den technischen Errungenschaft her gesehen China, wie das westliche Europa, auch seine "mittelalterliche ökonomische Revolution" erlebte (J. K. FAIRBANK 1992). Außenniederlage schließt kulturelle Blüte nicht aus. Bedrohung durch die Nomadenvölker auch nach deren teilweiser Seßhaftwerdung und dann Eroberung durch Völker aus dem Norden und deren Anpassung an China, deren 'Sinisierung', bestimmten lange Chinas Schicksal.

Eine **zentrale Rolle des Staates** hatte China immer, es war nie so zersplittert wie das aus zahleichen Einzelstaaten mit mehr oder weniger Zusammenhalt und Gegensatz bestehende Europa. Wie J. DARWIN (2010, S. 52) zusammenfaßte: "Chinas Kommunikationswesen sowie die Verwaltung der fragilen Umwelt . die vom Wasser abhängig und zugleich von Hochwasser bedroht war - erforderten ein

außergewöhnliches Maß an bürokratische Vermittlung zwischen Zentrum, Provinz und Bezirk." Mehr außerhalb blieben die Lößgebiete.

Ein großer **Kanal**, der "Kaiserkanal", von Tientsin bis Hang-tschou, verband und verbindet weite Teile Chinas von Nord nach Süd, während die großen Ströme Chinas, der Hoangho und der Jangtse, von West nach Osten fließen. Der zunächst in Teilstücken bestehende Kanal (Wikipedia und anderes im Internet) wurde dann über 1800 km lang, bis 40 m breit, 3 - 9 m tief. Die in China entwickelte **Schiffsschleuse** erlaubte die Überwindung von Höhenunterschieden bis 42 m. Wo der frühe Große kanal nach Norden in den Gelben Fluß, Hoangho, mündet, erstand die Hauptstadt der **Nördlichen Sung**, **Kaifong, eine Millionenstadt.** Auf dem Kanal konnte aus dem Jangtse-Gebiet stammende Nahrung nach hierher gebracht werden - damals der Erde meistbevölkerter Handelsregion (J. K. FAIRBANK 1992, S. 89). Nach weiterem Einbruch im Norden wurde 1126 die Hauptstadt nach **Hangtschou** viel weiter im Süden in Küstennähe verlegt, die Kapitale der **Südlichen Song**, die bis 1276 bestanden. Hang-tschou, das auch einmal Quinsay hieß, ist die erste Hauptstadt Chinas nahe dem Meer und wurde angelaufen von Handelsflotten aus aller Welt und blieb Chinas Hafen bis zum Taipingaufstand 1860 (H. SCHREIBER 1978, S. 222/223). In der den Südlichen Sung folgenden mongolischen **YUAN-**Dynastie beschrieb MARCO POLO Hang-tschou, das ihn an das allerdings viel kleinere Venedig erinnerte.

China war, und schon in der Han-Zeit, ein Land **zahlreicher Erfindungen**, die **anderswo nachgeahmt** auch dort Kultur und Wirtschaft beeinflußten. China kannte vor den Europäern das **Porzellan**, die **Seide**, den **Kompaß**, das **Schießpulver**, das auf TS'AI LUN im 2. Jh. n. Chr. zurückgehende **Papier** aus Bambus, die Handkurbel, Treibriemen, Hängebrücke, Drillmaschine, eiserne Pflugscharen, die **Schubkarre**. Der Mathematiker ZHANG HENG im 1. und 2. Jh, konstruierte den ersten **Seismographen**, das je nach herausfallenden Kugeln die Richtung zeigte, in der ein fernes Erdbeben stattgefunden hatte. In höheren Eisenschmelzöfen wurde wegen Holzmangel Koks eingesetzt und, um 1078, über das dabei erhaltende schmelzflüssige **Gußeisen** durch Entkohlung Stahl erzeugt. Kettenpanzer sollten den Krieger schützen. Das **Drucken** mit "beweglichen", das heißt einzelnen gebrannten Tonlettern wird auf den Schmied BI-SCHEN im 11. Jh. zurückgeführt. Bewegliche Lettern waren wegen der Vielzahl der chinesischen Schriftzeichen nicht günstig und es gab mehr Blockbücher. (J. K. FAIRBANK 1992, S. 93). Weder Papier noch Drucken führte aber in China zu einer geistigen Revolution wie später in Europa im 16. Jh. und auch das Schießpulver schützte China nicht sehr. Es gab lange friedliche Zeiten in China, aber auch Angriffe von außen, Bauernaufstände, Rebellionen. **Mauern um Städte** und **Stadttürme** und vor allem die **Große Mauer** sind bezeichnende herausragende Bauwerke.



Abbildung 347: Weite Mongolei. 1963.

## Zwischenspiel Mongolenreich - und das auch über China. Neues bei den Mongolen

Wie einst die Araber in kurzer Zeit einen neuen Riesenstaat in weiten Teilen des Mittelmeerraumes gründeten, so erstand in Zentralasien von außen unerwartet das **Mongolenreich** des DSCHINGIS-KHAN und seiner Nachfolger. Die Nachrichten über die Ereignisse vermittelt die 'Geheime Geschichte der Mongolen' (Wikipedia 2017), die zuerst wohl in uigurischer Schrift erschien und später auch in Mongolisch. Eine um 1655 verfaßte Version wurde 1929 entdeckt.

Die Entstehung des Römischen Imperium benötigte Jahrhunderte. In einem rasenden Sturm und großenteils noch unter dem 1206 zur Macht gekommenen Mongoleneiniger DSCHINGIS-KHAN werden nach der oft gewaltsamen Vereinigung mongolscher Stämme große Teile Eurasiens eingenommen oder bedroht. Wo kamen so viele Mongolen her und wohin verschwanden sie nach dem Ende des Reiches zu der heute mäßigen Zahl und der heutigen Friedfertigkeit? Mit Grausamkeit werden die Ränder eingeschüchtert, und dann wird das Zentrum bevorzugt und ist versorgt von den Rändern. Der Vorstoß der Mongolen ist zu sehen, gemäß dem in die USA emigrierten russischen Historiker GEORGE W. VERNADSKY (bei L. RÜHL 1992, S, 27), dem Sohn des in der Sowjetunion gebliebenen Geochemikers VERNADSKY, als eines "der großen kriegerischen Unternehmungen der Geschichte im Weltmaßstab ... handelt sich um eines der seltenen Beispiele eines planvollen und sorgfältig vorbereiteten Versuchs eines Volkes sich die ihm bekannte Welt zu unterwerfen und dabei gewaltige Entfernungen auf dem eurasischen Landweg mit Reiterheeren zu überwinden." In der fast unübersehbaren Weite der Steppen war also eine erstaunliche Organisation zustandegebracht worden, wurde das Vordringen und Zusammenwirken der losen Heeresgruppen durch Fernauf-

klärung, Kundschafter, Melde- und Signaldienste erreicht: "Die Mongolen ritten in weitläufigen, aber nie zerfasernden Formationen im Karree bis zu vierhundert Kilometer breit und tief locker aufgegliedert, oft nicht in Sichtweite zueinander, aber immer in Verbindung durch ihre Meldereiter" und "warfen" so symbolisch "gewaltige Fangnetze über ganze Landschaften" (L. RÜHL 1992, S. 28). **Vorhergesehen**, in Europa, wurde das Geschehen **nicht.** Was in Zentralasien geschah lag außerhalb der politischen Beobachtung Europas.

Inmitten der Steppe, in einem Nomadenland, ließ DSCHINGIS KHAN ab 1220 eine Stadt, **Karakorum** (Internet 2018, Bezugnahme auf die Forschungen der Universität BonnI. Handwerker aus vielen Teilen des Reiches und namentlich auch aus China siedeln sich hier an und schaffen. 1227 stirbt der Großkhan DSCHINGIS KHAN. Die heute so friedsam wirkenden Mongolen sind auf den grausamen DSCHINGIS KHAN noch heute stolz. Es folgt, 1229, DSCHINGIS KHANs 3, Sohn, der vom Vater als der talentierteste eingeschätzte ÖGEDEI KHAN. Im Jahre 1241 sind die Mongolen bei Liegnitz in Niederschlesien, siegen, ziehen sich aber auch ohne geschlagen zu sein nach Verwüstungen in Ungarn zur Regelung der Nachfolgefrage für den gestorbenen ÖGEDEI KHAN zurück. Unter den Nachfolgern kommt es zu Streiterien und es folgen schließlich Teilkhane. Dem Schrecken der erobernden Mongolenheere stand im Mongolenreich ein im Inneren längere Zeit geordnetes Staatswesen gegenüber, das auch dem Handel aufgeschlossen war (F. SCHMIEDER 2005). Es gab religiöse Toleranz und sichere Reisen, so für Individualkaufleute aus Genua und Venedig - und für päpstliche, gegen den Islam wirkende Diplomaten (s. d.).. Man kam schließlich auf dem Landwege unter den DSCHINGIS-KHAN-Nacholgern gefahrlos bis nach China. Ist es ein Phänomen der Geschichte, bis ins 20. Jh. daß mit großer Härte und Genozid eine neue politische Ordnung geschaffen wird oder geschaffen werden soll und dem in der Tat erst einmal innerer Frieden, Schöpfertum und Kultur folgen? Die Mongolen waren nicht nur harte, vernichtungsbereite Kämpfer, sondern auch **befähigte Staatsgründer**. Vielleicht den Normannen vergeichbar?

Das Reich wird dann **geteilt**. Ein Teil beherrscht als **"Goldene Horde"** Osteuropa. Nach dem Südwesten, nach **Persien**, wendet sich HÜLAGÜ, ein Enkel von DSCHINGIS-KHAN. Hier fallen die Mongolen zwischen 1218 und 1220 ein und übernehmen das Land. **1258** kam die **mongolische Eroberung von Bagdad**. (C. BROCKELMANN 1943, U. HAARMANN 1994, S. 217). Dem Kalifen und Verwandten kostet es den Kopf, viele Bewohner überleben. Dem Astronomen Al-TUSSI, der das Sonnensystem wie später COPERNICUS sieht, geht es bestens und er wird gefördert.

Überlebende Abbasiden flohen nach **Kairo**, wurden hier aber nur 'Schattenkalifen', denn die Mamluken hatten meistens das Sagen, Die Abbasidenkalifen gaben ihnen



Abbildung 348: Grab von Abbasidenkalif in Kairo.

Legitimiät, und die Mamluken stellten ab BAIBAR die 'Sultane' (Wikipedia 2017), die eigentlichen Herrscher.

Schon 1260 wird durch die Mameluken unter BAIBAR den Mongolen aus dem Zweistromland in einer für sie verlorenen Schlacht eine Grenze gesetzt. HÜLÄGÜS' Nachfolger, die **Ilkhane**, in Persien, treten **zum Islam** über, zur schiitischen Richtung.

Nicht verheert und gebrandschatzt wurde **China**, wo schon **1215 Peking erobert** worden war und das unter den Nachfolgern von DSCHINGIS CHAN ganz unter mongolische Herrschaft kam und wo chinesische Ingenieure und andere in die Dienste des Mongolenherrschers traten (L. RÜHL 1992, S. 29). Über den Europäern unbekannte Reiche in Zentralasien werden wir nur die Erschließung chinesischer Quellen, oder Reiseberichte, unterrichtet. Kenntnisse von außen, durch Besucher im Mongolenreich, und Kartographie hatten einen Höhepunkt unter der **Mongolenherrschaft,** der **Yuan-**Dynastie (H. SCHMIDT-GLINTZER 1997, S. 63, S. 170/171), mit KHUBLAI-KHAN. 1264 verlegte der Mongolenkhan die Hauptstadt von der bisherigen Mongolenresidenz Karakorum im Herzen der Mongolei nach **Peking**. Erstmals war ganz China unter Fremdherrschaft. Allerdings mußte er auch einem Mongolenaufstand, also einem seiner Landsleute, widerstehen. Unter der mongolischen Fremdherrschaft wurde **China nach Süden erweitert**. so **Yünnan** einbezogen, das bei China verbleibt und von wo China seinen Einfluß nach Südost-Asien ausdehnt. Es hat Gründe, wenn ein Fremdherrscher sich

gern mit befähigten Ausländern umgibt und das war die Stunde von MARCO POLO.

Von **Tibet** aus entwickelte sich im 11. - 13. Jh. eine Sonderform des Buddhismus der **Lamaismus**, 'Lama' = Lehrer, der sich im späten 16. Jh. **auch bei den Mongolen** durchsetzte (E. und M. TAUBE 1983, S. 40 - 42). Es gab also in der buddhistischen Welt ebenso 'Reformation' wie im christlichen Abendland. Mit dem Lamaimus bei den Mongolen kamen Klöster, damit neue Machtzentren und Abgaben einstreichende Institutionen, aber es gab auch Alphabetierung, mit dem Lesen allerdings vor allem der heiligen Schriften.

So wie DSCHINGIS KHAN gehandelt hatte, wiederholte das im 14. Jh. TAMERLAN/TIMUR LENK, der Turkstämme anführte, aber auch Türken, die Osmanen besiegte. Auch er eroberte unter fast noch größerer Grausamkeit als DSCHINGIS KHAN große Teile Eurasiens, aber kam nicht mehr nach China. Schädelpyamiden sollen seinen Weg gesäumt haben. Sein prächtig ausgebauter Hauptsitz wurde **Samarkand** und wurde mit prächtigen, großenteils erhaltenen oder restaurierten Bauten ausgestattet. 1405 starb er. In einem noch gepflegtem Mausoleum in Samarkand wurde er beigesetzt. TIMURs zum Regieren wohl gar nicht so geeigneter Enkel ULUGH BEG (S. SOUCEK 2000) verlor Schlachten, aber ließ ab 1428 in Samarkand nicht nur eine riesige Madrasa/Medrese, eine islamische Hochschule erbauen, sondern gab auch den exakten Wissenschaften wieder ein Heim. Der unterirdische Teil eines **astronomisches Observatorium** mit einem riesigen Quadrant konnte 1908 ausgegraben werden. Mathematiker und Astronomen wirkten dort und ein dort entstandenes Buch war im 17. Jh. in England ins Lateinische übersetzt worden und auch der Danziger Astronom HEVELIUS benutzte esSchädelpyamiden sollen seinen Weg gesäumt haben.

. 1449 schlug der eigene Sohn des ULUGH BEG als enttäuschter Gourverneur von Herat den Vater, ließ ihn enthaupten, aber im Timur-Mausoleum in Samarkand beisetzen.

## China wieder unter einheimischer Dynastie: unter den Ming-Kaisern

MARCO POLO hatte das China unter der Herrschaft des Mongolenkaisers KUBLAI KHAN, eines Enkels von DSCHINGIS KHAN; erlebt, unter den **YUAN-Dynastie**. Nach mancher Auseinandersetzung mit Nebenbuhlern hat **1368** ein Rebellenführer die Mongolenherrschaft in Peking gestürzt und wurde als "HONGWU der erste Kaiser der neuen Dynastie der **MING**. Haupstadt war zuerst **Nanking**, aber der dritte und als größter angesehene Ming-Kaiser, unter dem Namen YONGLE



Abbildung 349: Samarkand: Mausoleum TAMERLAN u. a..



Abbildung 350: Samarkand, Koranbank.



Abbildung 351: ULUGH BEG: Samarkand.



Abbildung 352: ULUGH BEG Observatorium.



Abbildung 353: Ming-Gräberstraße Nanking.



Abbildung 354: Peking: Verbotene Stadt.

verlegte die Hauptstadt von **Nanking nach Peking**.

#bildMinggräber Nanking. 1963

Peking wurde die prächtig ausgebaute und damals wohl volksreichste Stadt der Erde, Hier entstand von **1406** bis 1420 der Kaisersitz, die "**Verbotene Stadt**". Eine Millionen Menschen sollen an dem Bau beschäftigt gewesen sein und diese wurden überwacht von einer Millionen Soldaten (F. ZAKARIA 2008, S. 88). Massen von Millionen - und wie viele ihrer wirtschaftlichen Erträge gingen hier ein ohne Verbesserungen im Lande und in der Technik. Die Regierung, die Herrschaft über allem! Die gelben Ziegel waren dem Kaiser, dem 'Sohn des Drachen', vorbehalten, kennzeichnen also die kaiserlichen Paläste, auch den Sommerpalast.

Trotz der Vertreibung der Mongolen, **blieb die Gefahr aus dem Norden,** Gewaltige Ressourcen und vor allem auch Menschen mußten zur Landesverteidigung



Abbildung 355: Peking: Verbotene Stadt, Kaiserpalast. 1963.




Abbildung 356: Peking, am Tian-An-Men.



Abbildung 357: Kaiserpalast Peking, 1963.



Abbildung 358: Meisterwerk in Gold.



Abbildung 359: Peking, Kaiser-Thron.



Abbildung 360: Zu den Minggräbern. N Peking 1963.



Abbildung 361: Ming-Gräberstraße b. Peking.



Abbildung 362: Vor den Minggräbern. 1963.



Abbildung 363: Minggräberstraße. N Peking 1963.



Abbildung 364: Himmelstempel Peking. 1963.



Abbildung 365: Religionsvielfalt: Buddha, Hangzhou.



Abbildung 366: Religionsvielfalt: Lama-Tempel Peking.



Abbildung 367: Religionsvielfalt: Stupa in Peking.

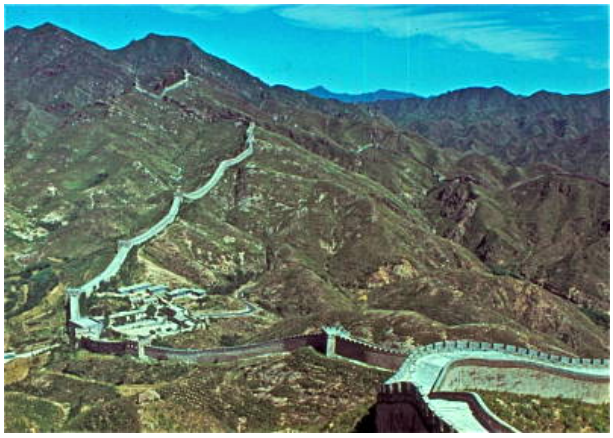

Abbildung 368: Große Mauer. N Peking 1963.

an die Nordgrenze gebunden werden (a. J. DARWIN 2010, S. 54). Die vor dem ersten China vereinigenden Kaiser QUIN SHI-HUAN-TI begonnene und danach forcierte **Große Mauer,** ein Super-Limes, erhielt unter der Ming-Dynastie ihre weithin überkommene Gestalt. Die Mauer reicht viel weiter nach Nordosten als man vor einer Expedition SVEN HEDINs wußte und ihre Länge, nicht überall durchgehend und manchmal nur in den Fundamenten erhalten, wird zwischen 8.851,8 bis 21.996,18 km angegeben (Wikipedia 2016). Genannt werden 43.721 Einzelobjekte und Standorte. Mit Feuersignalen konnten von jedem Wachturm die Nachbartürme benachrichtigt werden.

Viel genützt hat am Ende die Große Mauer nicht. 1644 fiel das im Inneren wieder einmal gärende China auch durch Verrat unter die vom Nordosten kommenden **Mandschu**. Die 2006 erfolgte Unterschutzstellung der also gar nicht so effektiven Großen Mauer soll jede weitere Nutzung als Steinbruch abwehren und so Chinas großes Kulturdenkmal bewahren.

Besonders bemerkenswert unter den frühen Ming war der **Schiffsbau** ((J. K. FAIRBANK 1992, S. 93; ZHOU SHI DE 1987). Ab 5. Jh. wurden Schiffe von durch Menschenkraft angetriebene seitliche Räder fortbewegt, verbreitet und die Schiffe als "Fliegende Tiger" bezeichnet. Viel früher als in Europa, zur Zeit der Südlichen Song, gab es dann große Schiffe mit 4 Decks, 4 bis 6 Masten mit Dutzenden Segel, mit hinterem drehbaren Steuerruder, mit der Unterteilung des Schiffsraumes in einzelne Schotten als Schutz vor eventueller Flutung des gesamten Schiffsinneren. In den ersten Jahrzehnten des 15. Jh., zwischen 1405 und 1433 zur Zeit der ersten Ming-Kaiser, wurden 7-mal Flotten (F. ZAKARIA 2008, S. 80) chinesischer **Hochseeschiffe**n in den Indischen Ozean und bis an die **Ostküste von Afrika** gesandt (Der Spiegel, 1997, Nr. 36: N. FERGUSON 2013, D. S. LANDES



Abbildung 369: Auf Großer Mauer. 1963.

2002, A. J. TOYNBEE 1988). unter dem Eunuchen und Admiral ZHENG HE. Für ZHENG HEs erste Expedition werden angegeben 317 Schiffe und 28.000 Mann (F. ZAKARIA 2008, S. 78). Die größten dieser in Dschunkenart gebauten Schiffe, die "Schatzschiffe", waren über 120 m lang, hatten 9 Masten und waren aufgebaut in mehreren Stockwerken. China dokumentierte seine geforderte Weltstellung ohne unnötig militärisch einzugreifen und eher exotische Dinge wie afrikanische Tiere wurden nach Hause gebracht (u. a. F. ZAKARIA 2008, S. 80). 1417 Aden erreicht, 1418 Mombasa an der ostafrikanischen Küste, 1431 Madagaskar. Die chinesischen Schiffe wurden nicht die Beherrscher der Meere. Die wohl zu große Selbständigkeit von Generälen fürchtende Regierung der Ming und der in Beziehung zu den Erträgen sehr große Aufwand für die Ausrüstung der Flotten war wohl der Grund, daß die Ming-Kaiser dann diese Seefahrt verboten haben, endgültig 1525. Die Flotte wurde abgewrackt. Und China nahm auch unter den Mandschu-Kaisern die Hochsee-Schifffahrt nicht mehr auf. Erst 1851 aus Anlaß der ersten Weltausstellung in London kam ein chinesisches Schiff nach Europa (F. ZAKARIA 2008, S. 81). Europa, das die chinesischen Großschiffe von einst wohl nie zu sehen bekam, hatte ab dem 16. Jh. in den Meeren Asiens freie Hand.

Nach 1644 stellten die Mandschu die Kaiser, waren die Mandschu eine gewisse Herrenschicht, lebten in eigenen Stadtvierteln, aber paßten sich in China ein. Unter einigen Mandschu-Kaisern erlebte China **Jahrzehnte der Blüte**. Schon wegen der Bevölkerungsvermehrung und notwendigem neuem Siedlungsraum drangen die

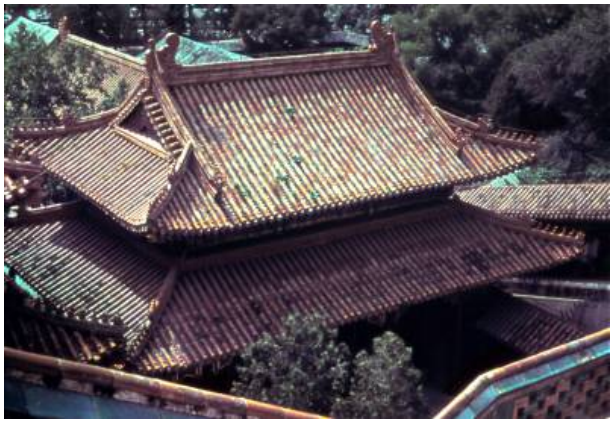

Abbildung 370: Sommerpalast b. Peking.



Abbildung 371: Marmorschiff statt Flotte, 19. Jh..

Mandschu-Truppen bis Burma vor und Auswanderung geschah dann auch in den für Chinesen zuerst verschlossenen Norden, und es wird geschätzt, daß etwa 25 Millionen Chinesen in den mandschurischen Norden zogen (H. SCHREIBER 1978, S. 289). Im Westen, in Ost-Turkestan, und im Nordosten, in der Mandschurei, um Charbin und Mukden, folgte im 19. Jh. der Zusammenstoß mit Rußland.

Die **Sicht** von gebildeten Europäern **auf China** erlebte **im 18. Jh.** einen großen **Wandel**. Mit all seinen Gütern und von den Jesuiten in Europa geschilderten Eindrücken wurde **im 18. Jh. China in Europa fast als Vorbildstaat** gefeiert, auch in seiner Regierung, seiner sozialen Gestaltung. Nach den verheerenden Kriegen in Europa schien im Fernen Osten eine bessere Welt zu bestehen. Zwischen 1700 und 1709, also in einem Jahrzehnt, wurden in Europa 599 Buchtitel über China verlegt (F. ZAKARIA 2008, S. 141). In europäischen Parks nachgebaute Pagoden und Tempel zeugen von dieser '**Chinoiserie**'. Aber das wurde noch im 18. Jh. von Europa schließlich auch anders gesehen (J. DARWIN 2010, S. 107), und es kam die "**Entzauberung Asiens**" (J. OSTERHAMMEL 2010). Das hochentwickelte Handwerk, die Proto-Industrie, auch natürlich die schon kompliziertere Porzellan-Herstellung und anderes befriedigten in China wohl die Bedürfnisse an Gütern, aber es fehlte die im 18. Jh.beginnende industrielle, europäischen Ländern vergleichbare Entwicklung. Die europäische Aufklärung mußte sich auch erst von dem manchmal bewunderten grausamen TAMERLAN lösen, dem man einst zugebilligt hatte, mit seinen entsetzlichen Kriegen ein Universalreich des Friedens anzustreben (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 220). Von 'neuer Ordnung' hatten auch Herrscher des 20. Jh. in Europa geträumt. Von einer Gesamtvolkswirtschaft konnte bis in die Neuzeit nirgendwo gesprochen werden und um einen Maßstab der Produktivität zu haben muß das Pro-Kopf-Produkt (F. ZAKARIA 2008, S. 82/83) ermittelt oder eher geschätzt werden. Unter solchem Gesichtspunkt erscheint China schließlich als stagnierend, verkrustet, weiterer Entwicklung unfähig und den Europäern wirtschaftlich ausgeliefert. In China war einst der Schießpulver erfunden worden, aber für aus Europa gekommene Kanonen mußten im 17. Jh. europäische Kanoniere die Bedienung übernehmen (F. ZAKARIA 2008, S. 86). Um 1600 hatte das Pro-Kopf-Produkt Europas das von China und Indien erreicht (F. ZAKARIA 2008, S. 83). Warum, wurde oft gefragt, hat China nicht auch eine Industrialisierung wie in Westeuropa entwickelt? Kann die Antwort die von J. DARWIN (2010, S. 56) sein:"Das vorindustrielle China hatte ein Gleichgewicht auf hohem Niveau erreicht, ein Plateau des ökonomischen Erfolgs. Chinas Pech war jedoch, dass es keinen Anreiz gab. noch höher zu steigen." Was heißt hier 'Anreiz' und für wen nicht? Fehlte die zu neuen Errungenschaften vorstoßende Einzelpersönlichkeit, die man auch gewähren ließ? Welcher 'Staat' konnte schon, und das seinerzeit, ein großes Entwicklungsprogramm durchführen, einen 'Staatsplan' auf höchstem 'Weltniveau' vollenden? Fakt bleibt: Alle technischen Errungenschaften Chinas, und das muß

man bei aller deren Anerkennung feststellen, führten nicht bis in den Vorhof jener Industrialisierung, die mit Dampfkraft, Elektrizität, Chemie-Industrie im 19. Jh. von Europa ausging. Wie es der Harvard-Wirtschaftshistoriker DAVID LANDES sah (zit. b. F. ZAKARIA 2008, S. 90) "gelang es China nicht "einen stetigen, sich selbst erhaltenden Prozess des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts in Gang zu setzen" und "Erworbenes Wissen wurde nicht durch Bildung weitergegeben." Es gab Klassik, in China 'Konfuzius', statt Weiterentwicklung. Alle technischen Errungenschaften Chinas, und das muß man bei aller Anerkennung feststellen, führten jedoch nicht bis in den Vorhof jener Industrialisierung, die mit Dampfkraft, Elektrizität, Chemie-Industrie im 19. Jh. von Europa ausging.

Die einstige Überschätzung Chinas wie die bis ins 20. Jh. übertriebene Abwertung sowie die bis zu einem Urteil über angeblich bleibende Stagnation sind Beispiele jener **vorschnellen Urteile** vor allem historisch und psychologisch wenig kenntnisreicher Leute. Und dann kam **1911/1912 die Revolution**, die Revolution der Han, des Han-Volkes, der eigentlichen Chinesen. Die Mandschurei mußte sich für chinesische Einwanderer öffnen. Und über teilweise grausame Zeiten, den Krieg gegen Japan, über die Gründung der sozialistischen Volksrepublik 1949, die Diktatur MAO TSE TUNGs mit ihren Millionen Hungertoten im 'Großen Sprung', und dann der nur mit einem Vielmillionenvolk so rasche Aufstieg zu einem Hochtechnologie-Land. Vieles nur übernommen? Warum denn nicht, wenn es die Dinge schon gibt. Ein Milliarden-Volk wie die Chinesen hat seine fähigen Leute, die im Verborgenen bleiben oder wie nach der Kulturrevolution sich entfalten dürfen und die Welt verändern. Nichts mehr war in China mit dem in Europa manchmal angenommenen ostasiatischen Stillstand.

## Die Kultur der Khmer

Zu Teil verborgen unter mächtigen Tropenwäldern mußte die einstgewaltige Kultur der **Khmer in Kambodscha** wieder ans Licht geholt werden (D. H. EVANS et al. 2013). Mit dem 'lidar', der die Archaeologie revolutionierdem 'laser scanning' aus der Luft kann dichte Vegetation durchdrungen und können unter ihr sich befindende archäologische Reste ermittelte werden. Um das Zentrum Angkor konnte für etwa das 9. bis 15. Jh. der europäischen Zeitrechnung der größte Siedlungskomplex der vor-industriellen Welt festgestellt werden. Bei aller Vergänglichkeit der aus Pflanzenmaterial bestehenden Behausungen der normalen Bewohner enthüllte sich eine "engineered landscape"/ingenieurmäßig gestaltete Landschaft mit Straßen, Teichen, Ackerbegrenzungen, Rückhaltebecken für die Wasserversorgung, aufgeworfenen Hügeln. Die technisch gestaltete Welt mit der von außerhalb nötigen

Nahrungsmittelversorgung der dicht bewohnten Städte weist eine beträchtliche Verwundbarkeit auf und das namentlich bei Überbevölkerung. So wie es auch mit den einst technisch hochstehenden Maya-Zentren der Fall war. Durch ein nach seinem Tod 1861 im Jahre 1869 veröffentlichten Buch von HENRI MOUHOT wurde Angkor mit seinen Tempeln in Europa bekannt. Aber der manchmal als 'Entdecker' gefeierte MOUHOT war weder der erste Europäer. der in Angkor war und hatte Vorgänger schon im 16. Jh. durch portugiesische Missionare, noch war Angkor in Kambodscha vergessen und ringsum gab es Siedlungen (Wikipedia und YouTube 2018).

## Alt-Amerika wird den erobernden Spaniern bekannt

Als wie 'rückständig' muß man dann das vor-kolumbische Amerika sehen? (s. s. A. W. CROSBY 1991, S. 23). Die westindischen Inseln mußten irgendwann mit Booten erreicht worden sein, etwa von Florida aus. Und zur Zeit der Landung von COLUMBUS fuhren Indianerboote von Insel zu Inseln, so die allerdings kriegerischen Kariben.

Die Opfer der Azteken wurden schon nach den Forschungen des einst führenden Berliner Altamerika-Amerikanisten EDUARD SELER (Doku YouTube, eingesehen 2018; B, RIESE 2010) von den Spaniern maßlos übertrieben. Mit der an seiner Seite ebenfalls wissenschaftlich arbeitenden Ehefrau CAECILIE geb, SACHS hatte SELER hatte das Ehepaar 1887 - 1910 6 Reisen nach Mexico unternommen. Das schon **vor-aztekische Teotihuacan** geriet nie in Vergessenheit, aber umfangreichere Grabungen begannen 1884/85 von mexikanischer Seite. Alt sind die teilweise gewaltigen Olmeken-Köpfe, die in manchem an Afrikaner erinnern. Die Aztekenhauptstadt war **Tenochtitlan**, das Mexico-City wurde. Tenochtitlan selbst und die Ruinenstätte Xochicalco waren neben der Arbeit mexikanischer Kollegen wichtige Forschungsstätten der SELERs.

Was spanischen Priestern und Mönchen im 16. Jh. bekannt war, etwa Uxmal, wurde nicht weithin bekannt und geriet in Vergessenheit. Die Maya-Stätten mußten danach **neu gefunden** und bekannt werden. Zur Ruinenstätte **Palenque**, auf die nahe wohnende Bewohner aufmerksam gemacht hatten, reiste im Auftrag des spanischen Königspaares am Ende des 18. Jh. eine Expedition. Ihr Bericht wurde erst 1822 durch Übersetzung ins Englische bekannt. In den 1830-er Jahren begannen weitere Forschungen (Wikipedia 2018). **Uxmal** besuchte und beschrieb 1835 JEAN FREDERIC MAXIMILIAN DE WALDECK, der auch Bilder von Ma-



Abbildung 372: Olmeken-Kopf: La Venta-Villa.



Abbildung 373: Voraztekisch: Teotihuacan.



Abbildung 374: Gefiederte Schlange. Teotihuacan.



Abbildung 375: El Tajin.

yastätten lieferte (Wikipedia 2018). In **Chizen Itza** war 1840 der österreichische Baron EMANUEL VON FRIEDRICHSTHAL. Wegen seines Todes 1842 konnte er nicht mehr darüber berichten, hinerließ aber Daguerrotypien (Wikipedia 2018). Die bis um 1841 etwa in Amerika selbst vergessene Kultur der Maya (R. VOLLKOMMER 2003, S. 202 ff.) machte für die USA und damit für die Welt zuerst der US-amerikanische Anwalt und Diplomat JOHN LLOYD STEPHENS bekannt, der vor allem **Copan** in Honduras kennengelernt hatte und 1841 über Copan und andere Mayastätten ein Buch veröffentlichte: 'Incidents of Travel in Central America, Chiapas and Yucatan'. In STEPHENS' Begleitung war der britische Maler CATHERWOOD. Auch **Uxmal** und mit längerem Aufenthalt **Chizen Itza** (Chichen I.) hatten STEPHENS und CATHERWOOD besucht. STEPHENS wird als der eigentliche Begründer der Maya-Forschung gesehen. STEPHENS starb 1852 an Malaria. Und obwohl sein Buch 10 Auflagen erreicht hatte, wurde die Forschung im Mayaland zunächst nicht fortgesetzt. CATHERWOOD wurde 1854 Opfer eines Schiffsunterganges in Atlantik. Neue Forschungen in dem im Mittelpunkt von Forschungen stehenden Copan (s. a. Wikipedia 2018) brachte 1885 der reiche, Privatvermögen einsetzende Engänder ALFRED PERCIVAL MAUDSLAY. Kontinuierlich konnte in Copan vertraglich gesichert mit der Regierung von Honduras geforscht werden ab 1891 durch den in vielen Bereichen tätigen CHARLES B. BOWDITCH für das Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology der Harvard University.

Von der nun an vielen Orten erschlossenen Maya-Kultur wurde vieles bekannt. Höhepunkt im Bau der teilweise auch gewaltigen Paläste und Tempel im Maya-Land gab es seit dem 7. Jh. n. Chr. in auch bis heute wieder von "Urwald" überwucherten Regionen. Die nunmehr zugänglichen Bauten mußten für die touristische Erschließung vom überwuchernden Grün befreit werden. Auch eine Art



Abbildung 376: Pyramide: Palenque.

Gewölbe, spitz zulaufend, wurde von den Maya gebaut. Weshalb gab es ein Ende der mit solchen Bauten ausgezeichneten Maya-Reiche? Durch zerstörte Umwelt, schon wegen des großen Holzverbrauchs für das Kalkbrennen? Wegen Trockenwerden des Klimas? Trockenheit auf der Halbinsel Yukatan zwischen 800 und 1000 n. Chr., die schlimmste Trockenheit in 7000 Jahren (zit. bei A. LAWLER 2010, S. 908). Wegen Bodenerschöpfung? Erkrankten die Menschen? Wegen berechtigtem Unmut der einfachen Menschen, für solche Pracht und für die Opferrituale zu fronen, also in einer Art geistigem Aufstand? Die Blüte der verschiedenen Maya-Zentren wechselte (M. A. MASSON 2012), **Chizen Itza** im Norden Yucatans hatte seine Blüte im 9. und 10. Jh., wo es an Oberflächenwasser mangelt und man auf unterirdisches Wasser (F. TERMER 1953, S. 152), in die in den Kalk eingesenkten Wasserreservoire, in Dolinen, Cenote genannt, angewiesen war, und wenigstens im größten bei Chizen Itza offensichtlich junge Frauen geopfert wurden. In der **Post-Klassischen Periode**, 1100 - 1500 n. Chr. gab es Staatsbildung näher den Küsten der Karibik Die Codices der Maya versuchte zu entschlüsseln als einer der ersten der hauptberuflich als Jurist tätige PAUL SCHELLHAS (B. RIESE 2005), der den Maya-Codex der Dresdener Landesbibliothek dafür benutzte. Die Mayas starben nicht aus, leben nunmehr recht friedlich und dörflich und verdienen auch an den Touristen, die nunmehr ihre einstigen Wunderwerke besuchen. Man besucht dabei wohl auch so etwas, Opferpyramiden?

Mexico - die offensichtliche massenweise rituelle Menschenopferung bei den Azteken und wohl auch den Maya rief Entsetzen der spanischen Eroberer hervor, die ja nun ebenfalls alles andere als zartbesaitet waren. Manchen Völkern bedeutete die spanische Eroberung Befreiung. Als sich im 18. Jh. ein mexikanisches Nationalbewußtsein besonders bei den Kreolen bildete, wurde gegen die Kolonialmacht



Abbildung 377: Palenque.



Abbildung 378: Pyramide:Uxmal.



Abbildung 379: Uxmal.



Abbildung 380: Palast: Salyil.



Abbildung 381: Gewölbeartig:Kabah.



Abbildung 382: Verfall. Kabah. 1997.



Abbildung 383: Observatorium? Chizen Itza.



Abbildung 384: Maya 1997: Salyil.

Spanien die aztekische Vergangenheit als das eigentliche historische, wiederherzustellende Mexico gefeiert (A. KNIGHT 2002), kam Interesse an den alten Bauten in Mexico auf, beschrieben zuerste namentlich von dem nach Italien gegangenen Jesuiten CLAVIJERO (E. FLORESCANO 1984). Im Jahre 1788 wurden die Monumente von Tajin beschrieben, seit 1773 wurde Palenque beachtet und dann eingehender untersuchrt. Manche wollten in den Indianern, die gegenwärtig so ärmlich aussahen, nicht die Erbauer der großen Bauten sehen, sondern dachten an lange zurückliegende Ankömmlinge aus klassischen Regionen im Nahen Osten des Abendlandes. Hatte es einst Kolonisatoren gegeben, welche die alten Bauten eher zerstört wissen wollten, erschienen sie mit der Aufklärung als beachtenswerte Dokumente. Daß es unter den Maya auch kriegerich zuging, bewiesen die 1946 entdeckten Wandmalereien "in einem Tempel der Ruinensstätte Bonampak in Ost-Chiapas (F. TERMER 1953, S. 158).

## Afrika südlich der Maghreb-Staaten

Große Teile Afrikas waren politisch schon lange **wohlstrukturiert** und keineswegs herrenlose Wildnis. Die Quellenlage für afrikanische Großreiche ist ungünstger. Sie bstanden vor allelem in Westfrka. Islamische Reisende und Historiker berichten über das islamische **Mali-Großreich** in **Westafrika**. Einen späten Berichte von dort IBN BATTUTA dort, der das späte Mali-Reich 1352 . 1353 besuchte. Der Goldreichtum das Malireiches wird als so groß angegeben, daß der Goldpreis Pilgerreise des Herrsches etwa in Kairo gewaltig sank, da der Herrsche Goldausgestreut habe (Wkipedia 2018).

Die Reiche (alles Wikipedia 2018) waren autokratisch regiert und hatten gepan-

zerte Reiter, vegleichbar europäischen frühmittelalterlichen Reichen, Sklaven und gehorsame Dienerschaft gabe es auch

Das **Reich von Ghana** wird in mittelalterlichen Quellen im 9. Jh. erwähnt. von **1680 bs 1896** bestand hier das **Aschantireich**. Im Nigerbogen entstand noch vorislamisch das das **Reich von Gao**. Östlich des Tschadsee gab es das Reich von **Kanem**, zu dem dann auch Bornu kam. Reisende wie BARTH oder NACHTIGAL lernten sich noch kennen NACHTIGAL überreichte dem Scheich von Bornu ein Gemälde mit Kaiser WILHELM. NACHTIGAL war späer auch in der Kolonialverwaltung führend, aber war kein unkritischer Kolonialist. Das **Königreich Kongo** bestand vom 14, - 16. Jh. und mit ihm hatten es die Portugiesen zu tun. Die **Ruinen von Simbabwe** lagen in **Munhumutapa-Reich** des 11. Jh. - 15. Jh., und das ausgedehnter als das heutige Simbabwe war, aber zur Zeit der Ankunft der Portugiesen schon in Teileiche zerfallen war. Erst im 17. Jh. erstand das Königreich **Dahomey,** das im späten 19. Jh. Frankreich eroberte und im wesentlichen dem heutigen Staat Benin entsprach.WELLS, H. G., 1926 (1948): Die Geschichte unserer Welt. - Originaltitel: A shor History of the World. Berlin, Wien, Leipzig.

## Pazifik und Neuseeland

Völkerverschiebungen, ja ganze Wanderungen erfolgten in verschiedenen Teilen der Erde.

Auf der anderen Hemisphäre der Erde haben die als **Polynesier** bezeichneten Menschen, deren Verwandtschaft und mögliche Herkunft nunmehr auf Grund von Erbanlagen untersucht wird, ab etwa 1500 v. Chr. immer weitere Inseln Ozeaniens besiedelt - eine der großartigsten Seefahrerleistungen der Menschheitsgeschichte. Die Fahrt auf dem Ozean war möglich durch die **Auslegerboote**, die Katamarane, den durch am flachen Rumpf befestigten beiseitig befestigten Holzstämmen oder bestehend aus 2 Rümpfen. Die 'Land'nahme, eher eine Meernahme oder wenigstens Inselnahme war die neben der von Rußland gewaligste Übernahme eines Riesenraumes. Wegen der Weite erstand kein Großreich. Die Seefahrer des 18. Jh. konnten sich zuerst nur wundern, woher denn Menschen auf allen diesen oft einsamen Inseln gekommen waren und wie sie auf ihre Art ziemlich zivilisiert lebten, ohne Menschenverspeisung und manchmal mit. Um 1000 erreichten Polynesier, die **Maori**, die Doppelinsel **Neuseeland.** Wie fanden sie den Weg bis eine neue Inselgruppe erreicht war, auf Booten, die nicht allzu groß waren? Selten konnten Menschen unbesiedelte Räume besetzen. Das konnten die Maori mit ihrer Landung auf **Neuseeland**. Aber an den Ressourcen haben sie sich bald nachteilig vergriffen, und das Verschwinden der Riesenstraße, der Moa, wird auf die Jagr durch



Abbildung 385: Maori: Neuseeland.

die Maoris zurückgedührt.

Und Schweine, die man auf anderen Südsee-Inseln hielt, hatten sie hierher nicht mitgebracht. COOK rettete sie vor Kannibalismus durch das Geschenk von Schweinen. Für viele Bewohner der Ozean-Inseln gab es keine Rückkehr anderswohin, wenn die Kenntnisse für den Bootsbaus sich verminderten.

Ausbreitung gewisser Völker, der Bantu, kannte auch **Afrika**.

# 5. Das Mittelalter namentlich im lateinisch-christlichen Europa - und Geschehnisse in anders ausgerichteten zeitgleichen Ländern im Osten und Südosten

Im Mittelmeerraum bildeten sich **3** große **Sprach- und Kulturbereiche** heraus: 1. der **griechisch-byzantinisch-christliche**, 2. der **lateinisch-christliche, 3.** der **arabisch-islamische.** Der zunächst eher stagnierende lateinisch-christliche Kulturbereich, der in Gestalt der katholischen Kirche allen "Untergang" von Rom überstanden hatte, überflügelte schließlich die anderen, denen er viel verdankt, und führte in die Wissenschaft der Neuzeit. Es ist der **Okzident,** das auch heute beschworene christliche Abendland, jene europäische Region, die abgesehen von

den germanischen Sprachen mit vielen seiner Sprachen und eben auch seiner zuletzt bevorzugt christlichen Kultur auf dem Weströmischen Reich aufbaut, ja es fortsetzt, die **Fortsetzung der lateinischen Welt** (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 98 ff.). Ein charakteristischer Zug seiner Frühzeit ist **die christliche Missionierung**, die Reisen von Missionaren zu noch 'heidnischen' Leuten, um diese zum Christentum zu bekehren, Eine **beträchtliche Zahl** gläubiger und auch gebildeter Leute sah darin den Sinn und die Aufgabe ihres Lebens und mancher kehrte von seiner Mission nicht zurück. Aber **Europa wurde christlich**. Ab dem 8. Jh. kam hinzu die **Zurückdrängung des Islam**. Der gebildete Europäer auch in der Neuzeit wuchs auf "mit einer Mischung aus Evangelien und antiken Texten" (N. DAVIES 2015, S. 16). Lange gab es nur wenige gebildete Europäer und nur dank der Mönche war diese Bildung bewahrt worden. In den anderen Kulturkreisen, etwa in Byzanz, war das mit der **Mischung von Evangelien und antiken Texten** ebenso und in der arabisch-islamischen Welt gab es außer dem Koran lange auch die spätantike Sachliteratur.

Ein neues Zentrum erstand nördlich, ja nordöstlich der Alpen, das Reich der **Franken**, das seit den **Karolingern** immer wieder auch den Süden mitbestimmte und aus dessen Teilen auch Frankreich und Deutschland entstanden. Große Teile Europas erlebten **die Feudalisierung des Landes** unter dem die freien Bauern bedrängenden Adligen, denen **gegenüber** aber die selbstbewßt werdenden **Städte** standen.

Das "Mittelalter" als **Geschichtsepoche**, als fester Begriff, wurde geboren in der 1694 gegründeten Universität Halle durch den 1693 berufenen Professor für Rhetorik und Geschichte CHRISTOPH CELLARIUS (A. ANGENENDT 1990, S. 23). In den Jahrhunderten vorher. in 'unsrerer' Renaissance, war gesprochen worden von der langen 'dunklen' Zeit, welche die nun strahlende Zeit der großen Erneuerung im 16. Jh. von der ebenso noch strahlenden Antike trennte. Mit dem Begriff des Mittelalters waren nach unten wie nun vom Mittelalter aus nach oben neue Epochenbegriffe einzuführen. 'Mittelalter' - das gilt wie Antike, Renaissance, Aufklärung und andere Epochenbegriffe für Europa und benachbarte Gebiete. Denn wann endet ein 'chinesisches Mittelalter'? (D. DINER 2005). Aber was in Europa die 'Neuzeit' vollbrachte, hatte natürlich erdweite Auswirkungen, auch und gerade auf China, und auch Japan, und hier gibt es deshalb auch einen etwas späteren Epochenwandel, welcher der europäischen Neuzeit folgt.

Noch im 18. Jh. wurde aber auch mit Zeit seit der vermuteten Weltschöpfung operiert. Die **Romantik** hat die Epoche des Mittelalters, des europäischen, wegen Burgen und Minne- und Ritter- und alte Städte-Überlieferungen romantisiert, zum Faszinosum und Glaubenshort ausgebaut. Die **heutige Wartburg** etwa ist aber das Ergebnis einer völligen Umgestaltung unter dem Großherzog CARL ALEXAN-

DER von Sachsen-Weimar-Eisenach im Stile des 'romantischen Historismus' (Wikipedia 2018) in der Mitte des 19. Jh. ‚ausgemalt von MORITZ VON SCHWIND. Sicherlich war die Wartburg als Sitz des Thüringer Landgrafen eine stets beeindruckende Burg, aber das genügte jenen nicht, die ein besonders schönes Mittellalter schaffen wollten.

Der romantische Dichter LUDWIG TIECK schrieb Ende Juni 1793 an seinen ehemaligen Gymnasiallehrer, den Pädagogen AUGUST FERDINAND BERNHARDI (Reisebriefe deutscher Romantiker 1979, S. 38/39): Ruinen aus dem Mittelalter "sind mir immer äußerst ehrwürdig, für die Phantasie hat das Mittelalter sehr viel Anziehendes, und der Verstand findet es immer kräftiger und vorzügliches als unser schales Jahrhundert. - ". Hatte TIECK es unterlassen nach Frankreich zu schauen? NOVALIS, der Romantiker, in auch noch nicht technisch großartig gemeisterter Zeit, meinte 1799 (in 1975, S. 445): "Es waren schöne glänzende Zeiten, wo Europa ein christliches Land war, wo Eine Christenheit diesen menschlich gestalteten Weltteil bewohnte. Ein großes gemeinschaftliches Interesse verband die entlegensten Provinzen dieses weiten geistlichen Reichs. - Ohne große weltliche Besitzthümer lenkte und vereinigte Ein Oberhaupt" - also wohl der Papst - "die großen politischen Kräfte."

Daß auch im Mitelalter auch Antikenwissen bestand ist aber offensichtlich und auch Wissenschaften waren nicht ausgestorben und das 'nur dunkle' Mittelalter wurde von manchem Wissenschaftshistoriker des 20 Jh. in Frage gestellt. Angesichts aller Grausamkeiten und der Alltagsprimitvität des Mittelalters besteht für eine Sehnsucht nach ihm zurück jedoch kaum ein Grund. Vor allem im frühen Mittelalter, als die Reiche sich konsolidierten, aber auch danach, gab es **Eroberung, Tributforderung, Raub,** ja **Versklavung**, auch **Massaker**, und germanische Völker einschließlich der Wikinge resp. Normannen, Awaren, Araber, Ungarn, Türken unterschieden aich da wenig und eine bis heute andauernde wechselseitige Aufrechnung bringt nur neues Unheil. Zumal das 20. Jh. dem in vielem nicht nachstand. Im Hochmittelalter, so nach den Kreuzzügen, gab es in Städten, größeren zumal, sicherlich **auch fröhlichere Phasen**, mit Fastnachtstreiben, Gauklerauftritten, Markttreiben, Turnieren, Mysterienspielen, verschiedenen Festlichkeiten, Erntedank, weiteren Kirchenfesten, solche etwa mit Prozessionen. Feierliches Kircheninneres mit herrlichen farbigen Glasfenstern, Wappen, Fahnenschmuck, Auftritte großer Herren boten farbige Eindrücke, rückten aus dem Alltag der für viele engen Häuslichkeiten. Eulenspiegeleien har es auch gegeben. HANS SACHS in Nürnberg lebte später, aber was er in seinen noch heute volkstümlichen, belustigenden Stücken verführt, spiegelt manches vom lustigeren Denken der Zeit wider. Märkte, auch voller Fröhlichkeit, wie sie als mit viel mehr Gütern ausgestattte Wochenmärkte auch im heutigen Europa bestehen, wie sie etwa in besseren Teilen




Abbildung 386: Mittelalter-Remineszenz.

Afrikas oder in der heutigen Dritten Welt zu erleben sind können sicherlich einen Anklang an mittelalterliche Märkte im damaligen Europa bieten. Auch jene, die zuerst ins einst dunklere Afrika kamen, berichten von manchem vollem Markttreiben. Da der heutige Mensch sich auch amüsieren will, so wird das Mittelalter mit Burg- und Ritterspielen und so anders als unsere Welt gern nachgeahmt, vorgeführt. Das ist an sich in Ordnung.

Aber es sollte unbedingt mit realen Kenntnissen über jene Zeit verknüpft sein, die wir wirklich nicht zurückwünschen sollten, bei aller Burgenromantik. Dem Wohllaut der Verse in SCHILLERs Drama 'Die Jungfrau von Orleans' über Nation, Gottesberufung, Königsrecht und anderem stellen die Theater des 21. Jh. begründet fast ekelerregend sichtbar das Blut an den Figuren dar, das die mittelalterlichen Kämpfe begleitete. Der durch Schottland gewanderte Dichter FONTANE (s. 1977) hat sie geschildert: die sinnlos erscheinenden Clan-Kämpfe im schottischen Hochland mit Mord, Tod auf dem Kampffeld, Verbannung und Henkersbeil. Ebenso blutig waren die Kämpfe unter den führenden Geschlechtern der italienischen Stadtrepubliken. Schottische und italienische Aufklärung im 18. Jh. müssen bei aller Nüchtenrheit da als Erlösung zu einer endlich höheren Stufe der Menschheitkultur erscheinen. Das lange Mittelalter selbst erlebte auch kulturelle Wandlungen. Und vor allem im Hoch- und Spätmittelalter paradierte eine mit Luxus ausgestattete Elite, die schon durch ihre teure Kleidung auffällt, wie sie etwa der Behem-Kodex in Krakau zeigt (A. JELICZ 1981, S. 139). Neben der Ketzerverbrennung etwa des HUS in Konstanz 1415 brodelte dort eine lustiges Konzilsleben. Für CELLARIUS



Abbildung 387: Mittelalter nachempfunden: Neuschwanstein.

verlief die Epoche des Mittelalters vom Herrschaftsbeginn des Kaisers KONSTANTIN 306 bis zur Eroberung Konstantinopels durch die Türken 1453, eine ziemlich willkürliche, aber irgendwie notwendige Abgrenzung.

Der **politische und soziale geschichtliche Ablauf** im Mittelalter ist in zahlreichen europäischen Staaten, etwa in England, in Mitteleuropa, auf der Iberischen Halbinsel, ja auch im späteren Frankreich in vielen Zügen **ähnlich** und war es ebenso **anderswo**, etwa in Korea (s. A. C. NAHM 1988): Kleine Reiche vereinigen sich, das Einheitsreich zerfällt wenigstens zeitweise auch wieder: Jeder mittelalterliche Staat entstand irgendwie in Dauerkrieg und Eroberung, oft gewonnen und zerronnen. Auf dem Lande fast überall erstarken die großen Grundbesitzer und bringen die Bauern in Abhängigkeit, bis zur Leibeigenschaft und damit Bodengebundenheit. Unterschiedlich ist die Freiheit der sozialen Gruppen, der "Stände" etwa in Deutschland. In den Städten entsteht so etwas wie Gilden, mit unterschiedlicher Selbständigkeit der Städte.

Auch im **Mittelalter** bleibt sich vieles **nicht über die Jahrhunderte gleich**. Auf dem Lande nicht und mit den Städten gleich gar nicht.

## Wodurch wissen wir was vom Mittelalter

Erhalten sind zahlreiche **Urkunden auf Pergament**. Das sind Verträge, Urkunden über Privilegien, Stadt- und Marktrechte, Belehnungen, bewahrt in zahlreichen Archiven der Städte. Aus ihren Ersterwähnungen auf Urkunden leiten die Städte ihre Jubiläumsfeiern etwa zu Tausenjährigen Jubiläen ab. Vom Wechsel der Herr-

scher zeugen wie schon vorher **Münzen** mit oft dem Herrscherbild und **Siegel**. Recht mannigfaltig sind **Bodenfunde**. In feuchtem Boden wurden auch Holzgegenstände bewahrt. Bei den Aufräumunsarbeiten in den von Bomben zerstörten Städten wurde manches gefunden unter überbeuatem Gelände. Mehr oder weniger original verbleiben **Bauten**: Eindrucksvoll sind **Wehrbauten**, also Burgen und Mauern, Stadtbefestigungen, Tore und Türme. **Mit** ihrer **Stadtmauer** wurden die **Städte zu 'Burgen',** und in ihnen lebten **Bürger** (E. PITZ 1978, S. 26). Kirchenbauten reichen von den eher geduckt wirkenden Basiliken der Frühzeit zu den hochstrebenden hochmittelalterliche **Kathedralen. In seinen Bauten**, renoviert oder zerfallen, ist das **Mittelalter überall in Europa noch sichtbar**, auch wenn von seinen geschätzten 25.000 bis 50.000 mitteleuropäischen **Burgen** nur etwa 1/10 erhalten sind (YouTube etwa 2019). Das Mittelalter wird so schon dem heutigen Kleinkind sichtbar. Burgen, vor allem **Höhenburgen**, aber auch andere Adelssitze sorgten für die **politische Strukturierung des Landes**. Die zugehörigen Leibeigenen konnten lange Zeit nicht so leicht anderswo ebensolchen Schutz finden wie als Abhängige ihres Burgherrn. Wehrbauten boten Schutz und sicherten Ordnung. Zahlreiche Burgen wurden auch später nicht aufgegeben, sondern wurden selbst **Schlösser.**

Ersntzunehmende Historiographie, Geschichtsschreibung im Mittelalter läßt sich über viele Jahrhunderte hin an relativ wenigen Namen verankern. Eigene Werke, wenn auch nicht ohne Einfluß antiker Vorbilder, waren neben den teilweise mehr legendären **Heiligen"vitae**" namentlich **Annalen**, **Chroniken,** aber auch umfassendere **Historiographien**. Erschlossen auch für jeden deutschen und europäischen Geschichtsinteressierten wurde sie im 19. Jh., mit den 'M**onumenta Germaniae**' und erschienen auch in hoch-deutscher Übersetzung, immer auch einmal wieder verbessert und das auch im 20. Jh. Aus solchen Werken stammt ein beträchtlicher Teil unserer Kenntnisse über das Mittelalter überhaupt. Die Schreiber waren hier wie in anderen Dingen bis in das Hochmittelalter Geistliche, wie bei den römischen Historikern öfters in höheren Ämtern und zu beachetnden Ereignissen näher verbunden. So war THIETMAR VON MERSEBURG 1009 - 1018 auch Bischof von Merseburg. Wie im Falle des Erfurter HARTUNG im 15. Jh. (s. u.) beätigten sich dann auch Patrizier als Chronisten. Ohne das Verlangen, zu wissen 'was war' und festzuhalten, was nunmehr geschieht, vielleicht gart als Folge des Vergangenen, gäbe es von der Vergangenheit nur ein dunkles Raunen. Von '**Weltgeschichte**' kannten sie im wesentlichen nur römische Historiker und spärliche Angaben aus dem 'Alten Testament' der Bibel, aber manches Geschichtwerk begann mit 'Weltgeschiche' unter Darstellung vor allem der Bibelerzählungen. Auch Pilgerreisen, nach Jerusalem. so bei LAMPERT VON HERSFELD (T. STRUVE 1982) oder EKKEHARD VON AURA. Man sieht sich damit also in einem **umfassenden Geschichtsverlauf** mit einer nur kurzen in diesen

eingebetteten nahen Vergangenheit und Gegenwart, will also die Gesamheit der historischen Entwicklung sehen. Noch der Spätantike kann man zurechnen den um 538/539 in Clermont geborenen Bischof **GREGOR(IUS) VON TOURS** (s. 1878), der eine bis ins 6. Jh. reichende Geschichte der Franken, die 'Zehn Bücher Fränkische Geschichte' verfaßte und damit eine wilde, viel verworrende Geschichte, die kämpfereiche Merowinger-Zeit erschließbar machte. Die Zurückweisung von Zweifeln an der Bibel und dem christlichen Glauben sind GREGOR dabei besonders wichtig. Im Sinne der Christianisierung wie EUSEBIUS und OROSIUS schreibt im anglo-saxonischen England der ersten Hälfte des 8. Jh. **BEDE** (J. CAMPBELL 2004), mit dem Ehrennamen 'VENERABILIS,' seine 731 vollendete und auch als wichtiges Geschichtswerk dienende 'Historia ecclesiastica gentis Anglorum'. In dem Werk werden Wunder geschildert, aber auch Briefe aus dem Besitz von Papst GREGOR DEM GROSSEN eingefügt, also mit historischen Urkunden gearbeitet. Etwa 150 mittelalterliche Manuskripte überleben. Zwischen 1474 und 1482 wird das Werk in Straßburg erstmals gedruckt, Eine erste englische Übersetzung gibt es 1565. **EINHARD** (hochdeutsch z. B. 1981) verfaßte eine Biographie über KARL DEN GROSSEN und beleuchtete auch manches von seiner Zeit, etwa die Sachsenkriege. Ein gelehrter Langobarde, **PAULUS DIACONUS**, schreibt im 8. Jh. eine 6-bändige unvollendete '**Geschichte der Langobarden**', von der Landnahme in Italien um 568 bis zum Tode LIUTBRANDs (Wikipedia 2016). **NITHARD,** Sohn von KARL des GROSSEN Tochter BERTHA, berichtet über das Frankenreich des frühen 9. Jh. (Wikipedia 2016). Mehr erzählerisch ist der fasr hundert Jahre nach KARL dem GROSSEN 912 gestorbene **NOTKER von St. Gallen** mit der 'Gesta Karoli Magni' (Wikipedia 2016). Nach der Zeit KARLs DES GROSSEN gab es wenig Aufzeichung. Eine Chronik von Jahren zu Jahren stammt von **REGINO** (E. DÜMMLER 1890), 892 - 899 Abt der Reichsatbei **Prüm** in der Eifel und dann amtsenthoben in Trier. Trotz vieler Unrichtigkeiten galt REGINO im 19. Jh. unter den mittelalterlichen Geschichtsschreibern als einer, der "... besitzt, was den wenigstens unter ihnen eigen ist, einen wahrhaft historischen Blick für die Größe und Beduetung der Ereignisse" (E. DÜMMLER 1890, S. XI). REGINO wurde im Mittelalter viel benutzt, 1521 wurde das Werk auch erstmals gedruckt. Wohl ADALBERT VON MAGDEBURG hat es ab 906 fortgeschrieben, Die Konsolidierung der aus dem einheitlichen Frankenreich entstandenen Staaten mit ihren sprachlichen Unterschieden war in vielem eine wirre Zeit und im West-Frankenreich währte das länger als im Osten. Die wichtigste Geschichtsquelle des Westreichs sind trotz Vorarbeiten anderer und aller Lücken und Entstellungen die 'vier Bücher' des wohl am Ende des 10. Jh. gestorbenen Mönches **RICHER VON REIMS** (dtsch. etwa 1891). Das vorher manchmal genannte Werk wurde gefunden, und zwar **im Original**, 1833 durch GEORG HEINRICH PERTZ in Bamberg, wohl als Bestand in der an HEINRICH II. ge-

gangenen Bibliothek des OTTO III. Die Handschrift ist damit eines der ältesten Autographen eines literarischen Werkes (Wikipedia 2016). 1839 erscheint das Werk in den 'Monumenta Germaniae', 1845 erschien des in Paris (W. WATTENBACH 1891, S. XXII). Auftraggeber für RICHER war GERBERT VON AURILLAC; der große und von RICHER virgestellte Gelehrte und nachmalige Papst SILVESTER II. Nach der Mitte des 10. Jh. "beginnt in Deutschland mit der Herschaft der Ottonen die Finsterniß sich zu lichten" (W. WATTENBACH 1891, S. III). Der um 972 verstorbene **LIUTBRAND** (LINDBRAND) **VON CREMONA**, dort Bischof, konnte wohl auch Griechisch und sollte für OTTO II: eine byzantinische Prinzessin werben (Wikipedia 2016, K. v. d. OSTEN-SACKEN 1890). Von **WIDUKIND VON CORVEY**/Korvey **(**(G. KRÜGER 1930), gestorben 1003, bekennder Sachse, stammt die "Res gestae Saxonicae", die Sachsengeschichte, wichtige Quelle der Zeit von HEINRICH I. und dann von OTTO I. Verwandt mit der Gemahlin von HEINRICH I. hielt sich WIDUKIND vor seiner Klosterzeit häufig am Hofe auf, nahm teil an Jagden und der Hoftafel nahe HEINRICH I. und des Sohnes OTTO (S. 158). WIDUKIND schließt sein Werk mit dem Tode OTTOs I. Ebenso **THIETMAR VON MERSEBURG**, gestorben 1018 als Bischof von Merseburg, berichtet über das **Ostfränkische Deutsche Reich**. Über die Zeit des Investiturstreites im 11. Jh. berichtet als Gegner von HEINRICH IV. **LAMPERT VON HERSFELD** (T. STRUVE 1982) in seinen 1076/1079 verfaßten 'Annalen', die 1525 in Tübingen auch gedruckt wurden. Unter dem Bremer Erzbischof ADALBERT VON BREMEN verfaßte der seit 1089 an der Domschule lehrende. also in der Zeit von Kaiser HEINRICH IV. lebende **ADAM VON BREMEN** (J. LEUSCHNER 1953), der 'Tacitus des germanischen Nordens' (Hampel)' die 'Gesta Hamburgensis ecclesia pontificum', die 'Hamburgische Kirchengeschichte'. Das Original ist verloren, handschrifltiche Abschriften existieren, die ältesten von etwa 1100. 1579 wurde eine Handschrift gefunden im dänischen Kloster Sorö (Wikipedia 2016). Der Name des Verfassers wurde erst durch HELMOLD VON BOSAU bekennt.. Wenn der Dänemark kennende ADAM VON BREMEN (1928; CH. H. HASKINS 1927, S. 264, 336) um 1075 auch über die Christianisierung im Norden, auf Island und Grönland, berichtet, dann geht es schon in Entdeckungsgeschichte. Aber in ihm unbekannten Regionen östlich der Ostsee vermutet ADAM VON BREMEN jene Phantasiegestalten, welche man bei PLINIUS für ferne Regionen angegeben findet, blaue und dunkle Menschen, Amazonen, Menschen mit dem Kopf zwischen den Schultern. Böhmische Geschichte überliefert der 1125 gestorbene COSMAS (KOSMAS) VON PRAG. Die Geschichte der Rus, also des **frühen Rußland**, vermittelt der um 1113/1114 gestorbene Mönch **NESTOR von KIEW**. Im **England** der Zeit nach der Eroberung durch die Normannen wirken als Historiker GODFREY of JUMIEGES und berühmter sein von der Knabenzeit an als Benediktiner-Mönche dienender Schüler **WILLIAM of MALMESBURY** (R. M. THOMSON 2004),



Abbildung 388: OTTO von FREISING.

"... England's greatest national and local historian since Bede, and ... the most learned European of his day" (S. 350), it den Berichten über die englischen Könige. Über die Zeit von HEINRICH V. berichtete der als Verfasser einer Weltchronik gesehene EKKEHARD VON AURA, der auch an einer Pilgerfahrt nach Palästina teilnahm (J. LEUSCHNER 1959, WATTENBACH 1877). **OTTO VON FREISING**, 12. Jh., gibt eines umfassendere Chronik der Zeit von FRIEDRICH BARBAROSSA, dessen Onkel dieser OTTO, Bischof von Freising, war.

**HELMOLD von BOSAU** /K. JORDAN 1969)**,** Augustiner, zuletzt Geistlicher in Bosau am Plöner See, bringt in der "Chronica Slavorum", der 'Chronik der Slaven' (s. deutsch 1986) zuerst bei ADAM VON BREMEN Ausgeführtes und behandelt dann eigenständig die Verhältnisse im nordwestlichen und nördlichen Mitteleuropa und angrenzenden Nordeuropa, die Auseinandersetzung mit den Slawen, auch die dortige christliche Missionierung und auch die deutsche Besiedlung, das Wirken HEINRICH DES LÖWEN. HELMOLD endet um 1170. ARNOLD VON LÜBECK, der erste Benediktinerabt in Lübeck, setzte bis 1209 fort (H.-J. FREYTAG 1953, A. SCHAEFER in HELMOLD 1986, S. 9), besonders auch zum Wirken von HEINRICH DER LÖWE. Eine Geschichte Dänemarks lieferte ab 1185 **SAXO GRAMMATICUS** (Wikipedia 2016), dessen Nachnahme auf die Verwendung des noch alten Latein zurückgeht. SAXO GRAMMATICUS begleitete den Dänenekönig König WALDEMAR I. und seinen Chef, den Bischof ABSALON von Roskilde auf ihrem Kriegszug nach Rügen. 1575 wurde die 'Gesta Danorum' auch

ins Dänische übersetzt. Die Christianisierung der Liven, Letten und Esten 1180 - 1227 behandelte **HEINRICH VON LETTLAND**/HENRICUS DE LETTIS (P. JOHANSEN 1969) in seiner 'Chronicon Livoniae'. eine einzigartige Quelle für die mittelalterliche Geschichte des Ostbaltikums. Im Dienste des Bischofs von Riga wurde dieser Chronist mit der Pfarre "an der Ymera", Papendorf, lettisch Rubene, 12 km nördlich von Wenden belehnt und hat die dortigen Kämpfe miterlebt, die bekehrten Esten mit getauft, Die Chronik des HEINRICH VON LETTLAND liegt lediglich in 16 Abschrften vor, von denen die der 'Codex Zaniscianus' von 1200 die älteste und beste ist. Auch **Stadtchronisten**, die wie DETMAR, nach 1350, über die Stadtgrenze hinausschauen, nach dem 'Schwarzen Tod', bieten manche sonst unbekannte Nachricht, hier über Norddeutschland (O. AHLERS 1957, MANTELS 1877). Manche der Chroniken können nur schwer einem Autor zugeordnet werden, wie der 'Tractatus de urbe Brandenburg' im frühen 13. Jh. nur zweifelhaft dem HEINRICH VON ANTWERPEN.

Der **CODEX MANESSE**/Manessische Liederhandschrift, aufbewahrt in Heidelberg, im Grundstock geschaffen seit 1300 in Zürich, ist zwar eine Sammlung von Dichtungen, Liedern, aber ihre 139 Miniaturen sind eine wichtige Bildquelle für das höhere Leben im Hochmittelalter (Wikipedia 2019), etwa mit Turnierdarstelungen, und ist so auch eine historiographische Quelle.

Die **Historiographie im Hochmittelalter** erstand durch **JEAN FOISSART** mit seiner um 1370 begonnenen Geschichte von Frankreich, England, Schottland, Bretagne, Flandern, die in über 100, teilweise reich illustrierten Handschriften erhalten blieb. Geschichtsschreiber in seinen 'Memoiren' unter KARL DEM KÜHNEN von Burgund und dann unter dem französischen König LUDWIG XI. war PHILIPPE **DE COMMINES** (E. WINKER 1977, S. 55, 63). Und mit den **Humanisten**, im 15. Jh. und weiter, war auch reichlich Geschichtsschreibung verbunden. Der zeitweise als oberster Bürgermeister in **Erfurt** wirkende HARTUNG **KAMMERMEISTER** wurded auch Geschichtsschreiber über **Erfurt**, über Kaiser SIGISMUND, über den 'sächsischen Bruderkrieg', "hervoragendes Zeugnis für das geschichtliche Interesse und den politischen Überblick eines Patriziers in der Mitte des 15. Jh. (H. PATZE 1977). Eine in der Universitästbibliothek vorhandene Handschrift gilt als das Original. Die Ereignisse in Spanien zur Zeit des COLUMBUS wurden neben anderen Historikern übermittelt durch den aus Mailand stammenden und nach Spanien übersiedelten Humanisten PEDRO **MARTYR**/MARTIR DE ANGLERIA, der ab 1492 in Spanien am Hof lehrte (s. J. BROUWER 1978, M. A. LADERO 1992, S. 210).

Unter den **Faktoren für historische Ereignisse** wurde auch **Überbevölkerung** genannt. REGINO VON PRÜM (1890, S. 32) sah als Ursache für all das Zentraleuropa bedrohende Ungemach wohl richtig **Überbevölkerung**, ein wohl wichtiger



Abbildung 389: Vorchristlicher Kultort Externsteine.

und gern ausgeklammerter Geschichtsfaktor: "Sie haben aber einen solchen Ueberfluß an Volksmenge, daß der heimatliche Boden nicht hinreicht, sie zu ernähren." Es heißt unter 880 (1890, S. 91) : "... öfter sind auch viele Völkerschaften von da ausgezogen, weil das Land mehr Menschen hervorbringt als es ernähren kann ..." So wurde es zumindestens gesehen. Auch für die Ungarn.

**Gemälde** als Zeugnis für der Denken, für die religiöse Weltsicht, boten Kirchen. Dinge aus dem Alltag sind hier nur weniger zu finden. Zeugnis für das **Alltagsleben** bieten **Wandgenälde**, **auf Burgen** oder auch in reichen Bürgerhäusern.

## Der Katholizismus - Religion, Kultur und MachtE

## Fehlendes, verlorenes und erweitertes Christentum

Christen waren mit den Römern in verschiedene der römischen Gebiete gekommen, Im Römischen Imperium war mit Kaiser THEODOSIUS das Christentum katholischer Prägung Staatsreligion geworden und auch die Germanenreiche südlich der Loire und der Alpen bekannten sich zu einer christlichen Konfession, hier der arianischen. Sicherlich waren nicht alle Bewohner gleichermaßen einbezogen. **Neu von Osten** über den Rhein **gekommene Völker**, die dann auch eigene Reiche gründeten, waren zunächst **keine Christen**. In Mitteleuropa, auf dem späteren deutschen Territorium, lebten zunächst **Heiden**.

Ja in den Bischofssitzen am Rhein, in Köln oder Xanten, und andereswo, gibt es Lücken der Abfolge der Bischöfe, gab es also ein wenigstens teilweises Verschwinden des Christentums. Und es verschwand auch die Bildung, die elegante Rhetorik,

wie im 6. Jh. GREGOR VON TOURS klagte (A. ANGENENDT 1990; S. 201). Die Kirche war in der antiken Spätzeit entstanden und ragte im Westen im Unterschied zur Kontinuität in Byzanz nun als eine zunächst fremde Kultur auch in das nördlich der Alpen sich ausbildende westlich-lateinische Mittelalter hinein, hat ihm ein neues geistige Gepräge gegeben, in einer viel wilderen, wenig auf Sanftheit ausgerichteten Welt (s. T. STEINBÜCHEL 1935, S. 42). Mit **verlorengehender Schriftlichkeit** gehen Sprachen verstärkt in Dialekte über, aus denen dann eines Tages nach schriftlicher Festlegung wieder festliegende Sprachen entstehen, also in den lateinischen Gebieten die neueren romanischen Sprachen.

Mehr als andere römische Provinzen zerfiel Britannien und gab es in **Nordwest-Europa** eine **Fortsetzung von Völkerwanderung**, nun nicht über Land, auch wohl weniger umfangreich, aber **mit Booten** über die Nordsee. Immer wieder neue Einwanderer kamen nach England aus dem Osten und Nordosten, **Angeln**, **Sachsen**, Jüten und schließlich Wikinger, so diejenigen, die aus Dänemark einwanderten an den damals nicht zu schützenden ostenglischen Flachlandküsten. Sie waren nicht-christlich und in den sich immer neu bildenden kleinen Reichen gab es eine wechselvolle Geschichte (K. O. MORGAN 1988), mit 'Heiden' und Christen. In der Geschichte gab es noch manche Wanderung von Völkern, nur diejenige in der Zeit des späten Rom, die 'Völkerwandeung',war besonders konzentriert. zog verschiedene Völker in ihren Sog.

Nicht-christlich waren zunächst auch **die Franken**. Diese gründeten im Norden Galliens und im späteren Belgien kleinere Königtümer. Ein Zentrum war die Stadt Tournai, das römische Tornacium, wo König CHILDERICH in einem 1653 mit Aufsehen bei Ausschachtungen gefundenem Grab 481 oder 482 bestattet worden war (M. BECHER 2011, S. 132). Sein Sohn CHLODWIG I. wurde dann jener erste mächtige Frankenherrscher, der nach einem Sieg sich unter großem Aufsehen **496 taufen** ließ, in dem des späteren Frankreich Krönungsstadt gebliebenem **Reims**, und getauft für den von anderen, den arianischen Germanenvölkern nicht geteilten katholischen Glauben. Das hatte Folgen für die Papststellung in Rom. CHLODWIGs Gattin hatte schon diesem Glauben angehört und zahlreiche fränkische 'Große' folgten ihrem König in der Taufe (S. 186). Arianer gegen Katholiken, Germanen gegen Germanen: CHLODWIG besiegte die Westgoten, welche fast alle Regionen in Gallien verloren, auch Aquitanien. Sie zogen sich auf die Iberische Halbinsel zurück und brachten dort einen recht geordnet wirkenden Staat zuwege. CHLODWIGs fränkisches Konigreich, in dem er zusammen mit der gallorömischen Elite mit Auftrag von Byzanz herrschte, war der territorial größte der Nachfolgestaaten des römischen Imperiums und überlebte es, wurde um 800 ein neues Kaisertum unter KARL.

Eine zentrale Stadt unter CHLODWIG war zunächst Tours gewesen, jedoch zog

CHLODWIG am Ende nach Paris, dem römischen Lutetia (S. 265), und starb dort 511.

Noch gab es, auch unter CHLODWIGs Söhnen, fortlaufende Teilungen des Reiches, und war die Könige und Teilkönige stellende Herrscherfamilie der **Merowinger** (R. KAISER 2004) eine regelrechte Mörderfamilie. **531** wurde im Osten des Reich der **Thüringer zerschlagen**, der Thüringer-König HERMINAFRID 533 ermordet (R. KAISER 2004, S. 27). Die **Kriege** der Zeit waren trotz allen Christentums nach Berichten des GREGOR VON TOURS (dtsch. 1878, S. 118) **entsetzlich**, und von den Thüringern vorher schrieb GREGOR : "... hingen die Knaben an den Geschlechtstheilen an die Bäume auf und ließen mehr als zweihundert Mädchen eines grausamen Todes sterben. Denn sie banden ihre Arme auf den Nacken der Pferde und peitschten diese mit aller Gewalt, da stoben die Pferde nach entgegengesetzten Seiten auseinander und zerrissen die Mädchen in Stücke. Andere legten sie auf die Wagengeleise der Landstraßen, befestigten sie mit Pfählen am Boden und ließen schwere Lastwagen darübergehen, ..." Da schien es fast harmlos, daß auf dem anzunehmenden Schlachtfeld, große Löcher gegraben und deren Öffnungen bedeckt wurden, damit die fränkischen Reiter hineinstürzten" (S. 119). An der Unstrut erwischte es dann die Thüringer und von ihnen "wurden so viele ... niedergemacht, daß das Bett des Flusses von der Masse der Leichname zugedämmt wurde und die Franken über sie wie über eine Brücke, auf das jenseitige Ufer zogen" (S. 119). War das nun übertreibender Schrecken zum Einflößen von Furcht? Sachsen, die in einem Heerhaufen nach Gallien zurückkehrten kamen in die Gegend von Avignon und "theilten ... die Saaten unter sich, mahlten und droschen sie und verzehrten das Getreide, so daß sie Nichts denen davon übrig ließen, welche die Äcker bestellt hatten" (GREGOR VON TOURS 1878, S. 202). Als Alleinherrscher von den Merowingern erschienen noch einmal von Kindheit an CHLOTAR II. und 629 - 639 DAGOBERT I. (P. RICHE´1995, S. 20, Wikipedia 2016). Die ansonsten bestehenden Teilreiche waren im Südwesten **Aquitanien**, im Norden **Neustrien**, nach Osten hin **Neustrien** mit der Hauptresidenz damals in Metz (S. 31). In **Bayern** betrieben bis in die Zeit von KARL DER GROSSE die Herzöge der Agilolfinger (S. 49) eine eigenstäündige Politik.

Im 8. Jh. gab es für das christliche Europa die **drohende islamische Eroberung**, von der Iberischen Halbinsel wie von Sizilien her, die das katholisch-christliche Europa fast zu einem "Resteuropa" machte. In Südfrankreich fielen Städte wie Arles, Avignon, Narbonne in die Hände der Mohammedaner (H. FICHTENAU 1949, S. 21), nicht fiel Toulouse. Endlich unter dem Karolinger KARL MARTELL, nicht König, aber mächtiger Hausmeier, wurde das wohl mehr in Form auf raids erfolgende der Vordringen der Moslems 732 an der Loire bei Tours und südlich davon bei Poitiers abgewehrt, wohl in mehrtägigen Kämpfen . Es war nicht das letz-

te Vordringen von Moslems im Süden des heutigen Frankreich. An abweisenden Figuren von Kirchenportalen wurde gegen den Islam agitiert. Seine Macht legte KARL MARTELL aber auch auf Burgund. Narbonne fiel nach Belagerung als letzte islamische Bastion in Süd-Frankreich in einem Krieg 752 - 759 unter PIPPIN an das Frankenreich, das dann schon karolingische, ein in mittelalterlichen Chansons gefeiertes Ereignis (Enzyclopedia USA). Hätte sich eine Islamisierung in dem noch wenig gefestigten Christensein vieler Teile Europas von den Moslems auf Dauer durchsetzen lassen? Bei den Heiden, wie den Sachsen und Slawen?

Im Jahre **751** gelang es dem an Grundbesitz reichen **Karolinger PIPPIN der JÜNGERE** mit Zustimung des Papstes in einem von Historikern als 'Staatsstreich' bezeichneten Akt (P. RICHE'1995, S. 87 ff., bes. S. 90) in Soissons als König der Franken gewählt zu werden und den als wenig fähig geltenden, im Geburtsjahr umstrittenen jungen Merowingerkönig CHILDERICH III. in ein Kloster zu entsorgen. PIPPIN war der erste von einem Papst ernannte westeuropäische Herrscher. PIPPIN zog auch nach Italien und zwang die Langobarden, Ravenna wieder zu verlassen. In PIPPINs Zeit entstand auch der in seinen Grenzen immer einmal geänderte, bis 1870 bestehende '**Kirchenstaat**' (P. RICHE´1995, S. 97/98) das '*Patrimonium Petri*', der angeblich auf ein Vermächtnis von Kaiser KONSTANTIN zurückgehen sollte, der dem Papst italienisches Territorium schenkte. Diese Fälschung stammt wohl aus der Mitte des 8. Jh. (S. 95).

PIPPIN besiegte in einem verwüstenden Krieg auch Aquitanien im Südwesten (S. 98 ff.) und das **schließlich vereinigte Frankenreich** wurde im Westen und auch in Teilen Italiens unter den nachfolgenden K**arolingern** zum mächtigsten, **nicht mehr überwindbaren Nachfolgestaat des ehemals Weströmischen Reiches**. Was THEODERICH mit seinen Ostgoten in Italien an bleibendem Staat nicht geschafft hatte, das kam zustande unter den Erben des grausamen CHLODWIG. Und **das Fränkische Reich** wurde resistent gegen den etwa auch in Unteritalien bis zum um 876 noch Rom bedrohenden Islam und auch gegen Byzanz, das noch verstreute Besitzungen in Italien hielt.

Die große Herrschergestalt wurde **KARL,** genannt **DER GROSSE**. Immer wieder führte er Kriege, 50 größere Feldzüge in 46 Jahren, und auch Plünderungen, durchzogen KARLs Wirken. In einer dauernden Abfolge von Kriegen gründete KARL sein immer größeres und zu einem Kaisertum führendes Reich. Für Jahrhunderte blieb es ebenfalls nicht beisammen. **772** fielen die Franken unter KARL in **Sachsen** ein, zerstörten die heidnische Irmingsäule, deren Existenz und vor allem Standort noch umstritten ist (Wikipedia 2020). Im Südosten waren die **Awaren** zu besiegen. 795 erhielt KARL im Hauptlager der Awaren jene Beute, mit der man seine Gefolgsleute bei sich hielt (H. FICHTENAU 1949, S. 89). Die Exstenz der Awaren verliert sich dann in den Ethnien Pannoniens und der Nachbarregio-

nen, mögen auch in die Ungarn mit eingegangen sein. Raubgesellschaft Mittelalter! Das Reich muß als das einzige Großreich gelten, das es in Europa gab (W. REINHARD 2016, S. 18), obwohl der zeitweilig vereinigte germanische Norden auch groß war, aber eher in Personalunion. Die **Unterwerfung der Sachsen** durch KARL dauerte, und ein Höhepunkt war die in Verden an der Aller im Herbst 782 vollzogene Hinrichtung von laut Reichsannalen 4500 Sachsen, ein auch an einem Tag durchgeführte bezweifelt hohe Zahl (P. RICHE´ 1995, S. 135). Ruhe danach gab es dennoch nicht für immer. Die Unterwerfung der Sachsen war sicherlich eine der Voraussetzungen, daß später einmal so etwas wie 'Deutschland' entstand (J. BURCKHARDT, in 1985, S. 311), denn ein Angelsachsenreich entwickelte sich auch und die Sachsen standen dem nahe, hätten sich an dieses halten können. Die bestehenden Sprachunterschiede zwischen dem deutschen Norden und dem deutschen Süden hätten zu 2 sprachlich getrennten Nationaliäten führen können, sprachlich so unterschiedlich wie Süddeutsch und Niederländisch. Der lange widerständige Sachsenfürst WIDUKIND unterwarf sich 785 und ließ sich taufen. Im Juni **774** wurde nach 9 Monaten harter Belagerung **Pavia**, der Hauptstadt der in einem geordneten Staat lebenden Langobarden in Oberitalien, eingenommen. KARL wurde auch König der Langobarden (P. RICHE' 1987, S. 126/127), gekrönt mit der Langobarden 'eiserner Krone'. Der Langobardenkönig DESIDERIUS mußte von der Bildfläche verschwinden und kam in ein Kloster. Die Grenzen zu einem damals sehr großzügig bemessenen Kirchenstaates wurden festgelegt. Mehr verschwiegen wurde, daß man 778 gegen die **Sarazenen** im Südwesten nicht siegreich war und nach der von KARL zu verantwortenden Plünderung von Pamplona die Nachhut mit dem sagenhaften 'kleinen' 'Roland' durch wohl christliche Basken im Tal von Roncevalles in den Pyrenäen vernichtet wurde (J. FRIED 2013, S. 167). Vergeblich soll Rolands Hornruf weit erklungen sein. Aber gerade beim Verlieren braucht man Helden und so wurde Held Roland die betrauerte Gestalt mittelalterlicher Heldenlieder. Uneinigkeit der Sarazenen ließ dann KARL doch wieder vorwärtskommen, erlaubte ihm etwa Barcelona zu nehmen (S. 169) und die 'spanische' Mark war der Grundstein für das spätere Katalonien. **800** wurde KARL, der sowohl wurde Franken- wie Langobardenkönig geworden war und dessen Reich etwa 1 Million Quadratkilometer bedeckte (P. RICHE´ 1995, S. 164) vom Papst eine auch in Ostrom nicht mehr lange bestrittene **'Kaiserkrone'** zugestanden. Manche Historiker sehen darin das zentrale Ereignis des Mittelalters (Encyclopedia USA), illustrierend die große Rolle des Legitimation, die auch vom Papst gewünschte Schaffung des großen westlichen Christenreiches.

Mit dem auch seinen späteren Nachfolgern zukommendem Streben, 'Römischer Kaiser' zu sein und damit den Anspruch auf eine europäische Vorherrschaft zu erheben, wurden von den deutschen Herrschern **immer wieder Italienzüge** unternommen, vor allem um hier die Kaiserkrönung zu erreichen. Das hat Deutschland



Abbildung 390: KARL der GROSSE. Paris.

schließlich eher zerrüttet. Es gab für der Kaiserreich und damit die Deutschen also nicht nur den **Drang** nach dem Osten, sondern viel mehr auch **nach dem Süden**, wohin auch Wärme lockte. Auf die Dauer wurde in dem Drang nach dem Süden viel weniger Bleibendes erreicht als mit den 'Ostlandritten', wobei von dem im Osten Erreichtem selbst nach 1945 noch vieles verblieb, so Brandenburg. Erweiterungsbestrebungen gab es auch dem Norden, wo **Dänemark** herrschte und das von den Slawen besiedelte MecklenburgVorpommern germanisiert wurden. England und das ebenfalls östwärts von seinem Territorium sich ausdehnende Frankreich haben sich viel zentralstaatlicher entwickelt und konsolidiert und das schließlich 1871 einmal wieder konsolidierte 'Reich' der Deutschen litt unter nicht unberechtigtem Verdacht von allen Seiten, auch weil es immer wieder seine ältere Geschichte auch für die Bevölkerung hervorkramte und feierte. .

Unter KARL entstand das **Lehnswesen**, der **Feudalismus in engeren Sinne**, die Schaffung von zum Militärdienst mit eigener Rüstung verpflichteteen Vasallen (E. W. WIES 1992, S. 189 u. a.) und die **Belehnung der Großen** mit Herrschaft. Lehnsabhängigkeit oder nicht - das betraf ganze Staaten. In der Feudalgesellschaft war bis auf die Höchsten **jeder irgendeinem höher Gestellten untertan**, gehörte jemandem, ob Vasall oder Höriger.

Souverän zu sein - das war andererseits das Bestreben all derer, die irgendwo für die Beherrschung und Verwaltung eingesetzt wurden. In dauerndem Widerstreben gegeneinander versuchten sich die Grundbesitzer Macht zu verschaffen. Der als

Oberherr, als König oder Kaiser Erwählte galt nus als Gleicher unter Gleichen. Er mußte sehen, vor allem von dem zu leben und sich mit dem durchsetzen, was sein Familienbesitz, sein Grund, sein Boden, also seine Untertanen, seine **Hausmacht**, einbrachte. Mächtige und mächtig gewordene Territorialfürsten wollten keineswegs einen ihnen überlegenen Herrscher über sich haben. Der 'Reichsgedanke' spielte oft nicht jene Rolle, dem eine spätere Geschichtsschreibung ihm zuschrieb. Der **Zerfall in Territorialherrschaften** war oft stark, gerade auch im Westfränkischen Reich (N. ELIAS 1990, 2, S. 28 u. a.). Auch kleinere Herren strebten nach Eigenmacht und die Zentralmacht wurde gern schwach gesehen, weshalb auch später einmal der als schwach geltende Habsburger RUDOLF I. gewählt wurde. Erst entwickelte Städte konnten sich mehr oder weniger aus dem feudalen Lehnswesen lösen. Der Feudalismus, das Feudalsystem im e. S. ist wohl viel **bewußter geschaffen** und unterhalten worden als der 'Kapitalismus', der seit alters schwächer oder auch stärker nebenherlief, seitdem es Geld und Geld- oder vorher Depot-Anhäufung gab, damit zu noch mehr Gelderwerb auch Investitionen getätigt wurden. Der Händler führte es vor, mitten im Feudalstaat. Dieser nebenherlaufende 'Kapitalismus' wurde viel viel später zum einzigen Wirtschaftssystem und der dem Geburtsadel sowie dessen staatlichem Schutz ein Ende machte

Das Reich KARLs mit seinen befriedigten Grenzen wurde nicht zusammengehalten, sondern zerfiel wie Großreiche meistens vom Inneren her. KARLs Nachfolger, der zeitweise sogar abgesetzte LUDWIG der FROMME wurde von seinen Söhnen schwer bedrängt und sogar zur Ablegung eines Sündenbekenntnisses gezwungen, und es kam zu einer am 25. Juni 841 stattgefunden blutigen Schlacht bei Fontenoy-en-Puisaye (P. RICHE´ 1995, S. 197). Es gab dann eine **Dreiteilung der karolingischen Herrschaft 843** in **Verdun.** Papst und Kirche sahen dieses Auseinanderbrechen des karolinigschen Großreiches als Gefahr. Neben den Westreich und dem Ostreich wurde dem ältesten Bruder LOTHAR (Wikipedia 2017, ) ab 817/23 mit dem Kaisertitel, ein Mittelreich gegeben, das LOTHARs I. Tod in der Abtei Prüm 855 nur bis 870 überdauerte (I. GEISS 2007, S. 200), aber später auch eine eigene Geschichte hatte und geblieben ist der Name **Lothringen** für ein späteres Fürstenttum, ein Teil des spätmittelalterlichen Herzogtums 'Burgund'. Nach einigen nicht eindrucksvollen als Kaiser gekrönten Herrschern wurde später die Kaiserkrone stets nur dem Ostteil immer wieder verliehen. Nicht ethnische Unterschiede. etwa das Deutsche im Osten, dürften die Zuordnung der Teilreiche zu den 3 Herrschen bestimmt haben, sondern die Verbindung zu bestimmten großen Territorialherren (P. RICHE´, S. 203). Es war im Westteil nicht die letzte Teilung. Unter KARL dem GROSSEN wurde ein entscheidender Schritt in der künftigen abendländischen Geschichte erreicht. Mag vieles im Dunkeln liegen, der 1165 heilig gesprochene KARL blieb im Mittelalter eine bewunderte Gestalt und ALBRECHT DÜRER hat ihn nach seiner Vorstellung gemalt. KARLs Name wurde die allge-

meine Königsbezeichnung auch anderswo, aus 'KARL' kam 'krol' im Polnischen, 'kral' im Tschechischen, 'kiral' im Ungarischen (I. GEISS 2007, S. 198). '

Mit den Teilungen im Mittelalter gab es immer wieder "Durchlöcherung" der Herrschaftsgebiete und dann auch wieder "Herrschaftsverdichtung" und innerhalb der Herrschaften auch Orte, die von einer größeren Herrschaft umgeben ihr nicht angehörten (P. DINZELBACHER 2010, S. 164). Im Unterschied zu den späteren und oft erst neuzeitlichen Nationalstaaten bestand ein "Herrschaftsflickenteppich". KARL des GROSSEN Enkel und dann auch Nachfolger KARL DER KAHLE (P. RICHE' 1987, S. 243), versuchte noch einmal ein karolingisches Gesamtreich zu errichten, scheiterte, besiegt 876 bei Andernach von dem Sohn des Ost-Regenten LUDWIG der DEUTSCHE, der ebenfalls LUDWIG hieß. Im Westen war KARL DER KAHLE ein durchgreifender Herrscher, so etwas wie der Vorfahre der Kapetinger. **Nicht** einbeziehen in das Westreich konnte er die Bretonen, mit den Städten Rennes und Nantes, und der 851 siegreiche Herzog der **Bretagne** ERISPOE (S. 234) nahm den Königstitel an.

LUDWIG DER DEUTSCHE (W. HARTMANN 2004) regierte das **Ostfränkische Reich**, 'orientalis Francia', zwischen 843 und 876. In dcm sich konsolidierendem Ostfränkische Reich, zwischen Rhein und Elbe, mit größeren Orten zunächst nur am Rhein und mit dem Hauptort Regensburg, kann man einen **Beginn von Deutschland** sehen, auch wenn dieses sich erst mit HEINRICH I. deutlicher herausbildete. Aber es gab also ein fränkisches Ostreich, das sich vom Westen zunehmend deutlich abhebt, auch wenn es unter LUDWIG noch einmal geteilt wurde (P. RICHE´1995, S, 227). Bedrängt wurde es von den Slawen östlich der Weser.

Eine Konkurrenz erstand ihm in Mähren, wo es zwischen 830 und 840 zur Staatsbildung kam, ab 846 durch den christianisierten RATISLAW. Es enstand ein von Slawen getragener Staat, das **Großmährische Reich** des 9. Jh. (W. CONZE 1992, S. 61). Die im Zentrum gelegene Stadt Nitra/Neutra war eine auch vom Handwerk geprägte städtische Konglomeration. Der Slawisch sprechende KONSTANTIN und später genannt KYRILLOS und sein Bruder METHODIOS gingen 863 ins Großmährische Reich und schufen ausgehend von griechischen Alphabet ein slawisches, die 'Glagolica', im 10. Jh. ersetzt durch die einfachere 'Kyrillica' (S. 226/227). Sie kamen zwar von Byzanz, aber wandten sich dann an den Papst HADRIAN II., der zustimmte, daß das Slawische Sprache des Gottesdienstes wurde (P. RICHE´ 1995, S. 226/228) und der Katholizismus kehrte hier in die slawischen Lande ein. Die wohl weiteste Ausdehnung erreichte das Großmährische Reich unter SWATOPLUK I., von Böhmen bis Ost-Ungarn. Zu Beginn des 10. Jh. wurde das Großmährische Reich von den Ungarn aufgerollt (S. 270).

Sagenhaft ist die als Gründerin von Prag gefeierte LIBUSSA. Um 883 ließ sich der Böhmenherzog BOLESLAV I. (bes. Wikipedia 2018) aus dem Geschlecht der **Premysliden**, ließ 935 seinen christlich gewordenen Bruder WENZEL ermorden, und der als Märtyrer geltende WENZEL wurde der Nationalheilige des Tschechen und wurde Ende des 10. Jh. heiliggesprochen (W. CONZE 1992, S. 22). BOLESLAV ließ sich dann auch mit seiner Gattin LUDMILLA taufen und LUDMILLA folgte BOLESLAV I. als tief christliche Nachfolgerin. Es entstand 895 das Archiprebysterat in Prag und unter BOLESLAV II. 973 das Bistum Prag. Es entstand 1085 im Namen und als erblich 1198 das schließliche **Königreich Böhmen** im Verband des Kaiserreiches.

KARL DES GROSSEN Wirken wird mit dem häufigen, zuletzt nahezu dauerhaften Sitz in Aachen in Verbindung gebracht. Aber die Herrscher damals regierten nicht von einem einzigen Zentrum aus, sondern **zogen** wenn sie nicht auf einem Feldzug waren **von Pfalz zu Pfalz** (T. ZOTZ 2004), meistens Eigenbesitz, wo man sie mit ihrem Anhang, einschließlich der Pferde, eine Zeit lang zu beköstigen hatte. Auf den Wegen wurden Rechtsfragen der Anwohner geklärt und Urkunden ausgestellt. Aus solchen Urkunden und Berichten über Aufenthalte etwa in Klosterannalen lassen sich die **Reisewege, das Iterinar**, ausmachen. Das Regieren auf Reisen war wie bei vielen römischen Kaisern an immer neuen Orten. **Boten, Kuriere**, mußten die Verbindungen des Regenten mit anderen Teilen des Reiches aufrecht erhalten. Ein bedeutender Pfalzort unter LUDWIG DEM DEUTSCHEN war Frankfurt am Main. Ein anderer war Regensburg. Ingelheim am Rhein wurde ebenso Pfalzort wie dann Memleben an der Unstrut. Die Reste im Boden vollständig ausgegraben wurden von der oben völlig zerstörten Königspfalz Tilleda, existent ab 10. Jh., am Ostabhang des Kyffhäusers. Aachen wurde ein ziemlich beständiger Sitz, wie eine Hauptstadt, und für Bayern wurde es Regenburg.

## Kaiser, Könige, Fürsten, erbliche Lehen - wem gehört das Land?

Schon unter den Merowingern und dann den Karolingern hatten die 'Großen' des Frankenreiches und auch die reichen Klöster Landbesitz nicht nur in einem Gebiet, sondern in den verschiedensten Teilen des Reiches. Die dauernden Aufstände der Territorialherren gegen die Zentralgewalt, nur etwas unterbrochen zur Zeit von KARL dem GROSSEN; brachte immer erneut Unsicherheit in den Staatsbetrieb (s. u.a. P. RICHE´ 1995).

Wer Monarch wurde, König, gar Kaiser, weltlicher Kurfürst, erblicher Lehnsherr - für den galt, trotz mancher, oft vieler und oft auch wieder gebrochener Ein-

schränkung durch die Stände die '**Patrimoniale Staatsauffassung**": "der Fürst" ist - gottgedeckt -"der oberste Grundherr seines Fürstentums und Eigentümer von Land und Leuten" (B. RILL 1992, S. 127). Der Herrscher konnte sein als Eigentum betrachtetes König- oder erbliches 'Reich' oder Fürstentum wie ein normales **Erbe** unter seine Söhne **aufteilen** oder auch nicht, konnte sich **andere Staaten durch** eigene **Heirat** oder die seiner Töchter oder Söhne anfügen, wenn es eben nicht durch Eroberungen geschehen sollte. Die Söhne konnten auch ihrerseits ihr gemeinsames Erbe **teilen.** Die Lande der **Wittelsbacher** und damit auch ihr Land **Bayern** (Wikipedia) erlitt mehrfach Teilung, so 1255 und nach Wiedervereinigung wieder Teilung 1349 und dann auch manche zetiweiligen Teilungen der Teilfürstentümer. Nach 2-jähriger gemeinsamer Regierung über Bayern wurde 1255 LUDWIG II, der 'STRENGE' Herzog nur von **Oberbayern** und HEINRICH VIII. wurde Herzog von **Niederbayern**. Die **Wittelsbacher** hatten auch außerbayerische Landesgebiete inne, etwa am Rhein, und diese wurden in die Telungen einbezogen. 1349 wurden erst einmal endgültig abgetrennt die **Pfalzgrafschaft** und die **Oberpfalz,** letzteres das heutige Nordwestbayern- In der Teilung von **1392** gab es ein Herzogtum **Bayern-Ingolstadt** (alles Wikipedia 2017). Hier regierte LUDWIG VII., der, mit einer französischen Prinzessin verheiratet, zeitweilig an Stelle des unfähigen KARL VI. Frankreich regierte. Er stand im Streit mit HEINRICH XVI. Herzog von **Bayern-Landshut,** den er für illegitim erklärte. HEINRICH XVI: ließ LUDWIG VII. schließlich kodnappen, der **1447** als Gefangener in Burghausen starb, wohingegen der grasuame, aber wirtschaftlich starke HEINRICH XVI zu Bayern-Landshut noch Bayern-Ingolstadt erwarb. In der Zeit Eigenständigkeit des Herzogtums Bayern-Ingolstadt enstand in Ingolstadt die spätgotische Hallenkirche "Zur Schönen unserer LIeben Frauen'.

**1505** wurde das Bayern als Herzogtum endgültig wiedervereint und durch ALBRECHT IV. der 'WEISE' 1508 die Primogenitur, das Alleinerbe des ältesten Sohnes, als Gesetz festgelegt und das auch beibehalten

Die Markgrafschaft Meißen und damit das spätere Kursachsen kam zuerst 1123 mit KONRAD in das H**aus Wettin**, das sich durchsetzte.

Im Hause Wettin teilten am 17. Juni **1485** die Brüder ALBRECHT und ERNST das Kurfürstentum Sachsen in der '**Leipziger Teilung**', mit der Kurwürde damals bei Ernst, im westlichen Teil. Die Wettiner, nunmehr geteilt in die Albertiner und die später immer weiterteilenden Ernestiner, waren seitdem geschwächt. Die **Landgrafschaft Hessen** wurde zweimal geteilt, 1368 und dann wiedervereinigt und nach dem Tode von PHILIPP I. 1567 in 4 Teile und dann blieben nach dem Tode von 2 von ihnen **Hessen-Kassel** und **Hessen-Darmstadt**. Es gab also immer wieder **neue Residenzen** und das bestimmte mit die Vielfalt deutscher Städte. Immer wieder neu und kompliziert entwickelten sich die politi-



Abbildung 391: Ingolstadt: Münster, ab 1425.



Abbildung 392: Stammburg der Wettiner. Wettin.



Abbildung 393: Von hier kam der Wettiner KONRAD. 2017.

schen Verhältnisse am Niederrhein (Wikipedia 2017), mit den Grafschaften und dann Herzogtümern **Jülich-Berg** - dann mit **Kleve**, schließlich ihre **Realunion mit der Hauptstadt Düsseldorf**. Schließlich erbte hier 1614 die **Wittelsbacher Linie Pfalz-Neuburg**. welche 1685 die Erben der Herzöge der Kurpfalz wurden, wo ab 1688 - 1697 der Pfälzische Erbfolgekrieg furchtbare Verwüstungen anrichtete und erst 1718 die Hauptstadt nach von Düsseldorf nach Heidelberg verlegt wurde, 1720 nach Mannheim. 1680 wurde das **Herzogtum Sachsen-Gotha** wegen der Zerstrittenheit der Erben, der 7 Söhne des Herzogs ERNST I,, i**n 7 Herzgotümer** aufgeteilt, unter denen sich Sachsen-Coburg, Sachsen-Meiningen, Sachsen-Eisenberg befanden, wobei sich beim Erlöschen von Stammeslinien neue Zuteilungen ergaben (Wikipedia 2018).

Es erscheint fast unglaublich, was da an **Kinderehen** gestiftet und auch **wieder aufgelöst** wurde und wie allein politische Ziele zu Ehen und auch zu oft mit päpstlichem Dispens gebilligten Scheidungen führten, und Ehen, die nur manchmal auch zu echter wechselseitiger Anerkennung der Partner bis hin zu 'Liebe' führten (u. a. E. WINKER 1977). Kinderehen wurden also Eheleben nicht vollzogen, aber das sollte möglichst geschehen. Gerade die politisch Verheirateten **sollten Nachfolger zeugen** und taten das oft, Unfähig waren diese Nachfolger oft nicht. Sicherlich waren nicht die Dümmsten als Glieder der Fürstengeschlechter hochgekommen. Die politisch Verheirateten suchten sich aber ebenso oft gebilligten Trost bei anderen Partnern. Deren Söhne, 'Bastarde', erhielten oft hohe politische Ämter, aber waren nicht erbberechtigt. Die Blutsverwandtschaft unter den hohen europäische Herrscherhäusern führte auch zu manchen schlimmen Erbschäden. Im Unterschied zu Frankreich und England mit ihrer **Erbmonarchie** war das **Deutsche Königreich Wahlkönigtum**. Die zu Königen Gewählten wa-

ren aber auch Eigentümer eigener Territorien mit Erbrecht, ihrer 'Hausmacht', und wurden als Könige oder Kaiser gern als gewählte 'Gleiche' und 'Gleichen angesehen. Die Gewählten waren oft durch Gegenkönige bedroht oder wurde die Folge innerhalb der Geschlechter auch einmal unterbrochen. Geschlechter wie die Karolinger, Ottonen, Staufer, später die Habsburger, aber konnten immer wieder die Königs- und Kaiserkrone gewinnen, aber nur nach einer oft kostenaufwendigen Wahl durch die zur Wahl berechtigten Fürsten, zuletzt noch einmal festgelegt unter KARL IV. **1356** mit dem 'kaiserlichen Gesetzbuch' der den Wahlmodus bestimmenden **'Goldenen Bulle',** die 7 Kurfürsten waren 3 geistliche: die **Erzbischöfe** von **Mainz, Köln, Trier**; 4 weltliche: der **Pfalzgraf** bei Rhein, der Herzog von **Sachsen**, der Markgraf von **Brandenburg**, der König von **Böhmen**, Das **Königreich Böhmen** war ein eigenes Wahlreich innerhalb des Kaiserreiches und Polen. Um dem Volkes die Kontinuität der Herrscher und Heiraten der Herrschenden schmackhaft zu machen, wurde das oft mit großen Festen, mit Einzügen in festlich geschmückte Städte, gar mit für das Volk am Spieß gebratenen Ochsen und kostenlosen Wein aus Brunnen garniert, und das bestimmte manches unserer freundlichen Bilder vom Hoch- und Spätmittelalter und noch der frühen Neuzeit. **Würden, Insignien, Weihen, Ränge**, Ordensverleihungen, Sitzordnungen, Empfangsfolgen spielten in den monarchischen Gesellschaften, ob Erb- oder Wahlmonarchie eine große Rolle und spätere Gesellschaften, die von solchen Dingen sich lösten, gerieten oft in innere Streitereien. Beendet wurden diese Zustände wenigstens für etliche Jahre mit der Französischen Revolution. wobei die von außen gekommene Familie BONAPARTE manches wieder aufleben ließ. Die sozialistisch-kommunistischen Staaten des 20. Jh. kehrten auch dahin zurück.

Zu geringe Fähigkeiten von manchen der erblich Herrschenden wurden glücklicherweise oft ausgeglichen durch fähige Kanzler, als eine Art Premierminister, zunächst Kleriker, also Prälaten und andere, bis im 15. Jh. auch Leute aus dem Bürgerstand in solche Funktion geholt wurden.

Ein Beispiel für das Schicksal der Leute in den regierenden Kreisen (E. WINKER 1977) aus dem Spätmittelalter: Der Thronfolger, also Erzherzog und kommende König resp. später Kaiser MAXIMILIAN I. hatte 1480 MARIA VON BURGUND, die Erbin von Burgund, geheiratet. MARIA starb 1482. Ihre beider Tochter MARGARETE wurde 1483, also mit etwa 3 Jahren nach Frankreich gebracht, um hier, als 3-jähriges Kind, mit dem königlichen Erben KARL VIII. verheiratet zu werden und wurde in Amboise zu dessen Gattin erzogen. Da es für den französischen König später günstiger erschien, die Erbin der noch souveränden Bretagne, ANNA, zu heiraten, wurde die 13-jährige MARGARETE nach schon 2 Jahre vorher annulierter Ehe zu MAXIMILIAN zurückgeführt. Der Erbe Kastiliens, JUAN, mit dem sie 1495 verheiratet wird, stirbt 1497. Eine auch Liebesehe scheint die von 1501 mit

dem jagdlüsternen, draufgängerischen PHILIBERT VON SAVOYEN gewesen zu sein, der aber aber 1504 stirbr. MARGARETE vertritt dann als Regentin ihren Neffen, den sich lange als König in Spanien sich aufhaltenden und 1519 zum Kaiser gewählten KARL V. Mehr überlebende Kinder der katholische Könige ISABELLA VON KASTILIEN und FERDINAND von ARAGONIEN oder Tod der Söhne KARL und FERDINAND aus der Ehe des PHILIPP DES SCHÖNEN mit JOHANNA DIE WAHNSINNIGE und aus dann anderen Erbrechten hätte sich wohl manches andere in der Politik ereignet. Dann hätte es vielleicht kein Weltreich KARL V. gegeben und nicht den Aufstieg des Hauses Habsburg. Verwandtenehen am laufenden Band sollten das Erbgut zusammenhalten. Kaiser MAXIMLIAN II., Sohn von Kaiser FERDINAND I. und Bruder des KARL V., wurde verheiratet mit MARIA, der Schwester von König PHILIPP II. von Spanien, Sohn von KARL V. Kaiser MAXIMILIAN II. und MARIA waren also Cousin und Cousine. Es waren einem Erbe aber auch ganze Länder als 'Erbgut' mitgegeben, so PHILIPP II. die Niederlande für seine Tochter ISABELLA CLARA EUGENIA (G. VON SCHWARZENFELD 1979).

Schon im Interesse einer einigermaßen stabilen Ordnung wurde das Erben durch die erblichen Herrscher durch die anderen politischen Kräfte, etwa die Privilegien erhaltenden und sie verteidigenden Städte, nur bisweilen in Frage gestellt. Das Volk war es gewöhnt, Erbe und Erbansprüche anzuerkennen, ja zu verteidigen, und in der angeblich als **göttlich** gebilligten **Erbfolge** schien eine **Gewähr gegen Bürgerkriege**, das "Chaos wiederholter Staatsstreiche" S. PEROWNE 1966, S. 11) zu liegen, weil eben klar schien, wer als oberster Herr die Regierung innerhatte, ob nun hochbegabt, mittelmäßig oder krank bis fast unfähig und gar noch minderjährig und völlig beratungsbedürftig, Bürgerkriege blieben ohenhin oft nicht aus. Usurpatoren, meistens mit eigenen Erbansprüchen oder vorgespielten, gab es genug. Nicht zu den Herrscherfamilien gehörende Usupatoren konnten das mit wenigstens zeitweiligem Erfolg versuchen, wenn sie sich als nur anscheinend umgebrachte oder ausgesetzte und überlebende fürstliche Erben ausgaben, wie der 'Falsche Waldemar' in der Mark Brandenburg und dreimal ein 'Falscher Demetrius' im Rußland des frühen 17. Jh. Auch im 20. Jh. gab es kluge Leute, welche eine Erbmonarchie schätzten und schätzen, wie konstitunell auch immer. Wie großartig Revolutionsregierungen sein konnten, viele haben keine Anerkennung als legitim erhalten.

Wenn die erbberechtigten Herrscher **in Pracht und Herrlichkeit**, in teurer Kleidung, mit Herrschersignien, auch mit Edelsteinen, mit Diamanten und Goldschmuck auftraten, gab es offensichtlich **kaum Unbill** und wurde anerkannt**.** Kann man denken an die elegante EVA PERON im Chile des 20. Jh., wenn sie ihrer oft proletarischen Klientel zurief: 'Für Euch habe ich mich schön gemacht!' Arbei-

terführer in Proletarierklamotten fanden keinen höheren Respekt als etwa STALIN oder TITO in Uniform. Die Armen Indiens im 20. und 21. Jh. wollen in ihrer kargen Freizeit Bollywood sehen, nicht ihr Elend sozialkritisch auch noch auf der Leinwand.

Die meistens Nationen nicht beachtenden, willkürlichen Grenzen der erblichen Herrscher bis hin die Neuzeit boten dann Grund zu manchen Kriegen. In der Zeit der Französischen Revolution kam die Berufung auf das '**Prinzip der natürlichen Grenzen'** und wurde dann der Rhein als die Grenze zwischen Frankreich und dem Deutschen Reich proklamiert und im Südosten Savoyen einbezogen.

**Nach KARL DEM GROSSEN: Viel Abwehr gegen außen und Eroberungen**

KARL DER GROSSE hatte einerseits aggressiv nach außen ausgegriffen, aber das Karolinger-Reich war bei KARL und bei seinen viel weniger erfolgreichen Nachfolgern manchen schweren Bedrohungen ausgesetzt, **wie England auch**. Von Norden her kamen die schwer **plündernden Normannen**. Im Osten drohten nach den **Awaren** die **Ungarn**, die ebenfalls als grausame Plünderer beschrieben wurden, obwohl auch deutsche Fürsten sich manchmal mit ihnen verbündeten. Pannonien wurde zum Weideland nomadischer Ethnien. Bei den Völkern im Südosten ging es oft noch zu wie zur Zeit der Völkerwanderung bei den Germanen. Auch, wenn REGINO VON PRÜM (dtsch. 1890) über den Osten aus der Ferne schreibt, sah er wohl richtig (S. 90): "Scythien ... Die Menschen, die dies Land bewohnen, haben untereinander keine Grenzen, denn sehr selten bebauen sie das Land ..." und haben keinen festen Sitz, "da sie beständig ihre Heerden von großem und kleinen Vieh weiden und unbebaute Einöden unstete zu durchziehen pflegen. Ihre Weiber und Kinder führen sie auf Wagen mit sich, welche sie der Regengüsse und der Winterkälte halber mit Thierhäuten bedecken und als Häuser gebrauchen. Kein Verbrechen ist bei ihnen schwerer als der Diebstahl, ..." , denn nur so kann man ohne geschlossene Häuser sein Eigentum wahren.

**Es dauerte lange bis sich Staaten und Grenzen stabilisierten** und später und auch **im 20. Jh.** wurde auch solche lange zurückliegende Dinge mit Forderungen an die Nachbarn **immer wieder aufgegriffen** - und spielten führende Rolle in der Propaganda im Zweiten Weltkrieg. **Einmal muß alle diese fordernde 'Geschichte' der Geschichte beendet sein!** Wenn nicht immer wieder Konflikte drohen sollen!

## Ostfränkisches Reich wird 'Deutschland'

Die Bedrohungen von außen, so der Ungarn unter ARPAD, ließen die Kämpfe der Stämme und Clans in den fränkischen Reichen und auch im Osten zurücktreten und es entstanden im Ostreich die Stammesherzogtümer der Sachsen, der Franken und der Bayern. Am 10. November **911** wurde **KONRAD I.** zum König des Ost-Reiches (R. HOLTZMANN 1979), S. 62). gewählt und man kann darin einen weiteren Gründungsakt eines Deutschen Reiches sehen. KONRAD I., der auch besiegte Gegner hinrichten ließ, hatte keine richtige Konsolidierung erreicht und man kann als letzte große Tat des am 23. Dezember **918** Gestorbenen schätzen, daß er den Sachsenherzog HEINRICH als Nachfolger designierte und dieser dann im Mai 919 in Fritzlar zunächst von den Franken und Sachsen gewählt der **Ostfränkische König HEINRICH I.** wurde (R. HOLTZMANN 1979, S. 68 ff.). HEINRICH selbst war bei der Wahl nicht anwesend, hatte sich auch einst gegen KONRAD empört, aber KONRAD I. überwand seinen Groll und sagte todkrank den Fürsten nach LIUTPRAND VON CREMONAs Worten (dtsch. 1890, S. 35): " ... bitte ich euch inständig, nach Frieden und Eintracht zu trachten. Legende späterer Zeit wurde, daß HEINRICH die Nachricht beim Vogelfang erhielt. Ohne Ehrgeiz habe er die Insignien empfangen (LIUTBRAND ... 1890, S. 36). Sachsen, das unter KARL schwer bekriegte und dann erst voll christianisierte, hatte sich nunmehr mit HEINRICH I. dem karolingischem Reich eingeordnet. HEINRICH I. konnte Lothringen bis 925 zum Ostreich bringen und war mit Bayern unter ARNULF zu einem Vergleich gekommen. Die dauernden furchtbaren Plünderungseinfälle der mit ihren Bögen auf wendigen Pferden einfallenden **Ungaren**, so im frühen 10. Jh., (P. RICHE´ 1995, S. 271) führten zur Einigung der Stämme, zur Verbesserung der eigenen Waffentechnik. Aber KONRAD I. hatte nichts erreichen können (S. 271). Der Reichstag zu Worms **926** unter HEINRICH I. brachte vieles in Ordnung, eine Burgenordnung und Heerbann zumal. Die Burgengründungen wurden falscherweise manchmal als Städtegründungen bezeichnet, wobei **im Schutz mancher Burg später eine Stadt** entstehen konnte und zahlreiche Städte tragen die Endung '-burg', Magdeburg, Merseburg, Würzburg u. a. .

Nach Gefangennahme eines ungarischen Fürsten konnte HEINRICH I. einen 9-jährigen Waffenstillstand mit den Ungarn zustandebringen, dann aber noch vor dessen Ablauf die Tributzahlungen beenden und 933 an der Unstrut, genannt wird Riade, die Ungarn schlagen; "Die Bogen warfen sie von sich, die Pfeile ließen sie fahren, ja selbst den Schmuck des Pferdegeschirrs warfen sie hin; ... ; denn nur auf rasche Flucht stand ihr Sinn" (LIUDPRAND VON CREMONA dtsch. 1890; S. 42). 934 mußte der Dänenkönig HEINRICH I. Oberhoheit anerkennen. Nach Osten hin reichte das Ostfränkische Reich zuerst nicht weit über Fulda hinaus, grenzte **an die Sorben-Lande** (s. d..). HEINRICH I. suchte das zu ändern und

das etwa mit der 'Mark' Meißen. In einer grausamen Zeit war HEINRICH I. hart wie andere. Nationale Deutsche ehrten noch lange den am 2. Juli 936 in in seiner Pfalz Memleben Gestorbenen und auf seinen Wunsch in Quedlinburg Begrabenen als einen, der an der Konsolidierung eines Deutschen Reiches hohen Anteil hatte, aber ein Friedensfürst war er nicht und konnte er wohl auch nicht sein. Auf ihn geht zurück. daß das Reich nicht mehr unter seine Söhne aufgeteilt wird, sondern einem, OTTO, zufällt, was durch die Großen des Reches anerkannt wird, aber unter OTTOs Brüder mannigfache Kämpfe auslöst, Es gibt die erste deutsche Monarchie (mono = eins, arche = Herrschaft). .

## Irland - England - Missionierung auf dem europäischen Kontinent

Der Papst waltete in Rom und sandte Apostel, und bisher ungetaufte Völker wie die Franken und der ganze Norden und Osten oder das unter den Römern stark christianisierte und nach dem Rückzug der Römer und der Besetzung immer weiterer Teile durch die Angeln und Sachsen kaum noch Christentum bewahrende **England** mußten neu für die christliche Religion gewonnen werden. Die **Missionierung** oder teilweise eher Wiedermissionierung von Teilen **Europas,** des Nordens und der keltischen Regionen wie Cornwall und die Faröer und dann bis hinab an den Bodensee ging in einer fast merkwürdig erscheinenden Weise vom westlichen Rande Europas aus, von einem nicht römisch gewesenem Gebiet, von der Insel **Irland**. Das wurde die historische Stunde Irlands oder wenigstens mancher Iren, einer politisch in zahlreiche Kleinreiche zersplitterten Region. **Die Kelten**, zu denen die Iren gehörten, waren in vielen ihrer früheren Regionen zurückgedrängt worden. In dem vorher als in bezug auf die Menschen als recht wild verrufenen Irland trafen **vor der Mitte des 5. Jh.** christianisierende Missionare aus Gallien ein. Nach der Legende hat der für Irlands Christianisierung als maßgebend angesehene, aber auch legendumrankte St. PATRICK **444** seinen Bischofssitz in der Festung Armagh errichtet (S. JAMES 1998). **Irlands Klöster**, wo in bemerkenswerter Kulturhöhe sogar einige Griechischkenntnisse vorhanden waren, ja die griechisch-orthodoxe Kirche als die geltende Kirche angesehen wurde (T. FONTANE 1977, S. 271) sahen die Missionierung als eine bedeutungsvolle Aufgabe. Eine im Mittelmeerraum entstandene Religion, das Christentum, kam durch die Römer nach Britannien, wurde nach dem Rückzug der Römer nach dem niemals römischen Irland gebracht und von dort her wieder verbreitet. Ausgangszentrum der Christianisierungsbewegung, die auch Schottland erfaßte, war mit einem Kloster die Insel Iona im Westen Schottlands (T. FONTANE 1977, S. 270 ff.). Irland mit seinen Massen von Klöstern bildete also eigene religiöse Züge aus (K. S.



Abbildung 394: Christliches Irland, Aran.



Abbildung 395: Aran. Sieben Kirchen.

BOTTIGHEIMER 1985). Auch das Kreuz im Keltenland erhielt eine eigene Gestalt. Um 590 kommt COLUMBAN mit 12 Gefährten missionierend ins Fränkische Reich (W. LEVISON 1948, S. 248). Weitere dieser heilig gesprochenen Iren waren DAVID, der 615 in Bobbio in Italien gestorbene COLUMBAN VON LUXEUIL, BRENDAN. Was bewegt Menschen dazu, anderen ihre Ansicht, ihre Überzeugung zu bringen, ob akzeptiert oder eben auch nicht? Sendungsbewußtsein - Heil oder Unheil? 595 starb der ältere, Schottland missionierende COLUMBAN.

Der römische **Katholizismus** kam auf die britischen Inseln erneut **von Süden** her. Der Papst sandte zur Missionierung der nach England eingwanderten Sachsen und Angeln den 597 in Südengland landenden AUGUSTIN (s. a. T, FONTANE in 1977, S. 355), der 604 oder 605 als erster Erzbischof von Canterbury starb.

## Unterwerfung unter das Christentum - ein Unternehmen über Jahrhunderte

Garantie der Ordnung sollte der Glaube aller an die christliche Lehre sein, an eine einheitliche Denkrichtung, und "der gemeinsame Glaube" sollte "am besten die Stabilität einer Gesellschaft ... garantieren" (M. A. LADERO 1992, S. 95. Auf die prinzipielle Stabilität ging es ungeachtet aller dynastischen Kämpfe und Privatfehden aus. Auch Stämme in Mitteleuropa mußten jedoch erst einmal unterworfen und christlich missioniert werden. 33 Jahre, 772 - 805, dauerte nach dem Chronisten der Zeit von KARL dem GROSSEN, dem Gelehrten EINHARD, der "mit großer Erbitterung auf beiden Seiten" geführte Kampf KARLs gegen die **Sachsen** (S. 19). Während sich gerade viele 'Edle' immer wieder unterwarfen, folgten durch andere Leute immer wieder neue Aufstände und wurden Christianisierung und Unterwerfung rückgängig gemacht, wobei der legendäre WIDUKIND wohl gar nicht recht anwesend war (E. W. WIES 1992, S. 105 ff.). Sachsen wurden dann teilweise deportiert in andere Reichsteile. Die Christianisierung wurde dann etwa durch Klöster gefestigt. So beliebt war das Christentum damals nicht.

Zu bändigen suchte KARL auch slawische Völker Mitteleuropas (S. 33), was aber noch lange nicht deren Ende war. Namentlich mit der Schwächung des nach KARLs Tod innerlich geschwächten Reiches kemen beutesuchende Ethnien mit grausamen Raubzügen (M. BLOCH 1939/1940). Als Seeräuber kamen die **Wikinger** aus dem Norden. Etwas später erschienen beutesuchend über Land die **Ungarn** aus dem Südosten, waren aber zu Tributverträgen bereit. Die Einbeziehung zahlreicher Völker in die "abendländische Kultur", also damals in den Katholizismus, in das christlich-europäische Denken, geschah durch die **Christianisierung**, welche jedenfalls in der Rückschau auf die vorher räuberischen, noch heidnischen Völker und in mancher weiteren Hinsicht wie des Aufbaus der Gesellschaft wohl tatsächlich als "Zivilisierung" geltern darf, ungeachtet aller weiteren Kriegen einbeziehbar in europäische Vertragswerke. Das 10. Jh. wurde die Periode der **Aufnahme der meisten Völker Europas in eine der Hochreligionen** (L. RÜHL 1992, S. 17), der dann von der Rus besiegten Chasaren 865 zum Judaismus, der Wolgabulgaren 933 zum Islam, der **Polen** unter Fürst MIESZKO 922 zum katholischen Christentum, und hierzu ebenso 974 unter König HARALD BLOTAND/BLAUZAHN die **Dänen**, 985 unter Großfürst GEZA die **Ungarn**, um 1000 unter dem schon vor seiner Thronbesteigung ab 976 christlichen OLAF TRYGGVASSON die **Norweger.** Die Russen kamen zu einem Eigenweg. Diese Christianisierung ließ die im 10. Jh. so oft von Wildheit heimgesuchten Teile Europas 'gesunden' (G. DUBY 1988), es erstand ein neuer Prozeß der Staatenbildung nach dem Jahre 1000 (J. DARWIN 2010, S. 42). Entstand nach der Überlieferung das ursprüngliche Christentum als Religion der 'Mühseligen und Beladenen', so wurde nun von 'oben' her missio-

niert, **nahmen Herrscher und Eliten das Christentum an** und wurde dann **an das Volk**, die Landbewohner **weitergegeben**, die noch manches alte Brauchtum hüteten. Wie war ein solcher ideoogischer Wechsel von der Psychologie her möglich, angsichts vielen Widerstandes gegen manche Neuerungen in der späteren Zeit? Mehr und mehr lieferte die **Kirche das 'ideologische Bindemittel'** für den Zusammenhalt der neuen Feudalstaaten, schweißten unter der Kirche "tiefgreifende" religiöse Sanktionen eine politische Ordnung zusammen, mehr als anderswo in Eurasien (J. DARWIN 2010, S. 42). Im Zusammenwirken auch mit weltlichen Gewalten entstand bis 1400 "ein neues Europa ... eine lose Konföderation christlicher Staaten mit einer gemeinsamen Hochkultur, weitgehend ähnlichen sozialen und politischen Institutionen und einer entwickelten interregionalen Wirtschaft" (S. 43). Das nach-römische Europa wurde wieder etwas, und setzte zu großen Sprüngen an, war nicht nur ein Außenposten (S. 57), eine Halbinsel an einem riesigen Nordkontinent.

Aber Frieden im Inneren, gegenüber den normalen, den arbeitenden Menschen? Immer wieder Fehlanzeige! Wann sind Kaiser einmal nicht auf Kriegszug? Und das oft gegen Aufstand im Inneren!

## Dualismus von weltlicher Herrschaft und Kirche - Die katholische Kirche als Ordnungsmacht

Wenn die deutsche Übersetzung eines Buches des Mediävisten ROBERT BARTLETT im Deutschen mit dem Titel "Die Geburt Europas aus dem Geiste der Macht" läuft, dann wird ein wesentlicher Vorgang recht treffend widergegeben, nämlich die durch etliche christliche Staaten erfolgende Zurückweisung des Islam und **die Unterwerfung der als heidnisch bezeichneten Völker**, in Deutschland wie in England und ebenso durch Polen. Die Unterworfenen waren keine durchgehend lauteren Unschuldsengel gewesen und die Unterwerfer ebensowenig. **Klöster** wurden die frühen Stützpunkte der dann etwas friedlicheren Missionierung. Die katholische Kirche erwies sich ungeachtet aller Rückschläge als **die große**, auch Gewalt benutzende **Ordnungsmacht**. **Weltliche**, säkulare und **kirchlich-religiöse Macht, "regnum"** und **"sacerdotium"** bestanden **nebeneinander**, öfters **auch sich befehdend**. Aber gerade das 'regnum' war immer wieder auch von nach Selbständigkeit und Abfall drängenden inneren weltlichen Mächten, ob Territoralherren oder Städte, sich zur 'Elite' rechnend, bedroht. Auch das 'regnum' empfand sich als gott-bestimmt und auch zum harten Durchgreifen befugt, auch manchmal im Bündnis mit dem 'sacerdotium'. Bis zu HEINRICH III, standen regnum und sacerdotium in ziemlichen Einvernehmen (T. STRUVE 1982), bis dann mit Papst GREGOR VII. die Ansprüche des Papsttums kamen. Die höheren

Kleriker entstammten ohnehin meistens der Aristokratie, waren oft nachgeborene Söhne. Das Nebeneinander von regnum und sacerdotium im lateinischen Europa war ziemlich einmalig (W. REINHARD 2016, S. 18). In Rußland war der Herrscher gleichzeitig höchste geistliche Persönlichkeit. In Tibet, einer **Theokratie**, herrschten die Lamas genannten Priester und im Islam wollten bestimmen die Mullahs.

Reine Theokratie war in Europa der Kirchenstaat. Das Kaisertum setzte dem Papsttum ansonsten Grenzen. Wer bestimmte, wer den Stuhl eines Bischofs oder Erzbischofs einnehmen durfte oder einem Domkapitel angehörte - die weltlichen Machthaber woillten es oft entscheiden und die Kirche ebenso. Der **Dualismus** von politischen und religiösen Gewalt ließ die Waage der Macht manchmal nach der einen und dann mehr nach anderen Seite sinken. Im Gegeneinander von "regnum"und "sacerdotium" gab es unter Papst GREGOR VII. den Anspruch auf alle Investitur und gab es den geplagten König HEINRICH IV., später, 1309, für die geistliche Macht durch den französichen König aber das fast schmähliche Verbringen des Papstes nach 'Avignon'. Die Geistlichen und in der Kirche Dienenden, der **Klerus**, hatten eine **eigene Hierarchie und Jurisdiktion**. Die institutionelle Christianisierung, die **Schaffung einer christlich geprägten Infrastruktur** (M. KASPER 1997), also die Gründung von **Erzbistümern und Bistümern** und Gemeinden, konnte dabei der individuellen Christianisierung, der Verinnerlichung des neuen Glaubens bei den Menschen in einem von der Kirche neu strukturierten Gebiet nachhinken, und es mußte oft sogar Heidnisch-Überkommenes einbezogen werden. Da bestand noch lange mancher alte Glaube, sogenannter 'Aberglauben', noch erhalten in manchem Brauchtum bis heute. "Revolution von oben" kann nicht von einem Tag auf den anderen verordnet werden, trotz Massentaufen. Von geduldetem und christlich umgeprägten Heidnischem zeugt etwa der Umritt um die ergrünende Saat in der sorbischen Lausitz. Und das Osterfest nach dem Vollmond zu richten hat mit einem Jahrestag des Todes von Jesus nicht viel zu tun.

Die **höhere Bildung oder gar Bildung** überhaupt lag zuerst fast ausschließlich bei der geistlichen Macht und war ihr untergeordnet, bevor weltliche Herrscher ihre eigene Intelligenz heranbildeten, teilweise mit klerikaler Ausbildung, Die Kirche **bestimmte** vor allem auch **die Sitten, die Moral**, mit dem Verbot der Polygamie und der Durchsetzung der Monogamie, wo sie nicht bestand, mit dem Verbot der Heirat unter nahen Verwandten, dem Verbot des Inzest, der Kindes- und Altentötung, der Päderastie, der Homosexualität, der Erschwerung von Scheidung (J. BLACK 2003, S. 44). Möglichst einheitlich sollen die **Rituale** sein. Verboten wird die Sklaverei von Christen (S, 50), also der Verkauf von Personen an andere in anderen Orten. Nicht betroffen ist die Erbuntertänigkeit. Verwandtenehen wurden wohl vor allem auch aus politischen Gründen verboten, wobei auch die vielleicht

schon früher her bekannte Anhäufung von Erbschäden mitspielte. Aber Ausnahmen gab es oft genug. Konkubinat war andererseits oft üblich, und es gab also 'Kinder' und von den Nebenfrauen 'Kegel'. Bekehrung war lange oft kein Dauererfolg und es kam die Umkehr, sobald der Missionar und gar die sie begleitende Gewalr abzogen, so etwa weg von den Friesen (H. FICHTENAU 1949, S. 20),

Mit dem Christentum entstand ohne diesen Begriff so etwas wie "Europa", 'ungeachtet aller sich herausbildenden Nationalstaaten. Es gab auch unter den Geschulten, und das waren namentlich Kleriker, die **verbindende lateinische Sprache** und trotz aller Kriege und Fehden und wohl auch Raubüberfällen ließ sich durch Europa reisen.

In Deutschland wurde seit OTTO I. hohe Geistlichkeit, wurden Bischöfe, auch mit der weltlichen Macht in den von ihnen regierten Territorien, den **Fürstbistümern,** ausgestattet. Viele wurden später eingerichtet. OTTO I. gründete 968 das Erzbistum Magdeburg. Unter FRIEDRICH I. BARBAROSSA entstand 1168 das Hochstift Würzburg, der Bischof auch genannt 'Herzog von Franken': Geistliche Fürstentümer fielen nach dem Tode ihrer geistlichen Fürsten widerspruchsloser an die Zentralmacht zurück als die oft als erblich geltenden Lehen von säkularen Fürsten und konnten neu besetzt werden. Es gab durch diese **deutsche Besonderheit** in den deutschen Territorien fast schließlich 70 geistliche Territorialfürstentümer (J. K. HOENSCH 1996, S. 14), (Wikipedia zählt für 1521 53 als Höchststand), in ihren Hauptstädten später oft Bildungszentren. 3 dieser Fürstbistümer wurden **Kurfürstentümer**: **Mainz, Köln, Trier**. Mit den Fürstbistümern gab es auch eine 'Klerkalisierung' des Staates. Als Residenz der Magdeburger Erzbischöfe wurde ab 1484 im Stile der Spätgotik die Moritzburg in Halle erbaut (Wikipedia).

Widersetzliche geistliche Fürsten gab es natürlich auch, besonders in der Zeit der Reformation. Das dann evangelische Fürstbistum Magdeburg bestand bis 1680.

Kleineren Ausmaßes waren geistliche Lehen in Frankreich (Internet 2018).

## Christliche Kultur in England

Wieder christliche **Kultur** mit Einwirkung auf andere Regionen Europa gab es in **England** mit der Entstehung des Königreichs **Northumbrien** (K. O. MORGAN 1988, P. WENDE 1995) mit dem Zentralort **York**. In Northumbrien wirkte der 735 gestorbene BEDE mit dem Zunahmen 'Venerabilis', Verfasser der "Historia ecclesiastica gentis Anglorum", der englischen Kirchengeschichte, einem ersten historischen Werk in England überhaupt, Von Northumbrien kam ALCUIN, 778 Haupt der Kathedralschule in York, also in der Zeit nach BEDE tätig, den KARL



Abbildung 396: Halle. Moritzburg.

der GROSSE dann abwarb. Der Papst hatte dann zu disziplinieren, um England seiner kirchlichen Oberhoheit zun unterstellen, der 657 - 672 regierende Papst VITALIAN ernannte den THEODORE VON TARSUS als Erzbischof von Canterbury, der die englische Kirche organisierte. Canterbury, 'die Burg der Kentleute'. wurde ein Zentrum lateinischer Gelehrsamkeit, war die katholische Zentrale für England (a. J. BLACK 2003, S. 18).

## Die 'Kiewer Rus', in der die orthodoxe Konfession siegt

Anders ging die Entwicklung der Christianiseirung im Osten, wo in der **Kiewer Rus 987/988** Fürst WLADIMIR von **Byzanz** aus christianisiert den **griechisch-orthodoxen Glauben** annahm (L. RÜHL 1992), und spätere Versuche der Bekehrung zu Rom scheiterten. Die Bekehrung kam von jenem Byzanz, das der Gründer des im Osten bald starken Staates 'Kiewer Rus' OLEG 907 auf dem Land wie - flottentüchtig - auf dem Seeweg angegriffen hatte und Zahlung erzwang und das sich gegenüber einer weiteren Flotte der Rus 941 nur durch das "Griechische Feuer" erwehren konnte (L. RÜHL 1992, S. 11). Unter dem robusten SWJATOSLAW I. gab es ungeachtet seiner Ablehnung erstes christliches Eindringen. Unter dem zunächst in Wladimir herrschenden WLADIMIR, der seinen in Kiew regiernden älteren Bruder JAROPOLK I. 980 ermorden ließ, gab es dann nicht nur des bis 1015 in der Rus herrschenden Fürsten **WLADMIR** I. Taufe **987/988,** sondern von ihm überwachte Volkstaufe am Dnjepr (L. EÜHL 1992, S. 15, 21) und Einreißen der Götzenbilder. Die Christianisierung der Rus kam von Byzanz. Päpstliche Gesandte waren 988 gescheitert. Die Russen gingen ihren **religiösen Eigenweg**.



Abbildung 397: Kiew Sophien-Kathedrale 1988.

Kirchenoberhaupt war damals der Patriarch von Konstantinopel, der für die Rus den Metropoliten sandte (S. 20). Auch in den Schrift, in den Buchstaben, wurden die "über das Makedonische und Bulgarische angewandelte **'kyrillische' Schrift** der im 9. Jh. wirkenden Slawenapostel" (L. RÜHL 1992, S. 18) KYRILL und METHOD(IOS) übernommen. Während die Missionsarbeit des BONIFATIUS einigermaßen glaubhaft sein mag, gibt es für die Russen auch eine Legende der Glaubensbekehrung durch den Apostel Andreas, Bruder von Petrus und Jünger von Jesus. Das Christentum hätte sich dann schon kurz nach Jesus' Tod und damit zuerst im Osten verbreitet, und die höchste Auszeichnung Rußlands, das "Andreaskreuz", soll daran erinnern. Jedenfalls 1037 wurde unter dem Sohn von WLADIMIR I. JAROSLAW der WEISE der Bau einer bedeutenden Kathedrale in **Kiew** begonnen, die **Sophienkathedrale**, die Hauptkathedrale der Kiewer Rus, auch für Thronbesteigungen und Staatsgäste und solche Akte genutzt. Die Kiewer Rus strahlte weit nach dem Westen, , war eine der "Hochburgen der mittelalterlichen Kultur Europas" (L. RÜHL 1992, S. 22) Zerstört von den Mongolen, weideraufgebaut am Beginn des 17. Jh., durch Brand 1697 erneut zerstört und grundsätzlich erneuert unter PETER I. ist die Sophienkathedrale hervorragendes ukrainisch-russisches Kulturdenkmal und Museum. (Wikipedia 2013).

Eine **letzte Blüte** erreite der Kiewer Staat unter dem 1113 - 1125 regierndem Großfürst WLADIMIR II. 'MONOMACH'. 1221 landeten erstmals türkische Truppen auf der Krim. Die Eroberung der Rus durch die **Mongolen** zwischen 1237 und

1240 mit der Zerstörung von Kiew 1240 beendeten schließlich die Geschichte der Russen im Süden bis weit ins 18. Jh.

## Die Wikinger - die Normannen: Von Seeräubern zu durchsetzungsfähigen bis harten Staatsgründern

Was die **Wikinger** resp. Normannen betrifft: Sicherlich waren die nordischen Verhältnisse mit vielen überlebenden Kindern und beschränktem Ackerbau nicht rosig und man eignete sich eben an, was andere anderswo besaßen. Mitleid mit den Ausgeraubten - wohl kaum. Und dafür Ehre zu Hause, als wohl annehmbare Familienväter. Zu den normannischen Untaten zählt etwa die Brandschatzung des auf einer Insel vor der Nordost-Küste Englands gelegenen Klosters Lindisfarne am 8. Juni 793. Im 9. Jh. waren die Wikinger die Schrecken der Atlantikküsten und auch landeinwärts führender Flüsse, mit den Plünderungen von Antwerpen 836, Rouen 841, Hamburg 845. Mit ihren Flachkielbooten fuhren die Wikinger auf der Seine bis Paris, zuerst geplündert am 28. März 845 und zu zahlen waren für ein Ende der Plünderung 2000 Pfunde Silber (Jungefreiheit " 27. März 2020, ALEXANDER GRAF), und Paris wurde erneut geplündert 856, 865, 866. 843 wurde der Bischof von Nantes vor seinem Altar umgebracht, 854 verbrannten Wikinger die St. Martins-Kirche in Tours (CH. H. HASKINS 1927, S. 19), waren also hoch an der Loire, und geplündert wurde 848 Bordeaux, 853 Orleans (P. RICHE‘1995, S.207). 858 wurde der Erzkanzler von KARL DER KAHLE Abt LUDWIG von Saint-Denis gefangengenommen und mußte durch eine hohe Summe losgekauft werden (S. 233). Erreicht wurde auch Nordafrika. 859 (YouTube). Geplündertes, meist als Tribut erhobenes Edelmetall wurde zu eigenen, oft großartigen Schmuckstücken eingeschmolzen. Technische Grundage der Raubzüge der Wikinger waren ihre seegängigen, die der anderen Mächte übertreffenden Schiffe (A. KILB 2014), mit dem einen Segel. Mit ihrem flachen Kiel konnten die Boote auch an flachen Küsten landen, ja heraufgezogen werden. Der Räuber war wie manchmal in der Weltgeschichte der besser Ausgestattete, hatten hohes technisches Können im Dienste der Räuberei. Gefragt wurde, ob Übervölkerung im Norden am Anfang der den Ozean beherrschenden Schiffserfindungen stand oder ob die Schiffe ozeanreif erfunden wurden und die damit gegebenen Möglichkeiten ausgenutzt wurden Wikinger wurden die ersten europäischen expansiven Seefahrer, die im nördlichen Atlantischen Ozean sogar **unbewohntes** Land fanden, **Island**, erste Überseekolonie Europas (A. W. CROSBY 1991, S, 48), wenn auch 'Kolonie' ohne koloniale Unterdrückung. Aber mit der Beweidung durch Vieh und dem Abholzen der Wälder, dem großen Holzverbrauch, litt Island zunehmend und "Hunger wurde zum Dauerzustand" (A. W. CROSBY 1991, S. 57). Kaum vorher ständig

bewohnt war auch der **Süden Grönlands** und anders dann war es nur in Nordamerika. Nachdem sie im bewohnten Europa schon in Niederlassungen im Süden überwintert hatten und sich so die jährliche Rückfahrt ersparten, gründeten gerade 'Normannen', also ehemalige oder noch bleibende Eroberer, **Staaten**, sowieso in Skandinavien, zunächst nur zeitweilig in England, dann im Nordwesten Mitteleuropas und im Osten und schließlich am Mittelmeer. Auf Dauer Christen geworden, behrrschten sie christliche **Staaten**. Die Wikinger oder **Normannen** waren also **bedeutende Staatsgründer**, wenn das auch manchmal ungern hervorgehoben wurde und sie nicht makelfrei waren, Räuber, auch schlimmster Art, müssen nicht ganz kriminelle und trotz weitergehenden Kriegertums unberechenbare Räuber bleiben, und das mit der Annahme einer friedlicheren, Menschen mehr verbindenden Ideologie. Wobei in der auf Normannen zurückgehenden Staaten nun nicht gerade eine allgemeine Friedensideologie entstand, aber sie wurden Christen. Die Normannen brachten **911** unter dem sich der Taufe unterziehenden Fürsten, vorher grausamen ROLLO (P. RICHE´ 1995, S. 290) mit der Duldung und dann des eher nur formell als Lehnsherr geltenden westfränkischen Königs KARL DER EINFÄLTIGE ein Fürstentum **um Rouen**, das Herzogtum **Normandie** zustande, Mit ROLLOs, 'Graf der Normannen', Nachkommen WILHELM DEM EROBERER übernahm der Herzog der Normandie 1066 auch **England**. Die Normannen bekundeten Geschick und auch Härte in der Staatenverwaltung. Wohl Normannen aus Schweden, als **Waräger** bezeichnet, bauten mehr oder weniger mit Slawen russische Fürstentümer, die schließlich unter dem legendumrankten OLEG in den Kiewer Staat, die dann hoch die angesehene, zeitweilig Byzanz auch mit Schiffen bedrohende **Kiewer Rus** (L. RÜHL 1992) war. Normannen eroberten dann im 11. Jh auch **Sizilien**. Im 11. Jh. bedrohten die Normannen vor allem unter ROBERT GUISKARD um 1080, Byzanz direkt und das Oströmische Kaiserreich mußte unter sich, unter Kaiser ALEXIOS KOMNENOS I, vielen Zugeständnissen mit Venedig verbünden (M. W, WEITHMANN 1994, S.76) und sich etwas danach dessen zu erwehren führte zu venezianischen Flottendrohungen. In späterer deutscher Ideologie wurden Nordmänner, "Nordische", als die wesentlichen Staatsgründer par excellence bezeichnet. Die Nordmänner/Waräger gründeten manche Staaten, aber ein dem Römischen Imperium vergleichbares Großreich mit einem weitreichenden Frieden, einer "Pax", brachten sie nicht zustande, und es gab fortlaufend germanische Bruderkämpfe. Wie gehen nun die heutigen friedliebenden Nachfahren mit ihren grausamen Vorfahen um, etwa in Museen mit ihren auch eindrucksvollen Stücken aus der Wikingerzeit? Andererseits: **Ein Volk muß** vielleicht **nur seine allzu** 'heldenhaften' **kriegerischen Leute loswerden**, um auch nach schlimmen Kriegen, unter den Skandinaviern selbst bis ins 18. Jh., ein vielleicht sogar in den Erbanlagen vorbildlich friedvolles Volk zu werden?

## Christentum in Ost- und Südost-sowie im nördlichen Europa

Mit der Christianisierung wurden auch andere Staaten gefestigt, entstanden in ihrer lange bleibenden Gestalt (s. a. J. DARWIN 2010, S. 42).

**Um 965** hatte sich MIEZKO von **Polen** taufen lassen und wurde um 1000 nach einer Wallfahrt des jungen Kaiser OTTO III. nach Gnesen dort eine eigene polnische Kirchenprovinz gegründet. **Rußlands** Christianisierung kam von Byzanz. Der 980 - 1015 die **Kiewer Rus** regierende WLADISLAW I., der HEILIGE, ließ sich **988** anläßlich seiner Heirat mit einer byzantinischen Prinzessin taufen. Die Kirchensprache wurde aber nicht das Griechische, sondern es entstand eine slawische Kirchensprache. Das unterschied diese christianisierten Gebiete von denen des Westens, die mit dem Latein der Kirche.

Über die Ausbreitung des Christentums nach dem **Norden und Nordosten** berichtet ADAM VON BREMEN (s. 1928, S. 144): "Grenzenlos war die Zahl derer, die täglich bekehrt wurden, so daß in alle Lande nach Priestern geschickt werden mußte.... In Mecklenburg aber, das eine berühmte Stadt der Obodriten ist, sollen drei Stifter von Gottesdienern gewesen sein." Aber es gab auch Widerstand und auch um Hamburg kam es durch den Schutz von Wäldern vor, daß "durch deren Schlupfwinkel gedeckt die Feinde bisweilen in unerwarteten Ausfällen plötzlich hervorbrechen" (S. 149). Die Begeisterung für die Verbreitung einer Religion, einer Weltanschauung hat manches Mal in der Geschichte über die eigene Gefährdung hinwegsehen lassen und das bis ins 21. Jahrhundert. Zur Zeit der christlichen Missionierung wurde nicht ein Paradies mit Jungfrauen versprochen, aber "selig ... würde" werden, "wer um Christi Namens willen Widriges erleide" (S. 145).

Alles Christentum hinderte nicht, daß namentlich heidnische Slawen als Sklaven (F. SEIBT 1987) eine gesuchte Handelsware darstellten, verhökert auch an Mohammedaner und zumindestens durchgetrieben auch durch das christliche Reich der Karolinger und ihrer Nachfolger. Alle Christlichkeit hat nicht verhindert, daß die entstandenen Staaten sich um Ausbreitung auf Kosten ihrer Nachbarn bemühten. Immer wieder erweiteren oder schrumpften die Grenzen der Dynastien. So gab es eben einmal ein viel größeres Königreich Ungarn, ausgebreitet bis zur Küste Dalmatiens. Und nach Osten und Norden erweiterte sich Frankreich. In den Weltkriegen des 20. Jh. kamen manche dieser Dinge wieder hoch, dienten zur Kriegesrechtfertigung. Manchen Ländern sieht man das heute nach, anderen wird es böse angerechnet.

Als erster wirklich christlicher König von N**orwegen** gilt der von Legenden umrankte OLAF I. TRYGGVASON. Er ließ auch die Orkney-Inseln christianisieren.



Abbildung 398: Christliches Island: Skalholt.

Um 1000 begann die Missionierung von **Island** (s. a. J. R. HJALMARSSON 1994, S. 29 ff.). Das Erzbistum Hamburg.Bremen, von dem ADAM VON BREMEN (s. 1928 berichtet, reichte bis zu den Wikingern auf Grönland. Auf Grönland gab es sogar 1124 - 1126 eine eigene Diözöse.

Von den einst gefürchteten Wikingern konnte es in Nachträgen zu ADAM VON BREMEN (in 1928, S. 246) dann heißen: "Siehe, jenes Seeräubervolk, von dem einst ganze Landstriche Galliens und Germaniens, wie wir lesen, verheert wurden, begnügt sich jetzt mit seinem eigenen Gebiet, ..."

## Mönchsorden und Klöster - ziemlich autarke Einrichtungen für vieles und vor allem auch Bildung

Ungeachtet der oft kriegerischen und Waffentaten rühmenden Zeiten zogen sich viele und wohl oft geistig höherstehende Menschen vor allem aus besseren Kreisen in **Mönchsorden** und dann in Klöster zurück. Die Mönchsorden wurden nicht von ganz oben her ins Leben gerufen. Sie gingen von später oft als 'Heilige' geehrte einzelne zurück, auf die BENEDIKT, DOMINIKUS, FRANZISKUS VON ASSISI, im 16. Jh. LOYOLA. Der Papst hat sie dann anerkennt, nicht immer sofort, und in seiner Dienste gestellt. Führender Klosterorden waren zunächst die **Benediktiner** und die berühmten frühen Gründungen gehen auf sie zurück. Engagierte haben

Orden reformiert und so etwa die **Zisterziener** geschaffen. .

**Klöster,** größere, zuerst also die der vorherrschenden Benediktiner, zunächst gegründet in der freien Landschaft (F. SEIBT 1987), wurden Zentren von Kultur, Bildung und vielfach auch des **Landesausbaus**, der Urbarmachung, waren autarke, autonome Betriebe, wie große Grundherrschaften, die sich selbst unterhalten mußten, holten Bauern heran, "besaßen Hörige, sogar Sklaven, erhielten Immunitätsprivilegien, wurde Machtfaktoren ..." (P. RICHE´1995, S. 22), waren fast stadtähnliche Kommunen (A. KLEEMANN et al. 2012), fast dikatorisch geleitet vom Abt, 'Klosterstädte' (P. RICHE´1995), wo alles zum damaligen Leben Nötige erzeugt wurde, mit Handwerken, Mühlen, Gärtnern und eben Gelehrten. Die nötigen Gebäude wurden gebaut und so angeordnet, daß all dieses Leben möglich war. Klar, mit wirklich geistiger Freiheit hatte das geistige Klosterleben nichts zu tun und man war wohl auch so glaubensgeprägt, das dies nur von wenigen bedacht wurde. Aber antike Bildung wurde auch gepflegt, so antike Schriften kopiert. etwa die Werke der Historiker, erhalten. Auch Gelehrte mit eigenständigen Leistungen. **eigenen Schriften**, vor allem einige Äbte, wurden die Wissenschaftler des frühen Mittelalters (s. d.).

Klöster schufen **Tochterklöster**. Die ganz großen, besitzreichen Klöster, Besitz auch weit verstreut, kamen auch unmittelbar unter den 'Heiligen Stuhl', also nicht unter das Regiment der in ihrem Territorium zuständigen Bischöfe, waren "**Reichsklöster**", was ihre Wirkungsmöglichkeiten erhöhte. Auch Leute aus dem Herrscherhaus wurden mit der Leitung der großen Klöster betraut, als Gefolgsleute oft besonders geschätzt (P. RICHE´ 1995, S. 401 u. a.)

Am Rande seiner für ihn gefährliche Friesen-Missionierung gründete WILLIBRORD 697/698 das Kloster **Echternach** (A. ANGENEDT 1990, S. 269). Im 8. Jh. erstand 719 das herausragende **St. Gallen**. In das Jahr 724, also unter KARL MARTELL, ist zurückzuführen verbunden mit dem Namen des heiligen PIRMIN die Abtei auf der Bodensee-Insel **Reichenau**, unweit Konstanz. In waldreichem Gebiet im Osten des Merowingerreiches ließ der später als Apostel der damals noch gar nicht definierten 'Deutschen' geltende BONIFATIUS **744** durch seinen Schüler STURMI das **Kloster Fulda** (R. PÖRTNER 1987) gründen. BONIFATIUS stammte aus der Gegend der südenglischen Stadt Exeter, war also schon nicht mehr Ire, geboren zwischen 672 - 675, wurde Erzbischof von **Mainz,** der erste Erzbischof in Deutschland, Gründer etwa der Bistümer Salzburg, Freising, Regensburg, Passau (P. RICHE´ 1995, S. 63). Er hatte schon bei den Sachsen und Chatten missioniert, fällte 723 die bei dem heutigen Fritzlar als Standort angenommene Donarseiche, als dem Donnergott geweihter Baum. unter dem Schutz fränkischer Krieger fällen, um so die Machtlosigkeit der heidnischen Götter zu belegen. Um die 80 Jahre alt ging nicht ohne Begleitung BONIFATIUS noch einmal auf Missionstour zu den Friesen



Abbildung 399: BONIFATIUS, Mainz.

und wurde dort in Dokkum 754 oder 755 erschlagen (S. 100). Es gab grausame Rache für diesen Märtyrertod (E. W. WIES 1992, S. 112)?

Mainz, das sich zunächst nicht recht durchsetzen konnte, war so etwas wie ein 'zweites Rom' - das Rom nördlich der Alpen.

**Fulda** wurde gegründet nach dem Vorbild von Monte Cassino, wurde zu einem der an weit gestreutem Landbesitz reichsten und auch an Bildung führenden Klöstern in Mitteleuropa. Das Kloster Fulda und seine von ihm ausgehenden Gründungen wie das 769 auf LULLUS, seinen ersten Abt, zurückgehende **Hersfeld** lagen weit östlich des römischen Limes, im 'wilden Osten', wo es keine überlebenden römischen Städte gab. Die Stiftskirche in Hersfeld gilt als größte romanische Kirchenruine Europas (Wikipedia 2012). Die alte Abteikirche des Klosters Fulda, St. Salvator, mit der Grabstätte des BONIFATIUS, wurde 1704 - 1712 durch einen Barockbau unter JOHANN DIENTZENHOFER völlig ersetzt.

An die Zeit von KARL den GROßEN und die der Karolinger überhaupt erinnern die wenigen erhaltenen, stark restaurierten Gebäudeteile der 764 belegten und 771 zum Reichskloster mit immer größeren Besitz gewordenen Benedikitinerabtei **Lorsch** östlich Worms. Lorsch, ausgegraben 1925 - 1928 und 1932 - 1933 (W. HARTMANN 2004, S. 26), nun restauriert und rekonstruiert 815 wird genannt das Kloster in **Seligenstadt** unweit Offenburg (Wikipedia 2013).

Nördlich der fränkischen Grenze gegen Sachsen (Niederschachsen) wurde vom Klo-



Abbildung 400: Neu im Barock Dom Fulda.



Abbildung 401: Lorsch, karolingisch. 1993.



Abbildung 402: Lorsch: Torhaus, oben Bibliothek.

ster Corbie in der Picardie aus **822** an der Weser, nahe der späteren Stadt Höxter, das bald ebenfalls berühmte Kloster **Corvey**, 'Neu-Corbie', gegründet (R. HOLTZMANN 1979, S. 58), dem Adlige bald auch Rodungsland überließen (K. HEINEMEYER 1974, S. 120/121). Das Kloster Corvey wurde zu einem geistigen und wirtschaftlichen Zentrum im Sachsengebiet, auch mit bedeutender Bibliothek (u. a. Wikipedia 2012).

Als frühestes erhaltenes christliches Denkmal in Frankreich (Wikipedia 2013) gilt das Baptisterium, also die Taufkapelle St. Jean aus dem 7. Jh., also noch der Merowinger-Zeit des Frankenreiches, aus dem 7. Jh. in **Poitiers**.

Zu den heute am meisten besuchten, das Mittelalter fast symbolisierenden befestigten Abteien gehört die der **Benediktiner** auf dem **Mont-Saint-Michel** auf einer Insel vor der Küste der Normandie, in ihrer spätgotischen Form rekonstruiert nach 1872.

Hoch in Graubünden in über 1000 m entstand mit Unterstützung von KARL DER GROSSE (P. RICHE´ 1995, S. 406) als frühes Benediktinerinnen-Kloster das von **Mustair**/Münster, geweitht Johannes dem Täufer.

In manchen Gegenden erinnern die Kloster-Gebäude noch heute an die große Zahl einst bestehender Klöster, etwa im heuigen Bayern, mit allerdings zahlreichen späteren Gründungen. Im Spätmittelalter, zur Zeit von KARL IV., bestanden allein in Böhmen und Mähren mehr als 200 Klöster, Konvente und Kommenden



Abbildung 403: Corvey 1994.



Abbildung 404: Baptisterium St. Jean 7. Jh. Poitiers.

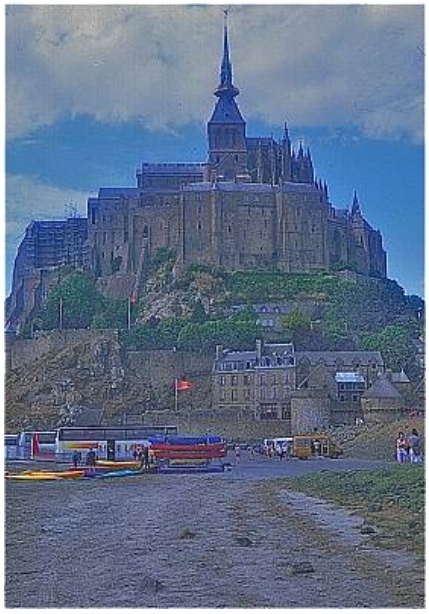

Abbildung 405: Mont-Saint-Michel.



Abbildung 406: Klosterkirche Mustair.

(F. SEIBT 1994). Um es vorwegzunehmen: In Amerika wird sich im 16. Jh. die Missionierung mit Hilfe von Klöstern wiederholen. Und Klöster waren nebenher Bewahrungsstätten mancher alten Kultur.

Ging es etliche Zeiten auch in kirchlichen Kreisen relativ leger zu, so kamen dann wieder Zeiten von Härte fordernen Reformen. Wie in allen Einrichtungen gab es auch im geistlichen Leben Zeiten des Aufschwungs, des Niedergangs und der oft mit Härte durchgeführten Reform. Wachsende Bevölkerung verlangte vielleicht auch wachsende Disziplinierung und Arbeitsamkeit. Geistliche Erneuerung, Reform, das geschah im 11. Jh. vor allem von dem 910 gegründeten Benediktiner-**Kloster Cluny** in Burgund aus, zerstört 1789. Zentral sollte die Besetzung der führenden Klöster mit Äbten mit Machtbefugnis geschehen und diese dann über die Ernennung der Priore der angeschlossenen Einrichungen entscheiden (CH. H. HASKINS 1927, S. 42) Päpste mit dem Höhepunkt von GREGOR VII. suchten die **cluniazensischen Reformen** durchzusetzen, dem Kaiser, damals dem 1077 nach Canossa gegangenen HEINRICH IV. (R. WAHL 2005), die Befugnisse in der Besetzung der geistlichen Ämter abzutrotzen. Aber das war nur möglich, weil zahlreiche hohe Herren und auch viel Volk den neuen Forderungen folgten. Auf Cluny folgte **Citeaux**, südlich von Dijon, das Mutterkloster der Zisterzienser. Unter dem 1112 den Zisterziensern beigetreteten BERN(H)ARD wurde das von ihm gegründete Kloster **Clairvaux** in der Champagne zu dem Kloster, von dem aus die Zisterzienser sich in viele Teile Europas ausbreiteten. St. BERN(H)ARD wurde dann nach CLAIRVAUX genannt. Bis zu BERNARDs Tod 1153 waren in vorangegangenen 40 Jahren 343 Tochtereinrichtungen, Dependanzen, geschaffen worden (CH. H. HASKINS 1927, S. 34). Viele Klosterinsassen opferten regelrecht und wohl freiwillig in frommer Demut ihr Leben in der strengen, auch auf viel Arbeit bei der Landschaftskultivierung geforderten Klosterzucht. Machte man das, weil es sonst nichts zum Feiern gab? Lag es an der Not gestiegener Bevölkerung, was diesen finsteren Geist der Frömmigkeit ausgoß? Nicht nur die Mönche, mit den Reformen von **Cluny** mußten schon unter Papst LEO IX. (R. WAHL 2005, S. 33) auch die 'freien Kleriker' sich wie die Mönche der Ehelosigkeit, dem **Zölibat**, unterwerfen, was bisher nicht üblich war, also nicht zum bisherigen Christentum gehörte und auch große Opposition hervorrief. Aber der Archidiakon und päpstliche Kanzler HILDEBRAND, ab 1073 Papst GREGOR VII., setzte zuverlässige Cluniazenser in die einflußreichen Stellungen, und fanatische Volksredner sprechen im Sinne HILDEBRANDs etwa in Mailand vor dem Volk, das sich aufgehetzt gegen die Priester wütete (R. WAHL 2005, S. 55). Mit dem vom 'deutschen Thron unabhängigen Papsttum' hofften die deutschen Reichsfürsten mehr Unabhänigkeit zu erringen (R. WAHL 2005, S. 71), GREGOR VII, mußte schließlich vor HEINRICH IV. weichen, der aber abzog, und der Normannenherzog ROBERT GUISKARD befreite 1084 den von Römern gehaßten GREGOR VII. aus der Engelsburg. Rom

wurde schwer geplündert und zerstört, von den überlebenden Bewohnern wurden viele Sklaven (S. 287), ein bisher so nicht bekannter schwerer Schicksalsschlag für die 'ewige Stadt'. In Deutchland herrschte wegen des fehlenden Eides das Chaos. Der maßlose GREGOR VII. folgte ROBERT GUISKARD nach Salerno, wo er am 25. Mai 1085 starb. HEINRICH IV. wurde schließlich auch von seinem Sohn HEINRICH bekämpft und starb 1106 nach seiner Abdankung in dem ihm ergebenen Lüttich. HEINRICH IV. wollte einen 'Gottesfrieden' einführen, aber seine Zeit war eine von furchtbarer Grausamkeit und viel Zerstörung. Freundlicher wenigstens für die deutsche Geschichte erscheint dann die Stauferzeit im 12. Jh., kriegerische Unternehmen waren mehr nach außerhalb Deutschlands verlagert und waren also bedauernswerte andere betroffen.

In **England** gab es die Auseinandersetzung zwischen dem weltlichen König HEINRICH II. und dem ihm einst eng verbundenen Erzbischof THOMAS BECKET, mit dem der König glaubte, leichtes Spiel zu haben. Aber BECKET nahm sein neues Amt ernst und und das endete mit dem 'Mord im Dom' (T. S. ELIOT) von **Canterbury** an BECKET am 29. Dezember 1170 durch sich als königsergeben bezeichnende Ritter. Staatsräson gegen Kirchenmacht. BECKET wird 1173 vom Papst heilig gegepsochen und auch der König beugt vor dem Toten die Knie (Wikipedia u,a. 2018). Die französischen Könige bändigten schließlich das Papsttum, dessen Herrschaft über die säkulanen Herrscher Papst GREGOR VII, für alle Zeiten erhofft hatte, indem sie das Papsttum zuerst unter dem Franzosen und mit König PHILIPP IV der SCHÖNE freundschaftlich verbundenem CLEMENS V, 1309 nach **Avignon** brachten, ein zwar kirchliches, aber von französischer Gewalt umschlossenes Territorium, Papstresidenz bis 1377, als der 1370 zum Papst gewählte GREGOR XI. wieder nach Rom ging, wo er 1378 starb.

Mit Gegenpäpsten, ab 1378 2, 1409 - 1415 3 (R. ROMANO et al. 1967, S. 32)machte sich die katholische Kirche lächerlich.

## Die Slawen östlich der Saale und Elbe und im späteren Holstein im frühen Mittelalter und ihre zum Teil grausame Unterwerfung

**Slawen** mit ihren verwandten Sprachen besiedelten ab dem frühen Mittelalter weite Teile Ost-, Südost- und auch Mitteleuropas. Woher kamen sie und wann, langsam eingesickert oder rasch? (F. PRINZ 1984). Die Slaweneinwanderung gehört noch zu den dunklen Kapiteln der europäischen Geschichte und statt literarischer Quellen muß man sich für die frühe Slawenzeit auf die Archäologie stützen (P. HEATHER 2011, S. 351). Und bis weit nach dem nordwestlichen Mitteleuropa ge-



Abbildung 407: Papstpalast Avignon.

langten die Slawen bis an die Weser, Aller, nach Holstein, und selbstverständlich Mecklenburg, Brandenburg und es gab zahlreiche Stämme mit den überlieferten unterschiedlichsten Namen, in ihrer Heimat, den Slawengauen. Wegen offenbarer Unkenntnis hat HELMOLD (1986, S. 31), der Verfasser der 'Chromik der Slaven', auch die Ungarn zu ihnen gerechnet, die weit von HELMOLDs Wohnsitz Bosau entfernt lebten. Von den bescheidener denkenden Slawen im späteren Holsteinischen tauschte man die gemäß HELMOLD von ihnen selbst nicht geachteten Marderfelle, nach denen "wir ... wie nach der höchsten Glückseligkeit jagen" (HELMOLD 1986, 30). Wenn es heißt (S. 31): "... wollten sie, unzugänglich durch Sümpfe, keinen Herrn unter such dulden", dann verweist das wohl auf eine ziemliche Gleichstellung der Menschen in der Gesellschaft bei den Slawen. Die christliche Kirche suchte die Slawen zu christianisieren und das geschah, vor allem im 11. Jh. unter HEINRICH DEM LÖWEN oft mit Gewalt. HELMOLD (1986, S. 30/31) aber schrieb von den Feinden der von ihm vertretenen christlichen Religion aber mit Hochachtung: "Von diesem Volk und seinen Sitten könnte man noch viel Lobenswertes sagen, wenn sie nurt den Christenglauben hätten." HELMOLD (1986, S. 31) schrieb von ihrem Äußeren: "Die Menschen haben bkaue Augen, ihr Antlitz ist rot, das Haar lang.":

Die Slawen besiedelten, wer kann es verdenken, die fruchtbarsten Lande, etwa Mittelsachsens. Slawen hatten im Osten und Nordosten des späteren Deutschland befestigte Plätze, ja fast Burgen errichtet. So die 965 schon bestehende Burg 'Mecklen-

burg' im noch heute gleichnamigen Dorf. ADAM VON BREMEN schrieb von der 'Stadt Mecklenburg'. Als heiliges Zentrum wurde die **Burg Rethra** genannt. Ziemlich nüchtern beschrieb sie THIETMAR VON MERSEBURG (C. SCHUCHARDT 1944a, S. 372), ADAM VON BREMEN (Ausgabe 1928, S. 72/73, 144) meinte von der von Hamburg "vier Tage" entfernten Burg Rethra der Ethnie der Retharier: "Dort ist den Dämonen, deren Fürst Radigast iat, ein großer Tempel erbaut. Sein Bildnis ist aus Gold, sein Bett aus Purpur bereitet. Die Stadt selbst hat neun Tore und ist allseitig von einem tiefen See umschlossen; eine hölzerne Brücke gewährt Zugang, über die der Zugang aber nur Opfernden und Orakel Erbittenden freigegeben wird, ..." Wie kam ADAM zu dieser Kenntnis? Die Tempelburg Rethra wurde gesucht und sie galt nicht nur für den Vor- und Frühgeschichtshistoriker CARL SCHUCHARDT (1944a, S. 372 ff,) als gefunden bei Feldberg in Mecklenburg, beschrieben als eine "Großartigkeit, die man einer slawischen Burg wohl nicht zugetraut hätte ... "Die Akropolis des Nordens" (S. 374). Bestand hier ein Heiligtum verschiedener Stämme, dann war es nicht ausgeschlossen, daß mit ihrer weiteren Vereinigung außer dem Tschechenstaat Böhmen und Polen ein weiterer westslawischer Staat hätte entstehen können. Von slawischen Heiligtümern ist die Rede auch bei der Volksburg Carentia bei **Garz** im Südteil von Rügen, genannt bei SAXO GRAMMATICUS (so b. C. SCHUCHARDT 1944a, S. 377) und der Jaromirsburg an der Nordpitze von Rügen. Die zentrale Burg der Wagrier war die **Oldenburg**, slawisch 'Stargard', 'alte Burg', das in deutsche Übersetzung zu 'Aldenburg', Oldenburg wurde. Nahe dem heute Oldenburg in Holstein genannten Städtchen ist der um 760 und 840 angelegte Wall noch erhalten. Slawenburgen im Norden waren auch Güstrow und Sternberg. Die Schanze von **Ostro** bei Kamenz wurde schon in der Eisenzeit errichtet, blieb dann lange unbenutzt und wurde von Slawen, wohl den Milzenern, erneut ausgebaut. Eher scherzhaft einmal das "Sächsische Troja" genannt.

An der Oder wird genannt "die bedeutendste Stadt Jumme (ADAM VON BREMEN 1928, S. 73), wohl slawischen Ursprungs und von Wikingern erobert. Ohne mit ihrer Umwelt fertig zu werden, hätten die Slawen sich nie so weit ausbreiten und zunächst auch einmal halten können.

Nach manchen slawenfreundlichen historischen Darstellungen etwa im 19. Jh. gab es in der deutschen und namentlich der regionalen Geschichtsschreibung auch Zeiten, in denen in widerlicher Weise abgewertet wurde. Die Slawen insgesamt waren weder schwach noch unfähig Gemeinwesen zu gründen, wie sie außer bei den Polen und Tschechen auch im Südosten Europas bewiesen und hier auf den byzantinischen Peloponnes vordrangen. Und sie wußten sich auch oft und erfolgreich zu wehren. Die Slawen abzuwerten, ja sie in der HITLER-Zeit als 'Untermenschen' zu bezeichnen, entspricht absolut nicht dem Bild, daß christliche Chronisten, wie



Abbildung 408: Burgwall Garz/S-Rügen.



Abbildung 409: Schanze Ostro.



Abbildung 410: Verteidigungswall, Blösa b. Bautzen.



Abbildung 411: Burgwall Dorf Mecklenburg. 1977.

HELMOLD, von den heidnischen Westslawen überlieferten. Aber selbst ein doch kenntnisreicher Sachsenhistoriker wie OTTO EDUARD SCHMIDT schrieb 1924 (S. 1449, also in der finsteren Zeit nach dem Ersten Weltkrieg, über die den im 6. Jh. abziehenden Germanen ins Elbegebiet nördlich des späteren Meißen folgenden Slawen: "In die verlassene Dorfstatt zog eine slawische Sippe ein, gelbhäutig und schmutzig, fast ohne Besitz an Metall, auf niedriger Stufe der gesamten Kultur, aber geschickt in der Töpferei. Auch sie trieben Viehzucht und etwas Ackerbau mit dem wenig tiefgreifenden Hakenpflug, zugleich aber bauten sie als eifrige Fischer unten am Strom eine Zeile von Fischerhütten, ..." Hier wird geschrieben, "gelbhäutig und schmutzig", was völlig unbewiesen war. Hier hat der Historiker Kennntis vorgetäuscht, die er nicht hatte und haben konnte! Eine objektve Geschichtsschreibung sieht anders aus. Gewiß, auch von Slawen gingen Räubereinen aus, sie fuhren auch zur See, waren auch Händler. Ihre Bekehrung zum Christentum scheiterte immer wieder, auch zur Zeit von HEINRICH IV.

Die in Mitteleuropa von Westen her einwandernen Germanen brachten manche neuere landwirtschaftliche und militärische Technik und strengere Organisation mit und das mag Fortschritt bedeutet haben, aber vor allem auch Unterdrückung. Aber auch SCHMIDT muß zugeben, daß auch eingewanderte Deutsche sich in manchem den Slawen anpaßten, auch in der Übernahme von Worten. Polnische und tschechische Archäologen tun gut daran, in ihren Museen auf die Errungenschaften der frühen Slawen zu verweisen. Und die heutigen Sorben in der Lausitz sind die bodenständigste Bevölkerung in Sachsen überhaupt, leben hier seit dem frühen Mittelalter, und bebauten erfolgreich ihr Land stets und bis heute! Es war für sie einst wohl leeres und nicht erobertes Land, wie es später für die Deutschen war. Mit dem Recht der germanischen Erstbesiedlung konnte nach dem Abzug der Germanen in der Völkerwanderung nicht mehr argumentiert werden. Dem



Abbildung 412: Sorbin, bei Kamenz. 1960.

katholischen Glauben hängen viele Sorben bis in die Gegenwart an, bei Bewahrung mancher auch an vorangehende Zeiten erinnernde Gebräuche, wie das Umreiten der sprießenden Saaten zu Ostern.

Schon der Sachsenkönig HEINRICH I. und dann besonders der 962 auch zum Kaiser gekrönte OTTO I. dehnten ihre Herrschaft nach Osten aus, **in die Slawenlande**, und zwar gerade am Anfang in deren dichter besiedelte Gebiete. Man spricht von "**Marken**". 'Marken' bedeutet Randgebiete, zu befestigende, findet sich auch im Wort 'Marsch', als dem Rand zum Meer. England hatte seine 'marchs' gegen Wales. Die Grenzen im Osten des werdenden Deutschland waren lange fließend. Die Ostgrenze des sich bildenden deutschen Königsreichs waren mit dem aus dem Amerikanischen stammenden, von FREDERICK JACKSON TURNER geprägten Begriff der "**Frontier**" (nach J. OSTERHAMMEL 2009, S. 465 ff., bes. S. 469) zu beschreiben, einem nicht eindeutig begrenztem Gebiet wie beim Vordringen der Siedler aus Europa gegen die Indianer des Westens. Nur daß die Indianer schon wegen ihres Aussehens nicht so amerikanisiert wurden wie viele, aber nicht alle Slawen. Auswertung der Quellen (A. STIELDORF 2013) führte zu der Einsicht, daß es zwar den Titel 'Markgraf'/'marchio' gab, aber die Bezeichung Markgrafschaft/"marc(h/i)a als fest umgrenzte administrative räumliche Einheit, als "verfassungsrechtliche Entität" (S. 188), ist nicht vor dem 11. Jh. deutlich nachzuweisen: "Erst nach 1050 bildete sich die Bezeichnung "Markgrafschaft" heraus, die ihren festen Platz unter den Gliederungen des römisch-deutschen Reiches einzunehmen begann" (S. 188). Bei THIETMAR VON MERSEBURG wäre 80.mal von 'marchio' die Rede, jedoch nur 4-mal von 'marc(h/i)a (S. 177). Die klare Bezeichnung 'Markgrafschaft' wurde für etwa das 10. Jh. von der neueren



Abbildung 413: Sorben Lausitz Osterreiten.

Geschichtsforschung eingeführt, wohl um die Dinge zu vereinfachen.

Bei starkem Frost, auf den man gewartet hatte, hat HEINRICH I. (H. DIWALD 1987) mit seinen Truppen **929** über das Eis der umgebenden Gewässer den Hauptsitz der slawischen Ethnie der **Heveller, Brennabor**, das spätere Brandenburg, erobert. Wegen des Slawenaufstandes 983 kam es noch nicht zu einer bleibenden 'deutschen' Ostsiedlung. In den im heutigen Mittelsachsen gelegegen slawischen Gau Daleminzi/Glomazi rückte grausam wütend HEINRICH I. nach dem Bericht von WIDUKIND von CORVEY und nach dem Chronisten THIETMAR von MERSEBURG, Bischof von Merseburg ein (s. auch O. E. SCHMIDT 1924, S. 105 ff..). Nach der Eroberung eines Jahna 928 und anderswo bei der Besiedlung und Eroberung der fruchtbaren Lommatzscher Pflege wurden die Männer und wohl auch andere ermordet, Frauen und Kinder weggeführt, versklavt, wohl auch mißbraucht. Das Bistum Meißen eignete sich viel fruchtbaren Boden "mitsamt den darauf wohnenden unfreien Slawen" an und vermehrte den Besitz (O. E. SCHMIDT 1924, S. 109). Selbst der so oft deutschtümelnde SCHMIDT kann sich bei der Wiedergabe dieser Dinge eines gewissen Mitleids mit den Unterworfenen nicht enthalten. Zahlreiche deutsche Herrensitze, außer Meißen zahlreiche weitere Burgen an der Elbe, wurden gebaut (O. E. SCHMIDT 1928). Obwohl das für Elbnähe erwähnte Lommatzsch nicht die heutige Stadt in Westsachsen sein kann, mag die heutige weithin wirkende, im 16. Jh. erbaute Kirche der Stadt Lommatzsch als Erinnerung an die finsteren Ereignisse dienen, als das von den Deutschen 'Daleminzien' genannte Land bei den Slawen 'Lommatzsch' hieß (THIETMAR von MERSEBURG in 1966, S. 7). .

Widerstand gegen die Tributerhebung und Einmischung erhob sich wohl oft. Im August 929 erfolgte ein großer **Aufstand** der zinspflichtig gemachten und nun ver-



Abbildung 414: Lommatzsch Kirche Anf. 16. Jh..

eint kämpfenden Slawenstämme **an der Mittelelbe** (R. HOLTZMANN 1979, S. 90 ff.). Die Elbe wurde von den Slawen überschritten. Dann kam der Rückschlag. Massaker gab es von beiden Seiten. Eine christliche Missionierung wurde damals nicht angestrebt. Bei WIDUKIND von CORVEY (s. 1977, S. 107) kann man (übersetzt) lesen: "Nichtsdestoweniger zogen sie den Krieg dem Frieden vor, indem sie alles Elend der teueren Freiheit gegenüber gering achteten. Es ist nämlich dieser Menschenschlag hart und scheut keine Anstrengung ... " und es wurde "auf beiden Seiten verschieden gekämpft ... hier für Kriegsruhm und Ausbreitung der Herrschaft, dort für Freiheit und schlimmste Versklavung." Kamen sie sich vor wie HEINRICH I. vorher gegenüber den Ungarn? Als 'Untermenschen wie in Hitler-Deutschland wurden die Slawen vorher nie bezeichnet. OTTO, König HEINRICHs Sohn, hatte mit der sicherlich attraktiven, in Brennabor gefangengenommenen slawischen Fürstentochter ein Liebesverhältnis. Ihr gemeinsamer 'illegitimer' Sohn WILHELM wurde 954 immerhin Erzbischof von Mainz, eine gewiß sehr hohe Stelle im ottonischen Reich (Wikipedia 3016; R. HOLTZMANN 1979, S. 108), starb 968. Das alles ist legendenumwittert und selbst der Name der slawischen Fürstentochter als 'DRAGOMIRA' steht nicht fest (Wikipedia 2018). OTTOs Ehefrau wurde dann EDITHA von Wessex. HEINRICH I. gründete um **928/929** das, was oft schon zu früh als **die Mark Meißen** bezeichnet wird, und als dessen Mittelpunkt die nach Ausgrabungsbefunden nicht von Slawen besiedelte und einst bewaldete, Meißen genannte Höhe mit dem Festungswerk (U. CZECZOT 1975). Wie anderswo wurde auch auf dem Burgberg in Meißen die Staatsmacht mit der geistlichen Macht, einem Bischof, verbunden. Jedenfalls sollten sich die Bewohner von Meißen an manches erinnern, wenn sie die Gründung der Burg Meißen durch HEINRICH I. als die Zwingburg für das eroberte Land feiern. Von hier aus wurde der südliche Teil der Slawenwelt im heutigen Ost-Deutschland unterworfen und dann einbezo-

gen und durch zunehmende Übernahme der deutschen Sprache germanisiert. Gab es einst viel Räubereien der Slawen? Grausame Opfer auch von Menschen in ihren Kultstätten? Die späteren Märchen und Sagen der West-Slawen erscheinen eher friedfertiger als die der Germanen und Rusalka ergreift mehr als sanft gegenüber den harten Kriemhild und Brünhilde und selbst Hagen und Siegfried. HEINRICH I. starb 936 in der Königspfalz Memleben an der Unstrut. Immer wieder gab es nun vor allem ab **OTTO I.**, HEINRICHs I. in der Pfalzkapelle in Aachen **936** gekrönter Nachfolger als **König des Ostfrankenreiches**, das gegen alle Teilungsversuche auch der Brüder von OTTO I, dann überdauerte und das festigte, was eben schon Deutschland war, Siege über die Bedrohungen von außen und Versuche des Hinausschiebens der Grenzen. Die Ungarn wurden am 10. August **955** auf dem **Lechfeld** vor Augusburg besiegt. Um wie viel mehr als etwa Deutsche waren die Ungarn Barbaren? Nach der Niederlage entstand schließlich eine andere ungarische Gesellschaft und die Christianisierung zivilisierte sie. Am Tage des Sieges gegen die Ungarn auf dem Lechfeld gelobte OTTO I. die Stiftung des nach Osten gerichteten Bistums Merseburg (R. PÖRTNER 1987) und ließ durch Militärführer die "slawischen Kleinvölker" östlich von der 965 erwähnten Kaufmannssiedlung **Magdeburg** und anderer Regionen seiner Herrschaft unterwerfen (J. LAUDAGE 2006), was nicht unbedingt gewaltsame Christianisierung und eher Tributzahlung bedeutete. 962 wurde **OTTO I.. Kaiser.** Manche deutsche Adligen verbündeten sich mit Slawenfürsten gegen deutsche Verwandte (THIETHMAR VON MERSEBURG 1966, S. 47) und umgekehrt hatten auch die Slawen ihre Abtrünnigen (WIDUKIND ... 1977, S. 109).. Gegen den Widerstand auch gegen OTTOs I. Sohn WILHELM als Erzbischof von Mainz konnte OTTOs I. erst 968 das Erzbistum Magdeburg begründen. Nachfolger nach OTTO I. Tod 973 in Memleben wurde als Kaiser der Sohn OTTO II. Dieser hatte 972 die als Nichte des byzantinischen Kaisers JOHANNES I. TZIMISKES gesehene energische THEOPHANO geheiratet, was eine gewisse **Anerkennung des westlichen Kaisertums** durch **das oströmische**, byzantinische bedeutete. Das Zweikaiserproblem war gelöst. THEOPHANO wurde so die Mutter des von ihr erzogenen OTTO III., der um 1000 gar von einer Wiedererrichtung des Römischen Reichs träumte, was allerdings auch bezweifelt wird (Wikipedia 2018). Aufstände aber waren immerfort irgendwo niederzuschlagen, in Lothringen ebenso wie in Rom. OTTO III. starb 22-jährig am 23. Januar 1002, wohl an den Pocken.

Etwa 300 Jahre nach den beiden ersten Ottonen, um 1240, wurde in Magdeburg ein Reiterstandbild aus Sandstein zur Erinnerung an OTTO I oder OTTO II. aufgestellt, das wohl erste freistehende Reiterstandbild in Deutschland (Internet). Dem Original im Museum wurde für die Öffentlichkeit in einer neueren vergoldeten Kopie nachgebildet.



Abbildung 415: Magdeburger Reiter, vergoldet. 2001.

Für manche Historiker offensichtliche **Überbevölkerung** im Mittelalter, im Westen, jedenfalls fehlende eigenen Lande für alle, und zudem **Landverluste an der Nordseeküste** (YouTube u. a. ) etwa bei der Entstehung der Zuidersee waren Gründe für neue Landsuche. An der ostfriesischen Küste war unter verschiedenen **Sturmfluten** die verheerendste die vom 18. Januar **1362**. 1634 gab es eine weitere große Sturmflut. In nicht eingedeichten Gebieten, so den sich immer einmal verändernden Halligen, lebten die Bewohner in Häusern auf **Warften**, erhöhte, relativ niedrige Hügel. Wenig Ackerbau, etwas Viehhaltung, Fischerei dienten der Ernährung, und Trinkwasser lieferte aufgefangenes Regenwasser.

Jedoch war es wohl auch ohne Überbevölkerung die Lockung von Neuland (W. CONZE 1992, S. 64). Suchten die im Westen selbst Bedrückten so rücksichtslos nach Land wie später Kolonisatoren etwa in Nordamerika, zunächst also in schon in bewohnten, von den Slawen besiedelten Landen und später andere in den unbewohnten Landesteilen. **Das christliche Mittelalter kannte** in vielem **nicht Mitleid und Empathie**, oft nicht mit den eigenen Leuten, gar nicht mit den Abhängigen des eigenen Volkes und noch weniger mit den Unterworfenen mit bisher anderer Religion und Sprache. Man kann sich nicht auf Spitäler berufen, um das Gegenteil zu begründen. **Die Zeit** der oft harten **Landnahmen**, der Grenzfestlegungen durch Herrscher und durchaus mit dem Hintergrund von Nationalitäten wie den Ungarn wirkte **durch die Jahrhunderte weiter**, bis in die oft völlig überzogenen Territorialforderungen im 20. Jh. und kosteten nun Millionenopfer.



Abbildung 416: Merseburg: Dom und Schloß 2017.

Mit der Entstehung christlicher Königreiche wie die der Polen, Böhmen, Ungarn, gab nach Osten zunächst nicht Expansionspolitik, sondern **Missionspolitik** (E. EICKHOFF 2002). Die Kirche baute rasch ihre politischen Strukturen auf, ihre Erzdiözösen, Diözosen und dann hinunter zu den Sprengeln. Und diese Staaten beteiligten sich an der Missionierung.

Die ersten deutschen Eroberungen nach Osten hin hatten außer in der Mark Meißen zunächst keinen dauernden Bestand. **Im Norden** wütete Markgraf GERO, der in einer Zeit von Schwierigkeiten bei den Ottonen 963 eine Sächsische Ostmark im Gebiet der späteren Mark Brandeburg zu gründen versuchte, Nach WIDUKIND von CORVEY (1977, S. 107) hat er zu einem Gastmahl geladene "an die" 30 slawische Fürsten bei einem Fest ermorden lassen, angeblich wegen 'List mit List' vergolten. Wer gemordet, Gegner getäuscht und Landschaften ausgeräuchert hatte, der konnte für das eventuelle Seelenheil vor seinem eigenen Tod eine fromme Stiftung einrichten, eine Kirche oder Kapelle begründen oder einem Kloster eine Zuwendung machen. Auf den grausamen GERO geht Gernrode nördlich des Harzes zurück. Im Todesjahr von OTTO II. **983** erfolgt ein großer **Slawenaufstand**, beschrieben auch von THIETMAR von MERSEBURG (1966, S. 105 ff.).

Am 29. Juni eroberten die Slawen Havelberg und töteten die Besatzung, und der Obodritenherzog MISTUI verbrannte schließlich den "ehemaligen Bischofssitz Hamburg." In schon unterworfenen Gebieten herrschten für wieder etwa 150 Jahre die Slawen, sagten sich auch schon Getaufte vom Glauben ihrer Unterdrücker und im Falle GEROs von einem grausamen Mörder los. Auch im Polen der Neuzeit wurde GERO als der grausame Feind gesehen, aber selbst der Polenfeind BISMARCK hat wenigstens in einer Klatte zu seinen "Gedanken und Erinnerungen"

(S. 427) bemerkt, daß ein 'Edelmann' zu so etwas wie bei GERO nicht die Hand bieten kann und dabei nur Verluste einfährt. Als die Slawen zwischen Saale sowie Elbe auf der einen und der Oder auf der anderen Seite sich der Christianisierung wieder entzogen, wurden die Polen und die Tschechen christianisiert.

Am widerstandsfähigsten, "vertockter als die übrigen" (HELMOLD 1986, S. 308) zeigten sich die Rugianer auf Rügen, die Zwantewit, das Götzenbild, verehrt auch von anderen Slawen, bewahrten. König WALDEMAR von Dänemark "zog ... eine große Land- und Seemacht zusammen, ... eroberte das Land der Rugianer mit Gewalr, und sie gaben ihm, um sich loszukaufen, was er ihnen auferlegte." Das Bild des Zwantewit wurde zertrümmert. Mit Hilfe des mit dem Dänenkönig zerstrittenen HEINRICH des LÖWEN fielen die Slawen in Dänemark ein. Dann kam es zum Frieden zwischen dem Dänenkönig und HEINRICH DEM LÖWEN.

Vom etwa dem Jahre 1000 bis um 1350, also bis zu der Zeit des 'Schwarzen Todes' ,gab es in **vielen Teilen Europas** eine **lange Phase des Wachstums und Ausbau**, wurde im Landesausbau mit China und dem islamischen Nahen Osten gleichgezogen (J. DARWIN 2010, S. 42), bis politisch im Osten dann Grenzen gesetzt waren.

Die Gesellschaft nördlich der Alpen und in den Alpen war zunächst großenteils agrarisch, wie auch anderswo, denn auch in dem so städtisch wirkenden Italien mußten natürlich zahlreiche Menschen mit der Lebensmittelproduktion befaßt sein. Städte brauchten Nahrungsmittel. Ihnen mußte Landwirtschaft vorangehen.

## Entstehung christlicher Königreiche im Osten und Südosten: Polen, Böhmen, Ungarn

Der sich als römischer Kaiser fühlende junge Enkel OTTOs I., OTTO III., zog pilgerartig im Jahre 1000, 20-jährig, gar tief nach **Polen,** nach Gnesen/Gniezno, und ließ dort das Erzbistum gründen, damals immerhin offenbar in Freundschaft mit dem Polenherzog BOLESLAV CHOBRY I., aus dem Geschlecht der **Piasten**, der Herrscher in dem die Lage in Ostmitteleuropa verändernden **selbständigen Polenstaat**. Manche Abspaltung bestimmte die weitere Geschichte Polens, vor allem die der schlesischen Piasten und die zeitweilige von Masowien.

OTTOs III. Nachfolger HEINRICH II. (S. WEINFURTER 2002, S. 210) sah sich als Lehnsherr von BOLESLAV I. an, der aber nicht nur aufmuckte, sondern auch verwandtschalfiche Beziehungen in der Mark Meißen aufgebaut hatte, nach größerer Eigenmacht strebende deutsche Große auf seine Seite zog und sogar an der Saale eine eiserne Grenzsäule absteckte (S. 213). 'Deutschtum' - damals war es

bestimmt nicht gefestigt und war in diesem Sinne auch nicht erstrebt. Und von irgendeiner prinziellen Abwertung irgendwelcher Slawen war auch keine Rede. HEINRICH II. verbündete sich gar zum Kummer mancher Geistlichkeit mit den slawischen heidnischen Liutizen und Redariern gegen das christliche Polen (S. 213). Der Friede von Bautzen 1018 brachte ein gewisses Ende für den Dauerkonflikt, einen, der damals üblich war. Wenn man auf die Weite sieht, in der slawische Stämme wohnten, dann erscheint die Möglichkeit eines Großreichs der Westslawen gegeben. War es Zerrissenheit, fehlende Konsequenz, welches das verhinderte? Das künftige Deutschland wäre dann ein schmaler Nord-Süd-Streifen in Europa gewesen. Nähe zu den römischen Siedlungen und die straffe Kirchenorganisaiton haben hier wohl zugunsten der Deutschen gewirkt. Das Polen des 1025 gestoerbenen BOLESLAV I. ging in die Brüche durch die Erbteilungen, welche zu selbständigen Fürstentümern führten. Etliche solche **Piasten-Herzogtümer** entstanden in **Schlesien**, so Oppeln, Glogau, Schweidnit-Jauer, Neiße, Breslau, und auch hier wurde auch manches immer einmal verändert. In ihre Lande riefen die Piasten auch Deutsche. Bei der Neuschaffung eines einheitliche Königreichs Polen unter KASIMIR der GROSSEN im 14. Jh. wurden die schlesischen Piastenfürstentümer nicht mit eingegliedert und das Königreich Polen über die katholisierten Lande hinaus nach Südosten erweitert. Die niemals in den Polenstaat zurückgekehrten schlesischen Piastenfürstentümer wurden schließlich als Lehen dem Köngreich Böhmen angegliedert.

Als der Osten und Südosten slawisch war, kam noch ein neue, sprachlich sich stark unterscheidende Ethnie aus dem Osten, die **Ungarn**. Zuerst Reiternomaden, waren sie gefürchtet wegen ihrer Raubzüge nach dem Nordwesten. **Ungarn** wurde **um 1000** unter König STEPHAN, der auch 'DER HEILIGE' genannt wird, ein zunehmend christliches Königreich. Gegründet wurde das **Erzbistum** Esztergom/= **Gran**, dann auch das Erzbistum Kalocsa (W. CONZE 1992, S. 24). Die Arpaden-Dynastie, der STEPHAN angehörte, regierte in Erbfolge bis 1301, als der mächtig gewordene Adel Ungarn nach dem Ende der Arpaden zum Wahlkönigtum machte (M. W. WEITHMANN 2000, S. 85) und nunmehr meistens ausländische Potentaten gewählt wurden. Die erwähnenswerte Geschichte mancher dieser neu missionierten Staaten läßt man später gern mit ihrer Christianisierung und ihrem ersten christlichen Herrschers beginnen. Damals vollzog sich alles langsam? Innerhalb eines Menschenlebens haben sich auch im Mittelalter große politische und kulturell-mentale Veränderungen vollzogen! Als ziemlich kontinuierlich zeigt sich eher die soziale Struktur.

Das Königeich Ungarn greift mächtig aus, es gibt, festgelegt 1102, Personalunion mit dem seine innere Struktur behaltenden Königreich **Kroatien**, mit dem vom kroatischen Adel gewählten Statthalter, dem 'Banus'. Bis 1918 ist der König von Ungarn zugleich König von Kroatien (M. W. WEITHMANN 2000, S. 79). Ungarn



Abbildung 417: STEPHAN. Budapest.

strebt in Konkurrenz mit Venedig in Dalmatien zum Meer. Den Grenzschutz im Südosten leisteten die Kumanen, eine turkvölkische Ethnie, die sich auf die Hunnen und besonders Attila zurückführten und der ungarische Kleinadel führte sich auch in der im 13. Jh. stärkeren Abgrenzung von den Deutschen auf die Hunnen, hier Skythen genannt, zurück und Attila genießt im Unterschied zu Westeuropa entsprechende Verehrung(S. 84). Nach dem für Ungarn verheerenden Mongolensturm werden erneut Deutsche ins Land geholt, bald "die urbane Ober- und Patrizierschicht in den großen Städten des Königsreichs" Ungarn (S. 85).

## Das deutsche Kaisertum

Mit der Ernennung KARL des GROSSEN zum Kaiser schien ein für das ganze lateinisch-christliche Europa zuständiger Oberherr zu bestehen. Es war zwar nicht so, daß sich nicht auch die Herrscher von anderswo um den Kaisertitel bewerben konnten, aber es blieb doch meistens beim 'Reich' der Deutschen und erregte manchen Unmut der sich konsolidierenden anderen Staaten.

Im 'Reiche' selbst wurde immer wieder auch gestritten, '**regnum**' - weltliche Macht und '**sacerdotium**' - geistliche Macht, letztere mit ihrer klaren Organisationsstruktur. Die geistliche Macht wie mit Papst GREGOR VII., welcher der Kirche das alleinige Recht auf die Ernennungs aller kirchlichen Würdenträger, deren **Inve-**



Abbildung 418: Kaiserpfalz Gelnhausen.1995.

**stitur,** und überhaupt der Oberherrschaft der Kirche bestand, setzte sich gegen HEINRICH IV., der zur Lösung des gegen ihn geworfenen Bannstrahls und die damit verknüpfte Lösung vieler Untertanen von seiner Anerkennung als König im kalten Winter 1**076/1077 in Canossa** büßen und Abbitte leisten ging. HEINRICH IV. wird wohl zu Recht als tyrannischer Regent geschildert, der sich zahlreiche schlimme Übergriffe leistete und sich mehrmals mit den Sachsen zersritt. Nicht grundlos hätten sich seine Söhne zuletzt von ihm abgewandt. Kaiser HEINRICH V., der Sohn von HEINRICH IV., schloß am 23. September **1122 in Worms** das **Konkordat** mit Papst CALIXT II., das den Investiturstreit beendete, aber der Kirche viel Macht bei der Ernennung ihrer Würdenträger ließ. Später kam die weitgehende Wiederherstellung kaiserlicher, auch grausam erworbener Macht wie unter FRIEDRICH BARBAROSSA (H. HEIMPEL 1942). Und immer wieder wurde im 'Reich' auch neu geordnet, schon um durch nicht zu große Lehen wie bei HEINRICH DER LÖWE die kaiserliche Macht zu gefährden. 1156 wird aus Bayern das Herzogtum Österreich herausgetrennt, wird 1180 auf Kosten des alten Bayern das Herzogtum Steiermark errichtet (H. HEIMPEL 1942, S. 23). Immer wieder der Streit bis weit hinein in andere Regionen Europas: Wer ist Lehnsherr und wer Lehnsträger. Das 12. Jahrhundert sah auch anderswo in Europa den Aufstieg oder Wiederaufstieg der 'weltlichen Gewalten', der stärkeren weltlichen Monarchien (S. 26). Damit ist jedoch gerade im 'Reich' keine dauernde weitere Festigung der zentralen Gewalt verbunden. Es kommt gerade hier, schon unter FRIEDRICH BARBAROSSA zu der schweren Auseinandersetzung mit dem auch mächtigen und



Abbildung 419: Braunschweig: Sitz des HEINRICH der LÖWE.

sich auf Kosten der benachbarten Slawen ausdehnenden HEINRICH DER LÖWE. Es konstituierte HEINRICH DER LÖWE nach der Einbeziehung von Mecklenburg in Verbindung mit seinem Sachsen im Norden so etwas wie ein eigenes Königtum, Aber 1176 nach der Verweigerung der Teilnahme am Italienzug des Kaiser FRIEDRICH BARBAROSSA seines Vetters, und dessen Niederlage bei Legnano wurde er entmachtet, mußte der vor den drohenden Truppen FRIEDRICH BARBAROSSAs aufgeben und geht sogar ins englische Exil geht.

1194 nahm der Staufer HEINRICH VI. den Welfen HEINRICH DER LÖWE in der Pfalz Tilleda in voller Gnade wieder in die kaiserliche Gunst auf. und so endete sden Streit zwischen Staufern und Welfen (Internet). HEINRICH DER LÖWE starb 1195.

Der sich als König des den Arabern nahen Sizilien und auf dieses Königreich Sizilien konzentrierende FRIEDRICH II. VON HOHENSTAUFEN als Kaiser im 'Reich' der Wiederherstellung der Territorialgewalten freie Hand. Der auch gelehrte und als religiöser Zweifler geltende, teilweise grausame Hohenstaufe stirbt 1250. In den italienischen **Kommunen** im Norden gab es noch Jahrhundertelang die Parteiungen der **Ghibellinen**, auf der Kaiserseite, und der Gegenseite der **Guelfen** (s. Wikipedia) Der Sohn MANFRED, der wohl eher legendär des Mordes an seinem Vater bezichtigt wurde (Wikipedia 2013) und in den Bann des Papstes kam, unterlag am 6, Januar 1266 bei Benevent dem vom Papst mit Sizilien ausgestatteten Franzosenprinzen KARL VON ANJOU und wurde getötet. Sein mit Rechten auf das Königreich Sizilien folgender Neffe 16-jähriger KONRADIN wurde nach einem Siege seiner wohl ziemlich undisziplinierten Krieger am 23. August 1268 bei Tagliacozzo nicht nur ebenfalls besiegt, sondern gefangengenommen und hingerichtet.

KARL VON ANJOU kann eine allerdings nur bis 1282 dauernde Herrschaft auf Sizilien antreten. Das bisher immer bei den Deutschen gelegene Kaisertum hatte längst an Ansehen verloren, auch wenn die Zeremonie einer Kaiserwahl beibehalten wurde und etwa auch der französische König die Würde gern übernommen hätte (H. THOMAS 1993, S. 156).

Seit 1150 - 1300 war es jedem Lehensfähigen erlaubt, "Lehen von überall heran zumehmen" und Lehen wurden rein wirtschaftlicher Besitz und "Rentenquelle" (G. SCHMOLLER 1910, S. 72).

## Mittelalterlicher Landesausbau in Mitteleuropa - die Rodungen

Linksrheinisch und überhaupt westlich des Limes gab es schon in römischer Zeit reichere Besiedlung. Aber mit Beginn des Mittelalters war die Besiedlung etwa in den darüber mit zuerst erforschten Südwest-Deutschland (R. GRADMANN 1943) die Besiedlung ungleich. Den **alt-besiedelten Gebieten** standen noch unbesiedelte, nahezu unerschlossene gegenüber. Im einzelnen gab es durchaus Probleme, denn die **'Hünengräber' in Nordwestdeutschland** weisen auch in diesen unfruchtbar erscheinenenden Gebieten auf frühe Besiedlung (R. GRADMANN 1943, S. 53). Beträchtliche Teile etwa von Mitteleuropa waren bis ins Hochmittelalter **unbebauter Leerraum**, bestanden aus Wäldern und Sümpfen und Bergwäldern,. Die Bevölkerungszunahme muß es gewesen sein, welche die Rodung bisher unerschlossener Regionen auch in westlichen Regionen Deutschlands nahelegte und in östlichen dann sowieso, die **Kulturlandschaft** überall **zuwege** brachte und natürlich auch zu weiterer Menschenzunahme führte, nötig für die Schwerarbeit bei der Kultivierung. Über die bisher bestehenden, auf das "subboreale Klima " zurückgehenden "siedlungsgeographischen Grundlinien" schritt die "gewaltsam" **gleichmachende** "Rodungstätigkeit des Mittelalters" hinweg (R. GRADMANN 1950, S. 15), brachte Landwirtschaft auch außerhalb der 'Steppenheide'-Gebiete. Die Rodung Teile von Mitteleuropa, die waren etliche Zeit so etwas wie das Nordamerika des 19. Jh., 'frontier' innerhalb des Landes. Die **Erstkultivierung** eines Landes, ob einst im Euphrat-Tigris-Tal, in der Po-Ebene und jetzt hier und bei späterer Moor-Kultivierung war immer **das Schwerste**. Der in Wien wirkende Mediziner STANISLAUS TÖLTE'NYI mahnte 1838 (S. XXXIV) seine Zeitgenossen zur Achtung vor den geplagten, vor lauter Arbeit dem Intellektuellen ferneren Vorfahren vieler Regionen: "Müsste ein Jeder erst die Wälder lichten, die Sümpfe austrocknen, um sich eine wohnliche Heimat zu erschaffen, so könnten die Menschen nie an Ruhe und Zufriedenheit denken. Durch die Arbeiten der Vorgänger erhalten sie aber ein cultivirtes Land." Die Urbarmachung heißt auch ' Kolonisati-

on', die aber auch Herrschaftsübernahme bedeutet. Mit dem **Landesausbau** (R. BARTLETT 1996) wurden bisher kaum genutzte Territorien in den verschiedensten Regionen, besonders auch in Mittelgebirgen oder östlichen Regionen Europas in **dauerhaft landwirtschaftlich genutztes Land** überfuhrt, Mit der Rodung, der Schaffung von Ackerland, wurde in vielen Teilen Mitteleuropas und auch anderswo, das Landschaftsbild für immer verändert. Spätere Wiederbewaldung war ebenso menschengemacht. Wie die Entstehung der Siedlungen nahelegt, wird eine zum Teil schon vorher eingeleitete **allmähliche Verdichtung** des besiedelten Landes stattgefunden haben. ROBERT GRADMANN, Erlangen, schreibt von dem "der schachbrettförmigen Verteilung von Alt- und Neuland." Der 'Ostmitteleuropahistoriker' WERNER CONZE (1992, S. 60) legt für die Übergangzeit nahe, daß es bestand "... im Nebeneinander von kleinen, blockförmigen Feldern und Lichten, meist Eichen- oder Eichenmisch-, auch Kiefernwäldern, die dem Vieh, besonders dem Schwein, als Weide dienten und auch sonst vielfältig genutzt wurden, so zur Holzgewinnung und zur Bienenzucht." Riesige Waldgebiete umgeben die Siedlungsregionen im Großmährischen Reich, im Böhmen der Premysliden, in Polen. Wald besaß kaum einen den heutigen Menschen naheliegenden kulturellen Wert, etwa für 'Naherholung', und stand vielerorts damals der Zivilisation eher im Wege. Geschlossene Wälder sind auch keine Nahrungsgrundlage (P. DINZELBACHER 2010, S. 74), kaum nutzbar für jagdbares Wild, und im Wald lebten kaum die 'Räuber'. "Silva" = wald, das war auch "wild", 'silvestris', abweisend. Aber überall wurde natürlich auch Holz gebraucht. Einige Teile des kultivierten Landes wurden in viel jüngerer Zeit wieder aufgeforstet. GRADMANN, der den Beziehungen zwischen Vegetation und Siedlungen seine besondere Aufmerksamkeit gewidmet hatte, fand die frühen Siedlungen in Regionen, wo die Pflanzen'formation' der **Steppenheide** vorkommt. Das sind lichte, oft kalkreiche Fluren, mit mehr im Süden oder dem Südosten vorkommenden Pflanzenarten. Aber in diesem Gebiet war Wald ebenso vorhanden, denn Holz war dem Bewohner auch nötig. Kritikern der **'Steppenheide-Theorie'** antwortete GRADMANN, daß Baumfällen den Menschen nicht unmöglich war, aber man eben doch zuerst Regionen aufsucht, in denen die Mühsal weniger groß ist. Steppen im Orient konnte GRADMANN (1934) im März und April 1933 mit einigen anderen besuchen und hier auch die Vegetation erfassen.

Im Europa nördlich der Alpen war Landwirtschaft anders zu betreiben als im Mittelmeergebiet. In den Altsiedelgebieten, also den 'Steppenheide-Gebieten' hatte man diese im Hochmittelalter neuere Landtechnik noch nicht und sie war dort auch noch nicht so nötig wie bei der Urbarmachung der Waldregionen. Die oft schweren und bisher nicht bearbeiteten Böden verlangten **tiefgründigere Bearbeitung**, vor allem das Umackern des Bodens, dessen Nährstoffe die Niederschläge nach unten führten. Der schwere **Eisenpflug** wurde gezogen von mehreren, bis 8

Ochsen, und diese mußte man über den Winter bringen, Pferde konnten eingesetzt werden mit der Nutzung des **Kummet**s (horse collar). Der schwere Pflug machte die Urbarmachung von bisher ungenutztem Gelände möglich, auch solchem, von dem erst Steine weggeräumt und Stubben gerodet werden mußten. Wie DUBY (1988, S. 14) sah: "Allem Anschein nach war in der Finsternis des 10. Jahrhunderts ein in tiefes Dunkel gehüllter Fortschritt der Landwirtschaftstechniken von den großen klösterlichen Domänen ausgegangen und hatte sich ganz allmnählich verbreitet."

Wie bewaldet die Mittelgebirge waren und oft auch wieder sind wird auch deutlich, daß der Name mancher mit '-wald' endet: Schwarzwald, Odenwald, Steigerwald, Thüringer Wald, Böhmerwald. Der Beginn eines Vordringens in den **Schwarzwald** wird zurückgeführt auf den irischen Missionar TRUDPERT, der, im 7. jh. im Münstertal ein Stück Land erhielt, dort ein Kloster gründete. Erschlagen von einem seiner Knechte wird er Märtyrer (Wikipdedia 2019, YouTobe SWR). Im 11. Jh. kam die Rodung auch in den Kernbereich des **Schwarzwaldes** (W. RÖSENER 1992, S. 64).

Von der Besiedlungsgeschichte zeugen auch zahlreich **Endungen der Ortsnamen**. In den Altsiedelgebieten herrschen -ingen und '- heim' vor (R. GRADMANN 1943, S. 28). Die Endungen zahlreicher Ortsnamen in den durch **Rodungen urbar** gemachten **Gebieten** erinnern an Waldrodung und Urbarmachung, all die -rode, -rade, -reuth, -ruit, -schlag, -sang, -schwand, -schwende, -stock, -schwande, -brand, -hagen - loh, -wald, -berg, -stein, -fels, -bühl, -moos, -ried (R. GRADMANN 1943, CH. HIGOUNET 1986), Zeulenroda wie Rodewitz, Reudnitz wie Stadtroda. In Hessen enden etwa 400 Orte auf -rode, etwa 150 auf -hagen. Nicht alle Ortsnamen sind aber als Siedlungszeugen zu gebrauchen. Namen wie -bronn, -feld, -burg, -beuren, -hausen kommen überall vor (R. GRADMANN 1943, S. 28). Besonders im Osten, gibt es für den Dorfnamen auch den Namen des 'Lokators', der mit der Dorfgründung beauftragt war.

Um Landgewinnung oder auch Landsicherung ging es auch in den **Niederlanden** und an anderen Regionen längs der Nordsee, in der Kultivierung der **Marschen** (F. PETRI 1974, S. 228 ff.). Die Kultivierung der Marschen und der Schutz des gewonnenen Kulturlandes vor dem Meer ist der Rodung von urwaldähnlichen Wäldern vergleichbar. Und am Meer drohte der Verlust des Gewonnnen Immer wieder. Die Gemeinchaften konnten manche Selbständigkeit bewahren. Vorgedrungen wurde in die Bergregionen der **Alpen**. Daß auch am Meer Landgewinnung durch Deichbau versucht wurde und in Alpentäler eingedrungen wurde zeigt (P. DINZELBACHER 2010, S. 74), wie knapp Land offenbar wurde. In der Alpenregion entstanden Städte in den immer schon besiedelbaren Tälern. Freiburg in der Schweiz wurde 1157 gegründet, Bern um 1170, Luzern 1178 (H. HELBIG 1987). Die Landschaft




Abbildung 420: Erinnerung an die Rodung.

und die Vegetation wurden durch die in den Höhen entstehende **Almwirtschaft** bleibend verändert. Das Leben in den Bergen hatte seine Besonderheiten, mit der mühsamen Arbeit an den Hängen, mit der Entfernung der Steine von den vor dem Abrutschen zu schützenden Hängen, mit dem kaum möglich Einsatz von Zugtieren auf den kleinen Äckern, und der Nahrung vor allem mit Milchspeisen und Käse (F. BRAUEDEL 1990, S. 17). Aber der Individualist konnte sich den Autoritäten im Alpenraum eher entziehen als derjenige, der sich durch den gemeinschaftliche Deichbau seine Wohnstätte schaffen mußte.

Mit der Besiedlung, mit den Dörfern, den Wiesen, entstanden auch **neue Biotope**. In ihnen erschienen viele der Singvögel, die noch heute die Gärten besiedeln.

## Rodung und Landgewiinung außerhalb Mitteleuropas

Rodung gab es auch anderswo. Wie anders wurde das nördliche **Rußland** besiedelbar. Von etwa 1050 bis gegen 1300 sind die 'Gebiete **Frankreichs**' in viel Rodung einbezogen (N. ELIAS 1990, S. 47) Auch in der Neuzeit wurde im **Mittelmeergebiet** kultiviert. Auch in Italien. Die Römer hatten noch manche Arbeit übriggelassen. F. BRAUDEL (1990, S. 94/95) sah: "Genau wie Europa im Norden auf Kosten seiner Waldgebiete entstanden ist oder sich zumindestens vergrößert hat, fand das Mittelmeer sein Neuland, sein inneres Amerika, in den Ebenen." **Ebene für Ebene** war auch auf der Iberischen Halbinsel zu bewältigen (F. BRAUDEL

1990, S. 100), um Murcia wie um Valencia, um Lerida, Barcelons, Satagossa.

## Landnahme und Landeskultivierung im mittleren und östlichen Mitteleuropa

### Weltliche Siedler vom Westen nach dem Osten - "Ostkolonisation"

In Mittel- und Osteuropa hatten an den besseren Standorten auch die Slawen ihren Anteil an der Landeskultivierung. Dann wurde das Land auch erschlossen durch deutsch-flämische Siedler.

Es waren schließlich in etwas späterer Zeit zwei "**kolonisierende Pioniergruppen**" (A. BORST 1973, S. 168), welche die wenig oder nicht erschlossenen Gebiete der Landwirtschaft und Siedlung erschlossen: 1. geistliche Orden, Benediktiner und dann namentlich Zistezienser, 2. von weltlichen Anführern geleitete Gruppen normalbäuerlicher Ansiedler. Für Einzelindividuen war da kaum etwas zu erreichen. Immerhin gelang es im Mittelalter, wie A. BORST (1973, S. 228) hervorhebt, das immer **dichtere Zusammenleben** von Menschen **zu meistern**. Die mit der Ortsgründung beauftragten Anführer, die '**Lokatoren**', waren dann oft auch die das Zusammenleben regelnden Personen, die 'Schulzen'. Rodungen an der **oberen Weser**, also im Weserbergland, mit Landübertragung der die Rodungen veranlassenden Adligen an die Klöster Fulda und Corvey sind aus dem 9. Jh. bekannt (K. HEINEMEYER 1974, S. 120).

Zur Einflußnahme auf die **Slawengebiete** hatte Kaiser HEINRICH II. 1007 das Bistum Bamberg gegründet, als "Bollwerk" (O. E. SCHMIDT 1928, S. 74). Für die Besiedlung der Gebiete an der Weißen Elster wirkte der auch für mittelalterliche Verhältnisse grausame WIPRECHT VON DER GROITSCH, der aus einem Slawengeschlecht stammte und der allen Grund hatte, nach einstiger Kirchenerstärmung in Zeitz wegen dorthin vor ihm Geflüchteten und Blendung Unterworfener 1124 in das Kloster Pegau einzutreten, wo er, durch einen Brandunfall geschädigt, bald starb. Er wurde manchmal wegen der Folgen seines Wirkens als recht großartig geschildert (O. E. SCHMIDT 1928, S. 79 ff.). Das Elsterland, das Pleißnerland wurden **Reichslehen**, unter Kaiser FRIEDRCH I. VON HOHENSTAUFEN/BARBAROSSA. Weida mit seiner Burg für den Vogt, einen Ministerialen, war schon vorher ein Zenrum der dortigen Verwaltung geworden. Altenburg, Zwickau, Chemnitz waren, um 1172, unter dem Kaiser stehende Reichsstädte. Kaiserliche Burggrafen residierten auf den Burgen von Rochlitz, Colditz, Leisnig (O.



Abbildung 421: Umgebaute Muldenwacht: Rochlitz.

E. SCHMIDT 1929, S. 221). Die wettinischen Markgrafen konnten das Gebiet aber nach 1307 in die Hand bekommen.

Es zogen und durch Landverluste am Meer mitbedingt gerade auch **Flamen** nach dem Osten, wobei sie augenscheinlich Flußland als Territorium ihrer Erfahrung bevorzugten. Das Siedeln von Deutschen, namentlich auch **Flamen**, in Ost- und Südost-Europa, bis tief hinein nach Polen, geschah vielerorts nicht mit kriegerischer Aggression, und die Leute aus dem Westen wurden meistens von schon bestehenden weltlichen und kirchlichen herrschenden Stellen gerufen (H. HELBIG 1987). Bessere soziale Zuständen haben da wohl mehr mitgewirkt als zu viele Menschen im Westen (W. CONZE 1992, S. 64). Wittenberg, "Weißenburg", hat wie andere Orte einen niederdeutschen Namen, also eben 'witten'. Zwischen Kyffhäuser und Süd-Harz liegt die "**Goldene Aue**", ein ehemals nur Ried- und Sumpfgebiet. In der Mitte des 12. Jh. wurde ausgehend von dem im Süd-Harz gelegenenen Zisterzienserkloster Walkenried durch herbeigeholte Kolonisten, 'Fläminger', mit der bis in neuere Zeiten nicht zu vollendenden Kultivierung begonnen (Werte unserer Heimat, Band 29, S. 64). An die "Fläminge" erinnert auch noch der Name des aus der Eizeit stammenden Höhenzuges nördlich Wittenberg 'Fläming' (O. E. SCHMIDT 1928, S, 266/267). Der Deichbau der Niederländer ließ auch in der **Elbbaue** von Deichen geschützte Dörfer entstehen - geschützt mehr oder weniger bis etwa zu den verheerenden Fluten von 2002 und 2013.

Für das Dorf Kühren bei Wurzen in **Nord-Sachsen** ist eine Stiftungsurkunde für **1154** bekannt, für Leute aus Flandern, mit 18 Hufen, davon 1 für die Kirche ohne



Abbildung 422: Romanik 1168/1174 an der Mulde: Wechselburg.



Abbildung 423: Kaum bändbare Aue, Mittelelbe.



Abbildung 424: OTTO der REICHE. Freiberg, Denkmal 1897.

Zehnten und 2 dem 'Schultheiß', also Gemeindevorstand, auch ohne Zehnten. Die anderen zahlten (so zitiert bei O. E. SCHMIDT 1928, S. 329/330). Gab es Vertreibungen? Die **Mittelgebirge** auch im Osten waren bis ins 12. Jh. großenteils unbesiedelt. Das Gebiet um **Freiberg** in Sachsen kann mit etwa 400 m NN im heutigen Stadtzentrum noch nicht zum höheren Mittelgebirge gerechnet werden, aber auch hier begann erst ab 1156 unter Markgraf OTTO von Meißen die große Rodung (O. WAGENBRETH 1970). Die glückliche Überraschung nach der begonnenen Rodung des Gebietes bei Freiberg waren **1168 Silberfunde** bei der bald entstehenden Stadt Freiberg. Markgraf OTTO übernahm das Gebiet vom Kloster Zelle zurück und wurde 'der REiCHE', wenn auch zeitweilig durch seinen Sohn inhaftiert (W. HERRMANN 1953). .

Siedlungen etwa im bisher so gut wie nicht besiedelten **sächsischen Erzgebirge** (H. KENZLER 2010) entstanden rasch ab der Mitte des 12. Jahrhunderts. Das wohl um 1160/1170 als Waldhufendorf entstandene **Dippoldiswalde** (Wikipedia 2015) im Osterzgebirge mit für um 1158 datierten Grubenhölzern wird 1218 urkundlich erwähnt und die 1230/1240 gebaute Nikolaikirche, eine romanische Basilka, erinnert an die Besiedlung auch hier. Der obere Teil dieses bis über 1000 m ansteigenden Sächsischen Erzgebirges, das in weiten Teilen des Mittelalters "Miriquidi"/"Dunkelwald" hieß, wurde tatsächlich zum grubenreichen "Erz"-Gebirge". Im westlichen und mittleren Erzgebirge geschah ein rascher Landesausbau, "in einem Zug", in der zweiten Hälfte des 12. Jh., also der Zeit des FRIEDRICH

BARBAROSSA, als das Pleißenland Reichsterritorium wurde (G. BILLIG et al. 2007, S. 309). Zahlreiche Burgen wurden errichtet. Um 1200 war der Gebirgskamm erreicht. "Saumpfade für Reiter, Lasttiere und einfache (zweirädrige) Karren", hervorgegangen aus 'alten böhmischen Steigen', überquerten des Gebirge von Nordwesten nach Südosten (G. BILLIG et a. 2007, S. 294). Waldhufendörfer entstanden, dann an manchen Orten durch neuen Siedlungsgrund für Bergleute verändert (G. BILLIG et al. 2007, S. 303). Sowohl das Elbtalgebiet in der 'Sächischen Schweiz' wie das Zittauer Gebiet wie das obere Erzgebirge waren Regionen, in denen sowohl von Norden her, vom Meißnischen aus, wie von Süden, vom Königreich Böhmen vorgedrungen wurde. Auch das Tschechische kam nach Norden. Einmal die einen und dann die anderen, schließlich die Meißnischen, obsiegten. Der höchste Berg des sächsichen Anteils des Elbsandsteingebirges ist der 561.74 m hohe Große Zschirnstein und sein Name mag lebendige Erinnerung an die Zeiten der sowohl böhmisch-tschechischen wie deutschen Einflußnahme in dem Gebiete sein, denn 'Zschirn' wird wohl abgeleitet werden können von 'czorn', 'tschirn' = schwarz, und der Berg trägt also einen slavisch-tschechischen-deutschen Doppelnamen, wie der Familienname Zirnstein. Eine Urkunde von 1144, zu einem Streit zwischen dem Bischof von Meißen und KONRAD von WETTIN legt nahe, daß, daß 1144 die "Kolonisation großen Stils in dem Gebiet des Elbkessels und der Lausitz" in vollem Gange war (O. E. SCHMIDT 1928, S. 5). Erzgewinnung, etwa von Zinnerz, kam auch von Süden, von Böhmen her, und die 'Machthaber' in Böhmen sicherten ihren Anteil etwa mit der Gründung der böhmischen Straßenburg Sayda (O. E. SCHMIDT 1928, S. 16). Durch Verträge 1459 wurde die Kammlinie des Erzgebirges die Grenze des meißnischen und des böhmischen Territoriums (O. E. SCHMIDT 1928, S. 26), was also auch einer natürlichen Grenze nahekam. Mit den zahlreichen bis heute bleibenden Bergbausiedlungen namentlich am Ende des 15. Jh. wurde das sächsische Erzgebirge zum Gebirge mit der weltweit größten Städtedichte. Auf der Hochfläche der Sächsischen Schweiz, auf der linken Elbseite, wird etwa das Waldhufendorf Reinhardtsdorf 1368 erwähnt (Wikipedia 2013).

Wieviel war in den **Mittelgebirgs-Regionen** allein nötig, um die Steine von den Ackerflächen wegzutransportieren und an den Acker-Rändern in fast mauerähnlichen, vielerorts noch heute bestehenden und von Gebüsch bewachsenen Steinreihen anzulagern oder auch die größeren Steine als gesuchtes Baumaterial zu verwenden. Oder das Herauswuchten von Baumstubben. Viel brachte den Gebirgsleuten allerdings die Holznutzung, die Holzversorgung der nördlichen flacheren Landes.

Verschwand der Wald im Mittelgebirge, wurde der Boden abgetragen. An den langsam fließenden Tieflandsflüssen setzte sich das abgetragene Material als der fruchtbare schwere **Auelehm** ab, und entstanden der Auenwald und der gerodet



Abbildung 425: Gerodetes Elbsandsteingebirge, Papstdorf.



Abbildung 426: Die abwechslungsreiche Menschenlandschaft: Acker, Wiese, Wald.



Abbildung 427: Erzgebirge: Lesesteine vom Acker.



Abbildung 428: Auelehm, Auelandschaft. Bei Leipzig.

ergab ertragreiche Wiesen.

## Extrakapitel: Landeskultivierung durch geistliche Orden, durch Klöster - Die Zisterzienser

Das "**Ora et labora**", das "Bete und arbeite', wurden wenigstens etliche Zeiten sehr ernst genommen, das heißt das 'Arbeiten' nahm einen beträüchtlichen Anteil am Klosterleben ein. Klöster waren also nicht nur weltabgewandte Orte der Kontemplation. Auch die Erde, das Irdische sollte gestaltet werden. Und von Cluny in Frankreich aus kam eine Klosterreform, welche zu einer strengen Ordnung zurückführen sollte. Und **Klöster** haben sich **an der Landeskultivierung**



Abbildung 429: O-Hang Schwarzwald Hirsau.

**stark beteiligt**, auch schon früh und dann in verstärkten Maße**.**

Für das mittlere Deutschland besorgte viel Landeskulivierung das schon genannte Benediktiner-**Kloster Fulda**, die größte Klosteranlage nördlich der Alpen (R. PÖRTNER 1987). Ausgehend von Cluny ab 910 und dann, ab 1098, durch die Benediktiner und dann namentlich durch die Zisterzienser, wurde die **Landeskultivierung weiter Gebiete** durchgeführt – mit der Entstehung von noch heute weiterer großartiger **Kulturlandschaft**. Das "Bete und arbeite", "Ora et labora" sollte wiedererscheinen. Erkennt man in den führenden Klosterleuten die "Intellektuellen" der Zeit, so erkannten diese Träger von Studien also auch die Arbeit hoch an als eine den Studien gleichwertige Angelegenheit – so im Unterschied zu den antiken Schriftstellern. Aber die einfachen Klosterbrüder wurden vor allem nur zur körpelrichen Arbeit abgestellt.

Verwirklicht haben das Benediktiner etwa am waldigen Osthang des Schwarzwaldes durch das im späten 11. Jh. gegründete Kloster **Hirsau**, eines der wichtigsten und baulich größten Klöster im deutschsprachigen Raum, durch Benediktinnerinnen im waldigen südöstlichen Zentral-Thüringen in **Paulinzella**, unweit Stadtilm, eine der größten romansichen deutschen Ruinen einer Klosterkirche.

Unter jenen Orden, welche sich auf ihrem Höhepunkt um die Landeskultivierung höchste Verdienste erwarben und so auch einer wachsenden Bevölkerung Existenz sicherten, stehen die **Zisterzienser** weit vorn (W. F. REDDIG 1998). Ihr 1099 vom Papst bestätigtes Mutterkloster Citeaux lag südlich von Dijon. und seit 1113 gründerten die Zisterzienser immer neue Klöster, weit über 1000, und besaßen ein "Netzwerk quer durch Europa" in dessen verschiedensten Ländern und Herrschaftsbereichen, waren – vielleicht ein merkwürdiger Vergleich – wie "multinationale Konzerne" (M.-L. HORN-VAN NISPEN 2005, S. 63). Im deutschen



Abbildung 430: Hirsau. Benediktiner.

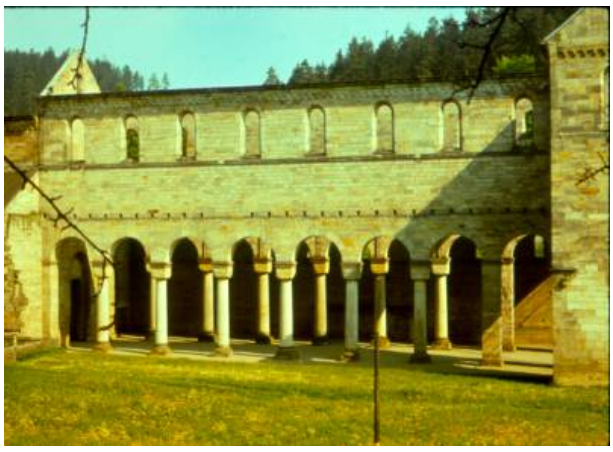

Abbildung 431: Paulinzella. Benediktinerinnen.

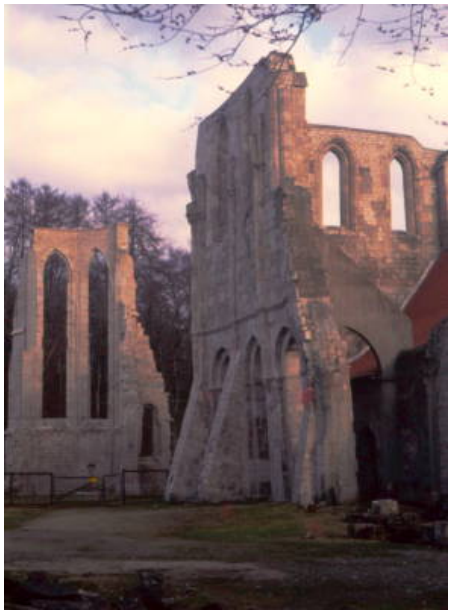

Abbildung 432: Kloster Walkenried/S-Harz.

Sprachraum erstand zuerst Kamp am Niederrhein. Es folgten namentlich an Mittelgebirgen etwa **Amelungsborn**, Loccum, Michaelstein am Nordharz bei dem späteren Blankenburg, das thüringische Volkenroda, **Walkenried** am Südharz. Das am Osthang des Schwarzwaldes 1139 / 1147 gegründete Kloster **Maulbronn**, wurde in dem später protestantischem Lande nicht barock umgestaltet und blieb so kunstgeschichtlich besonders interessant. Am Südhang des Erzgebirges in Böhmen betreute ab 1197 das Kloster **Ose**k/Osegg.

Besonders die **Ost- und Südost-Gebiete** wurden von **Zisterzienser** bedacht. Es entstanden 1165 Dobrilugk in der Niederlausitz, 1170 Oliva bei Danzig und Zinna in der Mark Brandenburg, 1171 Doberan in Mecklenburg, 1175 das für die Erzgebirgserschließung mit vorgesehene Altenzella nahe Freiberg in der Mark Meißen (später Sachsen), in der Mark Brandenburg 1180 Lehnin und 1257 / 1273 das mit besterhaltene Kloster Chorin.

Gewirkt haben auch die **Prämonstratenser**.

In **England** waren um 1154 etwa 40 Zisterzienser-Klöster begründet worden (J. BLACK 2003, S, 44).

Wo es ansonsten in den Zisterziensergebieten möglich war, wurde Wein-Anbau schon für den Abendmahlswein eingeführt und wurden Fischteiche für den Fisch der Fastenzeit angelegt.



Abbildung 433: Maulbronn, Kloster.



Abbildung 434: Zisterzienser-Abtei Osek, S-Erzgebirge.

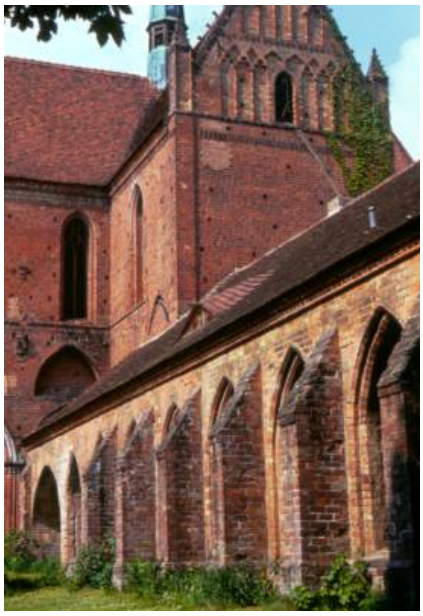

Abbildung 435: Chorin.



Abbildung 436: Prämonstratenserstift Jerichow, Spätromanik.



Abbildung 437: Kloster Mildenfurth S Gera.

Die 1193 gegründeten und zuerst das Leben der Urkirche anstrebenden **Prämonstratenser** (Wikipedia 2013) legten auch Klöster im Osten an, betrieben anfangs auch Landwirtschafts-Verbesserung, aber wirkten dann vor allem für das Schreiben und Kopieren von Manuskripten und in der Lehrtätigkeit. Eine romanische Klosterkirche von um 1200 blieb in Teilen bei Wünschendorf südlich von Gera erhalten.

## Das weitere Schicksal kultivierter Landgebiete

Wer solche Kultivierung "über einen größeren Zeitraum verfolgt, wird sich wundern, wie lange eine Ebene braucht, um Lebenskraft zun gewinnen. ... Jede Generation fügt ein Stück entsumpftes Land hinzu."

**Kultivierung muß erhalten**, ständig in Schuß gehalten **werden**. Ohne dauerndes menschliches Eingreifen entgleitet sie. Es sind Städte wie Valencia oder Amiens sind noch heute von ihrem fruchtbaren Gartenland zur Gemüseversorgung umgeben. Die **Landeskultivierung** wurde **nie beendet**, wenn man im 18. Jh. die Kultivierung des Oderbruchs bedenkt. Jedoch ab Ende des 13. jh. und namentlich in der zweiten Hälfte des 14. Jh. kam der Landesausbau in Mitteleuropa zu einer längerwährenden Unterbrechung. Vernachlässigung der kultivierten Regionen konnte zu erneuter harter Arbeit, zur Wiederbeseitigung erneut versumpften Landes zwingen. Im 19. Jh. gab es noch die Kultivierung der Moorgebiete. Damit war im wesentlichen **Schluß mit großartigem Neuland im Herzen Europas**, war nur noch Intensivierung auf den genutzten Flächen möglich. Im 20. Jh. gab es noch Landgewinnung an der Nordsee, in Gestalt der **Kooge**.



Abbildung 438: Brasov/Kronstadt.

## Landesausbau in Transsylvanien

Eine gewaltige Landeskultivierung in einer waldreichen, höher gelegenen Region ging auch von dem zunächst das Pannonische Becken besiedelnden Ungarn aus, das ab dem 12. Jh. auch jenes jenseits des Apuseni-Gebirges und sich zum Karpathenbogen erstreckende waldige '**Transsylvanien**', das Land hinter den Wäldern, erschließt, ungarisch das 'Erdely' , dann oft 'Siebenbürgen' genannt (M. W. WEITHMANN 2000, S. 80 ff.; Wikipedia 2018). Hierher werden zuerst ab 1147 unter GEISA/GEZA II. Deutsche gerufen und dann auf dem ja königlichen Land und Boden, mit zahlreichen Sonderrechten, ja fast Unabhängigkeit belohnt. 1224 wird das unter dem Ungarnkönig ANDREAS II. in einem eigenen Gesetzeswerk, dem "Andreanum", festgelegt. Neben den Deutschen, die oft als 'Sachsen' bezeichnet werden, bestehen die Szekler und auch Ungarn, als in 3 "gleichberechtigte, in Stände gegliederte Nationen" (S. 81). Romanisch sprechende Menschen kommen später. Nach 1235 und nach dem Mongolensturm 1242/1243 werden weitere Deutsche geholt. Die **deutsch gespägten Städte** wie Hermannstadt/Sibiu, Kronstatdt/Brasov, Mediasch haben mit ihren Befestigungen in manchem das Aussehen alter deustcher Städte bewahrt.

Mit seinen **Kirchenburgen** wird das Land später gegen die drohende osmanische Gefahr in Verteidungsbereitschaft versetzt. Unter den 'Sachsen' fand im 16. Jh. die Reformation Eingang. 1541, Ungarn war im Westen von den Habsburgern und im Osten von den Türken beherrscht, wurde Siebenbürgen 1541 ein eigenständiges autonomes Fürstentum (S. 168). Die deutsche Bevölkerung mußte nach 1945 das Land nicht zwangsweise verlassen, obwohl sich viele Deutschsprachige wegen der ihnen unleidlichen Verhältnisse im kommunistischen Rumänien nach Deutschland



Abbildung 439: Kronstadt, Stadtwappen.



Abbildung 440: Hermannstadt/Sibiu.

absetzten.

## Drohung aus dem Südosten - Seldschuken - Byzanz in Nöten

Das Byzantinische Reich (P. SCHREINER 1998), das die Einnahme Konstantinopels einst mehrfach abgewehrt hatte, mußte das Eindringen islamischer türkischer Stämme im Südosten hinnehmen, namentlich der **Seldschuken** aus Zemtralasien. Die Seldschuken (I. GEISS 2007, S. 171) hatten große Teile Persiens und Bagdad erobert. Für die **Christen** brachte das jene auch anderswo schon praktizierten **Demütigungen**: Verbot des Läutens von Glocken, Kreuze nicht zeigen, kein lautes Lesen von Texten über Jesus, spezielle Kleidung mit honiggelbem Kopftuch und gelbem Turban, Pferde vorbehalten für Moslems und für Christen nur Maultiere (P. KELLER 2013 über R. STARK 2013, S. 47). Anatolien muß als von Byzanz vernachlässig gelten (B. MOSER et al. 2002, S. 32). Byzanz verlor **1071** in Ostanatolien die **Schlacht von Manzikert** gegen die **Seldschuken**. Die Seldschuken ließen sich nun in Südanatolien nieder, gründeten hier ein weit nach Anatolien ausgedehntes **seldschukisch-türkisches Reich**, **Rum**, ein Militärstaat, mit der Hauptstadt **Konya**, dem lateinischen Iconium, und Residenz auch in Kayseri. Der Ausdruck 'Rum' sollte erinnern an 'Rom' und auf dessen Erbe verweisen. Von religiösen Bewegungen und Neuerungen auch unter türkischen Stämmen zeugt der in Konya begründete Orden der "Tanzenden Derwische" und wird ihr Begründer, der Mystiker MEVLANA CELADEDDIN RUMI, bis heute in seiner Grabstätte hochverehrt (B. MOSER et al. 2002, S. 32). Die Oberherrschaft der Abbasiden erkannten der Seldschukensultan MALIKSHAH formell an. Erobert wurde 1077 auch Jerusalem, und die Seldschuken gliederten 1087 Syrien (S. HEIDEMANN 2007; S. 220/221) auch Palästina dem Seldschukenstaat an und die Eroberer begingen dabei Metzeleien und unterdrückten die Christen (P. KELLER zu R. STARK 2013). Byzanz war in seiner Macht stark geschwächt worden, hatte nicht mehr aufholbare Verluste und der Westen verfolgte bald eigene Interessen und ließ Byzanz liegen. Die Besetzung Palästinas durch die Seldschuken war Anlaß für den **ersten Kreuzzug 1096**, der nicht weniger grausam als der Werk des Eroberer verlief.

Das Seldschukenreich zerfiel dann in kleine türkische Staaten, Beykliks (B. MOSER et al. 2002, S. 32). 1176 konnten die Seldschuken Byzanz noch einmal schlagen.



Abbildung 441: Konya. 2007.



Abbildung 442: Kayseri, Stadtmauer.



Abbildung 443: Edessa/Urfa: Blick zur Festung.

## Von der Kirche gewollt und gesegnet, von Rittern getragen - und wohl auch gewollt - Auch nach dem östlichen Mittelmeer: Die Kreuzzüge

Jahrhundertelang waren die Christen zurückgedrängt worden. Wie viel Raum sollten sie dem Islam noch überlassen? Im 11. Jh. schlugen christliche Europäer zurück. Zuerst auf der **Iberischen Halbinsel**, in der **Reconquista,** und hier wurden sie erfolgreich, eroberten 1085 Toledo.

Am 26. November 1095 hielt Papst URBAN II. in der französischen Stadt Clermont jene bald weithin verbreitete Rede, wonach "Gott es will", daß das "Heilige Land" wieder unter Christenherrschaft komme (PH. K. HITTI 1951, S. 590) und rief zum **Kreuzzug** auf. Im Frühjahr 1097 sollen 150.000 bereit zum Zug gewesen sein, Franzosen und Normannen vor allem. Manche beteiligten sich vielleicht aus echter Frömmigkeit, andere suchten vielleicht Abenteuer unsd Landgewinn, der in Europa nicht mehr so einfach möglich war. Die mangels Kriegen in Europa arbeitslos gewordenen Ritter erhielten eine ihrem Stand zukommende Aufgabe und wüstes Rittertum wurde mit Mönchtum in Ritterorden verbunden und die Aggresivität der Ritter auf ein Ziel gelenkt. Räuber sein sollten sie anderswo als in ihrer europäischen Heimat. Es war noch nicht so weit, daß auch Urbarmachung, das Werk etwa der Zisterziense, hohe Ehren genoß- Bei dem Vorwärtsrücken im Kampf konnten im Orient und neue Territorien gewonnen, neue Staaten geschaffen werden. In Anatolien wurde sogar das unter christlich-armenischer Herrschaft stehende **Edessa**/heute:Urfa 1098 von Kreuzfahrern besetzt.

Etwa 8 Monate lang war **Antiochia** belagert und dann erobert worden, um noch einmal 25 Tage lang nun von den Moslems belagert zu werden. Einen Bericht von all den Massakern liefert die von einem anonym gebliebenen Teilnehmer verfaßte 'Gesta Francorum' von 1101 (CH. H. HASKINS 1927, S. 268). Moralisch sich im Dienste Christi sehend waren sie im Grunde Raubritter, die ihre Begierde edel umkränzten. So sah es auch der deutsch-jüdische Geschichtsphilosoph und Publizist THEODOR LESSING (1930, S. 87): "300 000 abenteuerlustige Tunichtgute und Habenichtse mit hohen Titeln und Namen taten sich zusammen unter Gottfried von Bouillon raubritterlicher Führung, um den armen heidnischen Erdenkindern die gute Botschaft der christlichen Erlösung zu bringen", Unter großen **Massakern** unter "den Einwohnern verschiedenster Religiosität wurde am 15. Juli **1099 Jerusalem erobert** und ein **Königreich** Jerusalem begründet. Neuartige Länder, unbekannter Luxus, eine neue Welt erschloß sich den Männern aus dem damals barbarischeren Norden. Gegen 100 Burgen (F. SEIBT 1987, S. 310) haben die Kreuzfahrer in der Levante hinterlassen. Wer hat sie, mit ihren gewaltigen Mauern, unter wohl großer Qual erbaut? Manche waren schon vorher wenigstens teilweise Burgen. Die katholischen Eindringlinge waren ohnehin in der Minderheit und mußten sich einigeln. Die Ritter konnten sich aber dort, im "Outremer", also 'jenseits des Meeres', ebenso wie manche anderen Siedler aus dem Westen in den drei Kreuzfahrerstaaten, neben dem Königreich Jerusalem das Herzogtum Antiochia und die Grafschaften Edessa und Tripolis. nur etwa 200 Jahre festsetzen (S. RUNCIMAN 1957).

Im Jahre **1187** waren Kreuzfahrer nach einem Zug durch Hitze und völlig durstig durch SALADIN am See Genezareth **bei Hattin** schwer **geschlagen** worden. Jerusalem wurde von den Moslems zurückerobert. Mit SALADIN (A. WAAS 2007, S. 185 und ff.) stand den 'Franken' damals eine geeinte muslimische Welt gegenüber. Mit dem 3. Kreuzug 1189/1191 mit Teilnahme von Herrschen wie Kaiser FRIEDRICH BARBAROSSA, Frankreichs König PHILIPP AUGUST und seinem englischen Gegner König von England RICHARD LÖWENHERZ sollte das wieder rückgängig gemacht werden. FRIEDRICH BARBAROSSA ertrank im östlichen Anatolien im Flusse Saleph, wohl nach einem Herzschlag (A. WAAS 2007, S. 195). Die anderen kamen nicht recht voran. RICHARD LÖWENHERZ und der Herzog von Burgund haben nach sich verzögernden Verhandlungen im Angesicht des Moslemheeres wohl 2000 - 10.000 Kriegegefange hinrichten lassen und RICHARD ritt nach Streifzügen mit den Köpfen getöteter Molems am Sattel (S. 211). Trotzdem soll ihm SALADIN am 2. August 1192 in der Schlacht von Jaffa 2 gute arabische Pferde gesandt haben (S. 211). Ritterlich waren die Großen zueinander und das Fußvolk galt nichts. Auf dem Rückweg nach England wurde RICHARD in Österreich gefangengesetzt und nach Auslieferung an Kaiser HEINRICH VI. mußte er hohes Lösegald zahlen und mußte England als kaiserliches Lehen nehmen (S.



Abbildung 444: Kreuzfahrerburg Byblos.



Abbildung 445: Kreuzfahrer-okkupiert: Krak de Chevalier.



Abbildung 446: SALADIN der Sieger. Damaskus.

216).

## Der 4. Kreuzzug - ein Eroberungszug vor allem von Venedig gegen das Byzantinische Kaiserreich

Beim 3. und vor allem 4. Kreuzzug **1204** sprang vor allem **Venedig** mit auf den Kreuzzug auf und beim **4. Kreuzzug** eroberten und **plünderten die Kreuzfahrer**, die immer schon die Politik in Byzanz zu bestimmen suchten, nicht das Heilige Land, sondern am 13. April 1204 **Konstantinopel**, das christliche, wenn auch orthodoxe, und dieses sollte nun beherrscht werden. auch mit der Billigung des Papstes.

Um sich der normannischen Drohung zu erwehren hatte das Oströmische Kaiserreich ein Zweckbündnis mit Venedig schließen müssen, das dafür 1082 ein Handelsmonopol im "ganzen byzantnischen Machtbereich" forderte und erhielt (M. W. WEITHMANN 1994, S. 76). Aber gegen die wachsende Macht von Venedig und den anderen westlichen Seerepubliken versuchte sich Byzanz unter Kaiser MANUEL I. KOMNENOS zu erwehren und ließ 1171 die Venezianer im Byzantinischen Reich festnehmen, was Venedig zu Flottendrohungen veranlaßte. In Byzanz wuchs gegen die arroganten lateinischsprachigen Geschäftsleute eine "anti-lateinische" Stimmung (M. W. WEITHMANN 1994, S. 77), anti-westliche Stimmung. 1203



Abbildung 447: SALADIN-Denkmal, besiegte Kreuzritter. Damaskus.

verweigert Kaiser ALEXIOS III. ANGELOS sogar die traditionellen Vorrechte Venedigs anzuerkennen (S, 77). Krieg? Wie viel Glauben trieb die Kreuzfahrer? Hier waren die Kreuzfahrer kaum 'Glaubensstreiter', die ein 'gottgefälliges' Werk tun wollten! Eine Stadt wie Venedig, die Schiffe zur Überfahrt stellte, betrieb auf jeden Fall ein Geschäft. Westliche Venedig besaß allein die Schiffe, um die Teilnehmer des 4. Kreuzugs über das Meer zu transportieren. Vom eroberten Konstantinopel aus wurde ein '**Lateinisches Kaiserreich**' gegründet, mit zuerst BALDUIN VON FLANDERN an der Spitze, teilweise ein venezianischer Satellitenstaat. In der Elite von Byzanz hatten bestimmt immer noch grausame Zustände geherrscht, Machtkämpfe bis hin zu Blendungen (A. WAAS 2007), nur war es im westlichen Kaiserreich nicht viel weniger schlimm. Die Konkurrenz zur Ostkirche bestand ebenfalls, und der Sieg des Westens erschien greifbar. Feudalherren sicherten sich im eroberten Oströmischen Kaiserreich eigene Herrschaften, wobei Venedig die Oberherrschaft zu behalten suchte und die etwa auf Morea, dem Peloponnes, besetzte Venedig die wichtigsten Küstenfestungen Methone und Korone und überließ die Halbinsel ansonsten den fränkischen Kreuzfahrern. Venedig besetzte, 1218, die Insel **Kreta** (M. W. WEITHMANN 1994, S. 79), bis sie im 17. Jh. an die Türken fiel. **Athen** wurde ein Herzogtum (M. W. WEITHMANN 1994, S. 82), mit auch Katalanen. Die Akropolis wurde zum Herzogssitze umgestaltet, wobei die antike Bausubstanz aber erhalten blieb. Und Venedig konnte sich weitere entscheidende Küstenregionen in der östlichen Adria und auch anderswo im östlichen Mittelmeer aneignen. **Venedig** war zunächst eine reine Meerstadt ohne Festland hinter der



Abbildung 448: Die Tetrarchen. Kunstraub Venedigs.

Stadt, aber dann ausgestattet mit durch Schiffsmacht beherrschten Stützpunkten jenseits der Adria, ohne viel Hinterland, also noch ziemlich reine Handelsstadt, die auf Grund ihres Reichtums eine Seemacht ausrüsten konnte (F. BRAUDEL 1986, S. 95). Venedigs Wappentier, ein Löwe prangte nun in mehr Städten der Ostküste der Adria, im östlichen Mittelmeer an der Zitadelle von Iraklion.

Venedig zeigt stolz noch heute die aus Konstantinopel stammenden geraubten Pferde-Plastiken prunkvoll im Stadtbild sowie die Tetrarchen, Standbilder der zusammenstehenden Regenten des Römischen Imperiums in der Zeit nach DIOKLETIAN. Geklaut aber wurden auch Reliquien.

Mit dem Byzantinischen Reich schien es fast zu Ende zu sein. Die griechisch-orthodoxe Bevölkerung haßte die 'Lateiner'. Es entstanden byzantinische orthodoxe Teilstaaten, so Epiros, Trapezunt und Nicäa zumal. Ein byzantinisches Teilreich hatte sich mit der Hauptstadt **Nikaia**/Nicaea konstituiert, wurde **1214 anerkannt** (H. HUNGER 1965, S. 30 ff.), konnte das Lateinische Kaiserreich zurückdrängen (S. 31). 1258 kam hier die Dynastie der **Palaiologen** auf den Thron. Durch den Feldherrn ALEXIOS STRATEGOPOLOS konnte in der Nacht des 25. Juni **1261 Konstantinopel** handstreichartig wieder eingenommen werden und es wurde erneut zur Hauptstadt **eines neuen Byzantinischen Reiches**, mit dem seinen Konkurrenten vorher zur Blendung veruteilenden MICHAEL VIII. als hier nochmals gekröntem Kaiser. Aber das dennoch verkleinerte Byzantinische Reich war schwächer als sein Vorgänger und verlor zunehmend gegen die vordringen-



Abbildung 449: Venedig in Iraklion.

den Osmanen. Einer von KARL VON ANJOU beabsichtigte erneute Eroberung Konstantinopels durch Kreuzfahrer beugte die mit der 'Sizilianischen Vesper' vorbereitete Übernahme Siziliens durch Aragon vor (Wikipdedia 2017). In Anatolien rückten die Osmanen vor, und die Besetzung der "letzten griechischen Separatistenstaaten" in Epiros und Thessalien durch Byzanz 1337 (H. HUNGER 1965, S. 33) war nur ein begrenzter Trost. Noch einmal wurden aber klassische griechische Autoren in Konstantinopel textkritisch wiedererarbeitet, ja wird von einer '**Paläologen-Renaissance**' (S. 33) gesprochen.

Genua und Venedig waren weiterhin interessiert am Zugang zum Schwarzen Meer. Venedigs **Konkurrent Genua** erhielt Privilegien auf Kosten Venedigs, bei Konstantinopel auch die Enklave Pera jenseits des Bosporus. Aber Venedigs Löwe prangte dann auch auf dem 1383 einverleibten **Korfu**, erschien 1489 auf dem als Schlüsselinsel zur Levante geltendem **Zypern**.

Inmitten der Auseinandersetzungen stand auch die alte Zitadelle von Aleppo, deren heutige Anlagen vor allem aus der Zeit der Ayyubiden stammen.



Abbildung 450: Venedigs O-Adria:Trogir.



Abbildung 451: Zitadelle von Aleppo, im Jahr 2000.

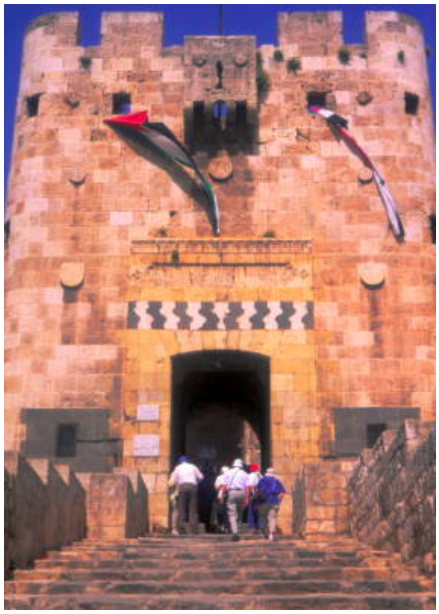

Abbildung 452: Aleppo: Eingang Zitadelle.

## Kaiser FRIEDRICH II. bringt Frieden mit den Moslems in Palästina

Gemäß einem Versprechen gegenüber dem Papst war 1228/1229 FRIEDRICH II. VON HOHENSTAUFEN (S. 278) nach Palästina gezogen. SALADIN war tot und sein Nachfolger nicht so stark. FRIEDRICH II. konnte ohne Blutvergießen das christliche Königreich Jerusalem wiederherstellen. Es wurde geregelt, daß den Moslems die Moscheen auf dem Tempelberg bleiben und Christen wie Muslime ihrer Pilgerorte in Jerusalem, so den 'Tempelberg', besuchen konnten (A. WAAS 2007 S. 281, 285 u. a.), prekär wie heute. Verrat schrien Moslems, Verrat an Kreuz und 'Heiland' schrien Christen (S. 285), und FRIEDRICH II. wurde die Hölle prophezeit, Und eine Dauerlösung war es nicht.

## Zunehmende Verluste der Kreuzfahrer bei ihren Besitzungen

Die Kreuzfahrer **verloren** viele ihrer Eroberungen an die Mameluken unter Baibar. 1263 ging verloren die in Ruinen noch heute bestehende **Burg Karak**, 1271 die gewaltigste der Kreuzfahrerburgen, der **Crac des Chevaliers**, unweit von Homs. **1291 endete** mit **Akkon der letzte Kreuzfahrerbesitz** an der östlichen Mittel-



Abbildung 453: Verteidigung Rhodos.

meerküste. Viele Kreuzfahrer sind tot. Wenige retten sich durch einen Geheimgang zur Mole und zu Schiffen. Verbrechen auf Verbrechen hatten die Taten der Kreufahrer geprägt. Um schließlich mit RUNCIMAN (1960, S. 477) zu sprechen: "Die Kreuzzüge wurden ins Leben gerufen, um die Christenheit des Ostens vor den Muselmanen zu retten. An ihren Ende befand sich die gesamte östliche Christenheit unter muselmanischer Herrschaft." ROGER BACON wie ALFONS X. von KASTILIEN hatten gewaltsame Bekehrung abglehnt (A. WAAS 2007; S. 474). Zum Christentum neu bekehrt wurde wohl so gut wie niemand. Selbst gegenüber der griechische-orthodoxen Welt konnte die katholische Kirche keinen Boden gewinnen. Im Nahen Osten wurde also politisch und religiös nichts erreicht. Erfolgreich blieb man auf der Iberischen Halbinsel. Die Kreuzzüge nach dem Vorderen Orient, brachten aber **neue Länderkenntnis** und Kenntnis von **orientalischer Kunst** und morgenländischem Luxus. Auch in den gegründeten christlichen Königreichen gab es reichliche Seidenweberei (A. WAAS 2007, S. 624). Bekannt wurden auch die "von den Arabern perfektionierten Botentauben" (D. HAAG-WACKERNAGEL 2011, S. 48), **Brieftauben**.

Die Orden zogen sich zurück, die **Johanniter** nach **Rhodos,** befestigten stark die Hauptstadt und erbauten etwa auf altem Festungsgrund auf Rhodos auch die Festung von Lindos..



Abbildung 454: Kreuzfahrerrückzug Rhodos.

## Christianisierung seit der Mitte des 12. Jahrhunderts im Nordosten und Osten Mitteleuropas - auch hier Kreuzzüge

In Holstein und im Gebiet der Unterelbe und der Trave entstanden zunehmend deutsche Siedlungen, in slawischer Nachbarschaft und mit Kriegen und Verwüstungen (W. FROESE 2012, S. 108 ff.). Mit dem Slawenwiderstand war noch nicht Schluß (L. WEINRICH 1988). Als in der Zeit von König HEINRICH IV. der Druck aus Hamburg wegen des Sturzes von Bischof ADALBERT VON BREMEN schwand, flammte ihr Heidentum wieder auf, an wurde der christliche Slawenkönig GOTTSCHALK umgebracht, wurden sächsische Missionare geopfert, kehrte der Glaube an den Gott Redigast zurück (R. WAHL 2005, S. 105/106). Zeugnis für die Festigkeit eines überlieferten Glaubens und des Stolzes einer Ethnie auf sich selbst.

Auch die Slawen waren aber wie andere Völker überall untereinander zerstritten. Zur Zeit des 2. Kreuzuges wurde ein ebenfalls als Kreuzzug bezeichneter Kriegszug auch gegen die trotz der Polen im Osten heidnischen Slawen im Nordosten unternommen, der **1147** eingeleitete **"Wendenkreuzzug"** (W. CONZE 1992, S. 27)) zahlreicher deutscher Fürsten und der Dänen. Im Slawenland hatte niemand wie im Nahen Osten Christen verdrängt. Die Kreuzzugsritter gegen die heidnischen Slawen drangen in vorher anderen gehörende Gebiete ein, dorthin, wo man bei der Ostkolonisation noch nicht gekommen war. Die Erfolge waren in vielem bleibend. Im Vorfeld sah der Obodritenfürst NIKLOT die kommende Gefahr und brand-



Abbildung 455: Havelberg: Dom.

schatzte Lübeck. Aber der Kreuzug kam dennoch. Die 983 aufgegebenen Bistümer Havelberg, Brandenburg wurden wieder hergestellt und der slawische Fürstensitz Oldenburg auf der Halbinsel Wagrien in Holstein und dann in Mecklenburg einbezogen. Es war trotz aller Kämpfe kein Ausrottunszug, sondern ging um Land mit der Bevölkerung, und die meisten slawischen Fürsten blieben in ihrer Herrschaft, nur eben als christianisierte Lehnsmänner.

In Jahrhunderten übernahmen die meisten einstigen slawisch Sprechenden die deutsche Sprache und wurden ohne weitere Reue deutsch, und nur die Sorben/Wenden der beiden Lausitz behielten auch ihre Sprachen.

Der Askanier ALBRECHT DER BÄR (Wipipedia 2018) trat **1157** das Erbe des im Unterschied zu vielen seines noch heidnischen Volkes christlich gewordenden Hevellerfürsten PRIBISLAV-HEINRICH an, eroberte die Burg Brandenburg und nannte sich, dann kaiserlich bestätigt, ab 3. Oktober 1157 **Markgraf** von **Brandenburg**. Mit der **Eroberung** und Besiedlung in dem von HEINRICH dem LÖWEN (K. JORDAN 1980) unterworfenen späteren **Mecklenburg**, damals das **Land der** slawischen Dynastie der **Obodriten**/Abodriten. Der Obodriten-Fürst NIKLOT verweigerte zunächst die Annahme des Christentums und das war verbunden war mit unerhörten Tributforderungen der deutschen Machthaber. Im Spätsommer **1160** drang einerseits HEINRICH der LÖWE mit seinem Heer in das Obodritenreich ein und verwüstete daneben eine dänische Flotte die meckelnburgische Küste. Fürst NIKLOT wurde in einen Hinterhalt gelockt, kämpfend erschlagen und - o christlich-großherzige Tat - sein abgeschlagener Kopf weggeführt. Die Söhne begannen den 1163 Kampf aufs Neue. HEINRICH der LÖWE eroberte

unter Verwendung von Belagerungsmaschinen die Slawenburg Werle und nahm neben anderen Großen den NIKLOT-Sohn WRATISLAW gefangen. Der andere NIKLOT-Sohn PRIBISLAW überrumpelte mit Hilfe der Pommernfürsten die Feste Mecklenburg, tötete viele der angesiedelten Flamen, nahm andere Städte. Der Bruder WRATISLAW wurde öffentlich gehängt bei Malchow (K. JORDAN 1980, S. 93). PRIBISLAW (S. 94) erhielt dann als Lehensmann von HEINRICH DER LÖWE den größtn Teil des Obodritenlandes wieder. Eine slawische Dynastie, die der Obodriten, wurde nach 1167 in der Regentschaft bis 1918 zu den Herzögen von Mecklenburg. Auch diese heirateten natürlich in verschiedenstes europäische Fürstenfamilien ein. Die Preußenkönigin LOUISE stammte aus der späteren Linie Mecklenburg-Neustrelitz. PRIBISLAWs Sohn HEINRICH BORWIN heiratete sogar eine uneheliche Tochter von HEINRICH dem LÖWEN. Mecklenburg - welche Blutspur zieht sich durch seine anfängliche Geschichte, Zeugnis jener Gewalt, aus der die Staaten Europas entstanden. Aber Fürst NIKLOT auf dem Roß prangt hoch am Schweriner Schloß, stets als der Vorfahre der Mecklenburger Herzöge geehrt. Für eine generell deutschenfeindliche Geschichtsschreibung fehlt für Mecklenburg und andere Regionen der Grund.

Mit von der Partie der Eroberung waren stets die **Dänen.** An deren Spitze stand unter dem Dänenkömig WALDEMAR I. der Bischof von Roskilde und Erzbischof von Lund ABSALON. Im Jahre 1168 wurde **Rügen** (K. JORDAN 1980, S. 91; B. TÖPFER et al. 1976, S. 211; Wikipedia 2017), das Land **der slawischen Ranen**, unterworfen Mit der Zerstörung des Tempels von Arkona und des Standbildes von Gott Svantevit hatte das Christentums eine neue Spur der Eroberung gesetzt. Der Ranenfürst JAROMIR I. wurde aber Lehnsmann des Dänenkönigs. Die **Dänen** rückten an der Ostseeküste **bis Estland** vor. HEINRICH DER LÖWE verlor wegen Verweigerung seiner Teilnahme am Italienfeldzug von Kaiser FRIEDRICH BARBAROSSA 1176 im Jahre 1180 seine Herzogtümer Bayern und Sachsen und konnte gegen die wider ihn gesandten kaiserlichen, im August 1181 Lübeck einnehmenden Truppen nicht bestehen (W. FROESE 2012, S. 113/114). Wenn man an die Ausbreitung des Deutschen denkt, an die auch von den slawischen Bewohnern angenommene deutsche Sprache, in welchem Dialekt auch immer, dann hat der Welfe mehr Erfolg gehabt als der Staufer FRIEDRICH BARBAROSSA etwa in Italien und die Staufer überhaupt. Daß FRIEDRICH BARBAROSSA mit Truppen den Welfen zum Aufgaben zwang, hat aber vielleicht verhindert, daß im Norden ein vom übrigen Deutschland getrenntes souverändes Reich der Welfen im 12. Jh. zustandekam.

Durch die handstreichartige über 2-jährige Gefangensetzung des Dänenkönigs WALDEMAR II. im Mai 1223 und durch Schlacht von Bornhöved am 22. Juli 1227 bereiteten die deutschen Fürsten den dänischen Eroberungen ein Ende. Aber dem



Abbildung 456: ABSALON. Kopenhagen. 1902.

streitbaren Gottesmann ABSALON, der auch als Begründer von Kopenhagen gilt, wurde dort 1902 ein Reiterdenkmal gesetzt.

Slawische Fürsten wie die Herzöge von **Pommern** (po morje - am Meer) riefen zum Landausbau niederdeutsche Siedler in die '**Germania Slavica**' (Wikpipedia 2018).

Auf dem als dänisches Lehen gebliebenem **Rügen** stattete der immer an der dänischen Seite kämpfend gebliebene Rügenfürst WIZLAW I. (H. EWE 1976, S. 37; Wikipedia 2017), der Sohn des JAROMIR I, 1234 **Stralsund** mit Stadtrecht aus und erhielt 1241 **Greifswald** Marktrecht. WIZLAW II. soll aber eine Konkurrenzstadt für Stralsund zerstört haben (H. EWE 1976, S. 37). **Rügen** wurde zunehmend auch deutsch besiedelt und das prägte die Insel wie es auch mit Pommern geschah,

## Die Landnahmen durch Flamen und Deutsche im Osten und Nordosten im 12. und 13. Jahrhundert

Diese Wanderung von dem durch Bevölkerungszunahme und an der Nordsee durch Landverlust bestimmtem Westen nach Osten nahm unter den europäischen Kolonisationsbewegungen nur eine, nahm aber doch herausragende Stellung ein. Die-



Abbildung 457: Rügen: Slawisches Götzenbild?.

se "**Ostkolonisation**" war Landnahme im Nachbarraum, durch die eigenständig den Boden bearbeitenden Ankömmlinge. Weil ihnen persönliche Freiheit zustand, wurde hier also die Fronhofgeslleschaft durchbrochen. Wegen der späteren imperialen Inanspruchnahme wurde die vielfach friedliche und stets kultivierende Bewegung der Flamen und Deutschen nach dem Osten mehr verteufelt als einstige Völkervorsöße aus dem Osten nach dem Westen. Rechtliche Sonderstellung, die Beibehaltung ihrer mitgebrachten Rechte, wurde den Siedlern zugesichert. Jahrhunderte später wurde auch in den Ostelbischen Gebieten diese Freiheit genommen und kam neue Leibeigenschaft.

Polnisch-schlesische Piasten-Fürsten riefen deutsche Siedler ins Schlesier-Land, und Siedler wurden geholt nach Böhmen und Mähren, tief nach dem Süden Polens (A. BORST 1973, S. 461 ff.), ja nach Ungarn und vor allem dem bald rechtlich für die Deutschen, "Sachsen", besonders gestellten Siebenbürgen. Die Durchdringung von Deutschen und Polen führte aber nicht zu einer völligen Verschmelzung. Jahrhunderte später entstanden daraus schlimme Konflikte. In Posen etwa zählten sich 1825 62,9% der Einwohnerschaft als Polen und 30,8% als Deutsche (A. BOUREAU 1992, S. 85), beim Kampf um Positionen nicht gerade Friedensgarantie. Im Osten Mitteleuropas kam es auch zum einem Siedeln der Slawen und Einwanderer nebeneinander. Manche Dörfer auch etwa in der Lausitz tragen noch heute die Vorsilbe 'Deutsch'- oder auch 'Wendisch'- vor dem Ortsnamen.

Die Besiedlung etwa in der **Mark Brandenburg** erfolgte namentlich im 13. Jh., , zur Zeit der Askanier in Mark, und zwar etwa im Barnim 'flächendeckend' ziemlich



Abbildung 458: 1240 Stadtrecht Gransee/Brandenbg..

rasch, innerhalb eines Menschenalters. Die Dorfkirchen mit den behauenen Feldsteinen haben etwa in Fensterrahmen auch Holz und mit Hilfe der Dendrochronologie, der Zeitbestimmung nach den Jahresringen, läßt sich zumindestens ein Teil der Dorfkirchen für zwischen 1250 und 1280 feststellen (W. SCHICH 2002, S. 156).

An Stelle der Städte im Osten und Nordosten Deutschlands gab es oft vorgeschichtliche Besiedlung, auch Burgen, bis dann namentlich im 13. Jh Stadtrecht verliehen wurde. So wurde Prenzlau 1128 urkundlich erwähnt und erhielt 1234 Stadtrecht, wurde zwischen 1230 und 1250 Sternberg in Mecklenburg planmäßig angelegt, und (Wikipedia-Angaben) um 1220 Lauban/Luban, 1226 Güstrow, 1226/1226 Parchim, 1213 Oderberg, 1240 Gransee. um 1243/1253 Stargard/Szezecinck neben der Slawensiedlung. Die **Stadt Neubrandenburg** wurde nach Urkunde vom 4. Januar 1248 vom brandenburgischen Markgraf JOHANN I. in Spandau begründet und erhielr Magdeburger Recht (V. SCHMIDT 1997, S. 219). **Frankfurt an der Oder** erhielt **1253** magdeburgisches Stadtrecht, wie 1254 Angermünde, 1278 Eberswalde. Das nur, um eine gewisse ungefähre Vorstellung von der Städtentwicklung in Ostdeutschland zu vermitteln.

Die Landschaft erhielt zunehmend bis in unsere Tage durch die Arbeit der Slawen wie auch stark dank der eingewanderten Deutscher ihr oft eindrucksvolles kultiviertes Aussehen.



Abbildung 459: Gransee; Stadtmauer, Pulverturm.

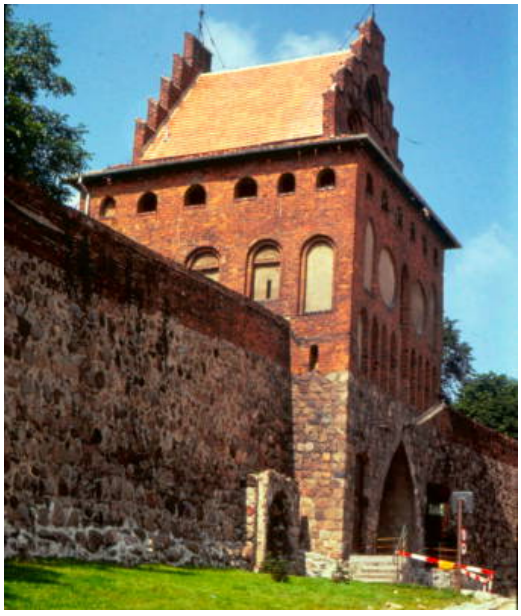

Abbildung 460: Stargard/Pommern.



Abbildung 461: Kultivierter Spreewald.



Abbildung 462: Recknitz. Meckl..

Die oftmals für heutige mecklenburgischen Dörfer zu großen **Dorfkirchen**, oft noch recht ursprünglich, zeugen von einem einst nach der Lansnahme und dem Landesausbau wohl dichter besiedelten **Mecklenburg**, und wie ebenso wirken manche fast überdimensioniert wirkenden Bauwerke kleiner Städte.

Um einen Vergleich mit weiter östlich gelegenen Gebieten nicht auszuschließen: In Osteuropa existierten zur Zeit der deutschen Ostkolonisation längst bedeutende Städte, so wird genannt 859 Nowgorod, um 882 Kiew, um 965 Krakau.

**Böhmen und Mähren** wurde im 13. Jh. auch in ländlichen Gebieten teilweise von Deutschen besiedelt und entstanden deutsche Siedlungen in den meist gebirgigen Randgebieten. Städte wie Kuttenberg, Tschaslau, Kolin oder Böhmisch-Krumau

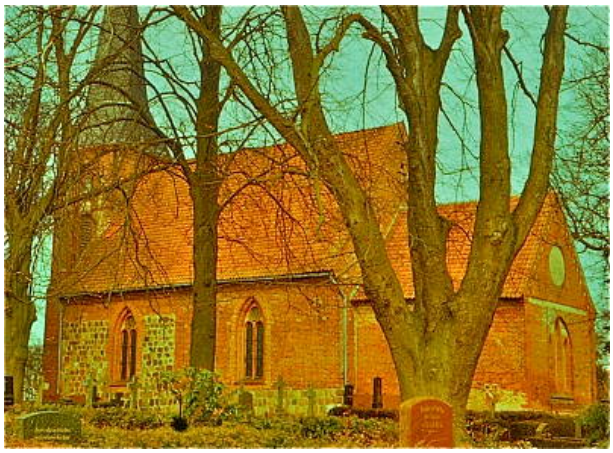

Abbildung 463: Lübsee, Dorfkirche, 1236 - 1263.



Abbildung 464: Friedland/Meckl..

und Budweis besaßen um 1420 eine deutsche Mehrheit (F. SMAHEL 2002, S. 300).

## Gewaltsame Missionierung und Unterwerfung der nordöstlichen Festlandsregionen

Der Gedanke der Bekämpfung von 'Heiden' wurde nun vor allem auch nach dem ferneren Nordosten getragen, auch ins Innenland. Schon hatte es an der Küste neue Handelsstädte gegeben. Aber nun gab es auch "Kreuzzüge" **gegen Heiden im Inneren**, auch verbunden mit Sündenablaß. In Mecklenburg und an der Ostseeküste war die Christianisierung und die schließliche Vorherrschaft deutschen Dialektes zwar nicht unkriegerisch verlaufen, hatte aber nicht zu einem 'Blood Land' geführt, sondern es gab eben nun Lehensbindung der Slawenfürsten.

Blutiger sah es bald in den **baltischen Regionen** aus. Hier hat es nicht wie in Mitteleuropa und in und um Frankreich einen engeren Zusammenschluß der zahlreichen Völker gegeben, der Esten, Kuren, Semigaller, Liven, Letten, Pruzzen und anderer. Es gab in dem vorwiegend agrarischen Land kein 'Paris' oder 'Aachen'. Daß der spter heilig gesprochene Prager Bischof ADALBERT von den Pruzzen 997, am 23. April, erschlagen worden war, wurde immer wieder hervorgehoben. Um 1231 schon war mit Kreuzfahrten (B. JÄHNIG 2002) zur Landgewinnung im Inneren des Nordosten begonnen worden und hier erschienen auch die im Unterschied zu anderen **Mönchsorden** bewaffneten **Ritterorden**, die schon im Orient gegründeten **Johanniter, Templer und Deutschritter**, und die noch dazukommenden Schwertbrüder und Dobriner Brüder, vielfach "arbeitslose Kreuzfahrer" (N. DAVIES 2000, S. 261), hart wie Arbeitslose oft werden. Der **Deutsche Orden** war aus einer 1190 zur Zeit des dritten Kreuzzuges vor Akkon ein Feldspital leitenden Bruderschaft hervorgegangen. 1198 wurde diese Bruderschaft zum Ritterorden umgebildet (B. JÄHNIG 2002, S. 217). Etliche Zeit vorher mußte die Kirche nach scheinbarer christlicher Bekehrung der immer wieder zum Heidentum zurückkehrenden Preußen zwei Märtyrer liefern, den 997 erschlagenen ADALBERT von Prag und den 1009 ein gleiches Schicksal erleidenden BRUNO von QUERFURT - für die Märtyrere suchende katholische Kirche vielleicht gut ausnutzbare Ereignisse. Im Norden, bei den Bauernvölkern der Letten und Esten, vollzogen die Schwertbrüder, die mit dem roten Schwert auf dem weißen Mantel, was die Deutschritter mit dem schwarzen Kreuz auf dem weißen Mantel im Süden vollbrachten, die Unterwerfung der dort Wohnenden. Die **Esten** gelten 1224 als endgültig unterworfen (P.. JOHANSEN 1969). Im Süden, bei den besonders Widerstand leistenden Bauern der **Pruzzen**, war der polnische Teilfürst KONRAD von MASOWIEN, mit Bekehrung und Unterwerfung nicht vorangekommen und hatte den aus Ungarn

ausgewiesenen Deutschen Orden zu Hilfe gerufen. Er gab ihm als Ausgangsbasis sogar das Kulmer Land (W. CONZE 1992, S. 29), **1226**.. Die **Pruzzen** waren das westlichste und sprachlich dann verschwundene der baltischen Völker (W. KUHN 1973). Im Namen '**Preußen**' ist die ehemalige Existenz der seinerzeitigen Bewohner enthalten. Der Orden der Deutschritter wurde aber vom gerufenen Helfer zum Herren. Wie in Palästina ging es auch im Ostseeraum dem Orden um Bildung **autonomer Staatlichkeit,** dauernde Sicherung des Gewonnenen. In Preußen gelang das besser als im Orient, wenn auch hier nicht für dauernd. Nachbarn wie Polen und Russen holten auf (s. a. H. PÖLKING 2013). Sich als Kreuzfahrer sehende Ritter aus ganz Europa brachen immer wieder im Winter zur Preußenreise auf, den dauernd im Nordosten tätigen Rittern zu helfen, die offensichtlich immer wieder widerspenstigen Heiden zu bezwingen (W. PARAVICINI 2007, S. 315 ff.). Auf dem Eise des Peipus-See erlitt man 1242 gegen ALEXANDER NEWSKI eine schwere Niederlage. Das Hinterland der Ostseeküste war dünn besiedelt, war ein Dorfland. Trotzdem gab es auch schwere Pruzzenaufstände. Aber an Einwanderer (F. SEIBT (1987, S. 456) vergab der Orden in seinem Gebiet "schätzungsweise anderthalb Millionen Hektar Rodeland", was etwa 60.000 Bauernstellen bedeutete, "zusammengefaßt in etwa" 1400 Zinsdörfern, und es erstanden 93 Städte und Städtchen. Lokatoren hatten die neuen Dörfer zu gründen. Im Süden und Westen Europas wurde auf alten und in vielem städtischen Kulturboden aufgebaut. Hier im Nordosten des mittleren Europa wurde Neulandaufbau betrieben, wurden vorangegangene Strukturen in der Wirtschaft aufgebrochen. Mit auch Selbstkasteiung der zur Keuschheit und 'Armut' verpflichteten Ritter wurde gewiß ein Land mit für damals fast vorbildlicher Infrastruktur ausgebaut. Das mit Härte gestaltete Land unter einem Regime der Askese, wenig Heiterkei und wenig Freude für die meisten! Eine großartige Sache? Der eigenständige Ordensstaat galt zeitweise als bestgeordnetes Staatswesen - zeiweilig! 1250 wurde im Ordensstaat und von ihm militärisch geschützt das souverände Fürstbistum Ermland eingerichtet und auch dieses vor allem deutsch besiedelt (L. WITTSCHELL 1925, S. 6). Viele Ordensburgen der ritterlichen Herren sind noch heute erhaltene Denkmäler, von den Deutschen einst anders bewundert als heute von den dennoch die Geschichte achtenden und die Denkmäler vorzüglich restaurierenden Polen. Hauptsitz der Ordensherrschaft wurde 1309 - 1454 die **Marienburg**/Malbork.

Noch zu bwundern vor allem an der Burg in **Marienwerder**/Kwidzyn war auch das leidige Toiletten-und Abfall-Problem mit dem gesonderten Turm nahe der Weichsel elegant gelöst.

Mit dem Vordringen der Kreuzfahrer-Orden nach dem Nordosten des Baltikum, auch nach **Livland** (H. HELBIG 1987), ließen sich auch hier Deutsche nieder, erfolgte auch hier eine Ostsiedlung. An der Küste entstanden Hafen- und Kauf-



Abbildung 465: Marienburg/Malbork 1969.



Abbildung 466: Ordensburg Marienwerder.



Abbildung 467: Marienwerder/Kwidzyn.



Abbildung 468: Ordensburg Gniew.

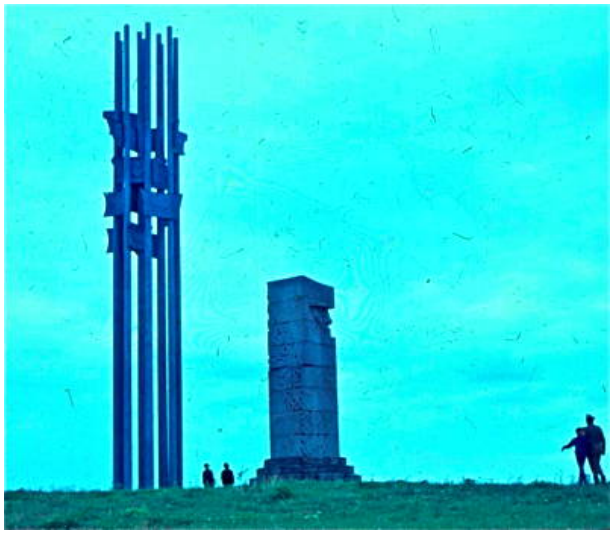

Abbildung 469: Grunwald-Denkmal. 1969.

mannsstädte. Und diese wollten sich schließlich nicht als dem Orden untertan sehen. 1201 war **Riga** erstanden**,** das sich wie bald andere Städte gegen ihre Stadtherren, 1297, erfolgreich wehrte (B. JÄHNIG 2002, S. 222) und erst 1330 wieder bedingt Ordensstadt wurde (S. 232). Völker wie die Esten und Letten wurden zwar christianisiert, aber nicht germanisiert und namentlich ab Anfang des 20. Jh. meldeten sie ihre nationalen Souveränitätsansprüche an, auch gegen die herrschenden deutschen Adligen, die mit den Kreuzfahrern vor langer Zeit die Herrschaft ergriffen hatten.

Noch im späten 14. Jh. waren die meisten **Litauer** 'Heiden' und **1386** erst ließ der litauische Großfürst JAGIELLO sich und ihm folgende Adlige aus Anlaß seiner Hochzeit mit der polnischen Königin JADWIGA/HEDWIG taufen (S. TORNOW 2011, S. 47), Er wurde, zunächst in **Personalunion** von Litauen und Polen, König von Polen und es erstand unter den **Jagiellionen** dann eine herausragende Hochkultur. Diese Vereinigung war Ergebnis der Drohung durch den Ordensstaat. So wie die nordischen Länder sich 1397 in der Kalmarer Union vor allem gegen die Hansa vereinten. Erst mit der Lubliner Union 1569 allerdings erstand die Polnisch-Litauische Adelsrepublik, die nach Osten hin immer mehr einheimsen konnte. Die trotz der Christianisierung weiter bedrängten polnisch-litauischen Ritter schlugen **1410** in der Schlacht von "Tannenberg" die auch von anderen westlichen Rittern unterstützten Ordensritter, die, im Polnischen als die **Schlacht von 'Grunwald**', bezeichnet, die als mit schwerste Schlacht des Mittelalters zu sehen ist. Erobernde Christen gegen bedrängte Christen! Die Marienburg konnte von den polnisch-litauischen Rittern nicht eingenommen werden.

Aber die Deutschritter verloren 1422/1423 erste Territorien (f. BAETHGEN 1951, S. 103). Das unbesiegte Litauen konnte sich östlich von Polen bis an das Schwarze Meer ausdehnen. Es trennten sich die im 'Preußischen Bund' vereinten Städte 1454 (Wikipedia 2017) vom Ordensstaat. Danzig, Elbing, Thorn wurden 1457 autonome Stadtrepubliken. Burgen und mit ihnen die Marienburg mußte der Orden wegen Geldmangel verkaufen (H. PÖLKING 2013, S. 158). 1466 trennte sich im 2. Thorner Frieden der westliche Teil des Ordensstaates von dem Ordensstaat östlich und wurde ein Ständestaat in Personalunion mit dem polnischen König. Das schon recht unabhängige Bistum **Ermland**, zu dem auch Frauenburg gehörte, wurde **autonomes Fürstbistum**. Auch andere Regionen, so Kulm, erhielten Autonomie unter der polnischen Krone und es kam zu einer Gemenglage in der Region, die 1772 vom Königreich Preußen bei der 1. Teilung Polens übernommen wurde. Der nach 1466 **verbliebene Ordensstaat "Preußen"** wurde 1525 säkularisiert zum Lehen des polnischen Königs, damals SIGISMUND I., Herrscher in einem wohlgeordneten Staat, und der letzte Hochmeister ALBRECHT von Ansbach-HOHENZOLLERN, sein Neffe, mit dem er 1519 - 1521 im Krieg gestanden hatte. wurde 1525 weltlicher Herzog von Preußen. '**Westpreußen'** wurde gar **polnisch-königlich**, wobei noch im 20. Jh. gestritten wurde, wie weit die Autonomie gegenüber der polnischen Krone ging**.** Den dortigen Städtebürgern war die polnische Hoheit recht - damals.

## Geistbestimmende Religion

**Die administrativen Leistungen** der katholische Kirche als einigermaßen Ordnung sichernde Macht auch in wilden Zeiten sind das eine. Aber sie ruhten auf einem **von Legenden bestimmten und mit Härte durchgesetztem Weltbild,** dessen Fall eines Tages nötig war, wenn der Geist nicht gefesselt bleiben sollte. Ach, wie lange hat das gedauert, wenn von zeitweiligen Lichtblicken abgesehen wird und der Glaube noch bei vielen andauert. Das was so ziemlich zu **fehlen** scheint oder nicht überliefert wurde, ist die **grundsätzliche Skepsis** an dem, **was in der Bibel steht**, ob die Schöpfung, die Sintflut, die Lepraheilung durch Handauflegen von Jesus, das Wüstengespräch mit dem Teufel, die Auferstehung, jene Dinge, welche die Bibelkritik eines VOLTAIRE, REIMARUS, LESSING im 18. Jh. oder die des 19. Jh. in Frage stellte. Häresie war meistens nur Interpretation der Auslegung, nicht völliges in Fragestellen.

Die **christliche Glaubenslehre** blieb für das **geistige und kulturelle Leben** im gesamten Mittelalter bestimmend. Freier im Inhalt war nur etwa der Minnesang. Die Religion beeinflußte die Menschen nicht nur in den Predigten, sondern ebenso in allen Skulpturen an den Portalen der Kirchen oder im Kircheninneren,

in den Gemälden am Altar oder den bunten Glasfenstern. Die meisten Menschen stellten das Mythische wohl nicht in Frage, suchten etwa die Berührung mit einer Reliquie, hatten das Religiöse völlig verinnerlicht (S. FISCHER-FABIAN 1988), auch in Zeiten des äußeren Antiklerikalismus. Und der **Glaube alller** sollte nicht nur gelten **für einen und denselben ominösen Gott**, sondern auch für **einen angeblichen Sohn** und einen ominösen **'Heiligen Geist'** und verehrt werden sollte auch die Verwandtschaft des Gottessohnes, und für alle **verbindlich und gleich aollten sein die Art der Verehrung, die Rituale, die Symbole.** Und gelten solle für die Christen das eine 'Heilige Buch', die Bibel. Die Juden mit dem 'Alten Testament' und die Mohammedaner mit dem 'Koran' galten auch als die **Buchreligionen** im Unterschied zu den antiken Gottheiten ohne heilige Schriften, geschildert nur in Dichtwerken wie denen von HOMER oder den antiken Dramatikern. Aber wer gesehen hat, mit welcher Inbrust in Lamatempeln, etwa in Tibet oder auch in der Mongolei, in Schriftrollen gelesen wird, der sieht diese Definition von Buchreligion als zu eng und heilige Schriften haben auch die Perser und die Brahmanen. Heilige Schriften sollten stehen über aller Vielgötterei der Vergangenheit und für die Christen sollte die Bibel einzig wahr sein mit allen ihren Wundern und Absurditäten, erhaben über alle antiken Gottheiten.. Der Zoologe KONRAD LORENZ (1940, S. 112) im 20. Jh. wunderte sich spöttisch, wie "es der Kirche möglich war, die verwickeltsten und unverständlichsten und noch dazu volksfremden Mythen bis ins letzte Bauernhaus zu tragen." Der Glauben wurde mit einer "Entschiedenheit" angenommen, "die heute unvorstellbar ist" (N. DAVIES 2000, S. 264), und von wirklichen Ausnahmen gibt es kaum Nachricht. Jedermann ging regelmäßig irgendwo in die Kirche. Kirche gab es auch im Dorf. Viele erhielten alle Informationen über Dinge in der Welt nur vom Pfarrer. Und so lange das so war, konnte keiner sich aus den religiösen Änderungen und Auseinandersetzungen späterer Zeiten heraushalten. Auch alle Bestrebungen zu sozialen Umwälzungen, ja auch beim Kampf gegen die katholische Kirche: das Christentum blieb über allem. Ob bei den Hussiten oder aufständischen Bauern. Selbst manche der härtesten Fürsten sanken schließlich in die Knie, ohne deswegen weniger hart zu sein. Buße löste vieles, außer den ja Buße ausschließenden Unglauben. Herrscher oder Herren, die hart straften, fühlten sich kaum im Unrecht und sahen sich als Verteidiger ihrer Stellung und ihres Eugentums und glaubten sich kaum zu Buße verpflichtet zu sein. Büßte KARL DER GROSSE für die gerichteten Sachsen? Die ohnehin Heiden waren. In der Plastik von Grabmalen wird öfters durch Engel oder gar die Jungfrau Maria selbst der einst menschenmordende knieende Unhold zur ewigen Seligkeit emporgehobe und das - von Naiven gebilligt. Die USA-amerikanische Historikerin BARBARA TUCHMAN wird schreiben (1982, S. 44). "Die Zugehörigkeit zur Kirche war keine Frage der freien Wahl; sie war Zwang und ohne Alternative. Das gab ihr eine Macht über die Menschen, die nicht einfach



Abbildung 470: Externsteine, Relief Kreuzabnahme, etwa 1115 - 1130?.

abzuwerfen war." Der französische Historiker GEORGES DUBY sprach (1992, S. 103) von "der erdrückenden Macht des Glaubens." Das Römische Imperium hatte viele Götter geduldet, wenn nur ebenfalls, "neben ihnen", auch der Kaiser verehrt wurde. Nun sollte das nicht mehr gehen. KARL der GROSSE verlangte von den Sachsen wie andere nach ihm von den Slawen Christianisierung oder es kam Vernichtung. Christentum war Machtsicherung. Überall sollte Christliches sichtbar sein.

Wenn man aus armen Behausungen kam, dann mußte der Eintritt in das Kircheninnere wie der Schritt in eine viel schönere, sich den angenommenen Himmelsfreuden annähernde Welt erscheinen. Schönheit – das gab es einst für den Normalbürger nicht im individuellen, wohl aber im kollektiv-religiösen Bereich. Kirchen wirkten auch in der Musik sicherlich auf Sehnsüchte der Menschen, bei den Erbauern und Schöpfern der Kunstwerke wie der besuchenden Menschen. Von Herrschern, wie den Karolingern (P. RICHE´1995, S. 194), wird gesagt, daß ihrer Meinung nach für Gott nichts schön genug sein konnte. Dem entsprachen dann auch die heute noch oft bewunderten Domschätze. Diese Domschätze waren aber auch so etwas wie eine Kapitalrücklage. Der Frühromantiker NOVALIS überlegte 1799 (in 1975, S. 444): "Mit welcher Heiterkeit verließ man die schönen Versammlungen in den geheimnisvollen Kirchen, die mit ermunternden Bildern geschmückt, mit süßen Düften erfüllt und von heiliger erhebender Musik belebt waren. In ihnen wurden die geweihten Reste ehemaliger gottesfürchtiger Menschen dankbar in köstlichen Behältern auf-



Abbildung 471: Altar Bardowick.

bewahrt. - " Das war Rückschau eines religiös geneigten Menschen in einer Zeit, da es mit der christlichen Religion nach den Jahrhunderten der Herrschaft schien vorbei zu sein. Alle solche Sehnsucht ändert nichts daran, daß die dahinter stehende Lehre Phantasie, ja Unsinn ist und ein Buch aus ebenfalls abergläubischen Zeiten sinnlos aufgewertet wurde, offen für vielseitigen Mißbrauch.

Es gab für kaum jemanden eine Alternative und dabei nebenher dennoch auch eine bemerkenswerte Entwicklungen von Kultur und Bildung. Es wurde fortgesetzt und auch mit Neuerungen bereichert, was mit dem Untergang des Römischen Imperiums im Westen sich weitgehend verflüchtigt hatte. Die katholische Kirche baute eine **Struktur** auf, die sich friedlich oder auch weniger friedlich über immer weitere Teile Europas ausbreitete, zuständig für die Ideologie, aber auch für andere Lebensbereiche. Sie erhob auch eigene Abgaben und konnte so ihre Einrichtungen unterhalten. Es war die Welt der **Erzbistümer, der Bistümer**, also der Bischofssitze, Diözösen, und eine Etage tiefer die der Klöster auf dem Lande und der Lateinschulen in den Städten. Wer nicht in den Kampf der Ritter und ihrer Knappen einbezogen sein wollte, dem blieb eine mehr geistig-intellektuelle Karriere vor allem in den Kirchenstrukturen. Wenigstens zunächst mußte er sich sehr unterwürfig, "gehorsam", verhalten, und wurde dabei wohl so geprägt, daß die Zugehörigkeit zur Kirche auch verinnerlicht wurde. Und die Laien zogen die Autorität der in der Kirche Wirkenden wenigstens bei einigermaßen moralischem Verhalten dieser selten in Frage,

Und diese Bibel durfte von Laien oft und mit wiederholten Verboten nicht selbst gelesen werden (s. etwa MARINA MÜNKLER in Zeit online, 1, Oktober 2014). Falls man überhaupt lesen konnte und das in Latein. Bilderbibeln, die "Biblia pauperum' konnten gereinigten Ersatz bieten. Das heiligste Buch der Christenheit verboten! Der als älterste deutscher Dicher geltenden OTRI(E)D VON WEIßEN-



Abbildung 472: Amiens.Kathedrale.

BURG hat im 9. Jh. immerhin in einem in einem in einem althochdeutschen Dialekt verfaßten Bibelepos Geschehnisse aus der Bibel vorgestellt (Wikipedia 2019), Im 14. Jh. aber haben erliche Kleriker aber Bibeln oder Teile davon in Volkssprachen übersetzt, vollendet oder revidiert WYCLIFF in England ins Englische und HUS in Prag ins Tschechische.

Die **deutsche Sprache** hatte im Mittelalter manche **Wandlungen** durchgemacht,, von all den Dialekten einmal abgesehen. Das **Althochdeutsche** wich um 1050 der Dichtersprache des **Mittelhochdeutschen**, wie es etwa im Nibelungenlied vorliegt, und nach 1350 folgte das **Neuhochdeutsche**, das sich ebenfalls veränderte und dem etwa LUTHER manche neuen Begriffe und Sentenzen hinzufügte. Wir verstehen die in dem Neuhochdeutschen vorliegenden Schriften auch etwa des 17. Jh., aber in den Abweichungen von der heutigen deutschen Sprache macht das Lesen auch Mühe.

Nachdem wegen des Buchdrucks Bücher zugänglicher wurden, war für viele derjenigen, die lesen konnten die Bibel, in der Volkssprache, oft das einzige Lesematerial, vielleicht ergänzt durch einen Kalender. Auch das Lesen führte also zunächst kaum zum kritischen Denken all der vielen, welche von den Zentren der Diskussion, etwa den Universitäten, fern waren. Als man die Bibel lesen durfte: Bibel, Bibel und oft nur Bibel - auch das Lesen kann zu Stupidität führen. Und bei frommen Familien gibt es das Bibel-Vorlesen am Sonntagmorgen noch heute. Es ist auch die Liturgie mit ihrer endlosen Wiederholung bei jedem Kirchgang, die sich unverflüchtbar

einprägt. Widersprüche wurden nach dem vielen Anhören von vielen nicht gesehen. 'Ich glaube, daß mich Gott geschaffen hat,' das hat DARWIN auch in der Gegenwart nicht aus der Kirche verbannen können.

Wenn **Latein** die **verbindende Sprache der Intellektuellen** sein sollte, dann wurde eigentlich damit der von Gott als Strafe für die Anmaßung des Baues des Turm von Babylon herbeigeführte Sprachwirrwar unterlaufen. Und war das nicht sündhaft? Nun gut, der 'Heilige Geist' hatte das zu Pfingsten für die Apostel wieder aufgehoben.

Sicherlich zeigt die Kirchenlehre in den verschiedenen Jahrhunderten auch **unterschiedliche Ausprägungen**. Der siegreich dem Grab entsteigende Jesus mit dem wie ein Siegeszeichen erhobenen Kreuz auf frühmittelalterlichen Gemälden stand später, vor allem nach der Pestzzeit, die weinende Maria mit dem toten Jesus, die Pieta, fast entgegen (G. DUBY 1986). Das Irdische wenig geachtet - und dennoch himmelstürmend wirkende **Kirchenbauten**, die wie für eine weite Zukunft und nicht für ein nahes Weltende (A. BORST 1973, S. 224) errichtet schienen.

Im **Zentrum der Lehre stand** für die Menschen **die Auferstehung**, hoch in den Himmel oder hinab in die Verdammnis. Damit konnte am ehesten die Herrschaft über die Gemüter, die 'Seelen' zustande kommen. Und mit der Wahrung der Moral wurde des begründet. Über die Ansichten des GREGOR VON TOURS über die Herausbildung des jüdischen Monotheismus und des Judentums ist schon oben berichtet worden. Was hatte bei GREGOR VON TOURS (s. 1878, S. 308/309) nun über die Auferstehung seinen Christen zu sagen: "Denn wenn es keine zukünftiger Auferstehung giebt, was nützt es denn den Gerechten redlich zu leben, und was schadet den Sündern ihr Leben in Ungerechtigkeit? Sie würden alle dahinleben in ihren Gelüsten, und jeder thun, was ihm beliebt, ..." Niemand sollte der Auferstehung, gleich oder est zum 'Jüngsten Tag', durch Abtauchen ins Nichts entgehen können und Unglaube sollte die schlimmste Sünde sein: "... sollte die ewige Strafe erleiden, weil er nicht glaubte an den eingebornen Sohn Gottes, aber dennoch wird er auferstehen im Leibe, um im Fleische, in dem er gesündigt, seine Strafe zu leiden" (GREGOR VON TOURS I, 1878, S. 206). Die 'Sünder' wären zunächst "in dem Gefängnis der Hölle ..., um bis zum Gerichte bewahrt zu werden" (S. 206). Und: "... ist klar, daß was vom Körper eines Menschen ein Fisch verschluckt, ein Vogel zerrissen oder ein wildes Thier verschlungen hat, von dem Herrn bei der Auferstehung ersetzt und hergestellt werden wird; ..." (S. 205). Da Gott seine angedrohten furchtbaren Strafen erst nach dem Tode und das für die Ewigkeit voll entfalten sollte (s. a. TH. PAINE 1794), konnte der Gläubige auch nicht wagen, durch den ohnehin verbotenen Selbstmord einem Elendsleben und seinen Unterdrückern zu entgehen, sondern konnte nur durch Gehorsam auf ein einigermaßen erträgliches Ende hoffen - und blieb als ausnutzbare Arbeitskraft erhalten. Die-

se Verängstigung gab es so im Heidentum nicht, hier konnte vor allem nur der strafende Staat drohen, den Sklaven verprügeln, töten, den Bösewicht hinrichten - und diese waren dann tot für immer. Dem Leiden unter einem irdischen Diktator machte der Tod ein Ende, aber bei dem Christengott, "dem göttlichen "geliebten Führer" ... ist das Sterben erst der Anfang der Qualen" (in R. DAWKINS 2016 b, S. 430). Später bei den Lutherarn und Calvinisten war die 'Lehre' noch viel furchbarer, weil der Mensch durch ein 'gottgefälliges' irdisches Leben an seinem Schicksal nach dem Tode nichts sollte ändern können, denn das Menschen Schicksal hing ab von 'Gnade' oder, bei CALVIN noch bestimmter, von Vorherbestimmung, 'Prädestination' (s. ob.).

Christentum, was ist es? Religion der 'Liebe' oder eher eine **Religion des Schreckens**, welche den Aufstand von unten auszuschließen suchte, bis gewagt wurde mit der Nachfrage nach den Lebensumständen des pflügenden Adam und der spinnenden Eva die Feudalgewalt und mit der Nachfrage nach den von Gleichheit geprägten Zuständen im Urchristentum die klerikale Macht anzuzweifeln.

Zweiflern wurde mit der **'Schrift'** geantwortet. Was sie sagte, auch die Propheten wie Jesaias und Hesekiel im Alten Testament, sollte die **unumstößliche Wahrheit** (GREGOR VON TOURS, 1878, S. 204) sein und die Apostel hätten nicht an der Auferstehung gezweifelt. Anderer Beweise, handfester, bedurfte es nicht. Und was nach dem Tode kam, Patadies oder Hölle, das war 'Ewigkeit, "O Ewigkeit, du Donnerwort". Wegen einer fast lächerlichen Bemerkung über den Stillstand der Sonne über einem Schlachtfeld wurde Jahrhunderte später das Weltbild des COPERNICUS verdammt und GALILEI bestraft. Durch die **Predigten über die Hölle**, die alle Nicht-Gehorsamen nach dem Tode erwartete, und in der die irdischen und auch vor dem Tod oft grausamen Leiden endlos, in 'Ewigkeit" weitergingen, mußten in den meist naiven und ungebildeten Gemütern wohl seelische Qualen hervorrufen und Untertänigkeit veranlassen. Selbst durch Selbstmord konnte man irdischen Qualen nicht entfliehen, denn man wurde zur Auferstehung erweckt und dann kam die ewige Strafe, schon für die Selbsttötung. "Hölle" – für jene in Bergwerken und auf Galeeren brauchte man sie kaum ausmalen. Angst und Schrecken - es erschien das Dasein auch über den Tod hinaus als furchtbar – eines der ganz großen Verbrechen der Kirche. Lebensfreude wurde unterdrückt. Demut erzwungen. Ein Untertanengeist auch für kommende, aufgeklärtere Jahrhunderte eingebrannt. Zweifler sind immer eine Gefahr für bestehende Herrschaft und bisherige soziale Rangordnung. Eindrucksvoll erschreckend stellten Künstler die Qualen der Verdammten beim Jüngsten Gericht und für alle Ewigkeit danach dar. Erschreckend die Plastiken außen am italienischen Dom von Orvieto oder in einem Gemälde von LUCA SIGNORELLI im Inneren, in Gemälden in der Kathedrale der südfranzösischen Ketzerstadt Albi, in dem Monumentalgemälde von



Abbildung 473: DANTE. Florenz.

HANS MEMLING in Danzig. Glaubten jene, die so etwas malten an das, was sie selbst erfanden? Dachten sie mitleidslos an die zu Erschreckenden? Trotz Gottes angeblicher Allmächtigkeit bestimmte die Kirche aber **Selige und Heilige**, also wußte angeblich, wer unter ihren Fittichen oben in Seligkeit angekommen war, nur Anhänger der Kirche selbstverständlich, und Selig-und Heiligsprechungen wurden oft mit viel Volk vorgenommen, waren eigentlich vergleichbar mit säkularen Auszeichungen. Der Florentiner Dichter DANTE hat sich in seiner "Göttlichen Komödie" eigentlich göttlich-päpstliche Rechte angemaßt, wenn er um 1300 bekannte Persönlichkeiten aus ferner Vergangenheit und solche seiner Zeit in die nach seiner Meinung ihren Taten angemessenen Kreise der Hölle verwies, so "... der von Dante in den siebten Höllenkreis Verbannte ..." usw. (Dichtung bei C. F. MEYER).

Es gab sogar Leute, die in Passionsspielen Jesus verkörperten - und dennoch Jesus nicht nur als spielerische Erfindung sahen.

Immer wieder und bis in die neueste Zeit legte der **Vatikan** auch **neue Glaubeninhalte** fest, bestimmte, was anerkannt sein durfte und mußte. Auf einer Synode 745 wurde etwa festgelegt, daß unter den **Erzengeln** nur Michael, Gabriel und Raphael Verehrung zustehe (P. RICHE´ 1995, S. 81). Es sollte keine Religion 'Marke Eigenbau' geben! Mit der schon frühmittelalterlichen "Erfindung" des **Fegefeuers**, dem '**Purgatorium**', konnte dann nach etlicher Zeit ein Ende der Höllenqualen erwartet werden, und mit Ablaß an die Kirche ließ sich die später zu erwartende

Qual verkürzen. Nur mit dieser Lesart von Strafe in Jenseits konnte Ablaß-Zahlung erwartet werden, und dafür wurde das von Papst GREGOR I, im später 6. Jh, geförderte Fegefeuer (K. BRANDI 1952, S. 46) dann besonders häufig betont. Die Einnahmen noch weiter zu erhöhen verkündete der Papst 1476 die Erlösung auch schon Verstorbener aus dem Fegefeuer - gegen Geld! (A. DEMANDT 2008). Für die wegen Geldmangel oder Geiz der Nachfahren nicht durch Ablaß Erlösten dauerte die Qual also weiter? Einst HUS und später die Lutheraner lehnten diesen Ablaß ab, aber jene, die an den Ablaß glaubten. waren wohl getröstet und er hatte da eine positive psychische Wirkung.

Das Ergebnis all dieser Religion: Millionen verkrüppelter und geschändeter Seelen! ? Von ihrer Lehre her war 'die' katholische Kirche und waren später auch die anderen Kirchen das erfolgreichste Schwindelunternehmen der Weltgeschichte, und gewaltige Einschüchterungsunternehmen dazu. Aber über alle Krisen und Separatbewegungen hinweg hat es die katholische Kirche auch verstanden, vielen **Milliarden Gläubigen den erwünschten Trost** zu spenden und das bis ins 21. Jahrhundert. **Die Herrschenden**, die, oft nach schweren Vergehen, Klöster gründeten und fromme Stiftungen hinterließen waren zumindestens oft wohl ebenfalls von dem Glauben eingenommen, ja bedrückt, fürchteten vor dem Tod um ihr Seelenheil. Ihre Grabmäler in Kirchen, zumal die **Epitaphien** im Liegen oder Stehen, stehen manchem Beamtengrab im alten Ägypten nicht nach, bedeuten also wiederum einen der Heilserwartung fast widersprechenden **Totenkult.** Sicher ist "dabei schwer festzustellen, wo die Religiosität endet und das Zurschaustellen der Macht beginnt und inwieweit der Totenkult dafür verwendet wurde, die gesellschaftliche Hierarchie noch mehr zu betonen" (M. A. LADERO 1992, S. 163). Der normale ausbeutbare **Untertan** andererseits sollte so vollkommen vom religiösen Weltbild eingenommen sein, daß ihm eine Alternative nicht in den Sinn kam, wobei er auch die großen Unterschied in der Bestattung hoher und niedriger Leute kaum in Frage stellte. Wie ernst haben alle Erwachsenen die Rituale gemeint, zu denen sie verpflichtet waren? Und welche Untaten begingen gerade die Hochgestellten, um vor dem Tode Reue als ausreichend zu empfinden? Immer wieder hatten, und das für die katholischen Gläubigen bis heute, die Menschen zur **Beichte** zu gehen, Sünden zu bekennen, das auch Kinder, und man könnte mit F. LEWALD 1983, S. 191) meinen: "Ob sich der kälteste Priester nicht an die Brust schlagen mag, wenn er hört, er, der Welt und Leben kennt, was solch ein achtjähriges Kind für Sünde hält?"

Hatte sich bei gelehrteren Leuten erst einmal 'ratio' eingefressen, galt es mit **Scholastik** das religiöse Weltbild mit Gott auch vernunftgemäß zu begründen.

Und geduldet wurde, daß man **Juden** tausend Jahre nach vermeintlichen Ereignissen in Jerusalem in Deutschland erschlug als "Christusmörder", als wenn Juden im



Abbildung 474: Geglaubter? Sündenfall. Pirna.



Abbildung 475: Jüngstes Gericht. Orvieto.



Abbildung 476: Zur Hölle: Reims.

Jahre 1100 irgendetwas damit zu tun haben könnten. Und wie viele Juden waren denn in Jerusalem überhaupt dabei? Der Kreuzestod des ominösen Jesus endete im Unterschied zu allen anderen Gekreuzigten zudem in fröhlicher Auferstehung. Billige Entschuldigung am Ende des 20. Jh. - das war es? **Der Vatikan müßte endlich sagen: "Wir haben so viel dummes Zeug gesagt, zweifelt bitte an allem, was wir von uns geben!"**

Um Juden zu beleidigen wurden etwa an Kirchen, so an der Stadtkirche Wittenberg, Plastiken mit einer Sau angebracht, an deren Zitzen Ferkel in Judentracht saugen, das Motiv der **'Judensau'**, wonach die Juden also nicht Gottes Ebenbild entsprachen. Später wurde das karikaturenhaft auf Flugblättern dargestellt.

Bei **Hostien**, die sich rot färbten, konnte man sicherlich nicht wissen, daß es sich um Mikroben handelte, die sich bei Feuchtigkeit ausbreiteten. Aber die Hostienfärbung wurde im Antisemitismus der Zeit den Juden angelastet. Folter erzwang die Bekenntnisse in den '**Hostienschändungsprozessen**'. 1330 wurden wegen angeblicher Hostienschändung in Güstrow 23 Juden verbrannt und die Synagoge zerstört,. am 24. Oktober 1482 erlitten in Sternberg 27 Mecklenburger Juden den Feuertod und wurden 247 des Landes verwiesen (Wikipedia 2013). 1493 hat HARTMANN SCHEDEL das Ereignis in seiner 'Weltchronik' mit Farbbild vorgestellt. Bis in die Zeit der Aufklärung ließen sich keine Juden mehr in Mecklenburg nieder.

Den Naturwissenschaften sprach die Bibel Hohn, ob mit der Verwandlung von Wasser in Wein, der Speisung von Tausenden durch wenige Fische, der bei Jesu Eintreffen keine Früchte tragenden Feigenbaum und seiner fast augenblicklichen Verdorrung auf Jesu Fluch.

Religion der Liebe und Barmherzigkeit in Worten und Härte auf der anderen Seite,

und auch andere christliche Konfessionen als Katholiken benutzten die Namen der grausamen Helden des Alten Testamens, die David, Josai und andere als Namen für ihre Kinder, als ob Kampf und Totschlag und Verführung normal wären.

Und der angeblich große, ja unendliche Gott oder wenigstens seine Begünstigten, die Heiligen, sollten **auch bei allen alltäglichen** Verrichtungen eingereifen. Für viele gläubige Menschen bis heute. Dank an Maria in Altötting, wenn man aus einem Verkehrsunfall lebend herauskam. Und wenn im Mittelalter ein Buch verfaßt wurden, so 1294 beim Abfassen des Freiberger Bergrechts, auf Pergament: "Gott, der himmel und erde geschuf, Der helfe uns vollbringen diz buch. ...." (zit. aus O. E. SCHMIDT 1928 b, S. 69). Beschuldigte, die aber noch nicht völlig überführt waren, wurden einem **Gottesurteil** unterworfen und Gott sollte richtig urteilen. Etwa über glühendes Eisen laufen mußten und der folgende Zustand der Füße über Schuld oder Unschuld entschied. Wer sich schuldig fühlte, mochte vielleicht von vornherein weniger widerstandfähig sein, vor allem bei Zweikampf.

Manchem brachte die Kirche sicherlich auch Schutz vor säkularer Gewalt, die nicht besser als Verfolgung durch die Kirche war.

Die schließlich, schon mit dem Purgatorium, eher gemilderte katholische Höllenlehre wurde mit der angeblich unabänderlichen Zahl der zur Verdammnis Vorgesehenen bei den Calvinisten und in der "Theodizee" bei dem von einem kirchlichen Begräbnis ausgeschlossenem LEIBNIZ allerdings noch schrecklicher. War das Hohn, wenn LEIBNIZ (zit. bei W. und A. DURANT 1966, s.687) 1710 schrieb: "... die Zahl der ewig Verdammten sei unvergleichlich viel größer als die der Geretteten, und müssen trotzdem sagen, daß das Übel verglichen mit dem Guten", das in der Welt sein sollte, "fast wie ein Nichts erscheint". Das war Aufklärung noch nicht! Dann lieber als Katholik wissen, daß man durch Buße, Gehorsam usw. sich das 'Himmelreich' immerhin verdienen konnte.

Der deutsche Historiker FERDINAND GREGOROVIUS wird 1857 über die mittelalterlichen Päpste unter anderem schreiben: "... Dem menschlichen Denken befahlen sie Stillstand oder gaben ihm nur so viel Bewegung, als ihnen gut deuchte. Mäßig maßen sie ihm das Wissen zu, mäßiger die Freiheit, und sie wehrten ihm die zu schnelle Ausdehnung durch die künstlichen Schranken des Mysteriums, durch Liebe und Furcht. ... ihre Macht, unkörperlich und waffenlos, bestand nur im Glauben und im Aberglauben ... Sie schmetterten die Menschenseele in den Abgrund der Hölle und zogen sie wieder daraus hervor. ... Sie sprachen Menschen selig, erhoben sie durch ihren Spruch unter die Heiligen des Himmels und erlaubten ihnen Wunder zu tun. Sie waren Richter der Toten und der Lebendigen" (zit. aus P. GODMAN 2001, S. 389 / 390). GREGOROVIUS' Buch kam selbstverständlich auf den Index!

Fast alle Ereignisse wenigstens des Neues Testamentes sollten materielle Reste hinterlassen haben, **Reliquien**, so viele, daß jeder moderne Archäologe vor so reichlicher Hinterlassenschaft neidisch sein müßte. Aufbewahrt wurden viele der Reliquien in kostbaren, auch goldenen Behältern, in **Reliquaren**. Da gibt es im Kölner Dom und immer noch die im als kostbarsten goldenen Reliquar aufbewahrten Gebeine der Heiligen Drei Könige (G. BENKER 1980, S. 234) und einiger Heiliger mehr (Wikipedia 2016). Da werden von Glarus in der Schweiz aus der Zeit des dort noch katholischen Predigers ZWINGLI gemeldet Stücklein von der Jesus-Krippe, ein Stück von der Säule der Jesus-Geißelung, Knochen der auf Befehl von HERODES in Bethlehem vermeintlich umgebrachten Kinder, Überreste der in Köln einmal angeblich ermordeten 11.000 christlichen Jungfrauen (W. KÖHLER 1945, S. 29). In der gotischen Kirche von Saint-Denis waren in der Mitte plaziert eine Dorne aus der Jesus aufgesetzten Dornenkrone und ein Nagel vom Kreuze des Jesus (S. PINES 2014, S. 60). Eines der ältesten Stücke der Reichsinsignien war die Lanze, mit welcher angeblich durch Stich in die Leiste des am Kreuz hängenden Jesus durch den römischen Hauptmann Longinus sein Tod geprüft wurde (Wikipedia 2016). Auch ein Nagel vom Kreuz sollte noch an der Lanze hängen. Der Herrscher, der sie besaß, sollte unbesiegbar sein und sie wurde mit in die Schlachten genommen. So bei den Kaisern OTTO. Der junge OTTO III. ließ sie bei seinem Italienzug vorantragen. 1914 wurde in der Montanuniversität Leoben festgestellt, das die nunmehr in der Wiener Hofburg aufbewahrte Lanze erst im 8. Jh. n. Chr. hergestellt sein kann. Waren Reliquien entschuldbare Illusion oder bewußter Betrug? Zum Zweifel führten Reliquien, die zweimal oder gar mehrmals vorhanden waren (CH. H. HASKINS 1927, S. 235). Häupter von Johannes dem Täufer wurden von 2 Orten angegeben , von Konstantinopel und einer Kirche in Frankreich. Im Spätmittelalter hätten 5 Kirchen in Frankreich beansprucht, Reste von der Vorhaut-Beschneidung von Jesus zu besitzen. Als Jesus gekreuzigt wurde stand als Wachsoldat daneben Longius, der durch einen Lanzenstich in die Hüfte des Gekreuzigten den eingetrenen Tod festellen wollte und herausströmendes Blut in einem Gefäß auffing. Mit diesem Gefäß soll er durch die Lande gewandert sein bis er in Mantua unterkam und das Gefäß dort zur viel besuchten Reliquie wurde (K. SIMON 1991, S. 13). Vom Kurfürsten FRIEDRICH DER WEISE, der LUTHER beschützte und duldete, wird der Erwerb von etwa 20.000 Reliquien berichtet, und darunter 4 Haare der Jungfrau Maria, ein Stück ihres Mantels, ein Halm vom Stroh in der Jesus-Krippe, ein Stückchen der Windel es neugeborenen Jesus, eine Krume vom Brot des letzten Abendmahls, ein Zahn des heiligen Hieronymus (G. PRAUSE 1988, S. 85). Aber ein der katholischen Kirche verbunden gebliebener Humanist wie ERASMUS VON ROTTERDAM schrieb im 16. Jh. satirisch über die erhalten gebliebene Milch der Heiligen Jungfau (S. 235). Reliquien wurden auch als Kriegsbeute weggeschleppt. FRIEDRICH BARBAROSSA ließ aus dem 1161

stark zerstörten Mailand das aus Gold Reliquiar der sogenannten Heiligen Drei Könige nach Köln überführen, vom Gold und der Gestaltung her das kostbarste Reliquiar überhaupt. FRIEDRICH BARBAROSSAs Kanzler RAINALD VON DASSEL war seit 1159 auch Erzbischof von Köln und nahm 1164 die Reliquien auf. Und das Reliquiar, mehrfach untersucht, auch geöffnet, und restauriert, befindet sich noch heute im Kölner Dom.

Unter dem von Venedig eingesackten Raubgut aus Konstantinopel von 1204 befanden sich auch Reliquien, die man nun in Venedig verehren mußte (CH. H. HASKINS 1927, S. 235). Oder sahen manche in Reliquien nur Symbole, stellvertretende Repräsentationen? Man kann es so sehen: "In einer Welt der Angst, wo Zaubersprüche, Magie, Weissagungen, Orakel und Amulette, so viel Macht hatten, eröffnete die christliche Kirche eine andere Quelle der magischen Kraft, nämlich in der christliche Heiligenverehrung und in der Verehrung der heiligen Reliquien" (J. RICHARDS 1983, S. 29). Am blühenden Handel mit angeblichen Reliquien verdienten immer welche mit, und Prozessionen, Wallfahrten, Reliquienausstellungen brachten Einnahmen für Wirtshäuser und Herbergen, auch noch lange nach dem Mittelalter.

Eine 'Heilige Dreieinigkeit' - hinzu trat noch die manchmal übermächtige Jungfrau Maria und dann kamen die **vielen Heiligen** und bis heute erlaubt sich der Vatikan, ihm genehme Personen 'selig' oder gar 'heilig' zu sprechen und die Gläubigen haben so etwas immer hingenommen und sich an die Heiligen von einst gewandt, an den heiligen Rochus bei der Pest, den heiligen Florian gegen Feuer usw. usw.. Wieso wurde eine solche die antiken Götterwelt fast übetreffende **Vielgötterei** möglich, denn an die als im Himmel wirkenden **Schutzheiligen**, auch die der einzelnen Branchen, also für die verschiedenen Handwerke und Berufe, wandte man sich auch fern von Reliquien, trotz manchem Spott oft bis heute, es sei denn man ist Protestant. Und riesige holzgeschnitzte und bemalte Heiligenfiguren wurden bei Prozessionen etwa auf Sizilien herumgetragen und wie komisch sind manche Heiligenfiguren auch in Kirchen, und bei der Masse der Heiligen kann man sich fragen (F. LEWALD 1983, S. 409): "mit welchem Recht erlauben sich die Missionäre, die Götzenbilder der Heiden zu zerstörem, da sie das Christentum zu diesem Katholizismus , zu diesem vollendetsten Heidentum erniedrigt haben?"

Mit bestimmten **Namen**, die man etwa Kirchen und Klöstern und auch höheren Schulen gab, wurde nicht nur die christliche Religion allgemein, sondern eine bestimmte Richtung den Menschen fast eingebrannt. Da lieferte durch Jesus ein ganzer Clan Palästinas die Namen für zahlreiche Kirchen, die Jungfrau Maria mit all den Marienkirchen, dazu die Namen der Tante Elisabeth, der Großmutter Anna, der Pseudovater Joseph. Da war ein Apostel wie Petrus mit all den Petrikirchen und dem Petersdom, da war Johannes, da waren die Chronisten Lukas

und Matthäus. Kein führender Politiker geschweige denn "führender Genosse" kam noch im 20. Jh. als bleibender Ersatz dagegen auf. Und für die Erzengel war 745 festgelegt worden nur die Verehrung von Michael, Gabriel und Raphael (P, RICHE'1995, S. 81). Viel geehrt wurde der hl. NIKOLAUS, im frühen 4. Jh. Bischof von Myra, in Lykien, bewundert wegen vieler Wundertaten, gestorben an einem 6. Dezember, ihm gewidmet all die Nikolaikirchen, und hoch geehrt auch in der russisch-orthodoxen Kirche.

**Häresien - das große Denkverbot der katholischen Kirche**

Von der katholischen Kirche **Abtrünnige**, auch wenn sie letztlich Christen blieben, ja bessere und deshalb oft ärmere Christen sein wollten, erwartete ein grausames, bei Massenhäresie in in Massaker mündendes Strafgericht schon auf Erden. Immer wieder erstanden Häretiker, und wuchsen die häretischen Köpfe wie die der sagenhaften Hydra nach. Öfters war die Häresie mit sozialen Umsturzforderungen oder politischen Zielen verbunden und erschienen dann wohl besonders gefährlich. Aber auch Adlige, böhmische Ritter etwa, wurden Häretiker. Mit dem dauernden Kampf gegen Häresien gegen ihre ganz andere Weltanschauung hatten es aber auch die kirchenfeindlichen Revolutionäre nach 1793 und im 20. Jh. die Kommunisten zu tun. Kopf auf Kopf mußte bei Bewegungen fallen, die allein eine gültige Ansicht beanspruchten und meinten nur bei Beseitigung auch schon potentieller und nicht nur bereits hervorgetretener Gegner wäre gesellschaftliche Ordnung zu bewahren. Der Mensch des 20. Jh. erinnert sich an "Ein Volk, ein Reich, ein Führer".

Immer wieder haben sich die Menschen Gedanken gemacht über die Ursachen der Erscheinungen, über Gott, Seele, Tod und Unsterblichkeit. Und einige behaupteten dann, gültige Aussagen zu haben, manchmal auch neu zu verkünden. Das einzige aber, was wohl **sicher** ist, daß **die angemaßten Sinngeber**, im Christentum Päpste, Kardinäle und Priester, auf viele Grundfragen **genau so wenig Antwort geben können wie jeder normale Mensch** und ebensowenig über die als Tatasachen behaupteten Legenden über Wunderheilung, Auferstehung und anderes. Mehr als je in den antiken Zeiten und mit mehr Machtmitteln wurde dennoch versucht, Dogma, Orthodoxie, durchzusetzen. Es war noch eine weiter Weg, bis man mit GOETHE sagen konnte, daß man das "Erforschliche erforschen" und das "Unerforschliche ruhig verehren sollte." Ohne Meinungsvielfalt ist Kreativität nicht möglich. Und damit kann es keine unabhängige Wissenschaft geben. Nur Häresien lockerten enges Denken. Das auch, wenn im Mittelater Häresien kaum aus religiösen Banden hinausführten und ihre Auffassungen oft, wie bei den Katharern, nicht gerade allzu weise erschienen.

Die Geschichte der christlichen Kirchen und vor allem auch der katholischen Kirche ist ein oft grausamer Kampf um Macht, geistige, welche oft mit politischer

verbunden war.

## Häresien - Auf und Ab in der Geschichte des vielen widerlichen Christentums

Häresien gehörten zum Werden des Christentums (s. d.). Auch schon länger zurückliegende Häresien kamen immer wieder auf und wurden dann wie im Falle des PELAGIUS mit seiner Ablehnung der Lehre von der Erbsünde erneut verdammt. Zur Bestrafung von Häresien könnte man entschuldigen sagen, daß sie oder manche von ihnen die gesellschaftliche Stabilität bedrohten und ihre Verfolgung eben Bestrafung von 'Volksverhetzung' war. Das wäre eine sehr dehnbare Auslegung, welche jeden geistig-kulturellen Fortschrift oder jede neuartige Identifikation in Frage stellt. Welchen Gefahren droht das Zusammenleben in den Gesllschaften? Wer hat das Recht auf Feststellung einer nicht mehr veränderbaren "Endzeit"? Es gibt in der Gesellschaft stets außer dem offiziell Verkündeten "**Tiefenströmungen**" (G. DUBY 1982, S. 351), die aus der von maßgebenden Leuten unerkannt oft erst nach einiger Zeit auftauchen und dann schwierig auszumerzen sind. Der Dichter CONRAD FERDINAND MEYER meinte beim Erzbischof von Canterbury THOMAS BECKET, dem "Heiligen", zu erkennen: "... unterwühlte das Reich mit einem heimlich brütenden frommen Aufruhr der Seelen, gefährlicher als ein offener und körperlicher, weil er sich nicht mit Waffen niederwerfen lasse" (S. 101). Aber das wurde in solchen Fällen oft versucht.

Nach der Überwindung der griechischen Aufklärung kam eine erneute Religiosierung. Namentlich das Ende des 12. Jh- und dann das 13. Jh. brachten einen **Anstieg der Häresien** (F. BAETHGEN 1960, S. 336) in Lehren, theologischen Theorien, wie auch in davon ausgehendem Widerstand gegen die allein seligmachende Papstkirche. Und dann wurde grausamst dagegengesetzt, aber auch viel gepredigt. Mit dem auch in hartem grausamen Kampf errungenen Triumph des Christentums wurde die abendländische Geschichte mit dauerndem **Auf und Ab zwischen Gehorsam und Häresie** und schließlich erneuter Aufllärung bestimmt, bis heute! Im manchmal rückschauend gefeierten Hochmittelalter gab es eine grausame Verschärfung der Ketzerverfolgung und Ketzervernichtung. Politisches war wohl stets verbunden, denn Ketzer wollten oft vielfach auch eine neue Welt. Und dieser Kampf gegen Häresien, auch politisch bestimmten wie bei den Hussiten und anderen revolutionären Bewegungen, hörten im Spätmittelalter und danach nicht auf. **Bis all dem Irrsinn die Aufklärung und die Säkularisierung eine Grenze setzte.** Aber der Kampf der Kirchen gegen Häresien und vor allem gegen Glaubenlosigkeit endete nie, Im 19. Jh. gab es große Auseinandersetzungen um den Einfluß auf die Schulen, ob immer noch kirchlich oder endlich staatlich, der 'Kul-

turkampf' unter BISMARCK. Als nicht mehr auf dem Scheiterhaufen verbrannt wurde, fand man **Disziplinarmaßnahmen**, wie Ausschluß von Berufungen auf Universitätslehrstühle oder Ausschluß von politischen Ämtern. Noch bis tief in neueste Zeiten mußten Professoren eine Religionszugehörigkeit haben und zwar meistens die der jeweiligen Landeskirche, und sie in den Personalbögen angeben. Auch Strafen bis hin zu Haft konnten Religionskritiker und vor allem Satiriker treffen (s. 19. Jh. ROßMÄßLER u. a.).

Was geht in den Gehirnen jener buntgekleideten Kardinäle vor, die sich in angeblichem Gehorsam noch im 21. Jh. halbjährlich zu Bischofskonferenzen treffen zur Durchsetzung dessen, was frühere Zeiten mit Zwang versuchten?

## Häresie und Verfolgung

Häretisch im Hochmittelalter waren auch utopische Entwürfe, "**Prophetien**" (A. PATSCHOVSKY 1982), oder Voraussagen **für die** anzunehmende **Zukunft**. Im 12. Jh. verkündete JOACHIM VON FIORE das vor dem endgültigen Weltende kommende **Reich des 'Heiligen Geistes**', das 6000 Jahre dauern sollte Dabei hatte Kirchevater AUGUSTIN den Chilialismus, die Hoffnung auf eine baldige und von den frühen Christen geglaubte Annahme einer zum Besseren veränderte Welt vor dem endgülitgen Ende verworfen. Als im 12. Jh. **ARNOLD von BRESCIA** 1155 verbrannt wurde, weil er apostolische Armut predigte, war er eher ein einzelner Vorläufer dessen, was noch kommen sollte.

Die große Gefahr für den rechten Glauben und damit für eine todeswütende katholische Gegenstrategie kam im später 12. und dann im 13. Jh. mit den bosnischen **Bogomilen** und vor allem mit den von ihnen geformten **Katharern** (A. BORST 1953, bes. S. 117). Die für Einheit angestrebte Glaubenswelt mit Einheit "in Glaube, Sakrament und Liturgie" (T. STEINBÜCHEL 1935, S. 135) geriet in Gefahr und auch der Gesellschaft schien Zerfall zu drohen. Mit den Katharern, oder '**Albigensern**', gab es den **Abfall ganzer Bevölkerungskreise**, vor allem in **Südfrankreich**. Benannt wurden sie nach der Stadt Albi, obwohl Toulouse fast mehr einbezogen war. Auf der Katharer-Seite stand der RAIMUND VI., Graf VON TOULOUSE. Mit ihrer Gut-Böse-Doktrin, ihrer dualistischen Auffassung von Gut und Böse in der Welt waren die Katharer eine große Herausforderung für den 'rechten' Glauben und es erstand dann die Gefahr der Entstehung einer neuen Kirche. War ein Herrscher wie HEINRICH IV. mit seinen Anhängern, waren viele Menschen ganzer Länder oder Regionen, oder Städte, wie in Süd-Frankreich **Toulouse**, vom Papste abgefallen, dann wurde ein **Interdikt** verhängt, das Verbot aller kirchlichen Handlungen. Im 19. Jh. hat der Dichter LENAU (so 1970,



Abbildung 477: ARNOLD von BRESCIA. Brescia.



Abbildung 478: ARNOLD von BRESCIA.

S. 818(819) in seinem den 'Albigensern' zustimmenden Epos die Zerrissenheit im Katharerland dichterisch zu beschreiben versucht:

"Wo selig schwelgt ein Herz in Himmelsschätzen,

Dort fühlt ein anderer Abscheu und Entsetzen;

Noch fand ein jedes Heiligtum Verächter;

Vor Gottes Strafe zittern hier die einen,

Die andern schlagen höhnisches Gelächter

Und möchten über solchen Wahnsinn weinen.

Toulouse ist von Interdikt getroffen;

Zum letzten Male stehn die Kirchen offen.

Der Bischof Fulco eilt, dem Volk der Sünden

Den Zorn der Kirche donnernd zu verkünden.

...

... ein Grab nicht in geweihtem Grunde

...

Nein! wo die Pferde modern und die Hunde.

...

O trübe Hochzeit ohne Blumenkranz!

In Trauerkleidern ohne Lust und Glanz!

...

Die Kirche weiß die Schmerzen zu verwalten,

Das Herz bis in die Wurzel aufzuspalten

Dem Papste gläubig Gebliebene mochte ein Interdikt schon beeindrucken und Widerstand gegen jene ausüben, wegen denen das Intedikt verhängt wurde. Im 1190 kam der Umfang des Abfalls der Kirche zur Kenntnis. Papst INNOZENZ III. war alarmiert, und die Gefahr durch die Katharer schien ihm gefährlicher zu sein als die durch die Sarazenen (A. BORST 1953, S. 117). Mit dem Abt von Citeaux erschienene Zisterzienser wollten in jedem Dorf für die Umkehr predigen. Mord kam auf beiden Seiten. Am 14. Januar 1208 fiel PIERRE DE CASTELNEAU, Zisterzienser, der päpstliche Legat in Süd-Frankreich nach einen Streit mit RAIMUND

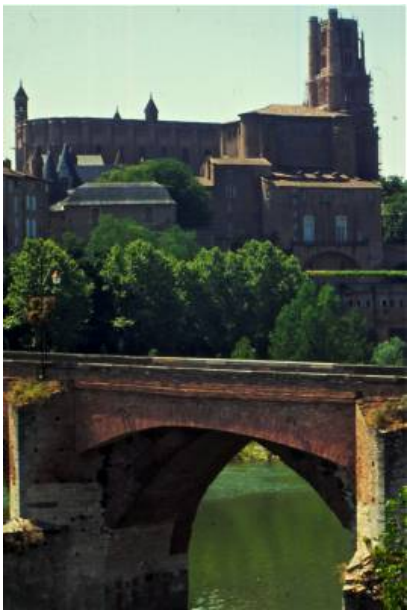

Abbildung 479: Albi.

VI, Graf VON TOULOUSE, einem dem Grafen zugeschriebenem Mord zum Opfer (Wikipedia 2016; A. BORST 1953, S. 117) und die Kirche hatte wieder einen Märtyrer. Es wurde dann unter SIMON IV. DE MONTFORT in einem 'Kreuzzug' gegen ganze Bevölkerungsteile vorgegangen, grausamst, 1209 – 1229. Eingeprägt hat sich das besonders grausame Gemetzel am 22. Juli 1209 an den Bewohnern von Be'ziers in Süd-Frankreich. Die Christenverfolgungen unter einigen römischen Kaisern erscheinen manchen bei weitem nicht so umfassend und gewalttätig. SIMON DE MONTFORT fiel am 25. Juni 1218 bei der Belagerung von Toulouse. Frauen und Mädchen sollten den Stein abgeschossen haben, der den Anführer der Belagerer traf (Wikipedia 2016).

Spätere Vertreter für soziale Änderungen und Geistesfreiheit haben die Katharer auch als Vorkämpfer ihrer Ansichten gesehen, mit ihrem 'Gut und Böse' als Leute im Klassenkampf von Arm und Reich. Bei dem Dichter NIKOLAUS LENAU (1970, S. 889) sind die Katharer in seinem Epos 'Die Albigenser' Vorkämpfer für politische und geistige Freiheit (s. a. A. BORST 1953, S. 42), was in so direkter Linie nicht stimmt:

"Den Albigensern folgen die Hussiten

Und zahlen blutig heim, was jene litten;

Nach Huß und Zisak kommen Luther, Hutten,



Abbildung 480: Carcassone, Katharer-Land.

Die dreißig Jahre der Cevennenstreiter,

Die Stürmer der Bastille und so weiter."

Aber es ist immer so: "Wo die Gegensätze fehlen, ist Erstarrung die Folge" (T. STEINBÜCHEL 1935, S. 135) und die Katharer haben immerhin geistige Bewegung gebracht.

**Häresie** gab es später bis hinauf zu den **Kaisern**, zu JOHANN der BAYER (H. THOMAS 1993) etwa, und päpstlicher Bannstrahl, wenn wirksam, konnte noch viele Verwirrung stiften, Manche Meinung kam auf und bezeugt vielfaches Nachdenken, leider ohne jene realistischen Einschätzungen, welche im 19. und 20. Jh. zwecks Vermeidung von Katastrophen versucht wurden, leider ziemlich vergeblich.

Vor allem war zuerst bevorzugt die politische Auswirkung der Häresien als todeswürdig gesehen und nicht so sehr der Glaube allein (H..G. BECK 1987). Im Jahre 1184 erließ Papst LUCIUS III, das Dekretale 'Ad aboldenum', nach Vereinbarungen mit dem Kaiser FRIEDRICH II, der weltllichen Fürsten und geistlichen Würdenträger auf einem Treffen in Verona (H.-G. BECK 1987, S. 62). Die Bischöfe hatten Fahndung wie Grichtsverfahren in ihre Hände zu nehmen. Nicht widerrufende Ketzer verfielen dem 'ewigen Anathem', wurden den weltlichen Behörden überantwortet. Das bedeutete damals noch nicht die Todesstrafe. Verschärft wurde das durch Papst **INNOZENZ III.**, Manchen gilt diese Papst und baldige Stau-

ferfeind als bedeutendster mittelalterlicher Papst überhaupt, "der mächtigste aller Päpste" (A. BORST 1953, S. 119). **1215** berief INNOZENZ III. das **Laterankonzil** (G. DUBY 1988; Wikipedia 2014) ein, um manches im Glauben festzulegen, in einem Glaubensbekenntnis gegen das der Häretiker und das aufzurufen Vorgehen gegen die Katharer, wobei vor allem an vermögensrechtliche Folgen gedacht war. Eher wäre im Volk der Tod für Ketzer gebilligt gewesen (S. 63). 1022 gab es eine frühe Ketzerverbrennung in Orleans, 1197 erklärte König PETER II. von ARAGONIEN die Ketzer zu Reichsfeinden, die zu verbrennen waren (Internet). Die Jahre nach 1200 waren besonders kritische Jahre für den Glauben gewesen.. Wegen Pantheismus wurde 1210 verdammt AMARY DE BE'NES zusammen mit den Ansichten des längst verstorbenen JOHN SCOTUS ERIGENA (J. M. COCKING 1991, S. 144). Der noch der Karolingerzeit zuzurechnende ERIGENA (J. M. COCKING 1991, S. 142 ff.) hatte in der Schrift "De divisione naturae", wohl geschrieben zwischen 862 und 866, seine als Pantheismus zu verstehende Gedanken über das Wirken Gottes, mit einer fortgehenden Schöpfung und auch ohne Erbsünde niedergelegt. Lange nach dem Tode des ERIGENA ordnete der Papst HONORIUS III. 1225 die Verbrennung seiner Schrift an, damals in der Zeit verbreiteter Anerkennung von AVERROES, eine nach etwa 350 Jahren noch glaubensgefährdendes Manuskript. Auf dem Laterankonzil 1215 wurde etwa die **Beichtpflicht** endgültig eingeführt (W. LEVISON 1948, S. 255).

Der als religionszynisch geschilderte, aber ganz und gar nicht gegenüber allen freisinnige Stauferkaiser **FRIEDRICH II.** (u.a. A. BORST 1953, S. 129, T. STEINBÜCHEL 1935, S. 188) machte im November 1220 bei seiner 'Krönung die Bestimmungen des Laterankonzils "zum weltlichen Gesetz." **1224**, gestützt auf seine Autoriät, ordnete er **Verbrennung der Ketzer** auf dem **Scheiterhaufen** an (H.-G. BECK 1987, S. 63), und das allein wegen Ketzerei. Die weltliche Justiz sollte die von der Kirche gewünschten Strafen ausführen, denn die 'Kirche vergißt kein Blut'. Das sollte gelten (A. BORST 1953, S. 129) für die Städte der Lombardei. Widerstand kam. Als 1230 in Rimini ein Ketzer verbrannt werden soll, gibt es Aufstand. Das Ketzerverbrennen wurde 1231 für Sizilien angeordnet, durch Papst GREGOR IX. für den Kirchenstaat. 1232 wird die Ketzerverbrennung Reichsgesetz. Der so mit der Niederwerfung der Häresie befaßte FRIEDRICH II. kommt trotzdem zum heftigen Kampf mit dem Papst, beschuldigt sogar den Papst Katharer zu sein (A. BORST 1953, S. 130). Durch das Dekretale 'Ad exstirpanda' des Papstes INNOZENZ IV. von 1352 wird auch die Folterung im Prozeß gegen Ketzer legalisiert (H.-G. BECK 1987, S. 63).

Für die Staufer, auch für BARBAROSSA und FRIEDRICH gibt es auch in Deutschland einen großen **Staufermythos**, mit der Betonung des Kyffhäuser und des Denkmals dort.



Abbildung 481: Einst finsteres Toulouse.

Als zunächst außerkirchliche religiöse Bewegung für den katholischen Glauben erstand der dann vom Vatikan bestätigte neue Orden der **Dominikaner** von **1216** (u. a, A. BORST 1953, S. 119). Er geht zurück aus dem aus Spanien stammenden DOMINIKUS. Durch der Dominikaner eigene Armut sollten glaubwürdig neue, auf irdische Armut gerichtete Werte vertreten werden und sollten die Seelen der bisher nicht gemordeten Häretiker gewonnen werden. Der prunkende hohe Geistliche sollte nicht mehr der Glaubensmann der Stunde sein. Zu den aus der selbstverordneten Armut hervorgehenden Pflichten gehörte, daß ein Dominikaner sich nur zu Fuß fortbewegen durfte, also nicht durch Reiten oder einen Reisewagen. Sie sahen dabei manches von Land und Natur. Den Dominkanern, die wie die Franziskaner dann vor allem **in den Städten** wirkten, wurde **1229** die **Inquisition** übertragen, in Toulouse, dann überhaupt.

Nach ihrem Wappensymbol genannt die "Hunde des Herrn", sollten sie über die Rechtggläubigkeit wachen. Zahlreiche Städte Italiens wehren sich (A. BORST 1953, S. 131). Besonders erfolgreich bleibt Venedig. In der Abwehr der Inquisition (A. BORST 1953, S. 132/133) wird 1235 ein Denunziant in Toulouse in seinem Bett erwürgt, werden in einer Nacht 1242 10 Beamte der Inquisition im Gebiet von Avignon beseitigt, 1252 erwischt es bei Mailand den Inquisitor PETRUS MARTYR = PETRUS VON VERONA (Wikipedia 2016), und auch diese miese Gestalt natürlich als Märtyrer heiliggesprochen.

Sich zu ernähren diente den Dominikanern die Bettelei, in den Städten, ein vie-

len wohl lästiger **Bettelorden**. Mindestens 30.000 Dominikaner (F. SEIBT 1987, S. 275) wachten um das Jahr 1300 über die Rechtgläubigkeit. Aber gerade unter ihnen erstanden auch führende Gelehrte des Mittelalters. Mit Kennntissen sollten die Häretiker besiegt werden und diese wurden also nicht abgelehnt, und dabei kam auch durch Dominikaner Krtik an vielem Überliefertem heraus. Aber wer lehrte, etwa an den neuen Universitäten (s.d.), der stand auch immer unter Beobachtung, und kaum einer von den überlieferten Gelehrten des Mittelalters entging einem Glaubensprozeß. In einen Glaubensprozeß zu geraten war für Lehrende so etwas wie Berufsrisiko (H. THOMAS 1993, S. 215). In Häresievedacht geratene Intellektuelle, also damals Kleriker, wurden im allgemeinen nicht heimlich umgebracht, verschwanden nicht einfach wie viele Verfolgte in den Diktaturen des 20. Jh. Es gab oft jahrelange Verhandlungen mit langer Prüfung des Abweichlertums, ja bestand auch die Möglichkeit des Widerrufs, Es gab 'normales' Sterben in der letztlich nur der Untersuchungen dienenden Haft, gab auch Freisprüche nach Jahren der Kerkerhaft, nach der seelischen Belastung dann die 'Freiheit' als gebrochener Mann. Alles war möglich in dieser großartig christlich geprägten Zeit. An vielen hätte die heutige Katholische Kirche noch Wiedergutmachung zu leisten! Aber ohne einheitlichen festen Glauben waren die Privilegien des Klerus gefährdet (G. DUBY 1982, S. 337). Viel weniger eingepaßt war **der zweite Bettelorden**, jener der **Franzsikaner**, mit ihrem ursprünglichen Armutsideal und ebenfalls den Klöstern in Städten und an die Franziskaner mußte sich eher die Kirche anpassen (G. DUBY 1982, S. 338). Widerstand gegen den Papst übten Franziskaner, als Papst JOHANN(ES) XXII. in Avignon die Lehre von der Armut Christi am 12. November 1323 und damit die damalige Forderung nach Armut der Kirche als häretisch verurteilte (S. 216).

Schwer verfolgt von den Dominikern, ab 1307 in Toulouse, dann auch anderswo, bis hin zum Einmauern und Scheiterhaufen, wurden die Gemeinschaften der **Beginen** und der Belgarden (Wikipedia 2017). Diese lebten, die Geschlechter getrennt, ehelos in Gemeinschaften, die Frauen die Beginen. Im Interschied zu den Orden gab es hier keine Ordensgelübde und man lebte nicht in Klausur. Auch die Beginen widmeten sich Wohltätigkeitswerken. Nur im Anschluß an andere Orden, wie die Franziskaner, konnten sie sich zeitweilig retten. Beginenhöfe gab es noch lange etwa in Brügge und Kortrijk. Im Jahre 2013 starb in Kortrijk die letzte Begine (Wikipedia 2017).

Eine etwas andere Bewegung als die Katharer waren die Waldenser, die heute in Italien noch bestehen. Am Ende des 13. Jh. erlebten die **Waldenser** etwa in Oberösterreich schwere Verfolgung unter dem Cölestiner PETRUS ZWICKER. Im 14. Jh wurden 1397 in Steyr 80 - 100 Menchen verbrannt (Wikipedia 2014). Diskutiert wurde auch in klerikalen Kreisen sogar, daß vielleicht auch der Papst



Abbildung 482: Kortrijk: Beginenhof.

in einen Glaubensirrtum verfallen kann, ja vielleicht auch die Gesamtkirche (H. FUHRMANN 1988, S. 184). Sollten nun Konzile die Glaubenslehre bestimmen? Das Konzil von Konstanz 1414 - 1418 sprach dem 'Konzil' die Entscheidung in Glaubensfragen zu und hatte schließlich auch 3 Päpste abzusetzen. Behauptet wurde, daß ein Konzil "die Macht unmittelbar von Christus besitzt, der jedermann", auch der Papst, "zu gehorchen gehalten ist" (S. 185). Wer aber konnte in der Bibel deutlich nachlesen? Der Dichter CONRAD FERDINAND MEYER läßt als Dichter erdacht den englischen König HEINRICH II. PLANTAGENET in "Der Heilige" rufen: "Das hochheilige Evangelienbuch gehört auf eine perlengestickte Altardecke und hat nichts zu tun mit dem Weltwesen und der Wirklichkeit der Dinge" (S. 98). "Drei entsetzte Päpste und zwei verbrannte Ketzer", HUS und HIERONYMUS, "genügten nicht, die Kirche zu reformieren ..." (C. F. MEYER in "Plautus im Nonnenkloster" S. 137). Die angefangenen Reformversuche nahmen kein Ende mehr, mündeten schließlich in die mit dem Vatikan brechenden Reformationen des 16. Jh. (H. A. OBERMANN 2003). Nun mußte der Vatikan in Gefahr seines Untergangs reagieren. In Trient 1545 - 1563 wurde entgegen dem Konstanzer Konzilsbeschluß dem Vatikan die letzte Entscheidung in Glaubensfragen zugebilligt, wurde dafür eine **Kardinalskongregation** geschaffen (H. FUHRMANN 1988, S. 187). Die Reformatoren schon im Spätmittelalterb hatten versucht, sich allein auf die Bibel zu berufen.

Späteren Ungläubigen erscheint als lächerlich der Streit um das Abendmahl, eine

Debatte, welche das Konzil in Konstanz 1414 - 1418 mit dominierte. Auf dem Laterankonzil voin 1215 wurde auch festgelegt, daß im Abendmahl Brot und Wein in der Tat eine "Wesensverwandlung" erfuhren, also wirklich zu Leib und Blut von Jesu wurden trotz der verbliebenen äußeren Gestalt, es also wirklich eine '**Transsubstantiation**' gab, daß Konsekration stattfand (R. FRIEDENTHAL 1977). Damals wurde auch den Juden ein besonderes radförmiges Abzeichen verordnet. Das Laterankonzil wird mit dem Tridentininische Konzil des 16. Jh. gegen die Protestanten verglichen. Demgegebenüber meinte im 14. Jh. WYCLIFF, daß Brot und Wein beim Abendmahl den Leib und das Blut von Christus **nur repräsentieren.** Das war die Remanenzlehre. An großartigen Begriffen hat es Theologen ja nie gefehlt.

Der durchaus nicht unchristliche protestantische Dichter JOHANN HEINRICH VOSS/VOß (in 1972, S. 288) wird um 1790 in einem Epigramm 'Die Brotverwandlung' spotten:

"Lächelnd wog in der Hand ein römischer Pfaff die Oblaten

"Welchen' sprach er, "von euch, Dingelchen, mach ich zum Gott?"

Brutal zerschlagen wurde auch ein Ritterorden, jener der im 'Heiligen Land' tätig gewesenen **Tempelritter** durch die französische Krone. Diese hatte er offensichtlich auf das Vermögen des Ordens abgesehen. Es war dem französischen König PHILIPP DEM SCHÖNEN möglich gewesen, nach der erfolgreichen Geheimhaltung der vorgesehenen Maßnahme die Tempelritter am 13. Oktober 1307 (P. DINZELBACHER 2010, S. 162) plötzlich verhaften zu lassen und sie nach einer Art Schauprozeß auszulöschen.

## Die ganz große und gewaltätige Häresie: Die Hussitenbewegung

Hart zugegriffen wurden wieder als außer HUS und HIERONYMUS in Konstanz im Zusammenhang mit der Verbreitung der WYCLIF-Lehren in Böhmen auch Deutsche fern von Böhmen im Vorfeld des Hussitenaufstandes verbrannt wurden. In der zweiten Hälfte des 14. Jh. verspielte die Kirche unabhängig vom bleibenden christlichen Glauben bei vielen ihre Achtung, als 2 oder zeitweilig gar 3 Päpste sich gegenseitig exkommunizierten und bekriegten. Dazu kamen Spaltungen in der weltlichen Macht. Der 1384 gestorbene WYCLIF wurde nachträglich zum Ketzer erklärt. In Böhmen gab es im 14. Jh. etliche Sprecher für eine Kirchenreform, mit Klagen über den Verfall der Geistlichkeit und Forderungen nach Frieden. Einer von ihnen vor HUS war JOHANN MILICZ von Kremsier/JAN MILICZ z Kro-

merize. **JAN HUS** (u. a, F. SMAHEL 2002, S. 912 ff., auch YouTube 2019: Wie Europäer) auf den sich die Hussiten beriefen, stammte aus bäuerlichem Milieu, wurde bedeutender Prediger, predigte in der Prager Bethlehemkapelle in Tschechisch, war Beichtvater der böhmischen Königin SOPHIE VON BAYERN. Er war zeitweilig Rektor der Prager Universität. Er wurde teilweise Anhänger der Lehren von WYCLIFF. Auch HUS wandte sich gegen den Ablaßhandel. Als es in Prag Randeale gab wandte sich König WENZEL IV., der für ihn gewesen war, von ihm ab. HUS wurde so beachtet, daß er wegen seiner Lehren zum Konzil in Konstanz bestellt wurde. Am 11. Oktober 1414 trat er die Reise an, mit einer zunächst mündlichen Garantie für seine persönliche Sicherheit. Am 3. November, also etwa 3 Wochen später, trat der wie eine Kavalkade wirkende und sicherlich manches Aufsehen am Wege erregende "Zug mit zwei Wagen und mehr als dreißig Pferden" in Konstanz ein. HUS nahm ein Privatquartier. Er erhielt den Geleitbrief. Die Gegner von Hus aus Böhmen konnten erreichen, daß HUS am 28. November in Haft kam, bis Ende März 1415 in eine "übelriechende Zelle des Dominkanerklosters" (F. SMAHEL 2002, S. 913). Mitte Dezember wurde die Verhaftung von HUS in den böhmischen Ländern bekannt, Die mährischen Magnaten protestierten. Aber König SIGISMUND war längst vor den geistlichen Anklägern in Konstanz zurückgewichen. Hauptankläger wurde PIERRE D' AILLY, der, Nominalist, der immerhin aus verschiedenen Quellen ein atronomisches und geographisches Buch, 1410. 'Imago mundi', 'Bild der Welt', zusammengestellt hatte, der also auch ein Gelehrter war und dessen Buch später COLUMBUS anregte, HUS wurde beschuldigt, auch die weltliche Macht umstürzen zu wollen, Nach Ablehnung des Widerrufs am 6. Juli 1415 wurde HUS zum Verbrennungstod verurteilt, und die Asche eines solchen Mannes in den Rhein geworfen wie Müll. Das war die katholische Kirche, die sich noch 1925 darüber aufregte, daß bei den Tschechen der Todestag von HUS jährlicher nationaler Gedenktag wurde! Und wenn HUS und später LUTHER nachgegeben und widerrufen hätten, dann wäre alles in Frieden geblieben und hätte stets und immer eine friedliebende, gerechte katholische Kirche gegeben? "Konstanz' - das war Signum des Zerfalls einer jahhundertealten **Institution, die sich selbste zerlegte,** aber sich später doch wieder konsolidieren konnte. nachdem sie vor dem weiteren Zerfall gestanden hatte.

Und jene, die eine Erneuerung wollten wirkten weiter. In Böhmen und Mähren gab es keine Ruhe. Schon im Mai waren in Olmütz zwei junge WYCLIF-Anhänger verbrannt worden , und einer war ordentliches Mitglied der Prager Universität (F. SMAHEL 2002, S. 926). Im Inneren und besonders in Prag gärte es weiter. Die **Hussitenbewegung** im späten 14. und frühen 15. Jh. war nach der Niederschlagung der Katharer eine neue, gewichtigere Ketzerbewegungen, die als so etwas wie eine "Kulturrevolution" (S. TORNOW 2011, S. 147) zu bezeichnen ist, ja war der **Höhepunkt der dem Mittelalter angehörenden Ketzerbewegungen**,



Abbildung 483: Konstanz, r. HUS-Haus.



Abbildung 484: Zu Füßen von HUS: Prag.

Vieles, besonders nach der Pest, oder mit WYCLIF, war dem vorangegangen. Und man muß wohl feststellen: "Die hussitische Revolution verdankte ihr zentrale Programm einer mehr als fünfzigjährigen intellektuellen Aktivität mehrerer Generationen von Reformtheoretikern unterschiedlicher ideologischer Ausrichtung innerhalb wie außerhalb Böhmens" (F. SMAHEL 2002, S. 636/637). Hätten die Eliten bei einigermaßen Einsicht das abblocken können? Aber wo im Mittelalter gab es in den Städten wirklich Gleichberechtigung? Wer in der Stadt herrschte, in vielen Randgebieten Böhmens die Deutschen, wollte den Status erhalten. Aber: Wann je in der Geschichte wurde eine Unterströmung von den Herrschenden rechtzeitig erkannt und wurde vorgebeugt? Bei BISMARCK im 19. Jh.? Eine nicht nur nationale oder soziale, sondern auch ernste weltanschaulich-geistliche Auseinandersetzung erscheint gegeben und war nicht nur als Vorwand, auch wenn die Neuzeit als Ursache für eine auch geistige Revolution vor allem soziale Probleme sieht. Irrationale Gedanken spielten mit, von nahender Apokalypse und Jüngstem Gericht, von Chiliasmus und Rache (F. SMAHEL 2002, S. 692/693 u. a.). Von den Geißlerzügen in der Zeit der Pest bis - zu neuzeitlichen Bibeltreuen, wann war so etwas nicht vorhanden? Das Hussitentum mit den radikalen Taboriten in Südwest-Böhmen und den Orebiten im Osten (Wikipedia) war eine revolutionäre Bewegung von bisher ungeahntem Ausmaß, welche bisherige Herrschaft in Frage stellte und die Waffentechnik des Spätmittelalters auch in der Volksbewaffnung widerspiegelt. Soziales Elend vieler und vor allem Ungleichheit mag mitgespielt haben. Man hat Jahrzehnte, ja länger, von Erneuerung und "reformatio" gesprochen, und nun war der erste große Knall da, in einem von der Pest nicht entvölkerten Land. Die Versuche zur Begründung eines neuen, auf Gleichheit beruhenden Gemeinwesen wollten die **Taboriten**, die bei Tabor ein solches an den urchristlichen Gemeinden orientiertes Gemeinwesen (Wikipedia) gründeten, mit keinem Zeremoniell, keinen Priestern und Priestergewändern, keinem Dienst an Reliquien oder an Bildern, keine Heiligenverehrung, keinem Eid, Fasten, ohne Beichte. Erhalten blieben als Sakramente Taufe und **Abendmahl**. Eine neuartige Gesellschaftsordnung sollte begründet werden und in den folgenden Jahrhunderten haben Sozialisten und Kommunisten manchmal daran angeknüpft.

Wie der gemäßigte hussitische Pfarrer und Geschichtsschreiber LAURENTIUS von BREZOVA (in 1988) über die ersten Hussitenjahre, über 1414 - 1421, mitteilt, gab es im Vordergrund immer wieder die Debatte um die Kommunion, das Abendmahl, und wurde Sätze gegen Priesterreichtum, Ornat, Kirchenschmuck und solche Dinge aus der Bibel entnommen, notfalls aus einzelnen Sätzen. Das Neue Testament diente ebenso dazu wie Psalmen. Als die tschechischen Hussiten im 15. Jh. zu ihrer abweichenden christlichen Religion hielten, mit dem Kelch, mit dem Meß-Wein für alle und nicht nur für die Priester, schlugen sie unter der Kelchfahne auch mit neuer Kriegstechnik die gegen sie gesandten 5 Kreuzfahrerheere, vertrieben vielerorts

die Deutschen und zogen verheerend in ihren 'herrlichen Feldzügen' in deutsche Regionen. Als Feldlager errichteten sie aus ihren mitgeführten Wagen eine Wagenburg, die sich nicht einnehman ließ. Schließlich wußten die Hussiten auch wohl, was ihnen bei einer Niederlage geschehen würde. Der Sieg der Kreuzfahrer über Tabor und die Vernichtung der Besatzung am 9. Juli 1420 konnte durch baldige Sieg der Hussiten für diese ausgeglichen werden. Am 13. Juli 1420 wurde bei Prag der erste Sieg über die katholischen Kreuzritter errungen (S. 1094). Siege der Hussiten gab es auch in den folgenden Jahren, diese geführt von JAN ZIZKA und nach dessen Tod am 11. Oktober 1424 von PROKOP dem GROSSEN, beide Taboriten. Am 16. Juni **1426** schlug ein Hussitenheer das dem belagerten **Aussig** zu Hilfe kommenden sächsisch-thüringischen Heer vernichtend (Wikipedia). Im Mai 1427 zogen taboritische Heere gegen die Lausitzer Sechsstädte und gegen Schlesien. Am 16. Mai 1427 eroberten die Hussiten Lauban, bald auch Goldberg. Auch revolutionäre Armeen entarten, müssen aus dem Land ernährt werden. Mit Wagen voll Beute und Massen von Rindern zogen die hussitischen Krieger nach Böhmen zurück (F. SMAHEL 2002, S. 1412/1413). Die Bevölkerung der betroffenen Landschaften haßte die Hussiten. Aber die Hussiten hatten vielerorts auch geheime Anhänger In Eger wurden deshalb Ende November 1427 4 Männer verbrannt (S. 1452). 1429 rückten die Hussiten vor Oschatz, Grimma, bedrohten Leipzig. In **Bautzens** Stadtgeschichte wird des abgeschlagenen Hussitensturmes am 12. Oktober 1429 noch viel gedacht, zumal ein gefaßter Verräter oder heimlicher Hussitenanhänger, der Stadtschreiber PRISCHWITZ, entlarvt gevierteilt wurde. Im Januar 1430 zogen die Hussiten bis um Naumburg, wo es allerdings nicht die legendäre Kinderbitte um Stadtverschonung gab, zumal es nicht Kirschenzeit war. Sie kamen vor Altenburg, Jena, besetzten Kulmbach, zogen vor Bamberg. Am 25. Januar 1430 war Plauen erobert worden (F. SMAHEL 2002, S. 1474). Katholisch gebliebene Menschen und Hussiten fügten sich je nach militärischen Siegen wechselseitig unglaubliche Grausamkeiten zu. Fortlaufend wurden wechselseitig Gefangene verbrannt oder gar, bei Kuttenberg,in die Schächte von geworfen. Stets sollte es Gottes Wille sein. Es konnten die Gemäßigten unter den Hussiten, zum Teil reiche Grundbesitzer und Burgherren und etliche Städte, und die Radikalen, die Taboriten sich in Stunden der Gefahr um die Sicherung des Tschechentums einigen. Mit der Flucht eines Kreuzfahrerheeres am 14. August 1431 vor dem westböhmischen Taus/Domazlice wurde auf dem Konzil von Basel zu Verhandlungen mit den Hussiten geschritten. Innerhalb der Hussiten gab es nun zunehmend Gegensätze. Am 30. Mai 1434 besiegten im Bündnis mit Katholiken, katholischen Söldnern, die Gemäßigten, die Utraquisten, Kalixtiner, die radikalen Taboriten bei Lipany/Deutsch-Brod und gab es gab wieder ein großes Massaker. PROKOP der GROSSE, seit ZIZKAs Tod 1424 der Taboritenführer, fiel. 1435 wurden die letzten Taboriten bei Krec geschlagen. Die Gedanken der Taboriten wurden aber im Stillen weitergepflegt.

Auf dem sich hinziehenden Baseler Konzil wurde 1446 der Laie NIKOLAUS VON BULDESDORF zum Feuertod verdammt (A. PATSCHKOVSKY 1982, S. 477 ff.). Der Verurteilte hatte sich gefährlicher Prophezeiungen schuldig gemacht.

Vom Wunsch nach Reformation auch im Staat zeugt das verbreitete anonyme Traktat "**Reformatio Sigismundi"**, das Kaiser SIGISMUND zugeschrieben wurde.

## Wie sollte man das Christentum sehen?

'O GoTT', kann man spöttisch sagen, wie gut, daß wir im 20. und 21. Jh. die moderne Wissenschaft haben und eigentlich alle solche religionsverknüpften Spekulationen nur noch lächerliche Vergangenheit sein könnten. Aber dem ist auch im 21. Jh. nicht so. Und was angeblich vorwärtsweisende Männer des Mittelalters betrifft: auch der gern zitierte ROGER BACON betätigte sich prophezeiend, hoffte auf einen 'Engelspapst', den 'Papa angelicus', der Frieden brächte (A. PATSCHKOVSKY 1982, S. 481/482). Utopien und Prophetien dachten einst fast ausschließlich an Wiederherstellung verlorener und vermeintlich besserer Zustände, nicht an völlig Neues. Der neuzeitliche Begriff **'revolutionär'** kann auf **das mittelalterliche Denken nicht** oder nur vorsichtig angewandt werden. Er gilt für den mittelalterlichen Menschen nicht. Das gilt sogar für Vieles in der Renaissance nicht, und auch nicht für COPERNICUS.

Das sogenannte 'christliche Menschenbild' mit Frieden und Menschenwürde in allen Ehren! Trotzdem erscheint es nahezu als **absurd**, daß ungeachtet aller Eigeninterpretationen und Zusätze **ein orientalisches und spätantikes Sagen- und Märchenbuch** über Jahrhunderte und für viele bis heute **die Welt- und Lebensvorstellung bestimmt**. Brachten die Religionen, und auch die christliche den Menschen nun mehr Segen als Leid? Religion - jenes "Herrschaftsmittel über die Seele des Volkes" (L. RÜHL 1992, S. 107).

Die spätere geistige Befreiung gerade auch durch die Wissenschaft muß in diesem Licht als eine der ganz großen Ereignisse in der Menschheitsgeschichte gewertet werden.

Wobei der Kirche durchaus auch zugestanden werden soll, daß sie manchmal auch im Mittelalter versuchte friedensstiftend zu wirken. Andererseits hat die Religion auch widerlichste Verbrechen an oft unschuldigen Menschen, auch widerliches Benehmen gerade Herrschender auch innerhalb der Kirche nicht verhindert – Sündenablaß konnte beruhigen. Sündenablaß etwa durch Stiftungen oder später durch Ablaßurkunden hat auch Kunst finanziert. Ungeachtet aller späteren Aufklärung im 18. Jh. haben nach den für manche mit Schrecken verbundenen

Ereignissen in der Französischen Revolution das **Christentum und das Mittelalter 'schön geschrieben'**, als großartige Epoche gefeiert. Der französische Adelssproß CHATEAUBRIAND etwa mit "Le Ge'nie du Christianisme"/"Der Geist des Christentums" oder in Deutschland AUGUST WILHELM SCHLEGEL und FRIEDRICH SCHLEGEL. NOVALIS hatte sogar Verständnis für das Unterdrücken gefährlicher wissenschafticher Lehren (R. MARKS 1987). Ja, wenn man nur die großartigen Kirchenbauten sah und die schöne Musik hörte oder die aufklärerische Literatur eben zu nüchtern wirkte!

Bei aller Macht der Kirche und ihrem unangefochtenem Glaubendiktat trat mit der **politischen Trennung** von päpstlicher Kirche und weltlicher Herrschermacht, also der Trennung von **"sacerdotium" und "regnum"** ein neuer, für die spätere geistige Unabhängigkeit bedeutender Zug in die europäische Geschichte, wenn auch lange nicht in diesem Sinne angewandt. Rußland blieb länger davon ausgenommen. Die Trennung von Staat und Kirche führte im Laufe von Jahrhunderten **zum säkularen Staat der "Moderne"**, einem wichtigen Hintergrund der Entwicklung der neuen Wissenschaft und auch der Technik

## Rittertum und überhaupt weltlicher Adel

Ummauerte Burgen und andere Plätze wurden unter anderem wegen der Ungarneinfälle in Deutschland anbefohlen durch König HEINRICH I. 926 durch den Burgenbeschluß auf einem Reichstag in dem schon ummauerten Worms (H. DIWALD 1987). Neben dem **Hochadel** entstand auch der **Niederen Adel**, jener der **Ministerialen**, des Dienstadels. Es entstanden aus dem "starren Dualismus der archaischen Feudalgesellschaft... Zwischen Herrenschicht" und den dienenden arbeitende Unterschichten ...Zwischenschichten mit" Ministerialen, Bürgern, Freibauern (Kolonisten) (K. BOSL 1973, S. 15). Immer einmal wieder wurde auch umgeschichte, etwa unter KONRAD II. (R. WAHL 2005, S. 16/17) die Erblichkeit der kleinen Lehnsträger eingeführt und sie so aus der Abhängigkeit der Grundherren befreit und so eine neue Stütze für die Krone geschaffen und andererseits die großen Reichslehen bis zur Herzogswürde wie die Kirchenämter nur auf Lebenszeit vergeben. Für das Geistesleben, für die Wissenschaft und auch Landesausbau und technische Errungenschafte, spielten Rittertum und hoher Adel wohl geringere Rolle, auch mit ihren allein in Deutschland gegen 10.000 Ritterburgen. Größere Beiträge zur Kultur lieferte des Niedere Adel, mit Dichtern wie dem mittelhoxhdeutach schreibendem WALTHER VON DER VOGELWEIDE, WOLFRAM VON ESCHENBACH, HARTMANN VON AUE; der sagenhaft legendäre TANNHÄUSER (K. BOSL 1973, S. 15). Sie wurden die "geistig.literarischen Träger und Künder des adelig-höfischen-ritterlichen Gesellschaft-



Abbildung 485: Feudalruinen überall, hier Böhmen.

sideals, ..."übernahmen die Leitbilder und Wertvorstellungen des alten archaischen Adels, reflektierten und verwandelten sie, adaptierten sich diese alten Werte und vergeslleschaften sie zu ihren Gunsten. "

Der Hohe Adel war ein Kriegeradel, der mit seinem Verfall im 14. Jh. entartete und von denen manche zu Raubrittern wurden, Und der bei GOETHE gefeierte GOTZ VON BERLICHINGEN war als Spätling einer der ihren. Sie scheuten sich nicht vor dem Überfall auf Kaufmannszüge. Es war zunächst eine Ausnahme, daß der niedere Adel sich kühn gegen regierende Fürsten wandte wie in Sachsen der sich übervorteilt fühlende KUNZ VON KAUF(F)UNGEN mit einigen adligen Kumpanen, die in der Sommernacht von 7. zum 8. Juli 1455 die 14 und 11 Jahre alten Wettiner Prinzen ERNST und ALBRECHT, aus dem KUNZ als Burggraf bekannten Schloß Altenburg raubte, aber treue Untertanen ihm auf der Flucht nach Böhmen die Beute abnahmen und KUNZ schon am 14. Juli im blühenden Alter von 45 Jahren auf dem Obermarkt in Freiberg sein Haupt dem Henker überlassen mußte. In die sächsische Volksgeschichte aber ging er wohl für immer ein. In Böhmen und Mähren wird mit an die 3.000 Familien des **niederen Adels** gerechnet, mindestens 1.433 in Böhmen (F. SMAHEL 2002, S. 255).

Mancher vom niederen Adel in Böhmen wird sich den Hussiten anschließen. Die Ritter waren die Spezialisten in der Kriegsführung und etliche traten als solche auch in den Dienst von Städten. In den Städten jedoch entwickelten sich die Spezialisten in der Herstellung von Waffen, in ihrer Verbesserung, in Neuerungen, ja grundlegenden Erfindungen. Die besseren **Waffen** mußten die Ritter sich **aus städtischen Werkstätten** besorgen, und das war oft nicht billig. Als der Einfluß und die anteilige Macht der Ritter sank, stürzten viele auf das Niveau von Räubern, die Kaufleute auf den Straßen ausraubten und sogar Städte bedrohten.

Mit Fortschritt hatte das nichts zu tun, Vorbei war es mit dem später romantisch verklärtem "Glanz des Rittertums", mit der vermeintlichen Größe einer Zeit des FRIEDRICH BARBAROSSA. Zunehmend verklangen die Lieder der Troubadoure und deutschen Minnesänger. Romantisch veranlagte oder auch kriegerische Menschen späterer Zeit knüpften gern bei den ach so großartigen Rittern an, die auf ihren Burgen ohne Glasfenster und die Öffnungen verhängenden Tierhäuten in geringerem Komfort lebten als begüterte Städter in Wohnungen mit Butzenscheiben, im 16. Jh. auch mit Büchern und besserem Licht. Selbst im Hause Begüterter im römischen Pompeji im Mittelmeerklima hatte man wohl angenehmer gelebt als auf der einfachen Ritterburg, von der nur die Burgen höherer Potentaten abstachen, wie die Wartburg bei Eisenach oder die Neuenburg über dem Unstrut-Tal bei Freyburg. In Italien allerdings war der Adel viel mehr mit den Städten verbunden, lebte in ihnen.

## Stadtentstehung in Mitteleuropa

## Städte - was waren sie?

Ballungen von Menschen sind alt. Stadtähnliche Siedlungen gehören schon in die alten Kulturen. Das trotz der bei einiger Größe nötigen Versogung mit Nahrungsmitteln und Brennmaterial von außen. Das antike Griechenland, die hellenistischen Königreiche und das Römische Imperium waren Stadtkulturen. Auch im Nahen Osten bestanden große Städte, Damaskus etwa oder später Bagdad. Ebenso in China. Im westlichen Mitteleuropa bestanden schlechter oder besser römische Städte fort. Mit der dichteren Besiedlung Mitteleuropas östlich des Limes entstanden auch hier Städte. Städte - das waren oder wurden **von der ländlichen Umgebung rechtlich abgehobene** (CH. H. HASKINS 1927, S. 62/63), wenn auch meist kleine Territorien, außerhalb der Dorfverfassung. Städte wurden in vielem Kleinstaaten mit eigener Gesetzgebung, eigener Gerichtsbarkeit, der **Selbstverwaltung**, Zentren der Freiheit, des Gewerbes, auch **Stätten neuen Denkens**, mit neuer Sinngebung des Lebens, etwa in Bildung. In Städten erfolgte eine eigene Geschichtschreibung. Es bildete sich eine eigene Laienkultur (E. ISENMANN 2012, S. 29). Hier galt nicht mehr dauernde Aggressivität, dauernde Kriegsführung, wenn auch die Konkurrenz zwischen Städten oft nicht friedlich war. Das wird getragen vom Bürgertum, 'persönlich frei, "eine neue dynamische Kraft",,, 'zwischen 'adeliger Führungsschicht und bäuerlichen Unterschichten' (K. BOSL 1973, S. 25). Es kommt zur Kleinfamilie, zur Beteiligung der Frau am Erwerbsvermögen (E. ISENMANN 2012, S. 29). Das Individuum kann wegwandern, aber unterliegt in der Stadt auch der Kontrolle, unterliegt der verordneten Wirtschaftsordnung.

Der Markt ist streng kontrolliert. Glockenschläge und die Rufe der Nachtwächter zur Zeitmessung bilden einen Teil der Akustik der Stadt (S. 31), Aber die Stadt ist auch "ein Bereich gesteigertert Öffentlichkeit", mit Umzügen, 'umstrittenen und teilweise verbotenen Fastnachtsbräuchen, Fronleichnamsumzügen, Schaustellungen (E. ISENMANN 2012, S. 29). Aber wehe dem, der in Armut absackt, sich nicht selbst ernähren kann, den in der Stadt keiner auffängt wie es auf dem Dorfe eher möglich war, und der auf Almosen angewiesen ist, aber auch nicht rechtlos ist.

Begüterte Adlige nahmen mancherorts Sitz in der Stadt, aber blieben hier nicht die Herren, dienten wenn kriegerisch aber dem Schutz der Stadt, Das alles geschah aber nicht auf einmal, nicht überall in gleichem Maße, oft in langen Kämpfen einem 'Stadtherrn' abgetrotzt. In Ungarn gelingt es so gut wie nie. In Rußland wird eigenständige Stadtentwicklung zerschlagen. Eigenverwaltete Städte kennzeichnen Italien, West- und Mitteleuropa. Entstehung der europäischen Staaten und Stadtentwicklung sind oft miteinander verknüpft.

## Entwicklung und Aufstieg der europäischen Staaten - Territorialstaaten und Stadtstaaten

## Städte, Stadtstaaten in Italien - Städte und Handel am und im Mittelmeer

Römische Bauernkultur, das war einmal und blieb auch. Städte jedoch bestimmten viel im späten Römerreich. Und in Italien und in römischen Regionen ging es trotz "Barbaren" städtisch, "urban", weiter.

Auch im Mittelalter standen Städte bald an entscheidender Stelle im Gesellschaftsgefüge, zuerst namentlich in **Italien**, oft **Stadtrepubliken**. Eine 'merkantil engagierte Oberschicht' hatte die Führung (M. MITTERAUER 2008, S. 530). Mit der Athener Demokratie kann man die italienischen Stadtkommunen nicht vergleichen. Auch wo die Stadtregierung durch Wahl zustandekam, gab es fast vom berichteten Anfang an große Besitzunterschiede und setzten sich **führende Familien immer wieder an die Spitze** des Stadtregiments. Das waren etwa die MEDICI in Florenz. Kriege, härter teilweise als in der Neuzeit zwischen Nationalstaaten, führten in vermeintlicher Konkurrenz stehende **Städte gegeneinander** und endeten oft mit dem Untergang des Reichtums ganzer Städte, kennzeichnen das Schicksal namentlich der Seestädte. War da nicht Frieden im Mittelmeer in der Römerzeit nach dem Sieg über Karthago? Und gab es nun nicht ausreichend Häfen für alle, um Waren einzukaufen und zu wenig Kunden, um Waren abzunehmen?

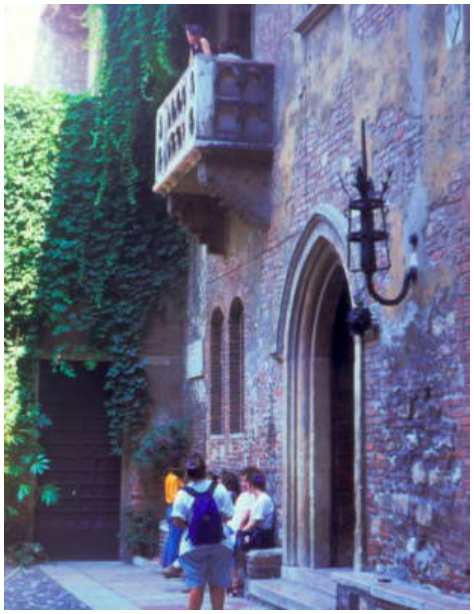

Abbildung 486: Verona: Capulet-Haus.

Von den italienischen Seerepubliken ging der nachrömische Kolonialismus in Europa aus (M. MITTERAUER 2008, S. 530). Und innerhalb der Stadtkommunen gab es oft ebenso blutige, bis zu **Bürgerkriegen führende Kämpfe** zwischen den führenden Geschlechtern, die Anhänger für die Auseinandersetzungen mobilisieren konnten oder Kämpfer bezahlten. In Deutschland gab es viel mehr Kämpfe zwischen den wenig besitzenden und den reichen, den patrizischen Schichten oder Kämpfe mit den Stadtherren. In **Verona** gab es die rührende Geschichte von Romeo und Julia, die sich als Angehörige zweier verfeindeter Familien, der Capulet und Montagu, dennoch zueiander finden und tragisch enden.

Im Kampf gegen einander standen in **Perugia** die führenden Familien der Oddi und Baglioni. In Florenz gab es die gegeneinander antretenden Familien der Albizzi und der Medici. **Geschlechtertürme** künden als innerstädtische Festungen der Familien von den Streitigkeiten, wenn auch ihre Verwendung sich mit der Zeit änderte und sie etwa in Bologna von der Stadt übernommen wurden. In dem auf einem Hügel gelegenen kleinen **San Gimignano** in der Toskana, das nicht einmal stadtrechtlich eine Stadt war, blieben von einst 72 Geschlechtertürmen 15 erhalten, die 2 höchsten 54 m und 51 m hoch, und bei etwa 6000 Einwohnern saßen 1200 im Großen Rat. Verfeindet waren die Familien der ghibellinischen Salvucci und die guelfischen Ardinghelli. 1351 stellte sich San Gimignano unter den Schutz von Florenz (Wikipedia 2017).

Von vielen Bewohnern der durch Familienkämpfe betroffenen Kommunen wur-



Abbildung 487: San Gimignano/Toskana.

de wohl begrüßt, wenn, am Ende des 13. Jh., eine Familie, die MEDICI in Florenz, die BENTIVOGLI in Bologna, in der Herrschaftsform der **Signoria,** einem Rat, die Macht ergriffen und zur Verschleierung nur wenige " 'kommunale' Regelungen bestehen ließen (K: SIMON 1991, S. 32), ja **zu Herzögen** wurden, die D'ESTE in Ferrara, die GONZAGA in Mantua, Mailand war ohnehin früh Herzogtum und auch Urbino wurde es, An der Spitze der Signoria im republikanischen Florenz stand das hier 'Gonfaloniere' genannte Oberhaupt, ihm zur Seite 8 'Priores' (Wikipedia 2017). Venedig blieb eine bei allen Streitereien und Hinrichtungen starke Oligarchie. Ein einheitlicher italienischer Staat wurde manchmal erträumt, verstärkt im gewaltgeprägten frühen 16. Jh.

**Amalfi**, an der Steilküste Kampaniens, heute kaum eine Mittelstadt, eigenstaatlich geworden gegenüber Byzanz im 9. Jh. , war bis in das 11. Jh. die führende der 4 **Seerepubliken Amalfi, Genua, Pisa, Venedig** (Wikipedia 2017). Es gab keine Äcker und nur vom Meer her konnte Amalfi bestehen, mit dem Aussenden von Schiffen in alle Richtungen des Mittelmeeres ((F. BRAUDEL 1986, S. 113, G. PROCACCI 1989), mit Schiffswerften. Amalfi ist noch als die Stadt zu bezeichnen, in welcher der moderne Kompaß aufkam. Das reich werdende **Pisa** begann 1061 mit dem Bau seines Doms, der nach 55 Jahren Bauzeit 1118 eingeweiht wurde. Pisa eroberte und plünderte 1135 und 1137 das unglückliche Amalfi. Ein verheerender Tsunami am 25. November 1343 gab **Amalfi** weiter den Rest und ließ Teile im Meer versinken (Wikipedia 2017).

In **Pisa** begann der als freistehend geplante Glockenturm/Campanile sich 1173




Abbildung 488: Amalfi, an Kampaniens Steilküste.



Abbildung 489: Amalfi, hinauf zum Zentrum.



Abbildung 490: Pisa:Dom.

bei der Vollendung noch der 3. Etage zu neigen (Wikipedia 2017) und wurde dann nach langen Baupausen weitergebaut, als große Sehenswürdigkeit.

Aber 1093 bildeten **oberitalienische Städte**, so Mailand, Lodi, Cremona, Piacenza, einen **Bund** gegen HEINRICH IV. und wurden damit eine dritte Kraft neben Kaiser und Papst, "der erste Städtebund in der mittelalterlichen Geschichte" (F. SEIBT 1987, S, 167). In Italien erhalten im 12. Jh. bedeutende Städte Ratsverfassungen, werden Consules oder **Ratsherren** gewählt 1095 für Asti, 1117 für Mailand, 1127 für Cremona (E. PITZ 1978, S. 19).

Auch unter den Hohenstaufen wehrten sich oberitalienische Städte trotz harter "Strafgerichte" wie gegen Mailand oft erfolgreich. **1176** besiegen bei **Legnano** die lombardischen kurz einmal geeinigten Städte Kaiser FRIEDRICH BARBAROSSA, der ihren Forderungen nachgeben mußte. Der Sieg der norditalienischen Kommunen wird noch heute gefeiert und eine die italienischen Patrioten anfeuernde Oper VERDIS 'Die Schlacht von Legnano' wurde am 27. Januar 1849 in Rom uraufgeführt. Vielfach waren dann die Städte in ihrer gegenseitigen Konkurrenz ergeben den Kaisern, den Ghibellinen, waren '**ghibellinisch**', oder standen für die Welfen und dann überhaupt die Gegenpartei, die Guelfen, waren '**guelfisch**'. **Kaufleute** und Unternehmer bildeten in den führenden italienischen Städten die maßgebende, die herrschende Schicht, bildeten eine Oligarchie. **Perugia** in Umbrien, eher guelfisch, war die Stadt, in der Vater NICOLA PISANO und dessen Sohn GIOVANNI 1278 einen der schönsten Brunnen des Mittelalters vollendeten,



Abbildung 491: Pisa: Schiefer Turm.



Abbildung 492: Dom Cremona.



Abbildung 493: Perugia: Fontana Maggiore, 1278.

die Fontana Maggiore (Wikipedia 2016) und der innerstädtischer Kampf stattfand..

Einen als autonome Republik dastehenden **Städtebund** bildeten an oder nahe der Adriaküste 12.- 14. Jh. **Ravenna, Ancona, Pesaro, Semigallia, Rimini, Fano**. Ein selbständiges **Herzogtum war Urbino**, namentlich unter dem Condottiere FEDERICO DA MONTEFELTRO (Wikipedia 2016). Schon in vorrömischer Zeit wurden Münzen gepägt in **Gubbio,** eine am Hange der Apenninen in Umbrien gelegenen und im 12. - 14 Jh. auch selbständigen städischen Kommune (Wikipedia 2017). **Cesena,** die Stadt einer bedeutenden Renaissancebibliothek, gehörte meist zum Kirchenstatt, regiert etliche Zeit von den Malatesta.

Manche Städte, die **Renaissancefürstensitze** im späten 15. und **16. Jh.** wurden, haben auch hervorragende hochmittelalterliche Bauten. In dem unterschiedlich beherrschten **Parma** (Wikipedia 2017) mit nach 1534 den **Farnese** war 1196 - 1216 das Oktogon des **Baptisterium** gebaut worden.

Zur Dynastie der Farnese kam auch das durch einen Dom von 1122 - 1233 ausgezeichnete **Piacenza** (Wikipedia 2017). Nicht-römischen Ursprungs ist **Ferrara**, wo seit 1146 die Familie **d'Este** regierte, im 14. Jh. ihren Sitz in einer als erste moderne Stadtplanung bezeichneten Gestalt schuf, aber wegen Nachfolgefehlen Ferrara dann 1598 an den Kirchenstaat fiel (Wikipedia 2017). Die Familie d'Este regierte dann **Modena**, das jedenfalls zur Zeit der Einweihung seines romanischen Domes



Abbildung 494: Montagnana. Abendlicht.



Abbildung 495: Gubbio.



Abbildung 496: Volterra: Palazzi.

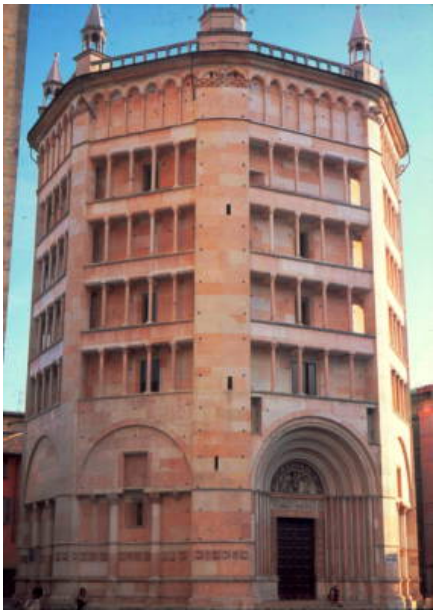

Abbildung 497: Parma: Baptisterium, 1216.

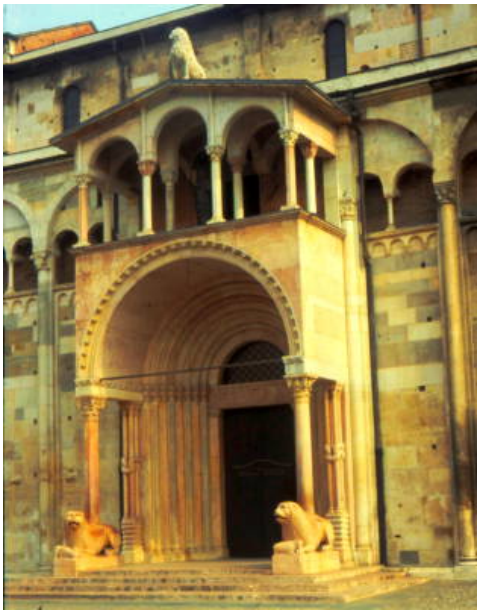

Abbildung 498: Modena, am romanischen Dom, 1184.

1184 freie Kommune war und freie Kommune noch einmal kurz 1308 - 1336.

**Venedig** entstand auf einem salzig-sandigen Flecken, das nicht mehr als die nahe Adria hatte und ohne Ackergrund selbst sein Trinkwasser vom Lande herbeischaffen muße. Venedig ist **bautechnisch** eine Meisterleistung. **In den sumpfigen Grund** wurden **Abertausende von Eichenpfählen** hineingesenkt. Alle Steine, alles Holz mußten von außerhalb herbeigeschafft werden. Die Stadt, auch in ihrer Größe unter den Bauumständen, ist ziemlich einmalig, ähnlich später St. Petersburg. Venedig - die ganze große Stadt war eine **beispiellose technische Architekturlösung**, "Triumph der menschlichen Willenskraft über die Ungunst der Verhältnisse" (F. LEWALD 1983, S, 438). Nicht verwunderlich, daß weite Teile der östlichen Adria und dann auch das Festland liefern mußten, also auch gewaltige Ausbeutung stattfand. Der durchgehende **Canal Grande** ist die letzte Strecke des Flusses Brenta und in ihm fließt das Wasser.

Wie Amalfi war Venedig auf Handel angewiesen und dann auch auf **Gewerbe** und hat es verstanden, aus seinen eher legendenhaften Anfängen zeitweilig Europas führende **Handels- und Kapitalstadt** zu werden (F. BRAUDEL 1986, S. 122 ff.). Einige Bedrohungen durch Piraten veranlaßten Venedig unter dem 26. Dogen, PIETRO II. ORSEOLO, im Jahre 1000 mit einer gewaltigen Flotte Istrien, die dem nördlichen Dalmatien vorgelageten Inseln wie Rab, Krk, Korc'ula und die dalmatinische Küste mit Zadar, Trogir, Split dem venezianischen Staatswesen einzuverleiben (M. W. WEITHMANN 2000, S. 65), also Venedigs **Ost-Expansion**



Abbildung 499: Murano.

zu eröffnen, das etwa 340 Jahre vor dem Übergreifen auf das italiensische Festland. Die Einverleibten werden das in dem noch mit starken antiken Erinnerungen ausgestatteten und romanisch gebliebenen Region kaum bedauert haben (S. 65). Im Jahre 1104 wird das '**Arsena**l' (F. BRAUDEL 1986, S. 115) gegründet, die für die Technikentwicklung bedeutsame **Schiffswerft,** auf der dann die Signoria vermietbare Schiffe bauen läßt.

Venedig beherrscht auch den **Salzhandel**, den mit dem Salz von Istrien und der kontrollierten Meersalzgewinnung an den Küsten der Adria und Zyperns. 40.000 Pferde pro Jahr haben das Salz allein Istriens geladen (F. BRAUDEL 1986; S. 130). Venedig hatte auch die Rohstoffe für **Glas,** also Soda aus Meerestangen und Sand, und es erstand die wegen Feuersgefahr aus der Stadt Venedig in das nahe **Murano** verlegte Glasproduktion, wobei um 1300 **farbloses Glas** erzeugt werden konnte (JA FROST 1970, S. 529) und es kam zur **Spiegel**-Produktion.

Der Bau eines neuen **Dogenpalastes** im gotischen Stil begann 1340. An den seit der Gotik gebauten **Palästen am Canal Grande** konnten im Erdgeschoß Schiffe anlegen und etwa Waren anlanden, und in der Renaissance kam vieles hinzu.

Die lange reine Meerstadt Venedig mit allerdings Stützpunkten jenseits der Adria dringt mit der Aneignung von **Treviso 1339** auch auf das **italienische Festland** vor, schuf sich die bisher nur dem Meer zugewandte Seemacht ihre **Terraferma** und reichen Venezianern Grundbesitz. 1379 siegt bei dem südlich von Venedig gelegenem Chioggia mit seiner Flotte zunächst Genua, jedoch schon im Juni 1380 folgt ebendort der Flottensieg Venedigs über Genua. Auf dem Venedig nahen **italienischen Festland** wird mit Söldnern unter einem 'Condottieri' 1405/1406 **Padua** eingenommen, die Stadt einer immer bedeutenderen Universität.



Abbildung 500: Venedig. Dogenpalast.



Abbildung 501: Venedig.



Abbildung 502: Venedigs Löwe am Dogenpalast.

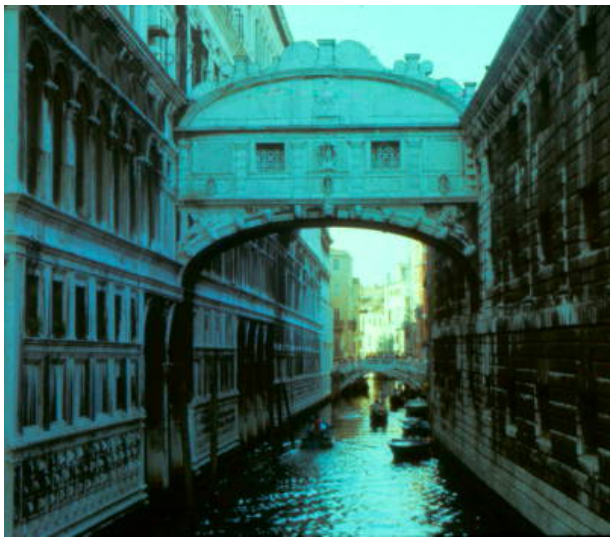

Abbildung 503: Venedig: über die Seufzerbrücke in Haft.



Abbildung 504: Venedig: Am Canal Grande.



Abbildung 505: Venedig, abseits des Canal Grande.



Abbildung 506: Venedig, Stadt zahlreicher Kanäle.



Abbildung 507: Treviso.



Abbildung 508: Padua: Baptisterium.

Dem Söldnerführer GATTAMELATA, einem Metzgerjungen aus Narni, schuf DONATELLO 1447 sein bronzenes Reitserstandbild, das erste im Monumentalformat gegossene Reiterstandbild seit der Antike (Wikipedia 2013).

1405 von Mailand eingenommen wird **Verona**, das bis 1387 von der **Familie Scala**, den Scaligern, regiert wurde.

In langem Streit stand Venedig mit **Bologna**, das auch von inneren Machtkämpfen zwischen seinen führenden Geschlechtern erschüttert wurde, an die Visconti kam und 1440/1441 endgültig an den Kirchenstaat, bei ziemlicher Autonomie. Besser als unter Mailand scheint es für Städte unter Venedig zu sein, wo Kunst und Kultur weiterblühen, das 1404 eingenommene **Vicenza,** dann **Verona**, **Bergamo, Brescia.** 1420 kommt zu Venedig das **Friaul** mit Udine. 1441 - 1509 besitzt Venedig **Ravenna**, Als Venedig kriegerisch bedroht ist, stehen seine Festlandsstädte zu ihm.

**Freiheit im Denken, Toleranz**, nötig für eine weitwirkende Handelsstadt, wenn auch nicht im Politischen, lassen manche Ansprüche des Vatikan abprallen.

Mit Flußregulierungen an der Festlandsküste kann Venedig die Versandung seiner Lagune abwenden.

Im Festlandsbesitz von Venedig, der **Terra ferma** mit seinem Großgrundbesitz, konnte Venedig eine landwirtschaftliche Grundlage ausbauen, mit Maulbeerbäumen



Abbildung 509: GATTAMELATA Padua.



Abbildung 510: Verona: Ponte Scaligari, Festung.



Abbildung 511: Verona, ein Scaliger-Grab.



Abbildung 512: Bergamo.



Abbildung 513: Udine.

und Seidengewinnung, mit Mais und Viehzucht (F. BRAUDEL et al. 1990, S. 165).

Mit den im 15. Jh. vordringenden Türken mußte dann der Handel abgeklärt werden und ging immer mehr von Venedigs Besitz an das Osmanische Reich verloren, sank die Meeresmacht der ohnehin stets auf Adria und östliches Mittelmeer beschränkten Seerepublik. Zwanzig Jahre lang, ab 1654, wurde Kretas Hauptstadt Iraklion belagert, ehe die Insel bis 1898/1913 ganz zum Osmanischen Reich gehörte (M. W. WEITHMANN 1994). Aber nachdem Venedig als Seemacht im 15. Jh. zunehmend verlor, stieg sie empor als Kunststadt in Pracht und Glanz (A. SEMRAU 1925, S. 136 ff.), Stadt der Feste, mit der am Himmelfahrtstag stattfinden großen Festivität der Vermählung mit dem Meer, wurde die Stadt des führenden Verlegers MANUTIUS, wurde Stadt einer Akademie vor den neuzeitlichen Akademien - für alles das reichte es und Venedigs Pracht erzielt höchste Bewunderung bis zur Gegenwart.

Unabhängig von Venedig bleibt die schwer befestigte Stadt- und Handelsrepublik **Ragusa/Dubrovnik**. Sie muß zwar ihren Schutzmächten, zuerst die ungarisch-kroatischen Könige und dann den Osmanen Tribute zahlen, kann aber ihre Freiheit bewahren. Ein katstrophales Erdgeben 1667 schädigt Ragusa schwer. 1815 kommt sie nach Besetzung durch napoleonische Truppen zum österreichischen Dalmatien.

Wie Amalfi ist **Genua** landwärts von hohem Gebirge begrenzt und westlich liegt das Tyrrhenische Meer. Schmal sind sogar Genuas Hauptstraßen. FRIEDRICH BARBAROSSAs Chronist OTTO VON FREISING lobt seinen kasierlichen Neffen BARBAROSSA, daß er dennoch in den Krieg gegen Genua zog. Wer in dem



Abbildung 514: In Dubrovnik.

begrenzten Territorium Genaus reich werden wollte, mußte Handel treiben und sein Geld zur 'Vermehrung' anderswo anlegen. Auch Genua baute hervorragende Schiffe (F. BRAUDEL 1986, S. 175). Der Besitz von Venedig wie Genua reichte **tief in die Ägäis**, für Genua nach **Chios**, Samos, Samothrake, dem 1207 - 1537 venezianischen Patmos. Auf der Ägäis-Insel Lesbos erschienen erobernd die Venezianer, und die dann wieder hier herrschenden Byzantiner gaben Lesbos 1354 an eine genuesische Familie. Nach der Wiedererstehung des verkleinerten Byzantinischen Reiches 1261 erhielt Genua das Konstantinopel gegenüberliegende **Pera**. Genua gewann einen Stützpunkt in der heute Feodossija genannten Stadt auf der Krim am Schwarzen Meer, dem damaligen **Kaffa**, und ebenso in **Tana** einen Handelsplatz an der Mündung des Don (M. SEIDLMAYER 1989). Ein Vergleich mit der Hanse in Nowgorod würde insofern nicht recht stimmen, als die Hanse in Nowgorod trotz aller Garantien nur Gast war, Genua aber sich als Besitzer der Handelsplätze ohne übergeordnete Macht fühlen konnte. Vom Reichtum von zeugt, wenn es 1293 durch seinen Seehandcl 3-mal so hohe Einkünfte erzielt habe wie dem König von Frankreich zur Verfügung standen und auch die Einkünfte von Lübeck um etwa das 10-fache übertraf (F. SEIBT 1987, S. 244).. Trotzdem übertraf Venedig meistens Genua. Die Plätze Genuas an der Schwarzmeerküste wurden im 14. Jh. von den Tartaren eingenommen. Genua mußte sich zum Atlantik wenden. Einer von wohl Genuas Söhnen, COLUMBUS schaffte dann jenes Silber herbei, mit dessen Handel Genua weiterkam



Abbildung 515: Genua.



Abbildung 516: Genua auf Corsica.



Abbildung 517: Florenz: Bronzetüren Baptisterium.

Im Inland der Apenninen-Halbinsel erhob sich das meist durch die **Medici** autoritär regierte **Florenz**, die Stadt von Tuchmanufakturen und auch eine Stadt der Wissenschaft. Im 12. Jh. wird das Baptisterium gestaltet, so etwas wie Protorenaissance, mit den 3 Bronzetüren von LORENZO GHIBERTI und ANDREA PISANO.

Nach etwa 15-jährigem Krieg okkupierte Florenz 1509 die auch die reiche Handelsstadt **Pisa**,. Als Universitätsstadt behielt Pisa seinen Glanz. Aber 1512 wurde Florenz von neapolitanischen Truppen schwer geplündert. In der Stadtrepublik **Siena** hatte 1487 PANDOLFO PETRUCCO eine despotische Regierung gebildet, aber konnte keine Dynastie begründen und 1557 kam Siena unter COSIMO I., der 1537 als erster Medici Herzog in Florenz wurde, an Florenz.

Unabhängig blieb **Lucca**.

Für jedenfalls viele von Italiens Städte wird auch gemeint, daß der hier ansässige ansässige, von den Einkünften aus dem Land lebende Adel, der Stadt einen 'feudalen Charakter' gab und sich hier lange "kein bürgerliches Selbstverständnis" entwickelte (zu M. WEBER K. SCHREINER in J. KOCKA 1986, S. 123),



Abbildung 518: Florenz:Arno-Brücke.



Abbildung 519: Florenz: Blick zur Signoria.



Abbildung 520: Florenz:COSIMO I..

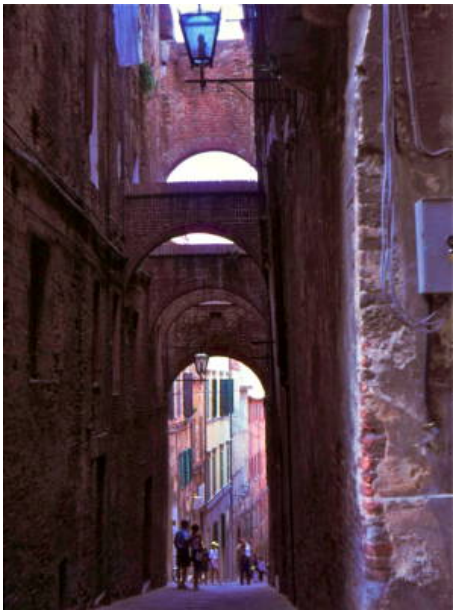

Abbildung 521: Siena mittelalterlich.



Abbildung 522: Siena: Piazza Salimbeni.



Abbildung 523: Lucca, Dom.



Abbildung 524: Lucca: Am Dom.

## Das Land am Rande, das ausgreift: England und seine Herrscher von außerhalb

Wie bei anderen aus Kleinstaaten hervorgehenden Staaten erstand auch das im Mittelalter manche hervorragende geistige Persönlichkeit hervorbringende **England aus kleinen Reichen**, Königreichen, die nach dem Abzug der Römer auf die über die See eindringenden **Sachsen und Angeln** zurückgehen. Ihre Namen sind wie Kent, Sussex, Wessex noch in englischen Grafschaften und Landschaften erhalten. Bischofssitze werden später die Römerstädte Durovernum als **Canterbury**, übersetzt als die 'Burg' von Kent, und Eburacum als **York** (W. SCHLESINGER 1978), Canterbury wird zum Hauptsitz der Angeln und Sachsen. Im Jahre 871 besteigt ALFRED der GROSSE den Thron des südwestenglischen **Wessex.** Zunächst müssen in erbarmungslosen Schlachten die große Teile Englands in ihren Besitz genommen Wikinger besiegt werden und werden dann teilweise auch zum Christentum bekehrt. ALFRED mit seiner harten Hand vereinigt vieles. ALFRED wird auch als erster König von England bezeichnet, beherrschte aber nicht alles, ja gab auch noch Wikinger: und "... alles, was wir heute 'England' nennen, einst überhaupt nicht englisch war" (N. DAVIES 2015, S. 10). ALFRED ist ein schreibkundiger, an Kultur interessierter Herrscher. **Dänen** kommen zuerst als Plünderer, dann als Truppen des 976 christlich gewordenen Dänenkönigs HARALD BLAUZAHN. Der unter seinen Widersachern hart aufräumende, vor Säuberungen nicht zurückschreckende Dänenprinz KNUT (M. K. LAWSON 20004) wurde 1016 der König von ganz England und, in Personalunion, zudem 1019 auch von Dänemark und dann Norwegen. Er regierte, KNUT der GROSSE, bis 1035 ein **nordisches Großreich,** daß dem Kaiserreich eines KONRAD II. und HEINRICH II. kaum nachstand, aber nicht von Dauer war. Aber die Entwicklung auf der britischen

Insel hätte auch anders ausfallen köönen als es geschah (N. DAVIES 2015, S. 83). London wurde das Zentrum des sich dann einigenden England. Unter EDWARD der BEKENNER kam wieder das Haus Wessex auf den Thron, und der, kinderloas, sandte HAROLD GODWINESON zu **WILHELM/WILLIAM**, Herzog der **Normandie** (D. C. DOUGLAS 1994), um ihm die Nachfolge anzubieten. Nach dem Tode EDWARDs am 5. Januar 1066 ließ sich HAROLD selbst zum König von England krönen. Herzog WILHELM von der Normandie rüstete sofort zum Krieg, hielt sich für den berechtigten Nachfolger EDWARDs. Mit seiner Flotte und auch auf den Booten mitgeführten Pferden landeten WILHELMs Truppen an der Südküste Englands. HAROLD besiegte am 25. September 1066 die bei York gelandeten Truppen unter dem Norwegerkönig HAROLD HADRAADA , der den Tod fand, und HAROLD hatte errungen "einen der größten Siege des ganzen Mittelalters ..." (D. C. DOUGLAS 1994, S. 199). Aber am 14. Oktober 1066 hatte WILHELM bei **Hastings** HAROLD besiegt und HAROLD verlor sein Leben. In einem einmalig aufschlußreichen mit Bildern gewebten **Teppich in Bayeux** wird die Überfahrt von der Vorbereitung bis zum Abschluß in ihren aufeinanderfolgenden Stadien geschildert, fast wie ein Film-Drehbuch. Nicht die Normannen vom Norden, die vom Süden, von der Normandie, hatten in England gesiegt. **Englands Gesellschaft** wurde **umgestülpt,** die anglo-sächsische Aristokratie 'zerstört' und durch eine normannische ersetzt, Die hohen neuen Aristokraten erhielten riesige Ländereien in verschiedenen Teilen des Landes, gegen die Verpflichtung zu Kriegsdiensten (D. C. DOUGLAS 1994, S. 269 ff.) und "Gegen Ende der Herrschaft des Eroberers ist anläßlich seiner größeren Hofversammlungen kaum mehr ein wichtiger englischer Name zu entdecken, ..." (S. 290). **Für Englands Kultur** und auch spätere Wissenschaften hatte das **bleibende Folgen**. Rebellionen, in den folgenden Jahren, etwa in York und Umland, wurden grausamst niedergeschlagen. Ganze Landstriche waren entvölkert. 'Nordische' Menschen bekämpften 'nordische' Menschen. Im Kampf um England kamen erneut romanische Worte in die Sprache Englands, wurde England **romanisiert**, auch mit den baldigen gotischen Großkirchen. Die Einfälle vom Norden und so der **Einfluß des Nordens** waren **abgeblockt.**. WILHELM der EROBERER war ein energischer Herrscher. Er war der Herr auch über die Feudalherren. Als der Hof Weihnachten 1085 in Gloucester verbrachte, wurde beschlossen, **alle Güter** des Landes und ihre Erträge und das im Vergleich zu der Zeit EDWARDs **listenmäßig** zu **erfassen** (S. 361/362). Das Ergebnis war das heute in London aufbewahrte '**Domesday Book'**, "der bemerkenswerteste statistische Bericht, der je in einem mittelalterlichen Königreich hervorgebracht wurde" (S. 361), Es bestehen 2 verschiedenartige Bände, von denen der 'Kleine Domesday Book' nur Norfolk, Suffolk und Essex erfaßt. Wegen der drohenden Steuerfragen führte das Unternehmen bis zu "Blutvergießen" (S. 358), wurde aber durchgesetzt. Man kann von einem neuen Typ von Feudalordnung

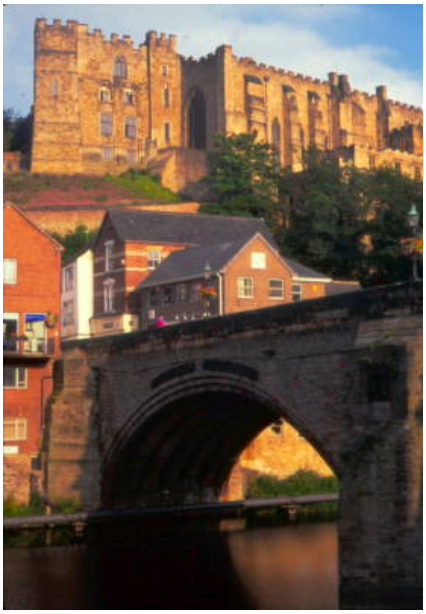

Abbildung 525: Durham.

sprechen. England erhielt bald zahlreiche Burgen. **Im Norden** festigte sich nach dem Tode von MACBETH 1057 unter der von MALCOLM begründeten neuen Dynastie das Königreich Schottland, Das 1075 begründete Norwich war noch Erdwall mit Holzpalisaden. Im **Norden** wurden unter den Normannen die Festungen **Newcastle** und **Durham** mit angelegt (J. BLACK 2003, S. 38 ff.) - Durham dann mit seiner seiner gewaltigen Kathedrale, eindrucksvoll, fast bedrückend, wenn man sich bei einbrechender Dunkelheit in dem gewaltigen Kathedralenraum mit seinen Säulen aufhält.

Unter WILLIAM begann 1070 auch der Bau der Kathedrale in **Lincoln**, die, dann im Stile der Gotik, eine der monumentalsten mittelalterlichen Kirchen Englands wurde und bis 1549 als höchstes Bauwerk gilt. Als größte mittelalterliche Kirche Englands gilt die Minster St. Peter in **York**, die nach 250 Jahren Bauzeit 1472 vollendet war (Wikipedia 2016).

Langwierig war für nachfolgende Zeiten die Einbeziehung von **Wales**, begonnen durch Privat-Feudale, wie gegen Irland, es war Englands Griff nach dem Westen, seine 'Westpolitik'. Wie in Mitteleuropa spricht man in der Grenzregion östlich von Wales von Mark, 'march', der Grenzzone, im 12. und 13. Jh. eine ziemlich gesetzlose 'Frontier' (N. DAVIES 1999, S. 282/283). **Chester** und **Shrewsbury** waren Grenzfestungen nach Wales hin (J. BLACK 2003, S. 61). Nach dem noch immer ziemlich selbständig belassenen **Wales** trägt der englische Kronprinz seit 1301 den Titel 'Prince of Wales'.. Die Einverleibung gelingt 1536 mit einer vollständigeren

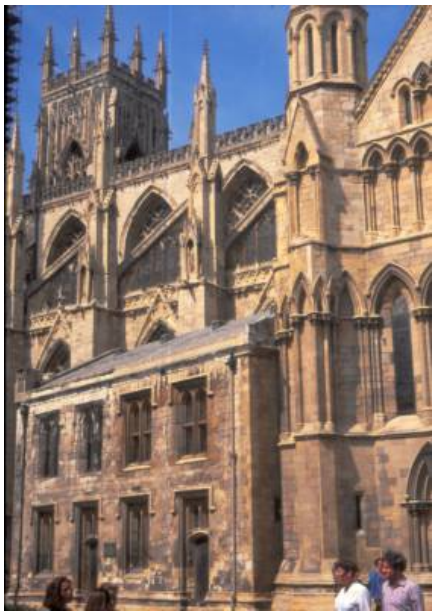

Abbildung 526: York. Hochmittelalter. 1991.

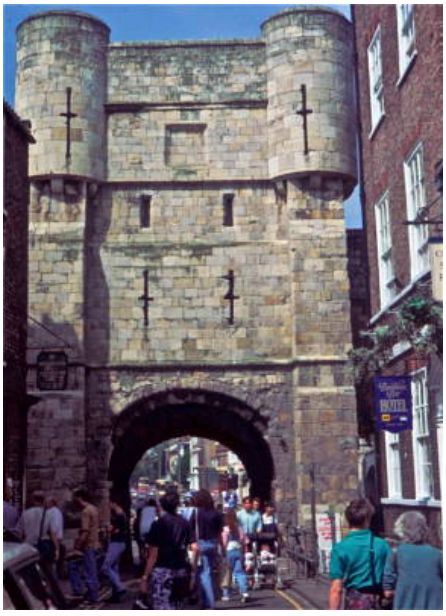

Abbildung 527: York, ins Zentrum.




Abbildung 528: Chester.

Eroberung (F. BRAUDEL 1986, S. 410).

Einverleibung gab es auch bei **Cornwall**, dem seit HEINRICH II. immer wieder ins Visier genommenen **Irland**, jahrhundertelang nicht möglich für Schottland. Da hatte England schon längst auf dem europäischen Festland zu kämpfen, in 'Frankreich', 'hundertjährig' immer wieder unterbrochen, um schließlich die kontinentalen Territorien doch zu verlieren, bevor England sein Weltreich, das 'Empire', aufbaut. Was das europäische Festland betrifft: Ein Nachkomme WILHELM des EROBERERs, der Anjou regierende HEINRICH PLANTAGENET heiratete 1152 ELEONORE von AQUITANIEN, die geschiedene Ehefrau des Königs von Frankreich, 1154 konnte dieser PLANTAGENET als HEINRICH II. den Thron von England besteigen und die Nachkommen seiner Ehe mit ELEONORE von Aquitanien konnten England wie Aquitanien erben. Auch nominell als Lehen des Königs von Frankreich gab es damit eine große Teile Westeuropas, England wie große Teile Frankreichs umfassende europäische Macht, mit der Landschaft Anjou und der dortigen Hauptstadt **Angers** im Mitelpunkt, eine die in der Historiographie viel später (Wikipedia 2013) als '**Angevinisches Reich**' bezeichnete Macht.

Säkulare Macht oder kirchliche Herrschaft - das wird in England durch HEINRICH II. vorschnell entschieden, denn Ritter erschlagen ziemlich eigenmächtig für ihren die geistliche Macht fürchtenden König am 29. Dezember 1170 in der Kathedrale von Canterbury den einst dem König freundschaftlich verbundenen Erzbischof THOMAS BECKETT, der "Mord im Dom" (ELLIOT), Die Kirche kann einen



Abbildung 529: Angers.

weiteren Märtyrer bieten. 1175 beginnt der Neubau der **Kathedrale von Canterbury** im Stile der Gotik (Wikipedia 2016).

Mit ELEONORE hatte HEINRICH II. PLANTAGENET keine große Freude, sie kehrte als dortige Herrscherin nach Aquitanien turück, und ihre gemeinsamen Söhne, so RICHARD LÖWENHERZ und JOHANN empörten sich angestachelt und geholfen auch vom französischen König gegen den Vater, und der im 20. Jh. von JAMES GOLDMAN als 'Löwe im Winter' dramatisierte HEINRICH II. hatte seinen königlich zu überwindenden Kummer. HEINRICH II. wird in der Kathedrale von Canterbury wegen des Mordes an THOMAS BECKETT blutige Buße an sich selber tun, um seine gesunkenes Ansehen wieder aufzurichten. ELEANORE kam später in Hausarrest auf der Burg Chinon in Frankreich.

RICHARD LÖWENHERZ, seit 1189 König, nimmt am 3. Kreuzzug teil und wird auf dem Rückweg auf dem Landweg in Österreich wegen einer Auseinandersetzung in Orient gefangen und muß, und das naxh hoher Lösegeldzahlung, sein Land als Lehen von Kaiser HEINRICH VI: nehmen. Noch unter dem 1216 gestorbenem König JOHANN 'Ohneland', RICHARDs Bruder ,wurde im Interesse des rebellierenden Adels am 15, Juni **1215** in Runnymele mit dem König Verfassung vereinbart, die **Magna Carta**/Magna Carta Libertatum. Festgelegt wurde für die Adligen ihre persönliche Sicherheit und sie verlangten Gerichtsprozesse nur durch Standesgenossen und Sicherheit an ihrem Eigentum. England hatte schon im 14. Jh. seine **Ketzerbewegung**, die **Lollarden**. Der reformierende WYCLIFF stirbt 1384 eines natürlichen Todes. Der Adel rottet sich in seinen Kämpfen miteinander schließlich ziemlich aus, in den 'Rosenkriegen', bis die **Tudors** im 15. Jh. Ordnung schaffen können und Englands wirtschaftlicher Aufstieg etwa mit Schafwolle folgt. Die Trennung von Rom unter HEINRICH VIII. begründet wie schon anders-



Abbildung 530: Canterbury: Kathedrale.




Abbildung 531: Canterbury: Westgate. Zeit RICHARD II..



Abbildung 532: RICHARD I. LÖWENHERZ. London.

wo auch in England die nur kurzzeitig von seiner Tochter MARIA unterbrochene kirchliche Eigenständigkeit.

Oft im Streit mit England entwickelte sich unabhängig **Schottland.** Sein Hauptsitz Perth wurde in den 1450-er-Jahren abgelöst von dem kulturreichen **Edinburg**. Hier erstand mutmaßlich 1120 Edinburgs Hauptkathedrale St. Giles, nach einem Brand 1365 wiederrichtet im Stil der Gotik Mit der Sohne der MARIA STUART JAMES/JAKOB I, kam Schottland in Personalunion mit England.

## Schwierig zu entwickeln und zu festigen: Frankreich - auch bei ihm Drang nach Osten

Das **Westfränkische Reich** der Karolinger zerfiel nach der Zähmung der Normannen mehr als zunächst das Ostfränkische Reich in nach Souveränität strebenden, vererbbaren Territorien (N. ELIAS 1990 2, S. 29). Auch in späteren Jahrhunderten schien es Frankreich manchmal gar nicht mehr zu geben. Das folgte besonders auf den zum König gewählten HUGO CAPET. Und der ab 1108 regierende 5. Kapetinger, LUDWIG VI. DER DICKE, "keineswegs ein Schwächling, hat außerhalb seines" in der Mitte von Frankreich liegenden Terrotirums, "wenig zu sagen" (S. 29). Aber immer wieder gelang Frankreich seine Weiterexistenz und gelang es sogar den Staat auszudehnen, der manchmal nur auf Paris oder südlichere Regionen

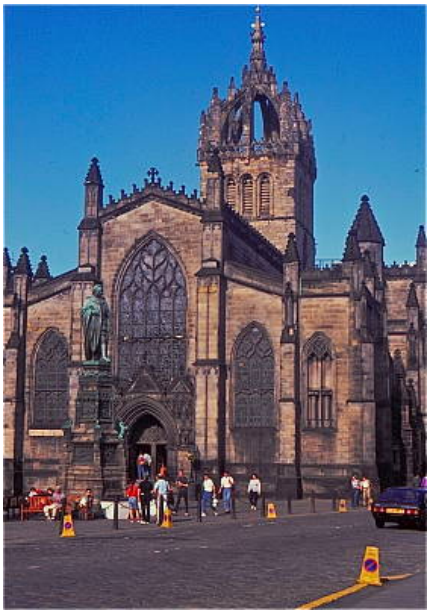

Abbildung 533: Edinburg: St. Giles Kathedrale.

wie an der Loire, bestand. Ausdehnen nach verschiedenen Richtungen und besonders auch nach Osten. Wo man Französisch sprach oder eine ähnliche Sprache war schließlich Frankreich, bis hinein nach Lothringen. Ratsverfassungen für Städte gibt es wie in Italien im 12. Jh., 1129 für **Avignon**, 1131 für **Arles**, 1178 für Marseille.

König PHILIPP AUGUST zieht 1214 das **Herzogtum Normandie** für die Krone ein. Die **Provence** war im Mittelalter Vasall unter dem deutschen Kaiser, gehörte dann zu Aragon, stand danach unter den **Grafen** der Provence. Außer zahlreichen anderen Besitztümern wurde RENE'D'ANJOU auch Graf der Provence und hier, genannt der "gute König Rene"/RENE' errichtete er in der nunmehrigen Hauptstadt **Aix** einen Kunst- und Musenhof, mit Universität 1409 und gewährte Selbstverwaltung für Aix. **1480** fiel das **Herzogtum Anjou** für immer an die französische Krone. 1481 fällt die **Provence** unter LUDWIG XI. endgültig an Frankreich.

Die englischen Könige hatten nach den seinerzeiten Erbrechten einen Anspruch auf den französischen Thron. In einem immer längere Zeit auchunterbrochenen und durch innerfranzösische Konflikte belasteten **'Hundertjährigen Krieg'** versuchte England vor allem zuerst unter EDUARD III. das durchzusetzen. Am 26. August 1346 siegten die Engländer bei **Crecy**. Monatelang und verlustreich für die Belagerer wurde **Calais** belagert. Als diese Hafenstadt vor dem Fall und der Plünderung und Zerstörung stand erschienen 6 angesehene Bürger der Stadt vor EDUARD III.



Abbildung 534: Arles, christlich-romanisch.



Abbildung 535: Aix en Provence.

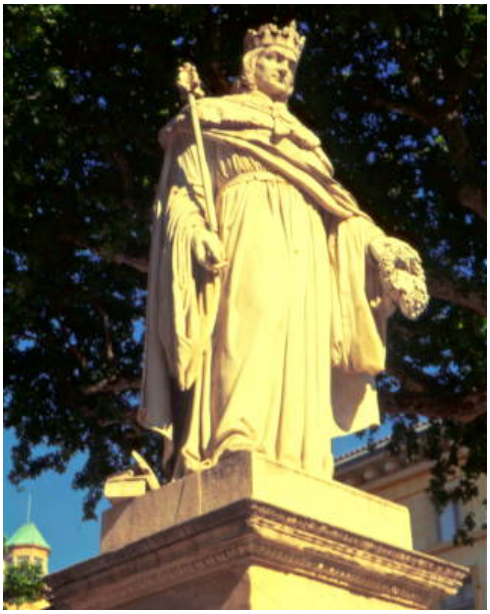

Abbildung 536: Aix en Provence: Kulturforderer RENE.



Abbildung 537: Fahne der Provence, Grasse.



Abbildung 538: Die Bürger von Calais. RODIN 1889.

und bieten sich zur Hinrchtung an, wenn dafür die Stadt verschschont wird. Auf Bitten der englischen Köngin unterblieben Hinrichtung wie Plünderung, und die von JEAN FROISSART berichtete Tat der 6 'Bürger von Calais' ist eine der immer wieder aufgegriffenen Anekdoten des insgesamt zerstörerischen Geschehens.

Am 14. Oktober 1415 siegten bei Azincourt bei Arras 13.000 Engländer über 50.000 französische Soldaten (J. CORDIER 1996, S. 46/47). Im Jahre 1428 hielt England Frankreich nördlich der Loire besetzt und Burgund unter PHILIPP DER GUTE wie die Bretagne standen an seiner Seite. Der sich als erbberechtigt fühlende KARL VII. war 1422 ungekrönter König geworden. Hauptsatdt war Bourges.

In Frankreich muß sich aber ein verbreitetes Nationalgefühl herausgebildet haben und ein Dorfmädchen JEANNE/JOHANNA D'ARC (J. CORDIER 1996), geboren 1412 in dem zu Frankreich gehörendem lothringischen Dorf Domremy muß davon ergriffen gewesen sein. Sie meinte nach dem Hören von Stimmen, daß sie von Gott auserwählt sei, den König für Frankreich zum Sieg zu führen. Es gelang ihr zu dem in Chinon residierenden König vorzudringen und als eine Art Prophetin, deren Jungfrauenstatus in Poitiers ausdrücklich festgestellt wurde und die in Männerkleidung auftreten durfte, den Truppen anfeuernd und auch mitkämpfend zur Seite zu stehen. Die Legendes machte sie sogar zur Truppenführerin, Ungeachtet der englischen Belagerung konnten französische Truppen und JEANNE in Orleans einrücken, Die Engländer mußten die Belagerung von **Orleans** aufgeben. 1429 konnte der König zusammen mit JEANNE mit Truppen unter Unterwerfung

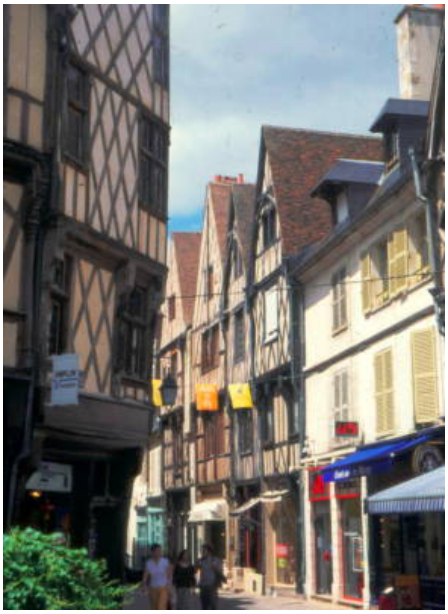

Abbildung 539: Frankreichs zeitweilige Hauptstadt Bourges.

der am Wege liegenden Städte nach Reims geführt werden und wurde dort am 17. Juli, dem für die Krönung notwendigen Sonntag. gekrönt. Seine Autorität erhielt damit die nötige Weihe. Paris konnte noch nicht eingenommen werden, Bei Compiegne wurde JEANNE am 23. Mai 1430 gefangengenommen. In Rouen wurde ein monatelanger Prozeß gegen sie durchgeführt. Die Akten sind erhalten, ebenso wie vom späteren Revisionsprozeß. Zeugen wurden vernommen. Am 30. Mai 1431 wurde JEANNE nach der Widerrufung eines Widerrufs ihrer Behauptungen etwa "neun Uhr mörgens ..., nachdem sie kommuniziert hatte, auf einen Karren gefesselt und von 80 englischen Soldaten zum alten Marktplatz von Rouen geführt" (J. CORDIER 1996, S. 344) und dort verbrannt. Mit der mittelalterlichen Vorstellung von einem gottgesandten auserwählten Wesen trug sie bei, einen modernen Nationalstaat zu schaffen. Der Klerus hatte sich in seiner Deutungshoheit herausgefordert gefühlt. KARL VII. war später siegreich. JEAN/JOHANNA wurde rehabilitiert und wurde die **Nationalheldin der Franzosen**, eine, wie kein anderes Land aufweist. Ein fast einmaliger Vorgang in der Geschichte einer Nationenbildung. Das Bewußtwerden von Nationalität in weiteren Kreisen eines sprachlich sich verstehenden Landes wie auch fast gleihzeitig bei den Tschechen führte auch aus dem Mittelalter heraus. Nur der religionsferne große VOLTAIRE wertete JEANNE einmal als mit den von den Engländern gebrauchten Ausdruck 'Pucelle', als Hexe, ab. Frankreichs erfolgreicher König wurde dann LUDWIG XI.



Abbildung 540: JEAN D'ARC, Orleans.



Abbildung 541: Orleans. Kathedrale, JEAN D'ARC-Fenster.



Abbildung 542: JEAN D' ARC. Reims.



Abbildung 543: JEAN D' ARC, Lilienbanner. Compiegne.



Abbildung 544: LUDWIG XI: Bourges.

## 'Burgund' - Kultur im 'Herbst des Mittealters' und Untergang in Härte

Sehr eigenständig wurde das aus verschiedenen mit Burgund bezeichneten Fürstentümern hervorgehende **Herzogtum Burgund**, manchmal fast Inbegriff hochmittelalterlicher Kultur und 1435 wurde ihm unter PHILIPP III., der GUTE, im Vertrag von Arras vom französischen König KARL VII. völlige **Souveränität** zugestanden (Wikipedia 2016). Bei dem Sohn von PHILIPP III., KARL DER KÜHNE, war von 'Güte' nichts geblieben und er verspielte das selbständige Burgund, als er etwa das Herzogtum Lothringen erobern wollte, und es folgte ein Kampf abeschreckener Grausamkeit, der in diesem 'Herbst des Mittelalters' stattfand. Im Kampf mit Eidgenossen und ihren Verbündeten ließ KARL DER KÜHNE die Besatzung der am 28. Februar 1476 eroberten Burg Grandson teilweise ertränken, teilweise an Bäumen aufhängen (V. GITERMANN 1949, S. 77). Aber die Rache kam, im März 1476, und die burgundische Besatzung von Grandson wurde von den Mauern des Schlosses hinabgeworfen, 400 Geschütze wurden erobert. Am 5. Januar **1477** erlitt der glänzende Fürst KARL DER KÜHNE bei Nancy eine für ihn tödlich endende Niederlage. und Burgund fiel außer einem an Frankreich kommenden Teil durch die Heirat von KARL DES KÜHNEN verwitweter Ehefrau MARIA mit MAXIMILIAN I. an diesen und danach an deren Sohn PHILIPP der SCHÖNE. Frieden gab es für dieses Burgund eigentlich nie.



Abbildung 545: Nantes. Schloßhof.

## Frankreich vergrößert sich nach Nordwesten und Südwesten

Das Herzogtum **Bretagne**, Hauptsatdt Nantes, wird 1532 als autonome Provinz mit Frrankreich zusammengefügt.

**Saint Malo** wird Heimat und Ausfahrhafen bedeutender Seefahrer.

**1601** fallen an Frankreich die äußersten **Westgebiete** des nominell noch zum römisch-deutschen Reich gehörenden Herzogtums **Savoyen**, mit **Bourg-en-Bresse**.

Als Bourg-en-Bresse noch bei Savoyen war, ließ sich die zeitweilige Herzogin, Ehefrau des Herzogs, MARGARETE VON ÖSTERREICH dort eine prächtige Grabkirche für ihren gestorbenen Gatten und sich errichten.

**Savoyen** (N. DAVIES 2015, S. 471; Wikipedia 2017) wird 1792 von Frankreich besetzt und kam dann unter NAPOLEONs Piemontesische und dann die Subalpinische Republik, wird 1816 zu .Sardinien-Piemont. Das Kernland Savoyen mit **Chambery** kommt 1860 endgültig an Frankreich, nachdem die Hauptstadt von Piemont seit 1563 Turin war.



Abbildung 546: Saint Malo.

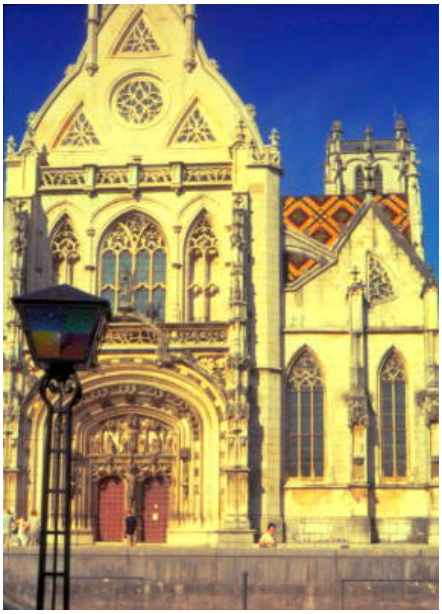

Abbildung 547: Bourg-en-Bresse: Grabkirche MARGARETE.

## Osteuropa und Ost-Mitteleuropa im Sturm der Mongolen und Tataren

Immer wieder waren Völker aus dem Osten in das südöstliche und östliche Europa eingebrochen, hatten hier Sitze gesucht oder auch nur geplündert, hatten Tribute erhoben und hatten immer wieder, bis zur Besiegung der Awaren und der Madjaren und ihrer verwandten Ethnien, die Geschichte des lateinischen Europa mitbestimmt. Von geschichtsentscheidender Bedeutung war im 5. Jh. der Einbruch der dann klanglos verschwindenden Hunnen gewesen. Awaren, Petschennegen, Komenen waren weitere solche Ethnien. Zu einer Staatsgründung kamen die **Madjaren**, die Ungarn, die verwandte Ethnien einbezogen.

Nach längerer Ruhe aber wurden die russischen Lande und westlich angrenzende Teile Europa erschüttert von dem Einfall der **Mongolen**, dem nach den Hunnen **zweiten großen Völkersturm aus Asien**. Die bisher in Europa nicht beachteten Stämme der Mongolen vereinten sich unter DSCHINGIS CHAN (B. SPULER 1977). Wie wohl einst die Hunnen ritten ihre Heere auf Pferden und schossen auf ihnen weitreichende Pfeile ab (L. RÜHL 1992, S. 24) und bäuerliche 'Infanterie' ist dem kaum gewachsen. Staatliche Strukturen bilden sie in Asien, mit dem Mittelpunkt **Karakorum**. Von den Mongolen überfallene Gebiete wurden aber nur teilweise von ihnen besiedelt, so später in Südost-Europa. Byzanz oder gar Rom wurden nicht bedroht, Ost-Europa war nur eine der betroffenen Regionen, Persien, das südliche Zentralasien, China, waren es ebenso.

Zur Zeit der Herrschaft von ÖGEDEI KHAN stoßen unter BATU die Mongolenheere im Dezember **1237** bei festgefrorenem Boden auch in die russischen Fürstentümer ein. Kiew fällt 1240. Andere russische Fürstentümer im Norden setzen die russische Kultur fort. Am 9. April **1241** - Kaiser FRIEDRICH II. hat in Italien zu kämpfen - siegen Mongolen bei Liegnitz. Am 11. April 1241 siegt ein anderer Heeresteil von Mongolen im Ungarn des Königs BELA IV, bei Muhi und sie erreichen dann die Adria und fast Wien. Nicht nur auf dem Schlachtfeld gibt es zahleiche Tote und er folgt auch Deportation (Internet). Das immer noch uneinige Europa zittert. Aber im Frühjahr 1242 ziehen sich die Mongolenkrieger **zurück**, wohl wegen inneren Streitigkeiten, wegen Nachfolgeproblemen. Diskutiert wurde auch, ob die nomadisierenden Mongolen in dem hügelig-bergigen Geländer Europas nicht für Herden geeignete Lande fanden, wie allenfalls in der Ungarischen Tiefebene. Etwa die Hälfte der Bevölkerung Ungarn soll noch unter dem Mongolensturm ums Lebens gekommen sein, viele weitere starben in dem Hunger danach. In Ungarn mußte nach dem Mongolensturm viel neu aufgebaut werden und galt es neue Siedler aus dem Westen, vor allem auch Deutsche, ins Land zu rufen (Wikipedia u. a.).

Dort, wo die Mongolen zu Hause waren, konnte man sicher reisen, zeigten sie sich nicht als jene grausamen Schlächter und Zerstörer, als die man sie zutreffend in Europa schilderte und **schufen** das zeitweilige territorial umfangreichste **Reich** der Weltgeschichte, mit hervorragendem Kurier- und Postwesen. Verschiedene Religionen und auch christliche Gruppen lebten bei den Mongolen und zumal auch in Karakorum zusammen. Zeigte sich in der HITLER-Zeit HEINRICH HIMMLER von einem solchen Reich und seiner Militärmacht beeinflußt (Diskusion im Internet). Vor dem Zusammenbruch des Kommunismus 1989 durfte DSCHINGIS KHAN auch in der Mongolischen Volksrepublik nicht erwähnt werden. Heute steht eine überlebensgroße sitzende Bronzefigur von DSCHINGIS KHAN vor dem Parlament der Mongolei in Ulan-Bator/Ulaanbaator. 54 km südöstlich von Ulan Bator steht auf einem großen, mit Geschäften belegten Sockel eine 30 m hohe Reiterstatue von DSCHINGIS KHAN aus Edelstahl, die bisher größte Reiterstatue der Welt (Internet), wo man Gäste aus aller Welt erwartet.

Auch die Mongolen haben sich manchem angepaßt. Am 9. Dezember 1241 stirbt ÖGEDEI KHAN. Als bedeutender, für den Westen zuständiger Teilherrscher folgt BATU, der Herrscher der **'Goldenen Horde'**, der 'Kiptschak', mit dem Hauptsitz **Sarai** an der unteren Wolga. Gefunden in Ausgrabungen lebten sie hier "in festen, zum Teil mehrstöckigen Häusern aus Holz oder auch Backsteinen", mit Öfen oder gar Fußbodenheizung, Wasserzuleitungen und Abortanlagen, gab Bäder, handwerkliche Großbetriebe (B. SPULER 1977, S. 368), Beispiel wieder eines zur Seßhaftigkeit gekommenen Nomadenvolkes. In Sarai mußten die russischen Teilfürsten die Bestätigung ihrer Herrscherrechte entgegennehmen (L. RÜHL 1992, S. 32). 43 Wehr- und Steuerbereiche wurden eingerichtet (S. 33). Die russischen Fürsten wurden in innertatarische Streitigkeiten einbezogen, zerstritten sich auch untereinander und mancher Fürst wurde in Sarai hingerichtet (L. RÜHL 1992, S. 38). Khan USBEK 1313-1341 festigte die 'Goldene Horde' noch einmal (L. RÜHL 1992, S. 38). Der Name 'Usbeken' erinnert noch daran. Die Hauptstadt wurde weiter wolgaaufwärts verlegt. Hier florierte der Orienthandel. Die vom Süden nach dem Norden ausweichenden Russen haben später die Völker an der Wolga dann in der Kopfzahl übertroffen (S. 375).

Die in der Geschichtsschreibung oft nicht von den Mongolen abgegrenzten **Tataren** wurden von den Mongolen ebenfalls besiegt. Die **Tataren** waren wohl aus verschiedenen, vom Islam erreichten turksprachigen Völkern in Verbindung mit den Mongolen und unter der mongolischen Oberschicht als 'Neuvolk' entstanden (B. SPULER 1977, S. 567). Sie lebten an der Wolga um Kasan, in West-Sibirien, blieben an der Macht vor allem im Süden, auf der Krim. Man sprach auch von 'Tartaren', denen aus der Hölle, dem 'tartarus, wo es Mongolen sind. Mit den schließlich überlegenen Russen gab es manche Vermischung. LENINs enge Augen mögen

darauf veeweisen, aber auch die von ADENAUER und mancher aparten Frau in Deutschland. Auf der Krim entsteht das von Tataren besiedelte **Krim-Khanat**, das seit 1475 Rückhalt beim osmanischen Sultan findet und wo das nomadische Leben weiterhin besteht und die Tataren mit ihren Reitern "eine schwere Geißel der angrenzenden slawischen Länder" (B. SPULER 1977, S. 375) mit ihrer auf dem Lande vorwiegend bäuerlichen Bevölkerung sind. Tataren bedrohten immer wieder den Staat Polen-Litauen im Südosten. Unter KATHARINA II. wird das Krim-Khanat im späten 18. Jh. beseitigt.

## Das andere Europa: Orthodox-Christliches Rußland

Der erste als russische zu bezeichnende Staat, die **Kiewer Rus**, hatte das Christentum direkt von Byzanz erhalten. Hier entwickelte sich, östlich des katholischen Polen, eine eigene Kultur, mit eigenem Baustil. Innere Kämpfe und der wiederholte Einfall der Tataren bestimmten Rußlands Geschichte.

Das waldreiche Rußland mit seinen **Pelztieren und Bienen** und durch letztere mit dem Wachs und dem Honig, mit dem **Teer und dem Holz** hatte für den Westen wichtige, ja unersetzliche Dinge zu bieten. Der Norden des europäischen Rußland besetzte im Mittelalter mit Pelzen jene Stelle, die später Sibirien einnahm. In Zeiten mit noch nicht so hochentwickelter Textilproduktion waren Pelze für Winterkleidung wohl mehr als nur Schmuck. Rohstoffe gegen westliche Fertigwaren - ein sich durch die Jahrhunderte bis ins 21. Jh. fortsetzender Ost-West-Handel, auf den jedenfalls der 'Westen' nicht verzichten konnte. **Nowgorod** - das war wie ein nördliches Venedig, nicht direkt an einem Binnenmeer, aber am Ilmensee mit Zugang zu weit in die Regionen ausgreifenden Binnengewässern, so dem Ladogasee, und so mit Verbindungen zur Ostsee, zum Baltischen Meer. Nowgorod, das nicht wie Moskau immer wieder von den Tataren geplündert wurde. Auch Nowgorod gilt als Warägergründung, als älteste, um 860, als Holmgard (N. DAVIES 2015, S. 273).

Nach dem Verlust Kiews durch die Mongolen wurde russische Staatlichkeit nach dem Norden verlegt., erstand das **Großfürstentum Wladimir-Susdal** (Wikipedia 2016). Der Hauptsitz wurde 1157 Wladimir,

Wladimir wurde erobert und niedergebrannt, das Fürstentum 1238 erobert. Nowgorod war im März 1237 bedroht, aber die drohende Schlammperiode veranlaßte die Mongolen zum Rückzug.

ALEXANDER NEWSKI, Großfürst von Nowgorod, Kiew und Wladimir setzt nach Besiegung der Schweden 1240 am 5. April **1242** auf dem Eise des noch gefrorenen **Peipus-See** dem Vordringen des Livländischen Ordens ein Ende, stoppt damit den



Abbildung 548: Wladimir: Goldenes Tor. 1988.



Abbildung 549: Wladimir: Demetrius-Kirche, 1194-97.

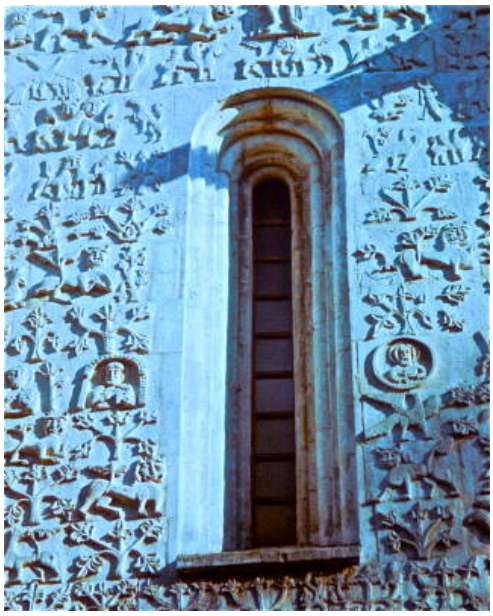

Abbildung 550: Wladimir, Dmitrij-Kirche, Detail.

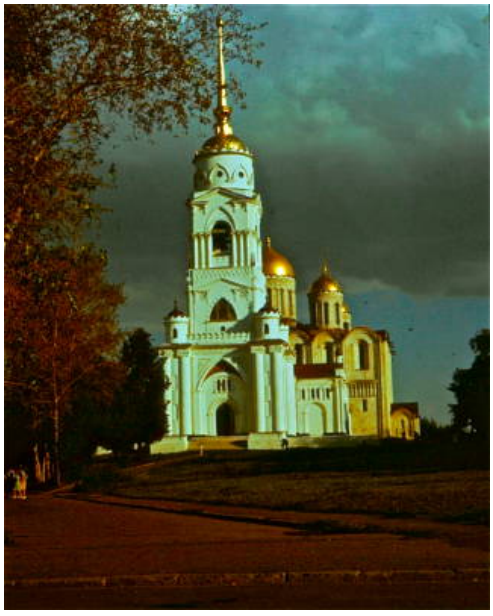

Abbildung 551: Wladimir; Mariä-Himmelfahrtskathedrale 1120er Jahre.



Abbildung 552: Pereslawl-Salesski, Christi Verklärungskathedrale 1152 - 1157.

Katholizismus, sichert die künftige großrussische Entwickung und wird Heldenfigur der russischen Geschichte. Mit dem Mongolenkhan BATU und seinen Nachfolgern findet ALEXANDER NEWSKI dagegen auch gegen seinen Bruder Einvernehmen und Anerkennung und brach Widerstand gegen das von ihm gestützte Steuersystem der Mongolen. Der orthodoxe Glaube und Rußland überhaupt, seine "Identität", wurde also im Einvernehmen mit den Mongolen gegen Deutsche und Schweden und gegen den Katholizismus in Rußland bewahrt (L. RÜHL 1992, S. 35 ff.) und ALEXANDER NEWSKI wurde gar Heiliger. Aber in der gleichen Zeit, in den 1240er-Jahren, sucht der Papst in Karakorum beim Mongolenkhan um Hilfe gegen die bedrohten Kreuzfahrer und damit gegen den Islam nach, was aber nicht zustandekommt. In Wladimir war 1160 vollendet worden die Mariä-Himmerlfahrts- (-'Entschlafungs-) Kathedrale, nach dem Mongolensturm die "Hochburg des Russentums im 13. Jahrhundert", Gegenstück zur Sophienkathedrale in Kiew (L. RÜHL 1992, S. 45). Ein eigenes russisches Teilfürstentum bis 1474 war **Rostow-Weliki**, im Nordosten von Moskau. Die Eigenentwicklung von **Galizien-Wolhynien**, dessen Großfürst DANIEL um 1253/1254 vom Papst sogar die Krone eines Königs von Galizien erhält, kann sich gegen die Tataren nicht durchsetzen (L. RÜHL 1992, S. 37), aber es war ein Anfang eigener Staatenbildung außerhalb oder randlich des eigentlichen Rußland, also vor allem der Anfang der Ukraine. **1328** verlegte der immer am mächtigsten gebliebene Großfürst von Wladimir -Sudal IWAN I. KALITA den Hauptsitz nach Moskau und das hatte der Kiewer Metropolit schon 1326 vollzogen. Und es erstand das **Moskowitische**



Abbildung 553: Rostow Weliki, Kremlkirche.

Reich, zunächst im Einvernehmen mit dem Mongolenkhan, für den Steuern eingetrieben wurden. Der Khan der Goldenen Horde, USBEKs Sohn Khan DJANBEK, 1342 - 1357, ließ zur Zersplitterung Rußlands in der Tataren Herrschaftsinteresse weitertreiben und in den Erbteilungen entstanden die Großfürstentümer Twer, Nischnij-Nowgorod, Rjasan (L. RÜHL 1992, S. 39 ff.). Das war die Zeit als die **Genuesen** Kolonien **auf der Krim** besaßen und bei deren Verlust die **Pest** nach Westeuropa kam. Das nach Westen blickende **Nowgorod** wurde 1471 und auch nach einem Volksaufstand gegen die Oligarchie 1475 (L. RÜHL 1992, S. 64) im Jahre 1478 von dem Moskauer Großfürsten IWAN III. niedergerungen und IWAN IV, vollendete in Grausamkeit dieses Werk - wohl eines der Geschehen, die Rußland in die bleibende Rückständigkeit für viele führte. Mit der Niederlage von Nowgorod und dem noch weiter westlich gelegenen, ab 1510 besiegten Pskow gab es **in Rußland keine eigenständigen Städte mehr** (G. STÖKL 1997), nicht so etwas wie Venedig, Brügge oder Augsburg, und war Rußlands Weg in eine sehr autoritäre Zukunft besiegelt. Rußland wurde Rußland. Trotz großartiger Bauten, wie dann unter IWAN IV., dem 'Schrecklichen'.

Keine Renaissance, keine moderne Wissenschaft, bestenfalls ausländische Fachleute, bis in die Zeit zu dem noch grausamen PETER I.



Abbildung 554: Boris-u. Gleb-Kloster, b. Rostow Weliki.



Abbildung 555: Am Kloster Borissoglebsk.

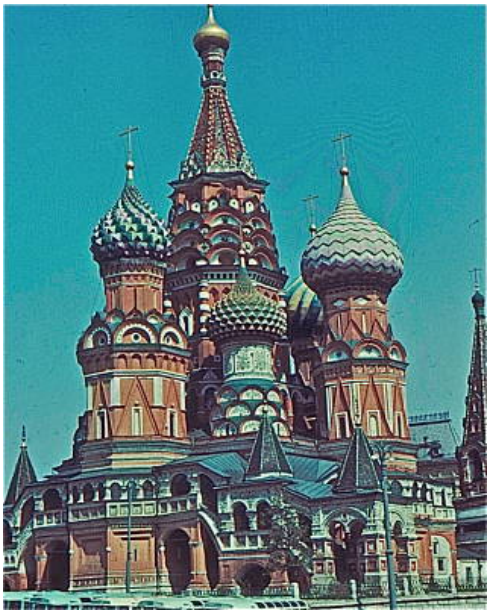

Abbildung 556: Moskau: Basilius-Kathedrale/IWAN IV.

## Städte, Stadtkultur und Städtebünde in Deutschland

Als frühe stadtähnliche Siedlung und damit Ausnahme galten der Wikingerhandelsort **Haithabu** bei der heutigen Stadt Schleswig an der Schlei

oder das von ADAM VON BREMEN genannte Jumne, wohl **Wollin**. Entdeckungen und Ausgrabungen ab etwa 1967 haben Handelsorte der Kaolingerzeit an den Nordseeküsten in Frankreichs, Englands, Skandinaviens nachgewiesen und er hat Austausch von aus dem Hinterland stammenden Fertigwaren wie Rohstoffen, Mühlsteine aus der Eifel wie skandinavisches Harz gegeben (M. COSTAMBEYS et al. 2011, S. 338 ff.).

Nach den Wirren der Völkerwanderungszeit erhoben sich wieder verfallene Römerstädte, und wurden **oft Bischofssitze**. Binnenländische Städte enden auf -"burg" und größere Siedlungen, Kaufmannsliedlungen, entstanden **bei Burgen** (W. SCHLESINGER 1978, S. 236), Würzburg, Magdeburg, Merseburg; Halle unweit der Burg Giebichenstein. Spätere Städte endeten dann nicht mehr mir '-burg' (G. SCHMOLLER 1910, S. 51). Günstig für die Siedlungsentdstehung waren auch günstige **Flußübergänge, 'Furten**'.. Von der Verschiedenheit der Stadtentstehung zeugen etwa die an Flußübergängen von **Fernkaufleuten** gegründeten **Siedlungen** auch noch **vor** der Entstehung einer benachbarten 'Rechtsstadt' und der in solchen Siedlungen dem Schutzpatron der Kaufleute errichteten Nikolai-Kirche. Solche "Kauf-



Abbildung 557: Haithabu, Wall.

mannssiedlungen als Frühformen srädtischer Entwicklung" wies der Sachsenhistoriker KARLHEINZ BLASCHKE (so 2007) für etliche sächsische Städt wie Colditz, Pirna, Görlitz, Bautzen, Dresden nach, angeregt von Arbeiten von PIRENNE von 1893 und 1895 (K. BLASCHKE 2007, S. 92). In Pirna, wo die Elbe aus dem Elbsandsteingebirge austritt, legten Kaufleute quer zur Fernstraße längs der Elbe eine "Breite Gasse" mit einer St. Nikolaikirche am Innenende an und "Erst danach wurde unterhalb der Burg die Rechtstadt mit der Marienkirche angelegt" (K. BLASCHKE 2007, s. 109). Auch in Görlitz auf dem westlichen Ufer der Neiße gab es im frühen 12. Jh die Kaufmannssiedlung und erst mehrere Jahrzehnte später kam es zur Anlegung der Rechtssstadt "abseits von der Kaufmannssiedlung mit der eigenen Peterskirche (K. BLASCHKE 2007, S. 111). Auch Burg und Stadt erschienen als Getrenntes und man hätte um 1200 nicht etwa 'Augsburg' gesagt, sondern die Stadt zu Augburg (G. SCHMOLLER 1910, S. 54). Der Naumburger Don liegt außerhalb der Stadtmauern, fungierte also außerhalb der städischen Gerichtsbarkeit, außerhalb der mauerumwehrten Stadt **Naumburg** mit seiner großen Pfarrkirche, der Wenzelkirche.

Die Anerkennung eines Ortes als **Stadt** war verbunden mit dem von einem Stadtherrn verliehenen **Stadtrecht**, und dabei war wichtig das **Marktrecht**. Orte mit Marktrecht ohne Stadtrecht, ohne Kommunalautonomie, waren die **Marktflecken**. So etwa in Mecklenburg (Wikipedia 2014). Es gab Stadtrecht für gewachsene Orte, von Kaisern etwa oder anderen Territorialherren, einschließlich geistlichen Fürsten. Älter als der Wochenmarkt sollte der Jahrmarkt sein und später gab es den dauernden Markt (so gemäß G. SCHMOLLER 1910, S. 47, 48). Für Esslingen am Neckar gab es Marktrecht schon 800 durch den Karolinger KARL den GROSSEN (Wikipedia 2014).



Abbildung 558: Naumburg: Dom, außerhalb der Stadt.

Städte hatten zunächst einen **Stadtherrn**, einen Territorialherrn, bei den frühen Städten vielfach ein Bischof, dessen Bischofssitz die Stadt war. Ihnen waren die Stadtbewohner, Kaufleute wie Handwerker, prinzipiell leibeigen untertänig (H. PLANITZ 1987, S. 68) und auch auswärtige Grundherren hatten Leibeigene in der Stadt. Die sich bildendes Stadtgemeinde, cives, suchte sich, jedenfalls oft, von dem Territorialherrn zu befreien, **zur Selbstverwaltung** zu kommen, und das geschah auch mit Unterstützung unter an der Zurückdrängung der Territorialgewalten interessierten Königen. Es gab mit der Städtebildung und der Entstehung neuer Gesellschaftsschichten also eine große gesellschaftliche Differenzierung, wie sie m it der Schaffung der Ministerialen, des Dienstadels, auch im Adel stattfand (K. BOSL 1973, S. 14 ff.). Notwendig im Kampf um die Stadtfreiheit war der Zusammenschluß der Stadtbewohner, notfalls auf Gedeih und Verderben, eine "eidgenossenschaftliche Bewegung". Den **Gilden der Kaufleute** folgten die **Handwerker-Zünfte** (s. u.) (H. PLANITZ 1987, S. 68 ff.). In Cambrai gab es 958 eine erfolglose Empörung, dann eine 1076, und 1101 mußte der Bischof die Eidgenossenschaft anerkennen (H. PLANITZ 1987, S. 70/71). Besonders die Städte mit Selbstverwaltung wurden ein **neuer 'historischer Faktor'**, welcher das Geschehen, das bisher im wesentlichen ohne sie ablief, mitbestimmten, teilweise bestimmten. Da geschah wohl mehr als einst bei den Römern. Städte gewannen ungeachtet eines Stadtherrn ihr **eigenes Recht**, nicht mehr eingebunden in die von Grundherrn bestimmten Dorfverhältnisse. Es gab einerseits einen großen Glauben an das Recht. Es gab aber nun **unterschiedliche Rechtssysteme** (VAN ZANDEN

2008, S. 498). Städte wurden Siedlungen "außerhalb des Villikationsverbandes" (E. PITZ 1978, S. 18) mit den dort geltenden Rechtsverhältnissen, dem bestimmenden Grundherrn. In Städten gab es schließlich keine Leibeigenschaft mehr. "Stadtluft" machte "frei"- hat die Wissenschaft später formuliert (K.-F- KRIEGER 2003, S. 12, 13), also nach unangefochtenem Aufenthalt in einer Stadt für wenigstens ein Jahr wurde der Neuankömmling von allen früheren grundherrlichen Bindungen als befreit angesehen. **Land und Stadt - das wurden getrennte Welten**: die des **von Hörigkeit bestimmten Dorfes mit dem Grundherrn** sowie gar der Burg und andererseits die **'Welt' der freien Stadtbevölkerung**. Handel, Markt verlangte Ruhe und Frieden und diese waren durchzusetzen, gegenüber "alten, rohen, teilweise gewalttätigen Anschauungen" (G. SCHMOLLER 1910, S. 49) und so unterschieden sich die Städte oft durch mehr Frieden von mehr Gewalttätigkeit auf dem feudalen Land. Krieg und Kampf waren nicht das Lebenselixier von Kaufleuten und Handerwerkern, und das unterschied sie von den anders erzogenen Rittern außerhalb der Städte, auf ihren Feudalsitzen. Die normale Kleidung von Kaufleuten und Handwerkern war nicht die Rüstung, das Kettenhemd, der Brustpanzer.

Erstmals "in der Geschichte der Menschheit" haben in vielen Städten Kaufleute und Handwerker, **die weiterhin arbeiteten**, mit ihrem Tun ihren Lebensunterhalt weiterhin verdienen mußten, im Unterschied zur von ihren Untertanen unterhaltenen Aristokratie, in der Stadt **mitregiert**, saßen mit im Rat, und das war mehr als in den antiken Städten geschehen war, wo eine abgehobene, von Arbeit freie Schicht in der Stadt regierte (E. PITZ 1978, S. 2). Daß Kaufleute und Handwerker ihre entlohnten Bediensteten, ihre Gesellen und Lehrlinge hatten, ändert nichts an dem Zustand des eigenständigen Wirkens.

Die **Stadtbefestigung** war das äußere Zeichen der freien Stadtbevölkerung (s. W. WÜBBEKE-PFLÜGER 1997). RICHARD WAGNER hat mit musikalischer Genialität geschildert, wie der Ritter Stolzing als Fremdling zu den 'Meistersingern von Nürnberg' tritt und es steckt wohl ein Gutteil von Ironie darin, daß er mit seinem eigenen anrührendem Gesang den ihm rechtlich kaum zustehenden Sangespreis erhält. Dazu gab es das von dem an Rechtsschule in Bologna lehrenden GRATIAN (B. TÖPFER et al. 1976, S. 47; Wikipedia 2017) um 1140 im '**Decretum Gratiani**' systematisierte und fixierte **Kanonische Recht,** für die Träger der Kirche und berührte auch die Gläubigen. Ein **eigenes Recht** erstand im Hochmittelalter an den **Universitäten,** weitgehend eigenständigen Institutionen mit weitgehender Autonomie, und das blieb so bis weit in die Neuzeit. Es gab also im 'Recht' 'keine unveränderliche Vergangenheit' (VAN ZANDEN 2008, S. 498). Die städische Ober- und Mittelschicht wurde maßgebend und der zu allem Europäischem asiatische Analogien suchende Historiker J. OSTERHAMMEL sieht (2009/2013, S. 1087): "Nirgendwo sonst als in Westeuropa und den

neo-europäischen Siedlergesellschaft", also vor allem in Nordamerika und dann Australien, "scheint es die Vorstellung gegeben zu haben, die Mitte der sozialen Hierarchie könne dem gesellschaftlichen Ganzen ihre Ideale der Lebensführung aufprägen." Aber 'Stadt' machte nicht unbedingt reich, jedenfalls viele nicht. Aber manche!

Immerhin politisch eigenständiges Handeln zeigte früh **Worms**, als es 1073 den in Sachsen schwer geschlagenen, flüchtenden König HEINRICH IV. aufnahm und Unterstützung anbot (R. PÖRTNER 1987). J. BURCKHARDT (1921, S. 31) bemerkte einmal, daß der König von lauter Republiken umgeben war: Kirche, Orden, Stände, Universiäten usw. Mit der Stadt Worms nimmt eine dieser 'Repubiken die Partei des Königs. Das europäische Bürgertum verband sich mit den Monarchien, um die adlige Stadtherrschaft zu brechen (E. PITZ 1978, S. 35) und den Reichsstädten ist das am meisten gelungen. Mit anderen mußte HEINRICH IV. noch zu Übereinkommen gelangen oder auch nicht. In **Köln** mißlang 1074 der Aufstand gegen den Erzbischof, aber die Kölner Bürgerschaft stand dann ebenfalls für den sie privilegierenden HEINRICH IV. (H. PLANITZ 1987, S. 7!/72), bis im 13. Jh. der endgültige Sieg für Köln kam. Einen schweren Einbruch erlitten die Kommuneverfassungen unter FRIEDRICH II., wodurch etwa Cambrais wurtschaftliche Blüte gebrochen wurde (H. PLANITZ 1987, S. 72). Aber anderswo ging das Städtewesen weiter.

Manche Städte waren früh mit Kaisern verbunden. Davon zeugen die 3 **'rheinischen Kaiserdome**' )Wikipedia 2016). Der Dom von **Mainz** geht zurück auf WITTIGIS, den Vormund des unmündigen OTTO III. 1081 brennt der Mainzer Dom noch einmal ab. Ab etwa 1013 wurde gebaut der Dom von **Speyer,** von Kaiser KONRAD II. gedacht als seine Grablege, Unter HEINRICH IV. wurde Dom von Speyer höhergebaut und eingewölbt. Der Dom von **Worms**, St. Peter, wird neu gebaut in der Stauferzeit zwischen 1130 - 1181, angeregt von dem 1025 gestorbenem Bischof BURKHARD/BURCHARD.

Neue Orte mit Stadtrecht, also **neue Städte** oder wenigstens Märkte, wo noch keine bestanden, erstanden in Deutschland im 11. Jh und noch mehr im 12. und auch 13. Jh. Unter dem Staufer FRIEDRICH BARBAROSSA erstanden im Südwesten Deutschlands **Hagenau, Weißenburg, Breisach**, **Überlingen, Ravensbur**g (K.-F. KRIEGER 2003, S. 13). Von den Zähringen stammen Villingen, **Offenburg**. **Bern, Thun** und entstammte der Anfang von **Freiburg** im Breisgau, ab 1120, und das schweizerische Freiburg (K.-F. KRIEGER 2003). Viele später und vor allem heute einheitlichen **Städte** entstanden **aus zwei oder gar mehreren Siedlungskernen**, die nahe beeinander lagen und von denen jede eine eigene Stadt mit eigenem Rat war. Das trifft eindrucksvoll auf **Prag** zu, eine Städteagglomerisation mit Altstadt, Kleinseite, Neustadt. Am 30. August 1518



Abbildung 559: Speyer: Dom.



Abbildung 560: Worms. Dom.

kam eine allerdings nicht dauerhafte Vereinigung zustande, mit nun einheitlichem Rat, Vereinigung der Handwerkerzünfte, Beseitigung der eine der Prager Städte begünstigenden Privilegien (J. JANA´CEK 1983, S. 126). Viel eher war Nürnberg eine einheitliche Stadt geworden (E. ISENMANN 2012, S. 95). Vielgliedrig gewesen waren Hildesheim und Braunschweig. Neu war aber vor allem das Städtewesen im Osten. In den neuen Städten etwa im Osten mußte eine Stadtverfassung nicht erst erkämpft werden, sondern ein **Stadtrecht** wurde auch vom gründenden Landesherrn **mitgegeben** (E. PITZ 1978, S. 27), nach einer der größeren deutschen Städte, also Magdeburger Recht oder dergleichen.

Das **Hochmittelalter** brachte für Mitteleuropa **die Stadtkultur.** Geistiges Leben, bisher stark nur in Klöstern in der oft mehr oder weniger freien Landschaft, entwickelte sich nun und immer übertrumpfender in der Stadt empor, in der größeren natürlich. Die Gründung neuer Städte ebbte aber nach 1250 ab (G. SCHMOLLER 1910, S. 39). **In** etlichen **Städten** fanden die das Hoch- und Spätmittelalter bewegenden **philosophischen und theologischen Diskussionen** statt, hier gab es Schulen verschiedenen Grades. Auch wenn zunächst noch Geistliche für Wissen entscheidend blieben. Träger der Stadtkultur war "die ständerechtlich scharf abgehobene Minderheit der Gemeindevollbürger" (H.-U. WEHLER 1983, S. 192) und erst mit den neuen Gemeinderechten im 19. Jh. wurde der "alte Vollbürgerverband mit seinen exklusiven Autonomierechten und ersetzt ... durch die Stadtgemeinde gleichberechtigter Stadtbürger-Einwohner". Genügend Konfikte und Auseinandersetzungen gab es aber auch in der mittelalterlichen Stadt. **Städte und Stadtkultur im 12. Jh., der Aufstieg von Bürgern**, ob als die Oberschicht bildende Kaufleute, produzierende Handwerker, Künstler, Lehrende, sie brachten einen **gesellschaftlichen Umbruch**, der von Historikern verschiedener Branchen öfters als ebenso wichtig wie die allgemeine Säkularisierung im 17. und 18. Jh. und sogar als wichtiger und folgenreicher als Humanismus und Reformation im 14. und 15. Jh. angesehen wird. Künstlerische Leistungen auch in Deutschland zeugen noch von dem hochmittelalterlichen Aufstieg von Städten.

In Deutschland bestanden um die Mitte des 14. Jh., bevor es vielerorts zu dem Zusammenbruch von zahlreichen Siedlungen kam, **etwa 3000** (F. SEIBT 1987, S. 237) **als Städte anzusprechende Siedlungen**. Es war also ein starkes Wachstum der Zahl der Städte eingetreten, wenn man an die schätzungsweise 150 städtischen Siedlungen oder "stadtähnliche Siedlungen" um das Jahr 1000 denkt. Ob eine Stadt eine 'Stadt' war, wurde durch das Recht bestimmt. Im Spätmittelalter kann man von vielleicht 4000 Städten (B. HAMM 1996, S. 20) ausgehen (a. E. ISENMANN 2012, S. 40). Etwa 94,5% (B. HAMM 1996, S. 22) müssen als "Ackerbürgerstädte" gesehen werden, bei denen Landwirtschaft die wirtschaftlich

stärkste Rolle einnahm, im Äußeren von größeren Dörfern oft nicht zu unterscheiden und keine kulturellen Zentren. Viehhaltung gab es aber auch in größeren Städten, und (E. ISENMANN 2012, S. 43) in Ulm verhängte der Rat "eine nächtliche Stallpflicht, verbot und bestrafte nächtliches Viehtreiben aus der Stadt, ... Schädigung von Ackerfluren, Gärten und Baumgärten", verbot "Einfuhr von Futtergras in Säcken in die Stadt und beschränkte die nicht mit wöchentlichem Abgaben belastete Viehhaltung der Bürger auf" 3 Rinder und 12 Schafe. Groß war die Menge der Schweine. Das beklagt der Dominikaner FELIX FABRI (zit.bei E. ISENMANN 2012, S. 68), der durch seinen Bericht über seine Reise ins Heilige Land bekannt war (Wikipedia), der aber für Ulm auch den durch unterirdische Gänge bewirkten Abgang der Abwässer lobt. Hier wie anderswo streunten verwilderte Hunde durch die Stadt, eine Tollwut-Gefahr (S. 68).

Manche Städte des Mittelalters verloren auch noch im Mittelalter einstige Bedeutung und Größe, etwa **Bardowick**, nahe Lüneburg. **Lüneburg** war die reiche Salzstadt mit bis 20.000 Einwohnern. Herausragend in der Größe, mit über 40.000 Einwohnern, waren Köln und wohl Nürnberg. Aber die großen Kapitale Europas mit über 50.000 Einwohnern wurden London, Paris, Antwerpen, Gent, Brügge, Mailand, Venedi, Florenz (S. 22).

In der **äußeren Ansicht,** wie sie die 53 Bilder von HARTMANN SCHEDEL von **1493** in individueller Ansicht von 28 einzelnen Städte oder schematisch in weiteren vermitteln, sind dargestellt der von der Stadt durch eine Mauer und oft höher gelegene **Amtssitz** des weltlichen oder geistlichen **Stadtherrn,** auch vielleicht dem Vogt des Königs bei Reichsstädten, In manchen Städten ist dominant die Bischofs-oder Erzbischofskirche, die **Kathedrale**, wenn besonders großartig **Dom** oder **Münster** genannt. In den Städten zeugen das **Rathaus**. die **Pfarrkirche mit Glockenturm**, schöne **Bürgerhäuser** und einiges an durchgehenden Häuserzeilen, sich in ihnen ansiedelnde große **Klöster** namentlich der Bettelmönchsorden und **deren Kirchen**,, und die namentlich **Ringmauern** mit ihren **Türmen** oder zahlreichen Türmchen, auch Barbakanen, von Bauwesen und Archtitektursinn der Stadteliten im Hochmittelalter. Die Ringmauer diente nicht nur der Wehr, sondern sie umschlossen einen eigenen Rechtsbereich. Auch wenn das Territorium außerhalb der Mauern noch der Stadt gehörte, so war den Städten verboten, ihre Gerichtshoheit dorthin auszubreiten (R. GERBER 2007, S. 27, 30, S. 40). Außerhalb der Stadtmauern entwickelten sich aber Vorstädte. Im Kriegsfall wurden sie aus Sicherheitsgründen manchmal zerstört oder waren den Belagerern ausgesetzt. Öfters wurden die Vorstädte durch eine dann auch sie umschließende Mauer in die dann vergrößerte Bürgerstadt einbezogen.

Die **Geschichte** der einzelnen Städte war recht **unterschiedlich**. Gelang den einen Städten die **Niederringung eines Stadtherrn**, etwa eines Bischofs, so ge-



Abbildung 561: Weißenburg, Rathaus 1470 - 1480. 1992.



Abbildung 562: Esslingen, Stadt der Staufer.



Abbildung 563: Straubing.



Abbildung 564: Tübingen/Württemberg.



Abbildung 565: In Tübingen.

lang das anderen Städten nicht. Solche Städte blieben dann '**Land**'- oder '**Territorialstadt**'. 'Stadtherr' war der, welcher über die Stadt mehr oder weniger das Sagen hatte und über wenigstens einen beträchtlichen Teil ihrer Einnahmen verfügte. Es gab weltliche Adlige und Geistliche, so Bischöfe und Erzbischöfe, als Stadtherren, welche einerseits Privilegien vergaben und mit denen Städte oft kämpften. Wer siegte war unterschiedlich. Es überspielten schließlich Städte zunehmend bisherige Herrschaften, auch Bischöfe und Erzbischöfe, und die Städte wurden damit selbst Staat, "Stadtstaat", als '**Freie Stadt**' ohne Stadtherrn und einem Fürstentum gleich, oder hatten als Stadtherrn nur den König und waren so ansonsten selbständige "**Reichsstadt**". Die den Territorialstaaten gleichgestellten Reichsstädte besaßen alle "**landesherrlichen Rechte**", so das der Steuererhebung, "in ihrem Territorium Recht zu sprechen, eine eigene unabhängige Verwaltung ... die Wehrhoheit", das Recht Bündnisse zu schließen, das Recht Gesetze zu geben (K. GERTEIS 1986, S.66). Die eigene, auf ihre Interessen ausgerichtete Politik ließ manche Städte manches politische Vabanque mit wechselnden Anschlüssen spielen. Die Städte hatten schließlich auch **Fehderecht**, konnten also einen Krieg beginnen. Aber auch Städten wurden Fehden angesagt, noch im 16. Jh. etwa den Nürnbergern durch GÖTZ VON BERLICHINGEN. Manche solche Städte hatten auch ein größeres Umlandterritorium, manche ein kleineres, mancher Reichsstadt Grenzen endeten am städtischen Marktgebiet (K. S. BADER 1978, S. 158/159). Die Verpflichtungen gegenüber dem König oder Kaiser bei Reichsstädten waren oft nicht gerade knapp, aber es waren Städte, die dann durchaus im Interesse des Reiches und



Abbildung 566: Nürnberg: Die Burggrafen-Burg über der Stadt.

nicht der die Zentralmacht eher bedrohenden Territorialmächte handelten. Reichsstädte waren für den König neben den Juden dessen ständige außerhalb seiner Hausmachtterritorien gelegene Einnahmequelle. Viele dieser Städte kamen im Gegensatz zur Zentralmacht vor allem mit der Reformation im 16. Jh., der sie sich anschlossen. Reichsstädte waren Fremdkörper in der sie umgebenden fürstlichen, bischöflichen oder adligen Herrschaft, die ihnen öfters auf den Leib rückten. So hatte sich Eßlingen wiederholter Versuche Württembergs zum Erwerb der Landeshoheit zu erwehren (K. S. BADER 1978, S. 158). **82** Reichsstädte werden schließlich genannt (F. SEIBT 1987). Das als mittelalterliche Reichsstadt bis heute gefeierte **Nürnberg** (Wikipedia 2015) mit seinem beachtlichen Territorium erhielt den Status einer Reichsstadt **1219** unter Kaiser FRIEDRICH II. und der Burggraf, aus dem Geschlechte der Hohenzollern, beschränkte sich auf den Burggrafenberg und 1427 wurde auch dieser an den Rat von Nürnberg verkauft. Nürnberg, mit dem ihr immer mehr gehörenden 'Reichswald' (G. SCHMOLLER 1910, S. 88) und schließlich einer eigenen Universität in Altdorf war eine Oligarchenrepublik, war eines der reichsten und mächtigsten kommunalen Gemeinwesen im Alten Reich" (RUDOLF SCHIFFER). Aber in der Mitte des 15. Jh. wurde Nürnberg vom Sohn des Burggrafen und anderen Fürsten, so vom Markgrafen ALBRECHT ACHILLES von Ansbach bekriegt (E. ISENMANN 2012, S. 325).

Führend unter den schwäbischen Reichsstädten wurde **Ulm**, ein Hauptsitz der zum Königtum gekommenen Staufer und es blieb auch nach deren Ende Königsstadt,



Abbildung 567: Bautzen, vor des Landesherren Ortenburg.

mit ebenfalls einem großen umgebenden Territorium. 1226 wurde **Lübeck** Freie Reichsstadt. 1262 schlug und vertrieb **Straßburg** den als Stadtherrn zuständigen Bischof WALTER VON GEROLDECK und entwickelte sich dann zur Freien Reichsstadt (Wikipedia 2016). 1276 war unter RUDOLF von HABSBURG **Augsburg** Freie Reichsstadt geworden und der Augsburger Fürstbischof übersiedelte im Spätmittelalter nach **Dillingen**. Augsburg, ohne großes Territorium, das war die Stadt, wo führende Kaufmannsgeschlechter emporkamen, die FUGGER und dio WELSER. Hier gab es keine solche tödlichen Auseinandersetzungen zwischen den Eliten. Schon 1074 hatten die Kölner Marktleute einen Aufstand gegen den Erzbischof gewagt, als dieser das Schiff eines reichen Kaufmanns für des Bischos Zwecke beschlagnahmen ließ (E. PITZ 1978, S, 22/23). **1288** besiegten die Bürger von Köln, der damals größten deutschen Stadt, im Bündnis mit dem Herzog von Brabant ihren Stadtherrn, den Erzbischof SIEGFRIED von WESTERBURG in der Schlacht von Worringen (E. ENNEN 1976, S. 40). Der Erzbischof von Köln, einer der mächtigsten Fürsten im Reich, verlegte seinen Sitz schließlich nach Bonn. 'Freie Reichsstädte' gab es vor allem im deutschen Südwesten und Süden (K. S. BADER 1978, S. 156 ff.) und auch in Franken, darunter viele Winzlinge und mit keinem Umlandterriorium. Manche ehemaligen Reichsstädte werden wegen ihrer architektonischen Schönheiten heute von Touristen gern besucht. Im **Elsaß** waren Freie Reichsstadt 1226 durch FRIEDRICH II. das ansehnliche **Colmar,** dann Hagenau, Schlettstadt.

#biödColmar. 1226 Freie Reichsstadt

Am Oberrhein liegt **Offenburg**. Freie Städte wurden auch **Speyer** und **Worms**. Im weiteren deutschen Süden und bis herein nach Franken gibt es das seit 1360 reichsunmittelbare Aalen, weiterhin Biberach, Bopfingen, Buchau, das 1811 in Friedrichshafen umbenannte Buchhorn, mit größerem Umlandterritorium **Din-**



Abbildung 568: Freie Reichsstadt Frankfurt am Main: Römerberg.

**kelsbühl**, **Esslingen**, das kleine Giengen, Schwäbisch-Gmünd, das seit 1365 reichsnumittelbare Isny, dann Kempten, Leutkirch, Lindau, Memmingen, 1215 Nördlingen, Ravensburg, Reutlingen, Rothenburg o. d. Tauber, Rottweil, Schwäbisch-Hall, **Überlingen**, **Wangen**, Weil der Stadt, Windsheim. Sie lagen innerhalb großer territorialfürstlicher Territorien, besonders des von Württembergs und wurden oft von diesen umgebenden fürstlichen Territorien nicht gern gesehen, zumal, wenn sie in der Refomation sich in der Konfession anders entschieden als das umgebende Fürstenterritorium. Weil blieb katholisch innerhalb des rings umgebenden protestantischen Württemberg.

In Thüringen gab es nur die beiden freien Reichsstädte Mühlhausen und Nordhausen.

Oft änderten sich die Verhältnisse. Fürsten okkupierten Städte. 1458 okkupierte Herzog LUDWIG IX. von Bayern-Landshut die Reichsstadt **Donauwörth** (E. ISENMANN 2012, S. 325), ein Herzog, welche der 'Reiche' genannt wurde. In **Würzburg** hatte im Jahre 1400 der Bischof über die Stadt gesiegt (W. SCHICH 1977).

Auch manche Territorialstädte haben starke Selbstverwaltung und hohe Stadtkultur entwickeln können. Nicht zur Reichsstadt wurde das gegenüber Mühlhausen viel reichere **Erfurt**, dessen Stadtherr der Erzbischof von Mainz war, wo auch die Wettiner mitmischten, sich auch, in Erfurt, die Könige HEINRICH VII. und KARL IV. huldigen ließen (H. GIESECKE 1972, S. 78), und Erfurt eine über mancher Reichstadt stehende Selbstverwaltung hatte. Eine Urkunde von 1212 verweist auf einen städtischen Rat in **Erfurt** (S. WOLF 2005). Erfurt besaß ein großes um-



Abbildung 569: Bad Windsheim, Reichsstadt 1248.

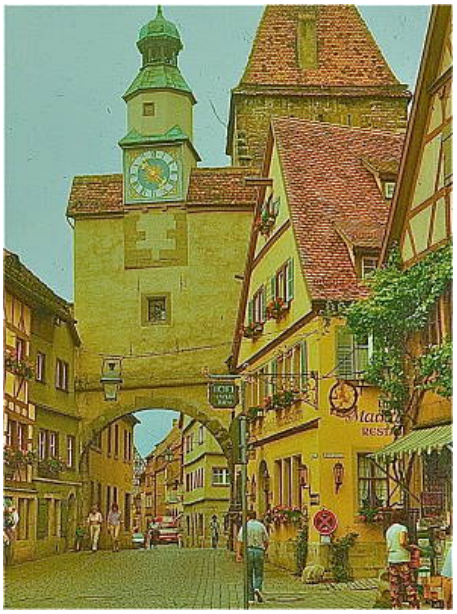

Abbildung 570: Rothenburg ob der Tauber, Reichsstadt 1274.



Abbildung 571: Wangen: Kleinstadt war Reichsstadt.



Abbildung 572: 1286 auch Reichsstadt: Wangen.



Abbildung 573: Reichsstadt Ende 14. Jh.: Überlingen.



Abbildung 574: Freie Reichsstadt Mühlhausen.



Abbildung 575: Marktsymbol? Roland. Nordhausen.



Abbildung 576: Würzburg; Blick zum Bischofssitz Marienburg.

liegendes Gebiet, um das Johr 1500 900 Quadratkilometer mit über 800 Dörfern, etlichen Herrschaften und auch Burgen, so die Burgen Mühlberg und Tonndorf (H. GIESECKE 1972, S. 64). Nicht an einem großen, Lebensmittelschiffe tragenden großen Strom gelegen hat das wohl die starke Gartenwirtschaft um Erfurt befördert.

Mit der Erstarken der **Fürstenmacht endete im 16. Jh. manche freie Stadtherrlichkeit**, Im 18. Jh. gab es innrhalb Deutsclands noch 51 Reichsstädte (K. GERTEIS 1986, S. 68) und zu Anfang des 19. Jh., 1803, kam das endgültige 'Aus' als Reichsstadt außer für die noch bestehenden Stadtstaaten Bremen und Hamburg.

In den verschiedensten Gegenden Deutschlands hatten sich Städte in mehr oder weniger andauernden **Städtebünden** vereinigt, manchmal nicht ohne für den Kampf angeworbene Ritter. In Deutschlands Südwesten bestimmte viel der mehrfach, etwa 1376 erneuerte **Schwäbische Städtebund**, der nicht mit dem Schwäbischen Bund verwechselt werden darf (Wikipdedia 2015, s. a. F. BAETHGE 1951, S. 86). Es hatten sich 18 Reichsstädte unter Führung von Ulm gegen KARL IV,. vereinigt als dieser einige Reichsstädte zur Aufbesserung seiner Finanzlage an Bayern verpfänden wollte. Vergeblich belagerte der eher dem Frieden zuneigende Kaiser KARL IV. 1377 Ulm. Graf ULRICH von WÜRTTEMBERG, der trotz vorangehende Zugehörigkeit zu den Städten nun die kaiserliche Seite vertrat, wurde am 14. Mai 1377 bei Reutlingen schwer geschlagen (H. THOMAS 1983, S. 395). Graf ULRICH aber schlug den Städtebund seinerseits am 23. August 1388, bei Döffingen. Der Führer des Schwäbischen Städtebundes, der Ulmer Stadthauptmann KONRAD BESSERER aus dem Ulmer Stadtadelsgeschlecht der BESSERER (Wikipedia 2015) wurde vom Pferd gestochen (O. BORST 1986, S. 142). , Der Schwäbische Städtebund löste sich auf. Reutlingen wurde erst einmal in die Grafschaft Würtemberg einverleibt. Große 'aufwendig begonnene Kirchenbauten der Städte', Zeugnisse der architektonischen und künstlerischen Leistungsfähigkeit, wurden in etlichen Städten vollendet, in Reutlingen die Marienkirche, in Esslingen die Frauenkirche, in Schwäbisch Gmünd das Heiligkreuzmünster, in Schwäbisch-Hall die Michaeliskirche, in Heilbronn die Kilianskirche, in Überlingen des Nikolausmünster. Der eindrucksvoll hohe Ulmer Kirchturm wurde erst im spätern 19. Jh. vollendet (O. BORST 1986, S. 143).

Auf 1326 ist zu datieren der **Halberstädter 3-Städtebund** mit Halberstadt, Quedlinburg und Aschersleben, wobei etwa Quedlinburg auch weitere Bündnisse einging (alles Wikipedia 2017). Quedlinburg war seit HEINRICH I. die oft zu Ostern besuchte **Königs- und Kaiserpfalz**, das 994 Stadtrecht erhielt. Mit dem Bischof von Halberstadt stritt sich der Graf ALBRECHT II. VON REGENSTEIN um die Erbschaft der Grafschafr Falkenstein. Bei einem Einfall wurde der Graf



Abbildung 577: Reste der Felsenburg Regenstein.

von REGENSTEIN im Juli 1336 auf Quedlinburger Flur gefaßt und wurde bis zum 20. März 1338 in Quedlinburg gefangengehalten, angeblich in dem im Museum gezeigten Holzverlies. Dann erkannte der REGENSTEINER Graf den Bischof von Halberstadt als Schutzherrn von Quedlinburg an. Legenden- und romanhaft ausgeschmückt erscheint hier ein herausragendes Beispiel der **Kämpfe zwischen Stadt und Kleinadel**. Die Regensteiner residierten später in Blankenburg

Als aber 1477 Quedlinburg die Äbtessin vom Damenstift, HEDWIG, vertreiben wollten, griffen ihre Brüder ERNST und ALBRECHT VON WETTIN ein, und die Quedlinburger hatten etwa 80 Tote zu beklagen und die wettinischen Truppen blieben verlustfrei. Der die Marktgerechtigkeit symbolisierende Roland von 1425 wurde zerschlagen. So **endete** also wie zunehmend auch anderenorts **spätmittelalterlich die Städtemacht**, die es mit dem Adel aufnahm.

Gegen den räuberischen Kleinadel verbanden sich 1346 in der damals böhmischen **Oberlausitz** in dem **Sechsstädtebund**, Bautzen, Görlitz, Kamenz, Löbau, Zittau und Lauban. gebilligt von König KARL IV. (F. SMAHEL 2002, S. 114). Es waren auch in ihrem Umfang ansehnliche Städte darunter. **Bautzen** etwa oder **Görlitz** mit bis 8000 Einwohnern und einem Rechtsgebiet von nahezu 250 Lokalitäten. Löbau zählte 1432 etwa 1.300 Einwohner. Der Sechsstädtebund bestand bis 1547.

1388 wurde auch der **Rheinische Bund** bei Alzey geschlagen (O. BORST 1986, S. 142). Kleine 'freie Reichsstädte' innerhalb eines sie rings umgebenden Fürstenstaates mußten schließlich ohnehin 'Schutz- und Trutzverträge mit dem sie umgebenden Nahcbarn eingehen, "Schirmverträge", welche gern verschwiegen wurden, aber die

kleinen Reichsstädte blieben eben nicht nur unabhängige Enklaven (O. BORST 1986, S. 142).

## Ein Bund von Orten und auch Städten führt zu einem neuen Föderalstaat: die Eidgenossenschaft, schließlich die Schweiz

Daß aus einem Bund von kleineren Orten und dann zugeschalteten Städten ein neuer Staat entsteht und trotz aller Wirrnis im Laufe der Jahrhunderte und politischen und religiösen Differenzen zwischen den Mitgliedern dennoch bestehen bleibt ist ein in dieser Form einzigartiger Vorgang, aber in Falle der Eidgenossenschaft und schließlich der Schweiz (u. a. V. GITERMANN 1949) hat sich das so abgespielt. Nicht den Bauern der Dithmarschen noch den Hussiten war das gelungen. Nicht gegen die Zähringer und den deutschen Staufer-Kaiser, gegen die das Land erbenden Habsburger mit ihren Herrschaftsansprüchen mußte das durchgesetzt werden. Wobei das persönliche Eigentum der Habsburger nicht in Frage stand. Am **1. August 1291** kam es zu dem urkundlich bestätigten und auch von Legenden umrankten Bündnis von Menschen der Täler mit den Orten Uri, Schwyz und Unterwalden zur Zeit des Kaisers ADOLF VON NASSAU (so u. a. British Encyclopedie). Verbindung wurde aufgenommen mit Zürich. Die Geschichte, wie sie der in Glarus beheimatete AEGIDIUS TSCHUDI in sein 'Chronicon Helveticum' (V. GITERMANN 1940, S. 26) vorführt, läßt auch viel Legendäres einfließen, auf dem dann beispielsweise SCHILLER in seinem Drama 'Wilhelm Tell' aufbaute mit einer Freiheitsschweiz, die so nicht in der weiteren Zukunft bestand. Die 'Atmosphäre' mochte stimmig sein, die Einzeltatsachen sind korrekturbedürftig. Der mit den außerhalb Österreichs liegenden Besitzungen der Habsburger betraute Habsburger LEOPOLD wollte 1315 die aufständische Bewegung niederschlagen und erlitt am 15. November 1315 die desaströse Niederlage von Morgarten und das Bündnis von 1291 bestätigte sich nochmals. Dem Bauernbündnis trat 1332 mit **Luzern** eine erste Stadt bei, dazu kam am 1. Mai 1351 (V. GITERMANN 1949, S. 44) die seit 1218 freie Reischsstadt **Zürich**, in der die Handwerkerregierung sich immer wieder gegen das Patriziat zu verteidigen hatte. 1352 folgten **Glarus** und **Zug**, 1353 die seit 1238 freie Reichsstadt **Bern**. Als ein Habsburger, LEOPLD III.. erneut eingriff, kam es zu einer wiederum schweren Niederlage am 9. Juli **1386** bei **Sempach** (P. KELLER 2012). Von dem sich aufopfernden Held WINKELRIED ist aber erst Jahrhunderte später die Rede. Die Eidgenossenschaft dehnt sich auf französisch-sprachige Landesteile aus mit dem Beitritt von **Frobourg/Freiburg** 1481. Im Jahre 1481 trat auch **Solothurn** bei. Meistens in Abwehr von Bedrückungen kamen zur Eidgenossenschaft 1498 als 'zugewandter Ort' **Chur,** und 1501 **Basel** mit etwa 10.000 Einwohnern die größte eidgenössische

Stadt (TH. MAISSEN 2001b) und ebenfalls 1501 **Schaffhausen**. Nach jahrelangem Kriegen der Appenzeller Bauern gegen den Bischof von St. Gallen wird 1519 **Appenzell** 13. 'Ort' in der Eidgenossenschaft (P. KELLER 2012 b). Verteidigen mußte man sich 1476/1477 gegen KARL DEN KÜHNEN von Burgund, Bis 1798 umfaßte die Eidgenossenschaft 13 Orte. Nicht gelungen war der gewünschte Beitritt zur Eidgenossenschaft von Freiburg im Breisgau und Konstanz.

So wenig wie in der Welt der Hussiten mit Tabor kam es in der Eidgenossenschaft zu einer sozialen Gleichheit (A. Z'GRAGGEN 2009). Auch nach der Vertreibung der Habsburger blieb Adel, erschien ab dem 15. Jh. viel neue **Ungleichheit** (u. a. V. GITERMANN 1949, S. 241 ff.), gab es 'Untertanenländer', **neues reiches Patriziat**, gab es Reiche und Arme, suchte das auf sein Monopol bedachtes städtisches Handwerk ländliches Handwerk auszuschalten, blieb nicht die Herrschaft des braven Bauervolkes, und es entstammten aus der begüterten Elite die kulturellen Führungspersönlichkeiten. Die Eidgenossenschaft entging bis zu Milderungen im 19/20. Jh. nicht jenem Schicksal, das auch im 20. Jh. jene Gesellschaften erlitten, die eine Gleichheit aller ihrer Mitglieder erstrebten und dann in wenigstens zeitweilig große Härte abglitten, bis wieder elitäres Denken und Handeln aufkam, ob in der Sowjetunion oder China. Und in der Eidgenossenschaft: Bern eroberte 1536 gar das Waadtland mit Lausanne. 1409 gab es in Schaffhausen den ersren bekannten Hexenprozeß (Wikipedia 2017). Auch ohne absouten König war die Schweiz um 1790 revolutionsreif. Unter den Franzosen und vor allem unter NAPOLEON wurde vieles an den Grenzen der Kantone und überhaupt am ganzen Staatsaufbau geändert und dann nur teiweise restauriert (YouTube). Die Stiftsherrschaft in **St. Gallen** wurde 1798 von den Franzosen beendet und St. Gallen wurde 1803 Kanton. **Genf**, seit 1536 eigenständige Republik, das nach einer Schreckensregierung im 16. Jh. 1798 mit Frankreich vereinigt wurde, trat **1815** als 22. Kanton der Eidgenossenschaft bei.

Geistige Freiheit, 'gesunder Menschenverstand' - das war oft nicht anders als anderswo. Noch im 19. Jh. wandten religiöse Bauern aus dem Umland in Zürich Gewalt an gegen die Berufung von Professoren anderer Weltanschauung, speziell gegen den Religionskritiker STRAUß.

## Innerstädtische Auseinandersetzungen

Die **führende Schicht** in den sich selbst verwaltenden Städten war **zunächst das Patriziat.** Es entstammte kaum dem Adel, den Rittern (E. PITZ 1978, S. 22), sondern kam aus den Dienstmannen der Stadtherren (K. BOSL 2973, S. 10), dann vor allen den Kaufmannsgeschlechtern, wie vor allem in den Hansestädten. Kampf, Neben den Konflikten mit den adligen Stadtherren, oft auch kirchlichen Stadt-



Abbildung 578: Zürich, Altstadt.



Abbildung 579: Bern, eidgenössisch 1353.



Abbildung 580: Schaffhausen, Stadt der Erker.

herren, gab es in zahlreichen Städten **innerstädtische Auseinandersetzungen** zwischen den verschiedenen Schichten, "Klassen", also zwischen Handwerkern und Patriziern, gar der Gesellen gegen die Meister, und auch des Patriziats gegen den Stadtherrn. Manches Blut ist geflossen. Manchmal herrschten in manchen Städten wenigstens für etliche Zeit die Zünfte, anderswo das Patriziat, oder gab es ein gemeinsames Stadtregiment. Außerhalb stehende Stadtherren mischten sich manchmal ein. Oft verloren die aufständischen Handwerker gegen das Patriziat. Zufrieden mußten sie oft sein, wenige Vertreter in den Rat schicken zu dürfen. Im 15. Jh. traten zu den Auseindersetzungen zwischen den Schichten auch in Deutschland noch solche religiös-reformatorischer Art.

Am 4. Juni **1348** erhoben sich in **Nürnberg** (N. F. PÖTZL 2014, S. 209 ff.) die Handwerker gegen den Rat. Die Reichen flohen verkleidet. Nach 15 Monaten konnte die Oligarchie die Macht zurückgerwinnen, der Kaiser setzte das Patriziat wieder in seine alten Rechte ein. 21 Hinrichungen und 100 Verbannungen von Zunftmeistern gaben dem Nachdruck (G. SCHMOLLER 1910, S. 89). Zünfte wie anderswo gab es nicht mehr. Aber "Die Handwerke erhielten Ordnungen vom Rat im Geiste des damaligen Zunftrechts", und die städtische Verwaltung bestimmte über die Zulassung von Gewerbe (G. SCHMOLLER 1910, S. 88). Eine strenge Kleiderordnung sollte die sozialen Differenzen betonen und mental zementieren. In Nürnberg blieben tonangebend die etwa 5% der reichen Oberschicht, welche in vielem von den Produkten der etwa 60% Arbeitenden reich wurden (M. DIEFEN-



Abbildung 581: Nürnberg: Frauenkirche. Unter der Uhr die Kurfürstenparade.

BACHER 2000). Nürnberger Waren, 'Nürnberger Tand', konnten weithin verkauft werden. Fürsten und Adel haßten Nürnberg und andere Städte und in der Mitte des 15. Jh. gingen etwa 7000 Fehdeankündigungen von Fürsten und niederem Adel in Nürnberg ein (E. ISENMANN 2012, S. 325). Trotzdem es in Nürnberg keine Zünfte gab, blühte hier der Sang der Meistersänger aus dem Handwerk und wurde in Nürnberg die reichste und schönste Sammlung von farbigen Abbildungen des spätmittelalterlichen Handwerks hergestellt, das 'Mendelsche Hausbuch' (s.d. ). Durch seine prunkvollen Kirchen und andere Bauten wurde Nürnberg (E. MALZER 1987) eine der schönsten deutschen Städte. Die **Frauenkirche** entstand 1352 - 1361 an der Stelle einer zerstörten Synagoge - nicht gerade ein Zeugnis von Toleranz. Auch aus der zweiten Hälfte des 14. Jh. stammt der dann mehrmals restaurierte '**Schöne Brunnen**' mit der 19 m hohen Spitze.

Anders als in Nürnberg spielten sich die Dinge in **Straßburg** ab, das wie Köln seinen Bischof geschlagen hatte. Nach straßenschlachtähnlichen Auseinandersetzungen zwischen den führenden Patriziergeschlechtern gewannen die Zünfte zunehmenden Einfluß und stellten nach einem weiteren Handwerkeraufstand 1482 2/3 der Sitze im Rat. Straßburg koinnte als Republik gelten (Wikipedia 2016).

In **Augsburg** konnten die Handwerker 1368 in einem Aufstand gegen die einseitige Patriziermacht die Stadtverfassung verändern (Wikipedia 2015). In dem durch Handel reichen und in ganz Europa vertretenen **Ulm**, der Reichsstadt mit nach Nürnberg 2.-größten, auch Geislingen einbeziehenden reichsstädtischen Ter-



Abbildung 582: Nürnberg: Frauenkirche, Schöner Brunnen.



Abbildung 583: In Straßburg.

ritorium, siegten **1397** die **Zünfte** und stellten im Rat 30 Sitze gegenüber 10 der Patrizier, bis KARL V. 1546 die Patrizierherrschaft wiederherstellte (Wikipedia 2015). 1416 gab es niedergeschlagene Aufstände der Handwerker in **Danzig,** und das Patriziat seinerzeit strebte nach möglichst vielen Privilegien von dem als Stadtherr geltenden Deutschen Orden im Ordensland Preußen mit dessen erster schwerer Niederlage 1410 (U. ARNOLD 2005). Tragisch endeten die innerstädtischen Kämpfe etwa in **Bautzen** (O. E. SCHMIDT 1926, S. 26). Am 5 Mai 1405 vertrieben die Handwerker die mindestens zur Hälfte aus Patriziern bestehenden bisherigen Ratsherren aus dem Rathaus und belagerten gar die königliche Ortenburg. Im Herbst 1408 erschien Böhmenkönig WENZEL mit Bewaffneten in Bautzen. Der alte Rat wurde wieder eingesetzt. Die 100 wegen Aufruhr Festgenommen wurden zum Tode durch das Richtschwert verurteilt. Das Jammern und Schreien der Familienangehörigen kann man sich auch ohne urkundliche Erwähnung ausmalen. Nach dem Bürgermeister der Aufrührer, FRITZ FLICKER, fielen noch 12 Köpfe. Dann gab der harte König dem Flehen auch seiner Gemahlin nach und die restlichen Verurteilten samt ihrer Familie wurden 'nur' zum Verlassen der Stadt verurteilt. Im Bautzener Museum sind noch zu sehen das Richtschwert und die den Fleischern wegen Nichtteilnahme an dem Aufruhr gestiftete Fahne. In der Zahl der Geköpften härter war König SIGISMUND, als er in **Breslau** am 4. März 1420 23 Beteiligte an einem Aufstand der Zünfte gegen den patrizischen Rat von einem dreiviertel Jahr vorher enthaupten ließ (J. K. HOENSCH 1996, S. 291). Als HEINRICH XVI. (Wikipedia 2017), Herzog von **Bayern-Landshut**, den Städten alle eigenständige Personaleinsetzung und die Handwerkerzünfte verbot, kam es 1410 zum Aufstand. Dieser wurde niedergeschlagen und Mitglieder von 50 Familien wurden hingerichtet, geblendet, des Landes verwiesen, der Vermögen beraubt. HEINRICH XVI. gilt als wirtschaftlich erfolgreich und er schützte die Juden. In verschuldeten **Mainz** fielen beim Kampf gegen den Erzbischof mehr als 350 Bürger (H. KELLENBENZ 1976). Bürgertod im Städtekampf. Und vieles geschah in der Zeit des Papst-Schismas und des Konzils von Konstanz, also eher im 'Herbst des Mittelalters', das jedenfalls nicht nur kunstfreudig war. Im Februar 1488 brachen in **Brügge** (H. KOLLER 2005, S. 220 ff.) gewalttätige Unruhen aus. Der zur Beruhigung in die Stadt gegangene Kaisersohn MAXIMILIAN wurde am 5. Februar von den Aufständischen gefangengesetzt. Truppen zur Befreiung wurden in Marsch gesetzt. Am 12. Mai erkannten die Aufständischen MAXIMILIAN wieder als Herrn an, zwangen ihm aber Bedingungen ab, durchaus vernünftig wirkende, so der Verzicht auf fremdes Kriegsvolk, Aufgeben von Flandern, Versöhnung mit dem französischen König. Diese Bedingungen wurden etwas später als erzwungen bezeichnet und sollten deshalb nicht eingehalten werden müssen. Und wie bei vielen Revolutionen immer wieder: Handel und Produktion und Beschäftigung leiden und die Aufständischen erlahmen.

## Leben in Städten weiterhin

Weniger auffallend in der Rückschau waren in den deutschen Städten die etwa 350 **jüdischen Gemeinden**, von denen viele den grausamen Progromen der Kreuzzugs- und vor allem der Pestzeit zum Opfer fielen (F. SEIBT 1994). Das Judentum hätte dem einseitigen Christentum eine andere Auffassung zur Seite gestellt, Zweifel an der Kirchenlehre geweckt.

Die **neuen Mönchsorden** der Dominikaner ab 1216 und die 1223 bestätigten Franziskaner, die Orden der Bettelmönche, nahmen ihre Sitze in den Städten, gründeten dort innerhalb der Mauern ihre Klöster und bestimmten auch bald das Geistesleben stark. In Straßburg zogen 1221/1222 die Franziskaner ein, 1224 Dominkaner, in Konstanz 1235 Dominkaner, 1250 Franziskaner (K.-F. KRIEGER 2003, S. 17). Mitten im alten Bautzen befindet sich etwa die Ruine eines Franziskanerklosters. Die Kirche sicherte also nun ihren Einfluß in den Städten ebenso wie auf dem Lande.

In seinem Geistesleben und seinem Lebensgefühl erscheint das Mittelalter aus späterer Ferne zunächst von einem später kaum wieder erreichbaren **Gemeinschaftsgeist**, fast von einem Kollektivismus geprägt. Der Bau großartiger, oft lange unvollendeter Kathedralen und Dome erforderte Steine, Holz und Facharbeiter wie Künstler. Ab 1144 wurde nach Vorläufern beginnend in St. Denis im gotischen Stil gebaut. Von den Behausungen der normalen mittelalterlichen Stadtbewohner blieben kaum Spuren und die Reichen konnten erst am Ende des Mittelalters Häuser mit einiger Pracht bauen lassen, welche wenigstens in ihrem Stil die Zeiten überdauerten. In den Städten wirkten jedoch freie Stadtbürger, von denen sich manche der Medizin oder Wissenschaft zuwandten. Manche der begabten und die Wissenschaft fördernden Geistlichen und auch der Künstler und Mediziner konnten dann durchaus ihre Individualität entfalten.

In städtisch geprägten Regionen mag im Spätmittelalter 1/4 der Bevölkerung in den Städten (F. SEIBT 1987) gewohnt haben, und war eine Rücksiedlung auf das teilweise auch voll besetzte Land nicht möglich.

## Städte im Ostsee-Raum - Der Städtebund der Hansa

An der Süd- und Südost-Küste der **Ostsee** entstanden Städte mit der Ostkolonisation, so 1143 Lübeck. Und diese Ostsee-Städte, die "wendischen Städte", griffen nach dem Nordosten aus. Als Gründungsdaten werden genannt für Danzig um 1200, 1201 für Riga, 1219 Reval. Wie auf dem Festland Menschen von West nach



Abbildung 584: Reval/Tallin 1986.

Osten zogen, haben Kaufleute, deutsche zumal, an der südlichen und östlichen Ostsee-Küste von West nach Ost Seestäde gegründet.

Diese Städte waren so etwas wie eine Art Gegenstück zur alten Städtekultur am Mittelmeer., auch der von Flandern Die **Ostsee** wurde ein weiterer, zunehmend enger **verflochtener Wirtschaftsraum** (F. BAETHGEN 1951), mit den wichtigen Handelsbeziehungen zwischen dem Osten und dem Westen, wobei dann die Ostgüter auch nach außerhalb der Ostsee nach der Nordsee und nach dem Westen gebracht wurden. Der am weitesten ausgreifende und vor allem von Deutschen, von deutschen Städten dominierte Städtebund war die **Hansa**, zunächst ein Kaufmanns- und Seefahrerbündnis, die namentlich für den Handel über die Ostsee maßgebend war und dort und weiter hinaus dem deutschen Kaufmann längere Zeit beneideten Vorsprung gab. Nach dem Beginn 1241 schlossen sich schließlich über 90 Städte, auch solche des Binnenlandes, wie Goslar, der Hanse an. Konstitutiert hat sich die Hansa dann **1358**. Zu der Zeit, als im Süden und Westen Deutschlands begonnen wurde, Städtebünde zunehmend zu zerschlagen, triumphierte die Hansa. #bildHansestadt Stralsund

Die Hanse ließ den Handel **über** durch mit Privilegien abgersicherte **Kontore** (F. BRAUDEL 1986, S. 108, U. ZIEGLER 1996) leiten. In ihnen mußten die Kaufleute auch Quartier nehmen und so war eine Kontrolle möglich. Zwischen den Hansestädten kam es immerhin nie zu jenen Kriegen und Okkupationen wie zwi-



Abbildung 585: Tallin/Reval.



Abbildung 586: Kranhaus in Rostock.



Abbildung 587: Bergen 1994.

schen manchen italienischen Städten. Bis 1293 hatte die Hanse ihren Hauptsitz in dem stark befestigten **Visby** auf der Insel Gotland. Einmal eine mächtige Stadt, die dann verfiel. Ein zweiter Kontor, der Sankt Peterhof bestand in **Nowgorod**. Hauptstadt eines eigenen russischen Staates, einer Oligarchenrepublik. Die Hanse-Niederlassung in **Bergen** an der Westküste Norwegens, die 'Deutsche Brücke' (F. BRAUDEL 1986, S. 108), begann ihre Tätigkeit um 1360 (F. PETRICK 2002), und die Arbeit sezte in vollem Maße 1370 ein. Das Meer greift tief zwischen den bewaldeten Höhen Bergens ein und an der einen Seite vor allem stehen die Häuser, die "Stuben", und Stapelplätze. Handelsgut war vor allem der hierher angelieferte **Stockfisch**. In **London** hatte die Hanse den Stahlhof eingerichtet. Erst am Ende des 15, Jh, war Bergen nicht mehr die größte Stadt des Nordens, sondern wurde von Kopenhagen übertroffen. Konkurrenz, zwischen etwa Bremen und Lübeck und mit den Engländern ließen die Hanse hier absinken, bis 1754.

Die Gier der Kaufleute bei wohl begrenzter Kundenzahl ließ namentlich ab dem Spätmittelalter die Dänen und Holländer die konkurrierende Hanse auch hassen, ja bekämpfen. Hansastädte schlugen auch zurück. Lübeck benahm sich manchmal wie ein eigener Staat. 1363 erlitt die Hanse gegen Dänemark eine schwere Niederlage, konnte das aber 1370 wettmachen und in Stralsund wurde am 24. Mai ein Friedensvertrag, in dem der Dänenkönig WALDEMAR mußte die Hansevorrechte in Schonen und Dänemark neu bestätigen und "die Schlösser und Festungen am Sund auf" 15 Jahre verpfänden und für eine Nachfolgerwahl die Bestätigung durch die Hanse einholen, und die Ostsee wurde so zum deutschen Meer (S. FISCHER-FABIAN 1988, S. 129). Auch die Nordsee war einbezogen in den Handel der Hanse. Die Ostsee, für ausgreifende Handelsinteressen ein zu kleines Binnenmeer? Mit Blick teilweise zu gegenüberliegenden Küsten, von Moen nach Rügen, von Usedom nach Südschweden, von Küste zu Küste im Bottnischen Meerbusen. Jedenfalls be-

neideten die nordischen Länder und auch die Holländer die Hanse, und das wohl nicht zu Unrecht. Die Römer hatten einst Karthago auch nicht gemocht.

Unter anderem der Konkurrenz der Hanse entgegenzuwirken schlossen sich die nordischen Länder Dänemark und Schweden 1397 in der bis 1523 dauernden Kalmarer Union zusammen. Dänemark andererseits suchte andererseits lange zu verhindern, daß Schweden an seiner einst geringen Westküste einen Hafen anlegte, das unter GUSTAV ALDOLF entstandene Göteborg.

## Vor allem Flandern und Brabant - ebenso eine Welt von Stadtlandschaften

Neben Ober-und Mittel-Italien und auch den Hansestädten entstand als ein hinter Italien folgendes **zweites** frühes europäisches **Handels- und Gewerbe-, ja Industrie-Zentrum** jenes im nordwestlichen Mitteleuropa, in **Flandern** und **Brabant**. Auch hier wurden die Städte oder jedenfalls ihre Oberschichten reich und die Städte waren deshalb immer wieder und wieder umkämpft. Es war teilweise ein Land, das erst geschaffen oder wenigstens vom Meere geschützt werden mußte, wenn man denn nicht nach Osten abwandern wollte. Auch Getreide mußte eingeführt werden. Erst im frühen Mittelalter erscheinen dann Städte wie Antwerpen, Ypern, Gent, Utrecht (H. PIRENNE zit. bei F. BRAUDEL 1986, S. 101, 102). Gewerbe war namentlich die Tuchmacherei, mit vor allem eingeführter Schafwolle. Führenden Städte Flanderns wurden Gent, Ypern, Tournai, zeitweilig größte Städte Europas waren **Brügge und Antwerpen**. Brügge lag auf halbem Wege zwischen dem Süden und Nordeuropa. In Brügge wurde auch die orientalische Kunst der Tapisserie erlernt und beschäftigte eine "blühende Zunft" (E. WINKER 1977, S. 72). F. BRAUDEL (1986, S, 101) spricht bei Betrachtung der Wirtschaftsräume des hoch- und spätmittelalterlichen Europa von "Zweipoligkeit", "und diese Aufgliederung des Kontinents zwischen Norditalien und den Niederlanden im weiteren Sinn, sollte als vielleicht wichtigster Zug der euorpäische Geschichte jahrhundertelang andauern." Überwog im Norden die Gewerbetätigkeit, war Italien eher dem Handel zugeneigt. Aber Florenz war auch bedeutend durch Gewerbe. Kaufleute aus dem Norden und Italien trafen sich auf den Messen in der Champagne. Als später England eigene Tuche herstellt, kann es diese aber nicht einfärben und die "weiß" gelieferten Tuche, also 'Halbfabrikate', werden in Holland appretiert und gefärbt (F. BRAUDEL 1986, S. 192). Was die Höhe der Produktion betrifft, so beispielsweise gehen 1553 über 50.000 Stück Leinwand von Antwerpen nach Portugal und Spanien ab und vor dort auch nach Übersee (F. BRAUDEL 1986, S. 161). Das zuerst führende Brügge fiel dann hinter **Antwerpen** zurück (E.WINKER 1977, S. 72).



Abbildung 588: Gent: Herrschersitz s'Grafensteen.

In ihren **Bauten** stehen die Städte Flanderns und Brabants den italienischen Städten nicht nach. So Antwerpens 1352 begonnene und erst im 16. Jh. fertiggestellte und in der Reformation geplünderte Liebfrauen-Kathedrale mit dem 123 m hohen Nordturm. Das spätgotische Rathaus der Universitätsstsadt Löwen/Leuwen, als Universität in der Bedeutung verglichen mit Oxford, entstand zwischen 1438 und 1488. "**Herbst des Mittelalters**": Nicht nur unter dem so oft blauen Himmel Italiens, sondern auch unter dem manchmal als "ewig grau" genannten Himmel von Flandern. In Flandern und Brabant, im nördlichen Burgund, entstanden ganze schönheitsvolle **Stadtlandschaften**, einander nahe auch Mittelstädte und hochproduktiver landwirtschaftlichem Umland. Gerade in den größeren Städten dieser Region überragt in der Mitte der Stadt ein Turm die anderen Gebäude der Stadt, ein **Belfried**/Belfort, Symbol der Städtemacht und Brandwache. In Brügge ist der Belfried 83 m hoch. Auch hier wurde **neuartige Malerei**, auch mit Ölfarben, entwickelt, namentlich von dem in der ersten Hälfte des 15. Jh. in Gent und Brügge wirkenden JAN VAN EYCK, der liebevoll realistisch malte, Schöpfer des Genter Altars.



Abbildung 589: Gent: Silhouette vom s'Grafensteen.



Abbildung 590: Gent.



Abbildung 591: Gent: St. Niklas.



Abbildung 592: Brügge.



Abbildung 593: Brügge: Belfried.

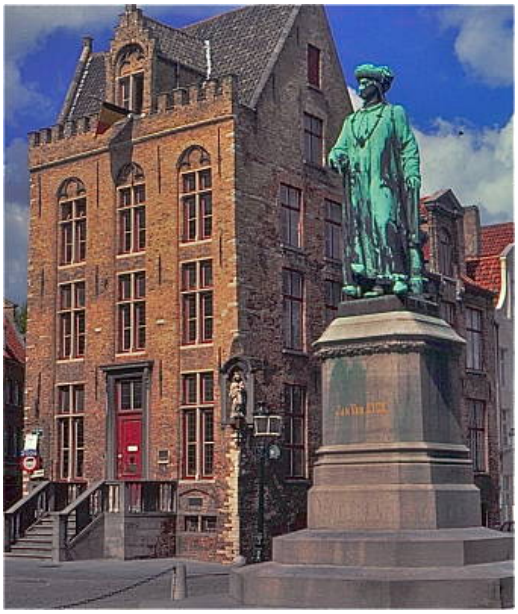

Abbildung 594: Brügge: VAN EYCK-Denkmal.



Abbildung 595: Antwerpen.



Abbildung 596: Löwen: Rathaus.



Abbildung 597: Tournai.



Abbildung 598: Tournai: Belfried.



Abbildung 599: Narbonne.

## Im Hochmittelalter: Islamische Eroberungen und wieder Ausdehnung christlicher Herrschaft in Gallien, auf Sizilien. Die Normannen im Mittelmeer

In Mitteleuropa geschah die Christianisierung und dann eine Ausdehnung der Deutschen nach dem Osten. In anderen Teilen Europas, im Süden und Südwesten mußte sich das durch den Islam überwundene Christentum wieder gegen islamische Herrscher mit Hilfe christliche Herrscher durchsetzen, in Gallien, auf den westlichen Mittemeerinseln, .auf der Pyrenäenhalbinsel. Es gab also Jahrhunderte nach dem Ende des Römischen Imperiums in vielen Regionen Europas erneut eine "Geburt Europas aus dem Geiste der Gewalt" (R. BARTLETT 1996), wobei man auch von einer **gerechten Wiederinbesitznahme, etwa des** Westgotenreiches, sprach. Im Süden Galliens, also dem späteren Frankreich, war Narbonne 719 maurisch geworden, 759 von PIPPIN zurückerobert, 793 noch einmal von den Mauren gebrandschatzt (Wikipedia 2016).

Aber etwa 841 "erstürmten" die **Sarazenen** Bari und kamen bis zum Kloster Monte Cassino (P. RICHE´1995, S. 220) griffen 842 wieder Marseille und Arles an und besetzten 840 (Wikipedia 2020) im südlichen Mittel-Italien Benevent (S. 200), waren 846 in den Außenbezirken von **Rom** und beraubte etwa die Kirche St. Peter (S. 207) .Auf Sizilien hatten die Araber 843 Messina besetzt (Wikipedia 2017).

In der Mitte des 11. Jh. eigneten sich Pisa und Genua die Oberhoheit über die von den Sarazenen besetzten Inseln **Korsika** und,**Sardinien** an (Anmerkung in OTTO VON FREISING in 1965, S. 534). Die nordafrikanischen Küsten wurden bedroht.

Auf **Sizilien** (M. I. FINLEY et al. 1969, S. 79 ff.) waren 1016 die ersten Normannen gelandet, Abenteurer. Der Abenteurer ROBERT GUISCARD wollte sogar weiter nach Osten, aber dort scheiterte er. Auch ohne große Normanneneinwanderung befanden sich große Teile Sizilien 1091 unter Normannenherrschaft. 1061 war **Messina** von den Normannen erobert worden (Wikipedia 2017). Die arabische Hauptstadt **Palermo** wurde 1071 auch Hauptstadt der neuen Herren. Auf Sizilien bewiesen die **Normannen** erneut staatenbildende Fähigkeiten. Vor 1113 (S. 83) wurde ROGER II. der Herrscher von Sizilien, einer "der bedeutendsten Herrscher Europas im Mittelalter" (S. 83), der ein blühendes Reich regiert habe (S, 85), 1130 erlangte ROGER II. päpstliche Anerkennung mit uneingeschränkter Erblichkeit als König des "Königreiches Sizilien, Kalabrien und Apulien", "regnum Sicilie, ducatus Apulie, principatus Capue" (W. STÜRNER 2003, S. 20 ff.). Ein **neues Königreich** war entstanden. ROGER II. galt nun nicht mehr nur als Usurpator, mußte sich jedoch gegen manche Widersacher, die aufbegehrenden Barone, durchsetzen. Gerade bei ROGER II. (M. I. FINLAY et al. 1989) sprach man Griechisch und wohl auch Arabisch, war ein Interessent der Wissenschaft, vor allem von Astronomie und Astrologie, der Geographie, bei dem auch antike griechische Schriften ins Lateinische übersetzt wurden (S. 86), und war aber ebenso ein Herrscher mit arabischen Sitten wie einem Harem (S. 83). Islamische Gelehrte waren hier jedenfalls immer noch tätig, wurde auch den Arabern ein gewisses Recht eingeräumt. Ein arabischer Handwerker baute ihm eine berühmte Wasseruhr (S. 86). Eine in Palermo in den 1140-er-Jahren erbaute Kirche, San Giovanni degli Eremiti, trägt noch Kuppeln wie eine Moschee (S. 87). Im Jahre 1154 folgte WILHELM II. In Nordafrika siegten die streng rechtgläubigen Almohaden. 1156 gingen Sizilien die nordafrikanischen Besitzungen verloren (S. 88). Die christliche Vorherrschaft auf Sizilien aber wurde weiterausgebaut und schließlich vollendet, nachdem der Erbe WILHELM II. 1189 36.jährig kinderlos starb und Erbin CONSTANZE, seine Tante, sich 1184 mit dem ältesten Sohn des Kaisers FRIEDRICH BARBAROSSA, HEINRICH, verheiratete, der damit de jure auch König von Sizilien wurde und den Widerstand von ihm widerstrebenden Baronen unter dem sogar zum Gegenkönig ernannten TANKRED VON LECCE brach. 1191 wurde HEINRICH als HEINRICH VI, auch Kaiser. Archttektonisches Erbe von WILHELM II. ist die Benediktiner-Abtei Monreale, einem trotz der nahen Lage zum Erzbischof in Palermo zweites Erzbistum auf Sizilien. Der 1194 von der 40-jährigen CONSTANZE geborene Sohn, als FRIEDRICH II. war im Aler von 3 Jahren der Erbe Siziliens geworden und wurde schließlich auch Kaiser. 1197 war der Vater HEINRICH VI.

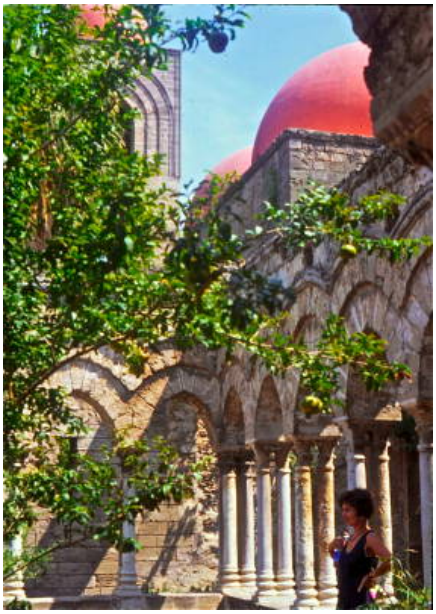

Abbildung 600: Palermo, San Giovanni degli Eremite.

gestorben, 1198 auch die Mutter CONSTANZE. Im Jahre 1220, nach 12-jährigem Aufenthalt außerhalb Siziliens, kehrte er in seine Erbreich zurück, griff autoritär durch (S. 92). Zwangsweise ließ der Hohenstaufe etwa 20.000 Sarazenen in die bewachte und neu errichtete Stadt Lucera bringen. Nach seiner Zeit, 1300, wurden sie dennoch massakriert (Wikipedia 2014).

## Reconquista auf der Pyrenäen-Halbinsel

Das als stabil betrachtete Königreich der Westgoten fiel 711 innerhalb weniger Wochen (P. RICHE´1995, S. 16) an die von Nordafrika übersetzenden Moslems, vor allem Berber. In den von islamischen Fürsten regierten Teilen der **Pyrenäen-Halbinsel** und vorher namentlich in **Andalusien/Al-Andalus** mit seiner reichen Kultur wird von einer für das spätere Mittelalter unüblichen Toleranz gesprochen. Neben den Moslems durften die Juden und auch die Christen gebliebenen Menschen ihre Religion ausüben. Aber diese **religiöse Koexistenz** hatte ihre Grenzen. Es war eine mit Einschränkungen versehene Toleranz, nicht Akzeptanz, keine Verschmelzung der "3 Kulturen" /M. A. LADERO 1992, S. 17). Die Nichtmosleme wurden mit bestimmten Steuern bedacht. Nicht gestattet waren gemische Ehen. Die Juden lebten aber sicherer als es bei den Westgoten gewesen war und wie es nach 1492 kam. Muslimisch waren auch etwa Zaragoza und Murcia.



Abbildung 601: Sizilien: Monreale.

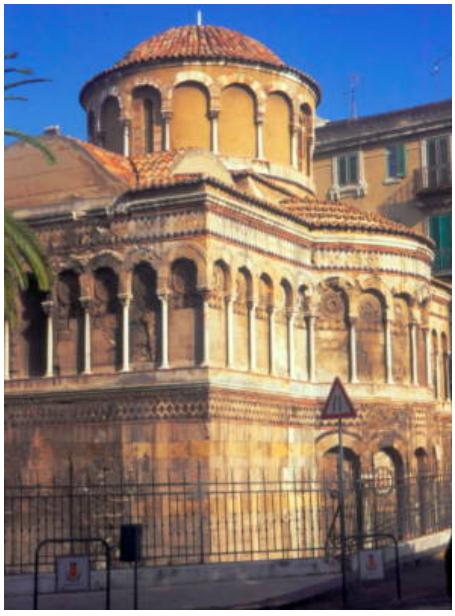

Abbildung 602: Messina, ... Annunziata dei Catalani, 12. Jh..

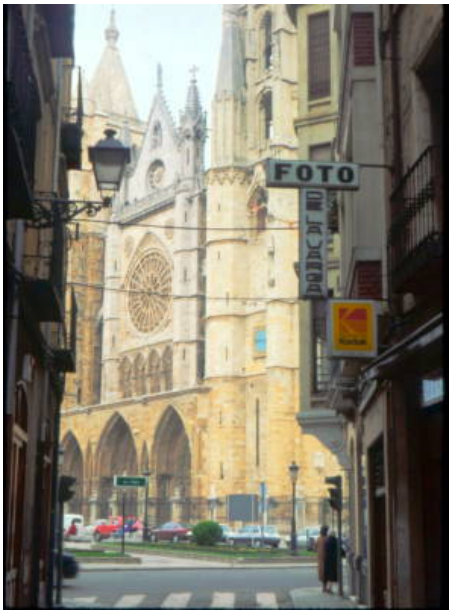


Abbildung 603: Leon, Blick zur Kathedrale.

Im **Nordwesten** der Iberischen Halbinsel gründeten gotische Flüchtlinge sehr bald das kleine Königreich **Asturien** (P. RICHE´ 1995, S. 147), Schon unter König ALFONS I. konnte sich dieses Reich erweitern, und unter dem von 791 bis 842 regierendem ALFONS II. der 'Keusche' (Wikipedia 2017) wurde Oviedo die Königststadt. Ab 866 regierte ALFONS III. der GROßE. Es folgten als wieder christlich Leon und ALFONS III. konnte bis Coimbra vordringen, wurde aber 910 von seinen Söhnen und im Verbund mit der Gattin abgesetzt (Wikipedia 2020). Das christliche gewordene Kastilien genannt wie auch später **'Alt-Kastilien**', hatte als Hauptort das um 850 gegen die Mauren gegründeten **Burgos**, ab dem 11. Jh..die Krönungsstadt der Könige von Kastilien (Wikipedia 2016).

In einem mehrere Jahrhunderte währenden und durch Friedenszeiten unterbrochenen Kampfe drangen die christlichen Könige des Nordens der Iberischen Halbinsel mit ihren Kriegern über die fast 1000 m hohe, sommertrockene und winterkalte kastilische Hochebene, die 'meseta' und das sie im Süden abschließende Guadarrama-Gebirge E. WINKER 1977, S. 79) nach dem Osten und Süden vor, in dem als **Reconquista**/Reconquista , 'Wiedereroberung', zusammengefaßten Geschehen. Neben Barcelona mit **Katalonien**, dem **Königreich Valencia**, entstand im Südosten **Aragonien** (M. A. LADERO 1992).

**1083** wurde Madrid (Wikipedia 2016) kastilisch und konnte einer nochmaligen islamischen Belagerung widerstehen. 1085 wurde **Segovia** kastilisch und war oft der Königssitz. Und **1085** wurde **Toledo**, die einstige westgotische Kapitale, von



Abbildung 604: Burgos.

ALFONS VI. DER TAPFERE erobert und hier residierte nun der als 'Primas von Spanien bezeichneten Erzbischof von Toledo (M. A. LADERO 1992, S. 140) **geistliches und geistiges Zentrum** von dem nun zu Kastilien gehörenden '**Neu-Kastilien**'. Alt- und Neu-Kastilien trennt das Kastilische Scheidegebirge/Sierra Guadarrama.

Am 16. Juli **1212** siegten die Krieger der verbündeten christlichen Königreiche **bei Las Navas de Tolosa** (Wikipedia 2016) über das moslimische Heer der Nordwestafrika und den Süden der Iberischen Halbinsel beherrschenden Moslems unter den Almohaden.

Durch Erbfolge wurde FERNANDO III. (Wikipedia 2016) König nicht nur von **Kastilien**, sondern **1230** auch **von Leon** und er vereinte sie **mit Asturien und Galicien** zu einem **unteilbaren Königreich** mit Erbfolge für den ältesten Sohn. Am 29. Juni 1236 übernahm unter freiem Anzug der Verteidiger FERNANDO III. **Cordoba**. Das islamisch gegründete **Murcia** wurde 1265 christlich (Wikipedia 2016). Aber in den Städten. wo noch Mauren lebten, auch zahlreiche Juden, und nun christliche Herren, gab es eine **eigenwillige Mischkultur,** Und auch die Wissenschaften gewannen. Ja ein König von Kastilien, FERNANDO III. Sohn ALFONS X. der WEISE, war selbst Astronom. Auf dem Lande mag es für die Bewohner primitiv ausgesehen haben. Die von den Muslimen eroberten und gestalteten Städte wurden christlich umgebaut, es gab Stadtentwicklung. Gewaltige Kathedralen in Burgos, in Leon, in Segovia, in Toledo, und schließlich im Umbau

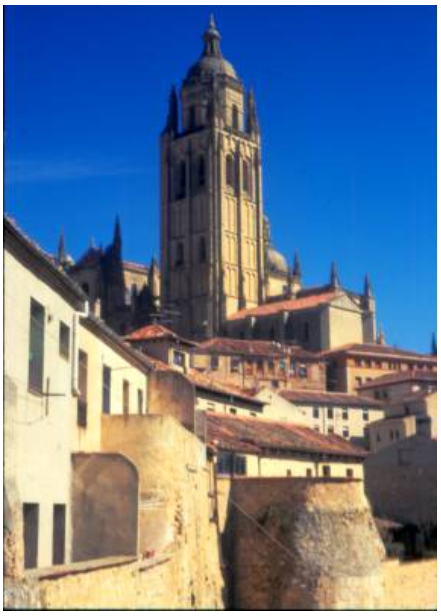

Abbildung 605: Königssitz Segovia.



Abbildung 606: Segovia: Königspalast.



Abbildung 607: Segovia: Wehr- u. Wohnturm/Donjon im Alcazar.



Abbildung 608: Segovia.



Abbildung 609: Vorfrühling vor der Sierra Guadarrama.



Abbildung 610: Toledo.Alcazar.

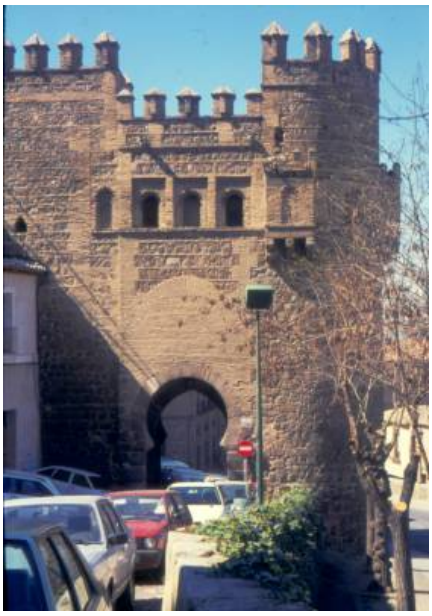

Abbildung 611: Toledo.Sonnentor.



Abbildung 612: Kl. Mesquita in Toledo.



Abbildung 613: Toledo.Kathedrale.

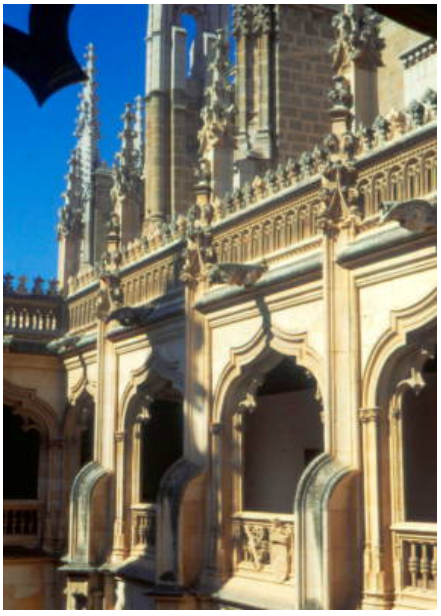

Abbildung 614: Toledo, Klosterhof.



Abbildung 615: Cordoba: Torre de la Calahorra.

übernommen von maurischen Vorgängerbauten auch in Sevilla und umgebaut aus der Großmoschee in Cordoba, ja nach 1492 in Granada erinnern an das bewegte, durch große Bauten ausgezeichnete Hochmittelalter in Spanien, in dem zunächst viel vom arabisch-maurischen Stil weiterbestand. **Innerfamiliäre Kämpfe** haben den Fortgang manchmal behindert. PEDRO I. der GRAUSAME oder GERECHTE, ab 1350 König, bekämpfte in Cordoba seinen Halbbruder ENRIQUE II. DE TRASTAMARA aus einem Konkubinat eines Vaters, aus dem 7 Söhne entstanden, ENRIQUE II. DE TRASTAMARA ließ zu seiner Verteidigung in **Cordoba** an der Stelle einer früheren Burg den Festungsturm **Torre de la Calahorra** erbauen. Er besiegte 1369 PEDRO I., ermordete ihn persönlich und wurde König bis 1379.

Das spätere **Portugal** (Wikipedia 2016) war nach 711 bis hoch in den Norden maurisch. Im Jahre 1092 kam der Norden endgültig zum Königreich Leon und war dessen Grafschaft Portucale.. Der Kreuzfahrer HEINRICH VON BURGUND erhielt diese Grafschaft als erbliches Lehen und zuerst mit **Porto** als Hauptstadt wurde es das souveräne **Portugal**. Der Sohn des HEINRICH VON BURGUND durfte mit Billigung des zurückgeschlagenen Leon 1143 den Königstitel anehmen, wurde so als ALFONSO I. HENRIQUES erster König von Portugal, das **1166** auch formelle Unabhängigkeit erhielt. Die Reconquista wurde auch hier znnehmend nach dem Süden getragen. Schon 1064 war **Coimbra** in Leon einbezogen worden. Es wurde dann Portugals zweite Hauptstadt. An der Stelle einer Moschee



Abbildung 616: Giralda/Kathedrale Sevilla.



Abbildung 617: Sevilla:Kathedrale.

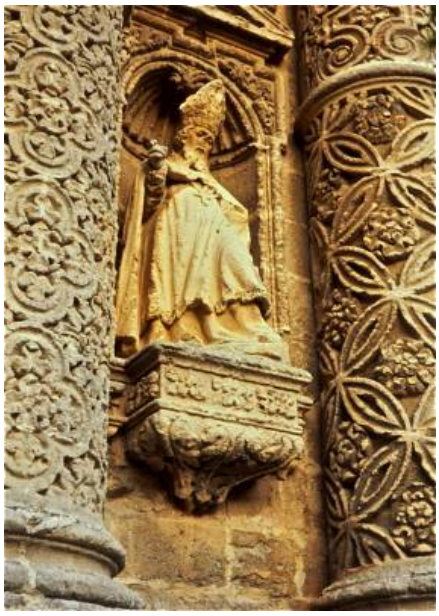

Abbildung 618: Jerez, Christliches in arab, Mosaik.



Abbildung 619: Murcia: Kathedrale. 1994.



Abbildung 620: Cordoba. Hinter den Türen Gärten.



Abbildung 621: Barcelona.Kathedrale.



Abbildung 622: Coimbra: Kathedrale.

wird 1147 mit dem Bau der Kathedrale in **Lissabon** begonnen, deren Westfassade nach Erdbebenschäden 1380 im romanischen Stil gestaltet wird (Wikipedia 2016). Lissabon war 1256 die bleibende Hauptstadt von Portugal geworden. Südlich des Tejo war 1165 **Evora** für Portugal erobert worden, **1241 Lagos** an der Algarve den Mauren endgültig entrissen und um 1250 war die gesamte **Algarve** in Portugal einverleibt. Mehrfach stand die Vereinigung aller Königreiche auf der Iberischen Halbinsel durch Ehen nahe.

**Aragon** (M. A. LADERO 1992) gewann Macht im östlich von ihm gelegenen Mittelmeer, Gegen den auf Sizilien seit 1268 herrschenden KARL VON ANJOU, der als Bruder des französischen Königs hier ein eigenes Reich errichtet, kommt es wegen dessen ernormen Steuerdrucks nach Ostern 1282 zum Aufstand, blutig und zunächst vom Volk, dem 'Pöbel', getragen. In dem seit etwa 1500 '**Sizilianische Vesper** (M. I. FINLEY et al. 1989, S. 99) genannten und glorifizierten Aufstand werden zahlreiche Fremde und auch französische Barone umgebracht, wiederum oft grausam. Fünf Monate danach landete der nach der Heirat mit des Staufers MANFREDs Schwester sich erbberecht fühlende König von Aragon, PETER III., an der Westküste Siziliens bei Trappani und wird PETER I., auf Sizilien. Aragon beginnt seine dann noch einmal unterbrochene Ausdehnung nach Osten ins Mittelmeer. Aragon beherrschte ab 1302 **Sizilien**, 1324 Sardinien. 1443 zog ALFONS V. von Aragon als König in **Neapel** ein.

Unter Aufbietung großer Mannschaften, bis zu 10.000 Reiter und dem Einsatz von

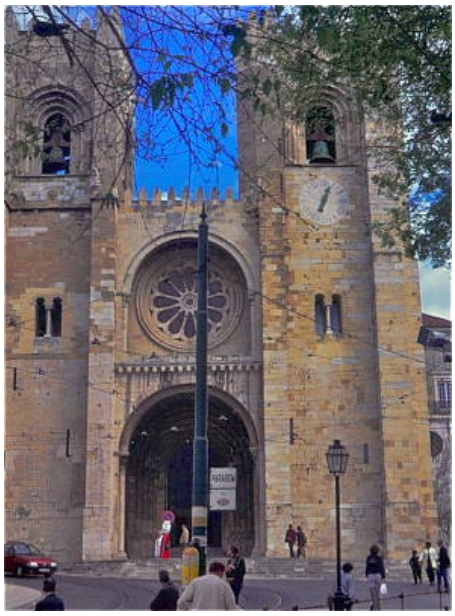

Abbildung 623: Lissabon: Kathedrale.



Abbildung 624: Zaragoza. Ebro.



Abbildung 625: Zaragoza, Zentrum.

Artillerie, wurde unter den vom Papst 1496 mit dem Titel 'katholische Könige' 'geehrten' ISABELLA VON KASTILIEN und FERDINAND VON ARAGON aus dem Geschlecht der Trastamara vor allem ab 1482 und beendet **1492** das letzte islamische Fürstentum auf der Pyrenäenhalbinsel, das **Emirat Granada, erobert**. In diesem Emirat lagen auch wichtige Küstenstädte wie Almeria und Malaga. In der nun als Siegessymbol dienenden Kathedrale von Granada liegen die Grabstätten der 'katholischen Herrscher'.

Auch in Spanien entwickelten sich **Handel** und Gewerbe.

**Städtebünde** mit inneren Auseinandersetzungen, am Ende weniger durchsetzungsfähig, entstanden auch in **Spanien** (J. BROUWER 1978, R. KONETZKE 1943, S, 60), aber wurden 1520 unter KARL I, resp. Kaiser KARL V. ausgelöscht.

## In Deutschland Sieg der Fürsten der größeren Territorien

**Politisch siegten** und errangen die Oberherrschaft letztlich mit dem Ausgang des Mittelalters in Deutschland jedoch bis auf wenige kaum die Städte, schon gar nicht ihre oft aufrührerisch gewesenen Mittelschichten, und dann auch nicht Bauern, son-

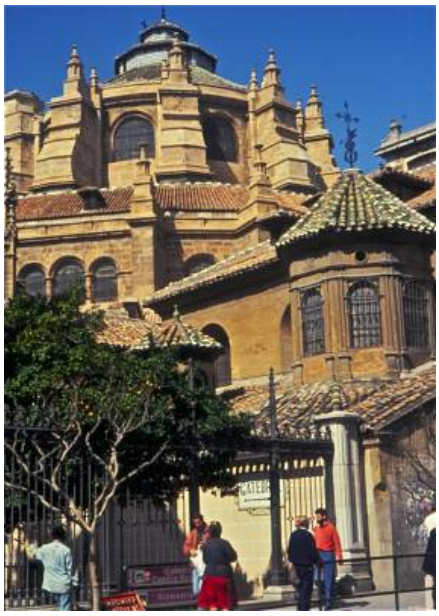

Abbildung 626: Granada ”spanisch”: Kathedrale.



Abbildung 627: Almeria.



Abbildung 628: Valencia: Seidenbörse/Lonja. 1533.

dern die größeren **Fürsten**. Ein **Aufstand** von in ihrem Standesbewußtsein sich getroffen fühlenden, auch militärisch immer nutzloser gewordenen **Reichsrittern** 1522 in etlichen Regionen im Westen, in der Pfalz, gegen Trier etwa, endete kläglich und FRANZ VON SICKINGEN, wohl trotz Hinwendung zur Reformation ein sehr zweifelhafter Held und vorheriger Söldnerführer auch im Dienste Frankreichs, endete nach wenigen Kanonenschüssen gegen seine Burg Nanstein durch im Inneren herabstürzendes Mauerwerk kläglich am 7. Mai 1523. Das war also das Ende des Mannes mit der Ebernburg westlich Bad Kreuznach.

Beutende deutsche Städte wurden **Residenzstädte**, ob für weltliche Fürsten oder Bischöfe. Für diese Leute wurde viel Handwerk gebraucht. Die größeren Fürsten gründeten Universitäten. In ihrer Gunst mußten Gelehrte wirken. und Studenten brachten den Universitätsstädten auch Einnahmen. Noch nicht pleite gegangene Adlige zogen oft von ihren Burgen in Stadthäuser, gar Schlösser, und die abhängigen Bauern mußten zahlen.

Ausnahme von der Feudal- und Fürstenherrschaft blieben in Mitteleuropa die Eidgenossen und noch eine Zeit lang die Bauernrepubliken im Norden, in Schleswig-Holstein.



Abbildung 629: SICKINGENburg Ebernburg.

## Nahrungsmittelproduktion, Landwirtschaft, Dorf

## Neuerungen, Erfindungen - Voraussetzung für die Zukunft - Invention und Innovation

Die weite oder regionale Einführung einer Neuerung, die "**Innovation**", folgte der Erfindung, der "**Invention**", oft sehr zeitverzögert. Da gerade die Innovationen große soziale und politische Auswirkungen haben und das auch für gegenwärtige Innovationen, ob Fernsehen oder Computertechnik zutrifft, entwickelte sich das historische Sepzialgebiet der Innovationsforschung.

Erfinder und auch erster Zeitpunkt der mittelalterlichen Erfindungen, ob in Landwirtschaft oder Technik, sind gerade in Europa oft nicht bekannt. Manche Erfindung ist legendenumwoben. Irgendwann, oft offenbar längere Zeit nach einer Erfindung, tritt eine solche Errrungenschaft auf einem Gemälde, vielleicht als Randdetail auf einem Altarbild etwa in einem Bergbaugebiet oder in einem schriftlichen Zeugnis auf und ein solcher Fund einer **Erwähnung** oder gar **Ersterwähnung kann jederzeit durch neu gefundene Zeugnisse überholt** werden. Die Ausbreitung, die Innovation kann man punktweise an dem einen oder anderen Ort feststellen, so für Pferdekummet, Hufeisen oder Nockenwelle. Also sind "technikgeschichtliche Erstbelege im Mittelalter zunächst ... nicht mehr als bloße Informationen darüber, daß zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten geographischen Punkt ein bestimmtes Arbeitsmittel bekannt war und mit einer bestimmten, jedenfalls überprüfbaren Wahrscheinlichkeit von dortigen Menschen auch eingesetzt wurde" (K.-H. LUDWIG 1982, S. 268). Wahrscheinlich gab es für bedeutende Innovationen viel mehr Zeitverzögerung (CHR. HESSE et al. 2010) in der Ausbrei-

tung als manchmal angenommen wurde. Rentabilität und so Wettbewerb konnte technologische Niveauangleichungen zwischen noch auf unterschiedlichem technischen Niveau stehenden Regionen befördern (K.-H. LUDWIG 1982, S. 269). Die fast nur auf Schriften beruhende Wissenschaftsgeschichte kann besser datieren als die Technikgeschichte.

## Quellen, Dokumente, Schriften über Landwirtschaft

Für die ältere Zeiten fließen die Nachrichten über das Leben in der Landwirtschaft spärlich (H.-W. GOETZ 1991). Was an Zeugnissen vorhanden ist sind Einzelbefunde, Einzelzeugnisse, die Grundlage für Verallgemeinerungen sein müssen, Aber es gibt Abgabeverzeichnisse, **Urbare.** Das älteste Urbar ist das des Klosters Werden an der Ruhr, einem heute in Essen eingemeindeten Ort (J. FRIED 2013, S. 212). Aus dem späten 9. Jh. stammt das berühmte Urbar des Klosters Prüm (J. FRIED 2013, S. 208). **Es** gibt **Buchmalereien**, also Bilderhandschriften, in denen Szenen aus der Landwirtschaft wenigstens randlich dargestellt werden. Gern wurden die Landarbeiten im Jahresablauf vorgestellt. Und gerade auch für die Landwirtschaft ist unverzichtbar die Mittelalter-Archäologie, die Ausgrabung etwa von Abfällen, Tierknochen, um Burgen und anderswo. Was über die Landwirtschaft im Mittelalter bekannt ist, endete meistens nicht an der von den Historikern festgelegten Epochengrenze, sondern setzt sich fort mindestens bis zur Agratrischen Umwälzung im 18./19. Jh. und vieles bleibt auch danach.

Zahlreiche Einblicke gewährt das wohl von KARL initiierte "**Capitulare de villis"** (J. FRIED 2013, S. 207 ff., P. RICHE´ 1995, S. 171/172) aus der Zeit des Nachfolger von KARL dem GROSSEN, dem Sohne LUDWIG der FROMME, eine Anordnung oder wenigstens Empfehlung für die Verwaltung der Krongüter und die abzurechnenden Dinge, mit detaillierten Angaben über anzubauende Obstbäume, Kräuter, Fischteiche, Brennholz, Kienspan, Flachs, Hanf, Honig, Wachs, Talg, Seife und vieles mehr. So wurde vermerkt (zit. nach J. FRIED 2013, S. 214), daß bei den Mehlmühlen Hühner und Gänse gehalten werden sollten (c. 18), ähnlich bei den Scheunen "wenigstens 100 Hühner und 40 Gänse" (c. 19), wurde erklärt, daß in jeder villa Ställe für Kühe, Schweine, Schafe, Ziegen und Böcke bestehen sollen, auch für ordentliche Versorgung mit Fleisch (c. 23), jede villa solle einen eigenen Imker haben (c. 17). Ja es wurde vermerkt, daß "der Gärtner" auf seinem Haus die Dachwurz haben solle (P. RICHE´ 1995, S. 171), das zu den Dickblattpflanzen gehörende *Sempervivum tectorum*, das dem bleibendem Aberglauben zufolge Blitzschutz bieten sollte. Aussagen gab es zur Hege von Wald und Forst und Wild sowie über die Schweinemast. Es ging auch um Fasergewinnung und Weben. Wie prekär in manchen Jahren unter KARL DEM GROSSEN die Ernährungslage war

zeigen Hungersnlte 792/793 und 805/806 (W. HARTMANN 2004), S. 23).

Wichtigste hochmittelalterliche Schrift über Landwirtschaft, allerdings für Nord-Italien, war das im Original lateinisch verfaßte "**Opus ruralium commodorum"** oder "Ruralium commodorum libri XII" des **PETRUS DE CRESCENTIUS** (W. C. CROSSGROVE 1994), eines Rechtsgelehrten von Bologna, der auch als Diplomat für verschiedene italienische Städte tätig war. Er zog sich 1299 auf sein eigenes Landgut zurück und schloß seine Schrift um 1305 ab. Das Werk wurde auch in verschiedenen Übersetzungen bis in das 16. Jh. genutzt. DE CRESCENTIUS stellte am Anfang die bisherige Landwirtschaftsliteratur zusammen. Etwa 40 verschiedene Autoren, so PALLADIUS, VARRO, DIOSKORIDES, PLINIUS, auch AVICENNA und der reichlich benutzte ALBERTUS MAGNUS wurden in insgesamt fast 400 Zitaten angeführt, oft nicht aus den Originalarbeiten, sondern anderen Werken entnommen. Die Hinweise auf den bedeutenden römischen Landwirtschaftsschriftsteller COLUMELLA entnahm PETRUS DE CRESCENTIUS aus PALLADIUS. Am Ende des 20. Jh. sind weit über 100 Handschriften des Werkes von CRESCENTIUS bekannt, 21 davon stammen aus dem 14. Jh. Eine deutsche Übersetzung im 15. Jh. liegt in 5 Handschriften mit allerdings verkürztem Text vor, etwa in der Landesbibliothek Dessau, in der Universitätsbibliothek Jena, in der Fürstlich Öttingen-wallestein'schen Bibliothek und Kunstsammlung Schloß Harburg und in der Universitätsbibliohtek Brünn (K. LINDNER 1957). Nach der Erfindung des Buchdrucks wurde das Werk des CRESCENTIUS öfters gedruckt. Die erste lateinische Druckausgabe erschien 1471 bei JOHANN SCHÜSSLER in Augsburg, dann auch Ausgaben nach dem Urtext in Latein in Löwen (Louvain) und Straßburg. Bis in die 80er Jahre des 15. Jh. kam es 4-mal ohne Holzschnitte aus den Markt. Aus der Mitte des 14. Jh. stammt eine Übersetzung in das Italienische, Grundlage der ersten italienischen Druckausgabe von 1478 in Florenz. Im Jahre 1495 erschien eine Fassung mit 32 sauber bearbeiteten Holzschnitten in Venedig, öfters wieder aufgelegt. Im Auftrag von König KARL V. von Frankreich wurde 1373 eine französische Fassung von dem Augustinermönch JE(H)AN CORBECHON hergestellt, die es auch reich illustriert gab und welche die Grundlage für 2 konkurrierende französische Druckausgaben von 1486 bildete. Im 16. Jh. gab es auch billige Quarttexte, je 20 bis 30 Seiten lang, Exzerpte aus dem umfangreicheren Orginaltext. Eine erste Ausgabe in deutscher Sprache mit zahlreichen Holzschnitten druckte PETER DRACH d. J. 1493 in Speyer. Die CRESCENTIUS - Schrift behandelt die verschiedenen Zweige der Landwirtschaft, so den Aufbau eines Landgutes, die allgemeinen Prinzipien des Pflanzenwuchses und der Feldbestellung, die wichtigsten Feldpflanzen in alphabetischer Reihenfolge, den Weinbau, Bäume und Kräuter, Weiden und Wälder, Grünflächen und Lustgärten und im 9. Buch die Nutztiere einschließlich der Honigbienen, im 10. Buch Jagd und Angeln. Das 11. Buch bringt eine Zusammenfassung und das 12. Buch ein Kalendarium

mit der Darlegung dessen, was der Gutsbesitzer in jedem Monat zu tun hat. 58 der 105 Kapitel des ganzen Werkes gelten den Pferden. Sehr ausführlich wird der Weinbau behandelt. Die lateinischen CRESCENTIUS-Ausgaben wurden wohl für Kloster-und Dombibliotheken gekauft (W. C. CROSSGROVE 1994), der deutsche Text wohl kaum von Landwirten benutzt, eher von Stadtbewohnern mit Landgut oder auch Büchersammlern, und die Verbreitung zeigt, welches Ansehen ein Text des Hochmittelalters über einen Wirtschaftszweig besitzen konnte.

Den Obst-und Weinbau behandelte das 'Pelzbuch' des GOTTFRIED von FRANKEN. In England stellte WALTER von HENLEY in der "Hosebondrie" die Landwirtschaft um 1250 vor, schrieb auch über das Düngen mit Mergel (A. C. CROMBIE 1965).

Eindrucksvolle farbige Bilder auch über das Leben und die Arbeiten auf dem Lande bietet das **'Stundenbuch' ("Les Très Belles Heures de Notre Dame"**, "Das sehr schöne Stundenbuch Unserer Lieben Frau") des **DUC DE BERRY** (1340 - 1416) (B. MOGGE 1992). Dieser dritte Sohn des französischen Königs JOHANN des GUTEN verbrachte 7 Jahre in englischer Gefangenschaft, ließ aber, ein Verschwender und Ausbeuter seiner Untertanen, bis zu seinem Tode am 15. Juni 1416 17 Schlösser bauen und unter den von ihm gesammelten reichen Kunstschätzen befanden sich rund 300 wertvolle Bände, darunter neben Chroniken und Ritterromanen die wohl 15 schönsten Stundenbücher seiner Zeit. Seine Bücher waren wie die mancher anderer kostbare eigenständige Kunstwerke, die nicht für einen normalen Leserkreis bestimmt waren. Den auf manchen Bildern bei idyllisch wirkende Arbeit dargestellten Bauern ging es gerade unter dem Herzog von BERRY nicht gut, er war einer der übelsten Geldeintreiber und Geldverschwender seiner Zeit (B. TUCHMAN 1982), selbstverständlich auf Kosten seiner Untergebenen etwa im Laguedoc. Und Frankreich wurde damals von Krieg und Bürgerkrieg, von Massakern gerade an Bauern überzogen - das Buch also bei aller sicherlich richtigen Darstellung der landtechnischen Dinge eine Lüge, das kein wahres Bild seines Zeitalters vermittelt (R. FRIEDENTHAL 1977). Einen Teil des "Das sehr schöne Stundenbuch Unserer Lieben Frau", 28 cm mal 20 Zentimeter im Format, kaufte der Herzog von Aumale 1855 von einem Turiner Baron, jedoch Ende des 19. Jh. fand LOUIS DURRIEU weitere Teile dieses Stundenbuches in Turin und in Mailand und 4 Einzelblätter im Pariser Louvre. Das kostbare Werk hatte wohl schon ROBINET D'ESTAMPES, von 1402 bis 1416 Schatzbewahrer des DUC DE BERRY, nach dem Tode seines Eigentümers aufgeteilt und diese Teile verkauft. Diese Einzelheiten zum Schicksal eines spätmittelalterlichen unikaten Werkes.



Abbildung 630: Loire-Schloß Chambord.

## Landwirtschaft - Grundlage jeder Kultur, sozialen Ordnung und Herrschaft

KARL BOSL meint (1973, S. 4), daß fast "99% aller Deutschen und Europäer von Leibeigenen abstammmen" der also eine "hauchdünne Herrenchicht, schwerttragend und .reitend, "die König und Kirche möglich machte, ihr Herrendasein zu führen." Stimmen die Zahlen, auch für die einst römischen Gebiete? Oder weil die Adelsgeschlechter gerade auch wegen der Gistlichkeit viel zahleeicher ausgestorben sind? ARNO BORST schrieb (1973, S. 360): "... der Bauer allein könnte friedlich von seiner Hände Arbeit leben, als Ideal autarker Wirtschaft." ... "Infolge der doppelten Abhängigkeit von Natur und Mitmenschen können die Bauern dieses Ideal nirgends verwirklichen ..." "Die Bauern müssen für alle anderen Lebenskreise mit produzieren" und ihnen verbleibt kaum die Hälfte "zum Eigenverbrauch." Und im Mittelalter mußten "mindestens drei Viertel aller Menschen dieses Leben führen, als verstünde es sich von selbst." Die Erfindungen, auch die Wasser- und Windmühlen, waren kaum schnell überall vorhanden.

Und trotz dieser bestimmenden Verhältnisse auf dem Dorf, **hat sich die mittelalterliche Gesellschaft** im Laufe der Jahrhunderte **differenziert**, konnten zahlreivhe aus dem Abhämgigkeits Verhältnis ausbrechen.

Ohne Vieh, das lange auf Weiden blieb, auch in der Waldweide, wäre mit Getreide allein der Nahrungsbedarf zu decken gewesen? Bei Reisanbau in Ostasien war der Ertrag bedeutend höher als bei Getreide, das heißt für eine Familie reichte bei Reisanbau ein halber Hektar Ackerland, während für dieselbe Nahrungsmenge in England durchschnittlich 8 Hektar erforderlich waren (N. FERGUSON 2013, S. 64). Immerhin wird OTTO VON FREISING im 12. Jh. über das Oberrheingebiet

zitiert mit "überreich an Getreide und Wein" (zit. b. K.-F. KRIEGER 2003, S. 12). Auch wenn man Tierhaltung in Städten hinzuzählt oder Fischerei an Flüssen an Städten oder Gartenbau und an die **Ackerbürger der Städte** denkt, so erscheint es manchmal fast wie ein Wunder, daß so viel 'Überproduktion' an Nahrung erzeugt wurde, daß Städte mit riesigen Kathedralen, auch Bildungsstätten und dauernde Feldzüge möglich waren. Der Dorfbewohner lieferte es ja! Er mußte die Ressourcen für alle die meistens sinnlosen Kriege liefern!

## Vielerorts: Lebensmittel und Holz nur aus der Umgebung

Sowohl in den neuen Siedlungsgebieten als auch in den anderen Teilen Deutschlands und anderswo waren die Städte bis zu einem gewissen Grad auf die **Lebensmittelversorgung** und die mit Heizmaterial **aus der Umgebung** angewiesen. Aber es gab wohl auch nicht zu unterschätzende Selbstversorgung in den Städten, besonders den kleineren, den **Ackerbürgerstädten** (O, MAULL 1932), in denen auch Leute mit einem nicht-agarischen Beruf Landwirtschaft wenigstens im Kleinformat trieben. Diese Ackerbürgerstädte waren auch der Markt für die Produkte der näheren Umgebung. Von Schweinen in den Städten, von Kot und Schlamm auf den Straßen durch Schweinehaltung wird berichtet. Not im Gebirge, so im Erzgebirge noch um 1780, ließ sich nicht durch Antransport von weither lindern. Das war technisch nicht machbar. Viele Ackerbürgerstädte blieben in ihrem Status als solche bis in 20. Jh.

## Landwirtschaft und das Besitztum und Nicht-Besitztum der Bodenbebauer

Der Grund und Boden gehörte zunächst oft **Freibauern**. Anderes Land war im Besitz des Königs oder anderer Landesherren, also war **Domäne**, oder war im Besitz von **Klöstern** und vielerorts im Besitz des **Adels**. Durchgesetzt wurde im Mittelalter zunehmende **Schollenbindung**, damit die Leibeigenschaft unter einem **Fronhof**. Der Adlige saß in festem Haus. Das Eigenland des Fronhofs, das 'Herrenland', ist das '**Salland**', terra salica). Die Hörigen (P. RICHE´ 1995, S, 28) gehörten mitsamt ihrem ihnen zugeteilten Ackerland, ihrer **Hufe**, und damit auch ihrer oft einfachen Behausung, zu einem Frongut, einem Fronhof, einer **Villikation**. Die Landbewohner werden '**Hörige**'. Hörige unterlagen in vielem der Gerichtsbarkeit ihrer Eigentümer. Zur Verwaltung der Dorfbewohner diente der vom Dorfherrn eingesetzte '**Schultheiß**' (K. BOSL 1973, S. 32). Der Adlige strebte nach Reichtum, suchte in seiner Gegend zur "dominierenden Macht" zu

werden (P. RICHE‘1995, S, 29). Im einzelnen gab es viele **Abweichungen** und **Besonderheiten** (a. Wikipedia 2019) und es änderte sich auch mit der Zeit, mit der Festigung der Zenralgewalten. Und Hörige gab es auf dem Land verschiedener Besitzer. Später, auf den zur Unterhaltung einer Universität dienenden 'Universitätsdörfern', waren die Verhältnisse nicht anders..Davon wurde etwa der Professor, etwa der 'Gottesgelahrsamekeit', an der Universität bezahlt. Die **Kluft**, vor allem auch die **juristische**, zwischen **einem Hörigen und einem Freien** war kaum geringer als die zwischen einem in Eigentum sich befindenden Sklaven und einem freien Bürger im alten Rom. All das vor Augen, läßt sich erst ermessen, welche soziale, gesellschaftliche Umwälzung nötig war, das im 18. Jh. endgültig zu beenden. Viele vorangegangenen Aufstände waren mehr oder weniger gescheitert. Und die Aufständischen hatten an solchem Scheitern ihren Anteil.

Als ein verallgemeinerungsfähiges Phänomen während des Mittelalters und auch danach erscheint, daß, je nach Land und Region unterschiedlich das **Freibauerntum zurückgedrängt** wird vor allem auch durch adlige Grundbesitzer. Grundherren werden unter KARL dem GROSSEN (E. W. WIES 1992, S. 186), zum Militärdienst verpflichtete "gepanzerte Lanzenreiter", im Kampfe abgefedert durch den neuen, auf die Awaren zurückzuführenden Steigbügel, werden **Lehnsmänner**, und müssen ihre teure Rüstung selbst zulegen. Schon das mußte die Verpflichtungen der Hörigen erhöhen, In der Karolingerzeit war das Freibauerntum größer gewesen als ab dem 11./12. Jh., der Zeit der Salierkaiser etwa. Im 11. Jh. begann durch die "weltlichen und geistlichen Magnaten ... eine Verdichtung der Herrschaftsorganisation ..." (W. RÖSENER 1992, S. 52). Der führende französische Mittelalter-Historiker MARC BLOCH (zitiert aus W. RÖSENER 1992, S. 52), 1944 ein Opfer der deutschen Besetzung von Frankreich, schrieb in seinem "grundllegenden Werk" über die Feudalgesellschaft von dem im 11. Jh. einsetzenden '**zweiten Feudalzeitalter**' der mittelalterlichen Geschichte, dem mit weiterer Hörigkeit. Ein oft noch erhaltenes Zeugnis dieser Entwicklung sind die damals vielen neu erbauten **Burgen.** Mit der Zeit gibt eine Zunahme der **Dienstpflichten** resp. der Fronarbeit, gab es eine Güterarrondierung des Adels. Es war auch eine Zeit des Landesausbaus, der Rodung, der Stadtentwicklung und auch der Bevölkerungszunahme (S. 53). Im Unterschied zu den lange auch noch vorhandenen und meist fremden Sklaven können die Hörigen nicht als Personen nach anderswo verkauft werden. Sie **bleiben auf der 'Scholle'**, auch wenn deren Besitzer wechselt, sie also einen neuen 'Dienstherrn' bekommen. Die Hörigen bleiben also, immer den Normalfall vorausgesetzt, in "ihrer sozialen Umgebung" (P. DINZELBACHER 2010, S. 77). Abgaben und Dienste waren nicht willkürlich, sondern in "ihrem Maß festgesetzt" (S. 77). **Klöster** haben teilweise großen und oft zerstreuten Grundbesitz, und dieser, wie etwa von der Bischofskirche von Paderborn (W. RÖSENER 1992, S. 56) berichtet wird und auch anderswo gilt, ist **villikationsmäßig geordnet**, also

in Fronhöfe aufgeteilt, mit Haupthöfen und Vorwerken. Von dem an das neugegründete Bistum Bamberg geschenkten Kloster Kitzingen in Franken ist ein Urbar, ein Abgabeverzeichnis, aus dem 11. Jh. vorhanden und ist von 14 Fronhöfen mit je 11 - 13 Bauernhufen die Rede (W. RÖSENER 1992, S. 58). Lebte man "unter dem Krummstab", also als Schollengebundener auf **Klostergrund**, besser als unter einem weltlichen Adeligen? Vielleicht. Bei den Zisterzienser-Mönchen war wenigstens die erste Generation der Mönche mit auf dem Acker tätig (P. DINZELBACHER 2010, S. 109). Vor allem später konnten auch **Städter** ihr Geld in **Landbesitz** anlegen. Das Königsgut wurde oft auch erblich vergeben für Verdienste, verminderte sich, kam mit Stiftungen auch in den Besitz von Klöstern. In Dänemark besaßen die Magnaten, die führenden Adelsgeschlechter, am Ende des Mittelalters sogar Hunderte von Höfen (S. 15). Und **der Adel grenzte sich ab**, niemand von außen sollte noch hinzukommen. Die zeitweise sehr rentable und von den Magnaten betriebene Viehzucht etwa in Jütland benötige besonders viel Boden. Getreidewirtschaft war personalaufwendiger und ließ Untertäigkeit besonders geraten erscheinen. Die Gutsherrschaft und die Schollengebundenheit und **Leibeigenschaft nahm** mit der Neuzeit **bis ins 18. Jh.** etwa in den südlichen Anrainern der Ostsee sogar **zu**, in Mecklenburg, in Ostelbien, mit dem berüchtigten 'Bauernlegen' (W. FROESE 2012, S. 246). Und diese Zuspitzung der Untertänigkeit geschah in den Regionen, für die im Hochmittelalter um Zuzügler geworben wurde auch mit höheren Rechten als in ihren Herkunftsregionen. Sicherlich wurde die Agrarproduktion mit den großen Gütern gesichert. Daß in **Rußland** die Bojaren im Dienst der Krone auch hart herangenommen wurden verbesserte die Lage ihrer Bauern nicht. Unter KATHARINA II. wurde ungeachtet aller Aufklärung in der Elite die Leibeigenschaft noch gefestigt.

**Konzentration** und Vermehrung **des Reichtums auf Kosten der** meist wehrlosen **Unteren** und das schöngeredet mit Rentabilität - die Zeiten scheinen sich nicht geändert zu haben. Es scheint ein allgemeiner Vorgang in der Geschichte vieler Völker zu sein, daß diejenigen, die sich etwas angeeignet hatten, das nicht nur zu sichern, sondern auch zu vermehren versuchten, im Römischen Imperium mit seiner Anhäufung von Landgütern in weniger Händen wie auch im 21. Jh. Auf dem Lande kam zur harten Arbeit der Abhängigen von manchen Hochgestellten noch die Verachtung der ungebildeten Bauern (P. DINZELBACHER 2010, S. 108/109) wie im 19./20. Jh. dazu die Verachtung der Proletarier. Aus dieser Entwicklung konnten oft nur revolutionäre Ereignisse herausführen, wenn sie denn gelangen und nicht wie Bauernrebellionen in Frankreich 1358, die 'Jacquerie', und ebenso im 14. Jh. in England und die Bauernkriege in Deutschland im 15. Jh. und vor allem 1525 und auch während des 30-jährigen Krieges scheiterten. Im 11. Jh. gab es 1073 - 1076 bei Durchsetzung der Königspolitik im Gebiet im Norden des Harzes mit all den Aufwendungen auch für den Burgenbau einen auch von Bauern mit getrage-

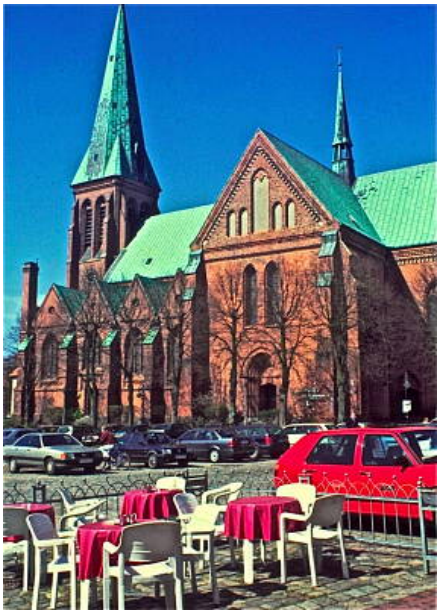

Abbildung 631: Meldorf. Dithmarschen.

nen großen Sachsen-Aufstand und Bauern, *rustici* sollen es gewesen sein, welche die Harzburg zerstörten (W. RÖSENER 1992, S. 60/61). Im späten 18. Jh. aber kam mit der Französischen Revolution das bis heute in manchen Geschichtsbüchern fortgesetzte Gejammere der oberen Enteigneten, der reichen Betroffenen. Von oben durchgeführte Bodenreformen versuchten meistens möglichst viel für die zu retten, die abgeben mußten. Aber diejenigen, welche Ackerland erhielten, erbrachten oft zu wenig Leistung für eine gesicherte Lebensmittelversorgung. So scheiterten Kollektivierungen.

**Frei waren** im Mittelalter vor der Unterwerfung durch Norwegen die Bauern auf Island (P. DINZELBACHER 2010, S. 80). In Norwegen und Schweden konnte sich das Freibauerntum besser behaupten (R. BOHN 2001). Von adligen Gutsherrschaften frei hielten lange sich einige Regionen in Nordwest-Deutschland, vor allem **Dithmarschen** /Wikipedia 2013), wo die Lehnsträger wenig unternehmen konnten bis 1559 eine **'Bauernrepublik**", mit Ting der freien Männer. Das Sagen hatten die Großbauern. Hauptstadt war Meldorf mit ihrer Hauptkirche, dem 'Dithmarschen Dom'. Der Dänenkönig JOHANN I, und sein Brudee FRIEDRICH, Herzog von Holstein, waren von den Bauern am 17. Februar 1500 vernichtend geschlagen worden.

Frei waren Bauern auch in Süd-Westfrankreich, auch bis zum vielerorts erfolgten Bauernlegen im Ostsiedelbreich in Deutschland, frei war etwa ein Drittel der der Bauern in Tirol (P. DINZELBACHER 2010, S. 80). Im 14. Jh. wurde die feudale

Macht in Europa und etwa in Deutschland vielerorts beschränkt, konnten Bauern den Lehnszwang brechen, aber die nicht bodenbesitzenden Landarbeiter konnten nur 'ländliches Proletariat' werden (R. ROMANO et al. 1967, S. 30/31). Eine Begründung für Ortsgebundenheit und gar Sklaverei der Arbeitenden war der Hinweis auf die Sicherung der Ernährung, die nur damit möglich wäre. Und fliehen, der einzelne, im Römischen Reich der Sklave und nun aus der Dorfgemeinde? Zu Fuß? Wie weit kam man, bis man entdeckt wurde. Und mit einem geraubten Pferd fiel man wohl noch schneller auf. In einer Zeit mit schnellen Verkehrsmitteln kann man sich in die allein fessellose physische Gebundenheit kaum noch hineindenken.

Im Mittelalter und auch noch später waren die Bauern mit Besitz, ob frei oder leibeigen, arm oder reicher, in vielen Regionen in der **Dorfgemeinde** organisiert, mit auf entscheidenden Flächen **gemeinsamer Feldbestellung**. Das gab es auch in anderen Regionen der Erde und hielt hier, in Staaten Südamerikas (L. BROOKE 2004) oder in Rußland (H. SETON-WATSON 1988, S. 513 u. a.) viel länger, bis ins 19., ja 20. Jh.., teilweise bis heute.

Gerade auch in vielen Regionen in Deutsachland besaß nicht jeder Dorfbewohner einen Bauernhof, war nicht Huf(en)bauer. Dienst für sie gab es eventuell auch auf dem Acker oder auch im Wald, dem "**Salland**", dem Herrenland. Zu den Leistungen für den Grundbesitzer kam der Kirchenzehnte (H.-W. GOETZ 1991). Wie weit das als Zwang empfunden wurde oder wegen anderer "Mentalität" (G. DUBY 1992) eher als normal galt, gesehen als freiwilliges"Geben und Nehmen", sei dahigestellt.

Mit steigender Überschüssen konnte deren Wert nur durch Verkauf auf einem Markt in Geld eingetauscht werden. Es waren die Herren , die vielerorts nicht mehr **Naturalien-Abgabe** verlangten, sondern **Geld**, Geldzins. Das zwang den Bauern schon wegen der Abgaben sich einem Markt zuzuwenden, in einem nahen Marktflecken oder einer Stadt, und dort versuchen, für seine Erzeugnisse Geld zu erhalten. Das bedeutet einesteils eine weitere Erschwernis des Lebens. Eine festgelegte Geldabgabe war aber auch Anregung zur Mehrproduktion. Der Bauer bekam mehr Selbständigkeit (W. RÖSENER 1992, S. 73), das Fronhofsystem veränderte sich, zerfiel (W. RÖSENER 1992, S.72). Kauf der Lebensmittel wurde für Menschen vor allem außerhalb des Dorfes zunehmend üblich (F. BRAUDEL 1986, S. 98).

Abgaben an die Herren, die Verpachter etwa, waren nicht nur Landwirtschaftsprodukte oder dann Geld sondern in oft größerem Umfang **Gespanndienste** oder der **Bau** von Zäunen. Wo Wald war, wurden auch Bretter, Schindeln, Faß-Dauben und Faß-Reifen, Latten, Harz-Fackeln verlangt. Das jedenfalls geht hervor aus einem um 820 angelegten Verzeichnis für ein Dorf eines Benediktinerklosters nahe Paris

(A. BORST 1973, S. 347 ff.). Baumstämme wurden gespalten mit einen an den Querenden eingetriebenenm Keil. Bretter nach der Entrindung mit der Axt aus dem Stamm vorsichtig herausgehauen (YouTube 2019).

Gutswirtschaften mußten auch **verwaltet** werden. Die Verwalter, die '**Meier**', gewannen eine Sonderstellung.

Spezialarbeit ist auch für die Imker, die Waldnutzung oder die Teichbewirtschaftung anzunehmen (W. RÖSENER 1992, S. 71). Und ziemlich eigenständig waren dann die '**Müller**'.

In Deutschland war **Landmaß** die **Hufe**, die flämische und fränkische (W. KUHN 1973). Eine Hufe galt als die für eine Bauernfamilie nötige Bodenfläche. Nur der Besitzer einer Hufe, oder auch mehrerer, galt rechtlich als Bauer.

Was für ebenes Mitteleuropa und andere europäische Regionen galt, war aber nicht so etwa in Norwegen (S.208), wie überhaupt in Gebirgsregionen.

## Bauern im Rodungs- und Neusiedel-Land

In Rodungsgebieten galten vielfach andere Rechtsverhältnisse, keinen Flurzwang, jahrelange Abgabenfreiheit. Wer sein Los verbessern wollte folgte bei ausreichender Tüchtigkeit dem Ruf in freiere Verhältnisse (W. RÖSENER 1992, S. 68). Wurde zum einen an vielen Orten die Untertänigkeit verstärkt, so gab es in den Rodungslanden neue freie oder wenigstens freiere, nicht erbuntänige Bauern (S.

## Bauern anderswo

**Anderswo** in Europa waren die Besitz- und Unterstellungsverhältnisse in der Landwirtschaft **ähnlich** wie in Mitteleuropa, so in Portugal (OLIVEIRA MARQUES 2001). Unterschiede blieben in der Zahl der Freibauern. Für Neusiedler in neu zu erschließenden Gebieten gab es Privilegien. So war es auch etwa in Siebenbürgen (M. MOLNA´R 1999). Wo angesiedelte Bauern auch Verteidigungsaufgaben hatten, "Wehrbauern" waren, gab es besondere Privilegien. Das war der Fall etwa an der Südgrenze von Kastilien gegenüber dem Islam. Mit der Zeit wurde auch hier eine Änderung zugunsten der Herren erstrebt.

## Das Dorf, die landwirtschaftliche Arbeit im Jahreslauf . namentlich in der 3-Felder-Wirtschaft

## Gebäude auf dem Dorfe

Mit der Zeit entstanden auch die in den verschiedenen Regionen unterschiedlichen Gebäude der Bauern, ihre Häuser, bedingt von Einkommen, örtlich vorhandenen Ressourcen, Art der betriebenen Landwirtschaft (O. MAULL 1932 a), auch ausgeliefert der Gnade irgendwelcher Herren. Behäbig ist der Gehöft der reichen Ackerbaulandschaften. Einstöckig und mit einigen Nebengebäuden ist das bescheidenere Haus auf den Höhen des ärmeren Schiefergebirges. Wo wenig Großviehhaltung ist oder war, wie im Mediterrangebiet, muß das Haus nicht auf Vieh eingerichtet sein, ermöglicht mehr städtisches Wohnen. Namentlich wo Holz knapp wurde, war man vor allem auf eventuell vorhandene Steine als Baumaterial gegangen. Wo Steine fehlen, in Schwemmländern und jungen Ebenen, blieben Lehm oder Ton, oft ungebrannt. Viele Bauern (S. FISCHER-FABIAN 1988) wohnten mehr in Hütten, die Wänder aus Zweigwerk, mit Lehm beworfen. Die Dächer gedeckt mit Stroh, Schilf oder auch Torf. Teurer war ein Blockhaus aus Baumstämmen Im Norden Mitteleuropas wurde im ausgehenden Mittelalter das **Niedersachsenhaus** entwickelt, eine **bauliche Einheit**, das **Einhaus**, das Flachhallenhaus, bei dem man durch ein breites Tor in einen großen hallenartigen Innenraum kam und rechts und links, auch bedeckt von Wänden, befinden sich getrennt Wohnräume, Stall und Scheune alles also unter einem Dach, meistens reedgedeckt. Wohl auch an die Vergangenheit erinnernd fand 1820 F. A. L. THIENMANN (1827, S. 4): auf dem Wege nach Holstein die "Bauernhäuser ... zum Theil recht geräumig und gut aus Lehm oder Backsteinen länglich viereckig gebaut, aber ohne Schornsteine. Auf der einen schmalen Seite ist ein grosser Thorweg. welche in ein geräumiges Vorhaus führt, das oft als Tenne und Kuhstall dient, und an dessen Ende zugleich der grosse Herd, der die Küche ersetzt, angebracht ist. ... Der Rauch geht entweder zur Thüre oder unter dem Dache, wo etwas Raum gelassen ist, hinaus, so dass das ganze Dach, das mit Stroh oder Ziegeln gedeckt ist, zu rauchen scheint. Hinter diesem Vorhause, das immer sehr reinlich gehalten wird, ist eine geräumige Wohn- und Schlafstube."

Im Unterschied zu alten Dorfkirchen stammt die Bausubstanz der erhaltenen Bauernhäuser nicht aus dem Mittellalter, nur ihre Gestalt wurde noch lange mehr oder weniger beibehalten. Eindachhäuser gibt es auch anderswo, so das Schwarzwaldhaus.

Weiter im Süden wurden von den besitzenden Bauern die **Mehrseithöfe** entwickelt, das 'Gehöft', in denen die Gebäude um einen rechteckigen Hof gruppiert



Abbildung 632: Haus. Banzkow - bei Schwerin.



Abbildung 633: Küche, Museum Delitzsch.



Abbildung 634: Rügen: Klockenhagen, Museum.



Abbildung 635: Vogtland-Dorf 1981.

sind, als **Dreiseithöfe** oder **Vierseithöfe** (so Wikipedia 2020).

Die Pflanzengesellschaften erforschende Botaniker wie R. TÜXEN, WOLFGANG NIEMEYER (19389 und HEINZ ELLENBERG (1941) betonten die **Beziehung** von bestimmter **Vegetation** und damit verbundener **Wirtschaft** mit den verschiedenen **Bauernhausformen** in den verschiedenen Landschaften Deutschlands.

## Einteilung der Dorfflur - Dorfformen

Viele Dörfer, vor allem die in ebenem Gelände, waren **Gewanndörfer,** große geschlossene Dörfer (R. GRADMANN 1943, S. 34 ff.). Sie sind die allein typischen Dörfer etwa in Südwest-Deutschland in den Gäulandschaften des Unterlands und

der Schwäbischen Alb (S. 36). Der größte Teil der zugehörigen **Feldflur**, der 'Markung', bestand aus einer "Anzahl von größeren Abteilungen, deren jede wieder in zahlreiche, oft mehr als 20, schmale, meist über 200 m lange und oft nur wenige Meter breite rechteckige, selten fächerförmige, offenbar ursprünglich unter sich gleich große Parzellen zerschnitten" war. Abteilungen, die in einzelne Parzellen zerschnitten waren, sind die '**Gewanne**'. Mit der **3-Felder-Wirtschaft** kam die **3-teilung der Dorfflur**. Jedem Hofbauern und damit dessen Familie waren zerstreut in der Dorfflur Parzellen in den Gewannen zugesprochen. Jede Parzelle in enem Gewann gehörte einem anderen Besitzer. "Der Grundbesitz des einzelnen Hofbauern ist daher über die ganze Markung zerstreut" (S. 37), es war **Streubesitz**. Die Bearbeitung der zusammenliegenden Parzellen mußte von allen gleichzeitig erfolgen. Es mußte sich jede Familie in der Arbeit und in der Anbaufrucht, es ging um Getreide, mit den anderen zusammentun, sich dem "**Flurzwang**" unterwerfen. Individualität war aber kaum der Anfang von Sozialgeschichte außer für Ausgeflippte, sondern setzte die starke große Gemeinschaft voraus. Gewanne wurden auch einmal wieder neu verteilt wurden. Man rechnet, daß zur Ernährung einer Bauernfamilie insgesamt 10 Hektar nötig waren (F. SEIBT 1987). Um die Bauerngehöfte gab es auch Gärten, für den eigenen Anbau von Gemüse und von Obstbäumen. Die '**Gemenglage**' in der Dorfflur verlangte wie das mehr oder weniger gedrängte Dorf gegenseitige Rücksichtnahme. In dem von der Feldflur getrennten Dorf, gerade im Osten oft Angerdorf, gab es beieinander liegende Gebäude, die Gehöfte mit Wohn- und Wirtschaftsgebäuden. Und irgendwo stand auch die Kirche. Auch wenn und als die einzelnen Hofbauern noch frei waren, gab es Herrschaft, war eine lenkende obere Hand vorhanden, der dann auch Dienste zu leisten waren (R. GRADMANN 1943, S. 42). Völlig gleiche Dorfgenossen waren nie anzunehmen.

Jedenfalls lange unberührt von dieser Einteilung und den Teilungen blieb die **Allmende**, das "Gemein", namentlich genutzt als **Viehweide**, manchmal größer als das gesamte privat zugeteilte Ackerland, und natürlich auch unter herrschaftliche Oberaufsicht (F. POSCH 1974, S. 318/319). Für die Herde, die Gemeindeherde, gab es einen gemeinsamen Viehhirt, und "der Sauhirt trieb die Schweine gemeinsam in den Allmendwald zur Eichelmast" (R. GRADMANN 1943, S. 38). Es gab immerfort und mit dem Bevölkerungswachstum zunehmend auch Bemühungen um Einschränkung der Allmende. War ihre Nutzung zu ungeregelt und dem einzelnen überlassen, konnte das mit ihrer Erhaltung, ihrer Nachhaltigkeit kollidieren. GRADMANN gelangte über die Gewanndörfer insgesamt zu der bewundernden Schlußfolgerung (1943, 38): "Das Ganze ist so eigenartig und zweckmäßig durchorganisiert und alles greift so sinnvoll ineinander, daß man dem Gebilde seine Bewunderung nicht versagen kann."

In den neu besiedelten, dem Wald abgerungenen Regionen, so in den Mittelge-



Abbildung 636: Waldhufendörfer Sächsische Schweiz, links der Elbe.

birgen, wurden die Gehöfte längs einer Straße und meistens eines daneben verlaufenden fließenden Gewässers angelegt, in **Waldhufendörfer**n, ein dem 19. Jh. entstammenden Begriff. Es sind Reihendörfer. In den hinter dem Gehöft liegenden Gelände, als weg vom fließenden Gewässer und im Hügel-und Gebirgsland also hangaufwärts, befanden sich die mit der fränkischen Hufe abgeteilten langgestreckten Äcker des bachnahen Gehöftes. Der Streifen eines Gehöftes war schmal, etwa 100 m breit und konnten sich "Hunderte von Metern weit rückwärts erstrecken (R. GRADMANN 1943, S. 35). Diese langen Ackerstreifen endete nach oben dahinterliegender Wald, Bauernwald. In ebenerem Gelände wie in den Ebenheiten der Sächsischen Schweiz entfiel dann der Ausbau nach oben, war ebenes Gelände zwischen den Tafelbergen möglich.

In den Waldhufendörfern gab es den Flurzwang nicht, bearbeitete jeder seinen Acker selbst. In den Waldhufendörfern gab es also ein ganz anderes Besitzverhältnis als in den Dörfern mit Gewannn, gab es einen **geschlossenen Besitz** (S. 35). Waldhufendörfer sind kennzeichnend für im Mittelalter gerodete, also hügelige, ja im Mittelgebirge liegende Regionen. Es gab auch 1-reihige Waldhufendörfer, wo die Äcker vom Bach aus nur nach einer Seite lagen (G. BILLIG et al. 2007, S. 303). In Württemberg gab es solche Waldhufendörfer nur im nördlichen Schwarzwald (R. GRADMANN 1943, S. 35), keines vor dem 11. Jh. (S. 40). Als ein fast musterartiges Waldhufendorf im mittleren Erzgebirge, zwischen 510 und 700 m Höhe, wird Großrückerswalde geschildert, auf 3 km Länge mit 45 Höfen, bevor dann auch hier Siedlungserweiterung Veränderungen bringt. Von doppelter Größe waren die Pfarrhufe und das "Herrengut" (G. BILLIG et al. 2007, S. 303). Die Waldhufendörfer mußten nach Plan gestaltet werden (R. GRADMANN 1943, S. 40).

Schon in tieferer Lage, im sächsischen Erzgebirgischen Becken, unweit Glauchau, zieht sich längs des Lungwitzbaches heute 2 km lang das **Reihendorf** Niederlungwitz mit seinen **Dreiseit- und Vierseithöfen** (A. FIEDLER 1971) hin, einem Waldhufendorf vergleichbar.

Es gab und entstanden auch neu **Weiler- und Einzelhofgebiete** (R. GRADMANN 1943, S. 46), mit freierer Gestaltung der Bodennutzung.

**Rundlingsdörfer** gibt es im **Wendland** im südöstlichen Niedersachsen und östlich darüber hinaus, wohl zuirückführbar auf Slawen seit dem 12. Jh. Ihre Sprache ist hier verschwunden ist Heute wohnen in den Hunderte von diesen Rundlingsdörfern vielleicht 25 Einwohner, in Rundlingshöfen, die im Kreis um das Zentrum des Dorfplatzes angeordnet sind. Die schönsten dieser wohl weltweit einzigen diese Dörfer sind denkmalgeschützt (NDR, Nordstory, auf YouTube).

## Die Systeme der Bodennutzung - im Vordergrund die Drei-Felder-Wirtschaft

Verbreitetes und als Fortschritt zu wertendes Bodennutzungssystem wurde die seit dem 8. Jh. wenigstens an einigen Orten bezeugte **Drei-Felder-Wirtschaft** (W. ABEL 1962). Sie wurde typisch für die Gewanndörfer. Als ältestes Zeugnis gilt eine Privaturkunde in St. Gallen von 763, in der sich jemand zum 3-maligen Pflügen auf dem Salland verpflichtete (H.-W. GOETZ 1992). Wie weit die 3-Felderwirtschaft verbreitet war gilt als umstritten. Die bebaute Dorfflur war in 3 "Fluren", "Zelgen", geteilt. Auf jeder dieser 3 Fluren folgte alternierend jeweils ein Jahr **Brache,** ein Jahr **Winterung,** ein Jahr **Sommerung**. Wichtig war die Brache für die Bodenerholung. Wenn einst der Boden für ausreichende Erträge erschöpft war, wurde das Land brach gelassen und neues Land genutzt, vielleicht auch durch Weiterziehen. Dafür gab es nun vielerorts keine Möglichkeit mehr und so war die Dreifelderwirtschat geregelte, geordnete (H.-W. GOETZ 1991) und immer wieder bebaubare Brache. Bestanden hat die 3-Felder-Wirtschaft im e. S. wohl im ebenen Geländer, mit den Angerdörfern, wo eben die dörfliche Ackerfläche in eine Reihe von **Parzellen**, in mindesten 3 "Zelgen", aufgeteilt war. Dem "**Flurzwang**" konnte in den ebenen Dörfern mit geschlossener Dorfflur, zusammenstehenden Gehöften, niemand entgehen, zumal das Vieh die brachliegende Feldflur beweidete. Das düngte die Brache. Es muß recht bald auf dem brachliegenden Acker ausreichend von Vieh angenommenes Grün, 'Unkraut', gesprossen sein. Viehdung auch aus dem im Winter benutzten Stall war wichtig. Ansonsten weidete das Vieh in der dafür geeigneten Jahreszeit auf der allen zugängliche Allmende, weidete auch in den Waldungen.

In den **Waldhufendörfern** mit den hinter dem Gehöft liegenden Ackerstreifen wurde der Ackerstreifen von unten nach oben, also hintereinander, in 3 Felder getrennt und auf diesen dann die Dreifelder-Wirtschaft ausgeübt (W. KUHN 1973). Es konnte individuell bebaut werden.

**Winterfrüchte - Sommerfrüchte**

Was im einzelnen als Winter- oder als Sommerfrucht angebaut wird, ist im einzelnen schwierig faßbar. Lange nach dem Mittelalter, um 1850, gibt eine 'Flora' aus der Umgebung von Jena (C. BOGENHARD 1850, S. 27/28) als Sommefrüchte Hafer und Gerste, selten Weizen. Gerste war hier nur Sommerfrucht. Roggen wurde nur als Winterfrucht angebaut.

## Neue 'Frucht' Buchweizen

Eine für das nördliche und auch für das sandige Europa neue Kulturpflanze wurde der aus dem Inneren Asiens gekommene **Buchweizen**/*Fagopyrum esculentum* (V. HEHN 1874, S. 439 ff.). Auch der Landwirtschaftsschriftsteller HERESBACH wußte 1570: "Diese Getreideart wurde erst vor kurzer Zeit aus dem nördlichen Rußland bei uns eingeführt, ist aber jetzt bei dem Volk schon sehr beliebt" (Übersetzung DREITZEL in C. BEUTLER et al. 1986, S. 91). Diese Pflanzen gehört jedoch nicht zu den Getreide-Arten, sondern ist ein Knöterichgewächs/Polygonaceae. Die etwa körnergroßen 4-kantigen Früchte des Buchweizens erinnern nur an Getreidekörner Aus ihnen bereitete man **Grütze**, in Holstein wie in Alpentälern und in Rußland ist die 'kascha' mit ihrem angenehmen Geschmack noch heute verbreitete Nahrung. Auch Mehl wurde aus den Körnern erzeugt. Ein Vorzug des Buchweizens war und ist die Kürze seiner Vegetationspedriode, das rasche Heranreifen, welches auf das kühle Innerasien verweist.

Der winterharte **Rosenkohl** wird zuerst für das 16. Jh. in Belgien genannt (YouTube Galileo).

## Der Jahresablauf im einzelnen

Im einzelnen geschah folgendes: Als Winterung, ausgesät **im Herbst** nach der Brache, dienten Weizen und Roggen, die also im Winter auf dem Acker standen, die dann im folgenden Sommer, 1. Jahr, geerntet wurden. Ein unbekannter Autor der Basler Jahrbücher berichtete etwa von einem Bauern, der am 21, September, dem Feste des heiligen Matthäus, aussäte, also Wintersaat (zit. bei K.f. KRIEGER 2003, S. 17). In dem auf die Ernte der Wintergeteides im Juli, August. gab



Abbildung 637: Buchweizen/Fagopyrum esculentum.

es im folgenden Frühjahr, also, 2. Jahr im Zyklus, Aussaat des **Sommergetreides**, der Sommerung: Hafer, Gerste, Für den Sommer ausgesät wurden auch die Hülsenfrüchte und die anderen Gemüse in den Hausgärten. Nach der Ernte der Sommerfrüchte im Spätsommer folgte das nächste Brachjahr das 3. Jahr im Zyklus.

**Gepflügt** wurde: **die Brache** 1. im Juni, dem "Brachmonat", ein später verschwundendes Pflügen, 2. folgte auf der Brache oft noch im Sommer ein flaches Pflügen, das "Ruren", 3. ein Pflügen vor der Aussaat der Winterfrucht. Aus der Brache wurde also 3-mal gepflügt-Nach Ernte der Winterfrucht blieb der Acker dann wieder unbebaut, bis zur Sommerfrucht im nächsten Jahr. Gepflügt wurde dann auch **vor** der **Aussaat der Sommerfrucht**, wobei die von der vorangegangenen, also vorjährigen Ernte der Winterfrucht stehengebliebenen Stoppeln eingepflügt wurden. Gepflügt wurde in dieser alten Landwirtschaft also reichlich. F. VON BUCHWALD (1786) beschrieb, allerdings von einem Gute in Vorpommern bei Demmin von 1782, daß bei dem noch üblichen dreimaligen Pflügen der Brache jedesmal danach geeggt würde und im Sommer auch Dünger auf das Brachfeld kam. War das so im Mittelalter auch?

Die nur mit wenigen Eisenteilen versehenen schweren **Pflüge**, aber mit Rädern, gezogen zunächst von Ochsen, später namentlich zur Urbarmachung der schweren Böden von mit dem Kummet ausgerüsteten Pferden, waren **einseitswendig**, warfen also die herausgeschnittenen Erdschollen stets nach derselben Seite, weshalb beim Pflügen von der Außenseite der Feldflur nach innen in immer enger wer-

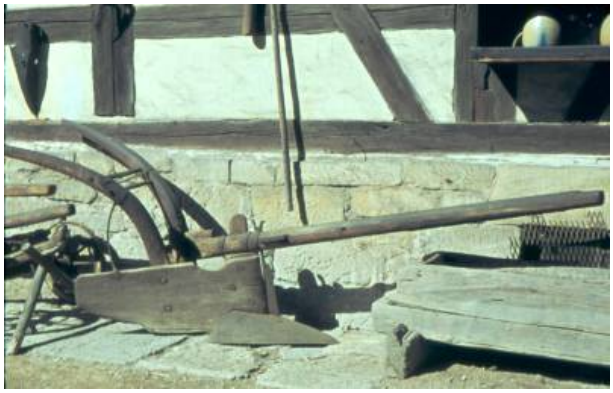

Abbildung 638: Beetpflug. Museum Rudolstadt.



Abbildung 639: Pflug der Neuzeit.

dendem Gang die Erde nach der Mitte angehäuft wurde und die fast beetartigen "**Wölbäcker**" zustandekamen. Nicht alle Pflüge hatten Räder. Später konnte die Pflugschar verstellt werden und so konnte nach der einen wie nach der anderen Seite gepflügt werden.

Als **Eggen**, zum Zerkleinern der Schollen, dienten zuerst einfach behauene Tannenbäume mit scharfen Knorren, dann gab es besser geformte Holzeggen, schließlich mit Eisenzähnen.

Die **Aussaat** geschah mit der Hand, wobei das Saatkorn im Sätuch getragen wurde.

**Geerntet** wurde das Getreide noch lange mit **Sicheln**, weit oben am Getreidehalm geschnitten. Im 14. Jh. kam die zuerst nur für das Grasschneiden benutzte **Sense** auch für die Getreideernte auf - gerade noch rechtzeitig, um in der Pestzeit

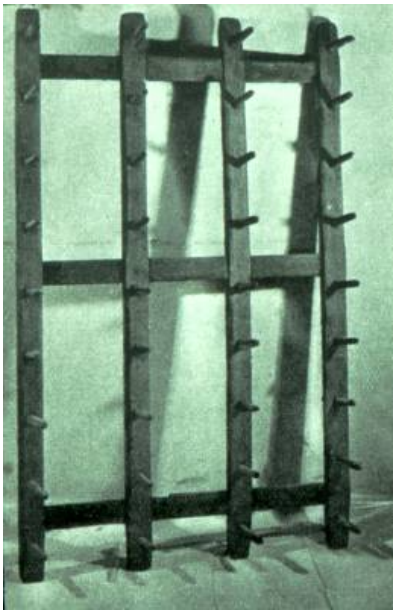

Abbildung 640: Egge. Museum Nauen.



Abbildung 641: Amiens: Weintreten, Säer.



Abbildung 642: Rechts Sichel/Getreide. Amiens.

den Knochenmann symbolisch mit der rücksichtslos so viele Leben beendenden Sense darzustellen (F. SEIBT 1994). Die Sensenschneide oder Sichel im Gefolge des Schneidens der harten, kieselhaaltigen Halme immer wieder zu schärfen blieb notwendig und das Geräusch der auf die Sense ausgeübten Hammerschläge, das 'Dengeln,' war bis in neuere Zeit ein Begleitgeräusch der Getreideernte, wie im Winter der Schlag der Dreschflegel auf der Tenne das **Dreschen** begleitete. Den ganzen Winter hindurch folgte das Dreschen, in Deutschland in Ablösung von Schlagstöcken meist durch **Dreschflegel**. Der zweigliedrige Dreschflegel muß als mittelalterliche Erfindung nördlich der Alpen gesehen werden (H. MICHELL 1957, S. 57). Im Süden drosch man anders, mit von Tieren bewegten Brettern.

Anderswo, im Mittelmeergebiert, wurde gedroschen mit tiergezogenem Dreschschlitten. Vor Mäusen und anderen Schädlingen möglichst geschützt kamen die geernteten Ähren in **Speicher**. Einen bis in das 16. Jh. zurückdatierbaren und immer wieder einmal renovierten, veränderten und auch für Zwecke wie Schafhaltung genutzten denkmalgeschützten Block-Speicher gibt es unweit Glauchau im westsächsischen Dorf Niederlungwitz, im Vierseithof Waldenburger Straße 15.

Der Ertrag war meist bescheiden, berichtet wird von manchmal Aussaat zur Ernte wie 1 : 2, 1 : 3. Und dann gab es nicht nur die Abgaben, sondern jene widerliche Fehden und Kriege, in denen neben der Versorgung durch Plünderung die Zerstörung des Landes den Gegner seiner Mittel berauben sollte - 'verbrannte Erde' im Übermaß.

## Andere Bodennutzungssysteme

Es gab auch Zwei- und Vierfelder-Wirtschaft. Es hing auch von dem verfügbaren Land ab, welches Bodennutzungssystem bestand. Bei der von den Slawen berich-

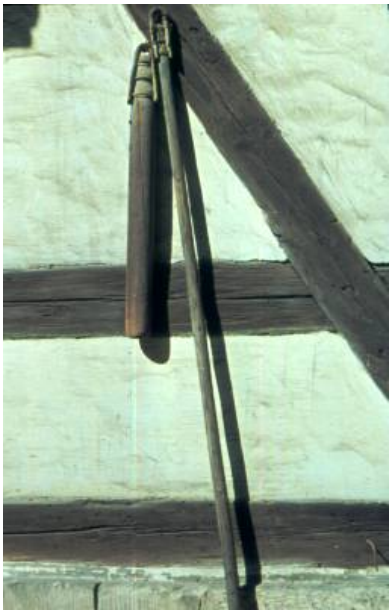

Abbildung 643: Dreschflegel.



Abbildung 644: Amiens: r. Drescher.



Abbildung 645: Bäuerliche Schleifmaschine. Beskiden.



Abbildung 646: Blockspeicher: Niederlungwitz.

teten **2-Felder-Wirtschaft** wurde von zwei benachbarten Feldern eines mehrere Jahre bebaut, blieb dann mehrere Jahre brach und alternierende behandelt man das Nachbarfeld (CH. HIGOUNET 1986, S.275). Mancherorts auch in Süddeutschland bestand **Feld-Gras-Wirtschaft**, der Wechsel von Acker und Grünland auf demselben Bodenstück. Im Gebirge und an den Küsten blieb Viehweide.

In Mittelgebirgsgegenden entstand später auch **Feld-Wald-Wirtschaft**, auch "**Hauberg**"- oder "**Reutbergwirtschaft**" genannt: Etwa 8 - 15 Jahre lang wuchs auf einem Flurstück Laubgehölz zu einem **Niederwald** (CHR. SUCHOMEL et al. 2008) auf. Dieser wurde dann geschlagen, und zwischen die abschlagenen, aber dann wieder ausschlagenden Baumstubben wurde Getreide gesät. Je nach vorherrschender Holzart wurden dann unterschieden etwa Eichen-Hauberge, Birken-Hauberge Die frühesten Hauberge wurden wenigstens für das 13. Jh. angesetzt (A. VON LENGERKE 1839, S. 86).

In geeigneten Regionen auch in Deutschland und mehr in Frankreich wurde auch **Weinbau** betrieben. Das zog auch Gewerbe wie die Faß-Herstellung nach sich (F. BRAUDEL 1986, S. 351).

## Was aß man an Pflanzen noch?

In Hausnähe befand sich wohl oft ein **Bauerngarten** für Gemüse und Früchte, die nicht im Flurzwang angebaut wurden. Wichtig, ja sehr wichtig, waren wohl Hülsenfrüchte, **Weiße Bohne**/ *Vicia faba L.* und Erbse/*Pisum sativum L.* Über einzelne Bauerngärten ist kaum etwas auszumachen, eher über die auch Heilpflanzen anbauenden Klostergärten. Wenn ALBERTUS MAGNUS um 1200 den **Spinat**/*Spinacia oleracea L.* erwähnt und FUCHS 1543 von seiner weiten Verbreitung berichtet ist vom weiten Aufkommen dieses aus dem Mittelmeergebiet stammenden Blattgemüses auszugehen und Spinat ersetzte die **Gartenmelde**/*Atriplex hortensis L.* (u. a. Wikipedia). Bis in das 18. Jh. war ein verbreitetes Wurzelgemüse das gelbblühende Doldengewächs **Pastinak**/*Pastinaca sative L. var. sativa,* das der Möhre wich. Die **Schwarzwurzel**/*Scorzonera hinspanica L.* kultivierte GESNER in Zürich in seinem Garten (Wikipedia 2014).

## Wie wurde die Nahrung vor- und zubereitet?

Nahrung, und zwar vor allem Getreidekörner, mußten wenn man nicht von Hand mahlen wollte vom **Müller** gemahlen werden. **Bäcker** gab es in Städten. Auf dem Dorfe buck man selbst. Es gehörte der **Backofen** zum Dorfbild, ja **zum Hof**.



Abbildung 647: Pastinaca sativa L..



Abbildung 648: Alter Backofen. Spreewald.

Nicht alle Körner der Getreide wurden zu **Mehl** gemahlen. **Hafer und Hirse** gab es **als Brei**. Auch der Reis, der in anderen Regionen der Erde wichtiges Nahrungsmittel war, wurde in Körnern verzehrt, später bestenfalls geschält, also enthäutet.

Anders als nördlich der Alpen war vieles in der Landwirtschaft des **Mittelmeerraumes**. Fett kam hier von **Oliven**. Im Norden lieferten viel Fett Tiere. Durch die Araber wurde in einigen Gebieten des Südens, so in Andalusien, das **Zuckerrohr** eingeführt, worden und es wurde dann durch Europäer auf den neu eroberten Atlantikinseln wie Madeira angebaut.

## Anderswo andere Landwirtschaftsgeräte

Statt der schweren Räderpflüge, mit den im Neuland der Neusiedler gepflügt wurde, gab es bei den Slawen den leichteren **'radlo' oder Haken** (CH. HIGOUNET 1986), der den Boden aufritzte, gezogen von nicht so kräftigen Zugtieren, zwei Rindern oder einem Pferd. Bei langen Brachzeiten war tiefes Pflügen nicht nötig und paßte auch nicht so auf sandigere Böden. Der Hakenpflug erhielt sich auch in Mecklenburg und auch auf dem Baltischen Höhenrücken, war im Baltikum der Pflug der Einheimischen. Aber es wurden auch in den slawischen Ländern offenbar mehrere Pflugtypen entwickelt.

## Vieh-Haltung

**Vieh** wurde namentlich auf Weiden ernährt, wobei unter den Verhältnissen Mitteleuropas nicht wie in Steppen oder teilweise in Südeuropa zur Viehernährung weit umhergewandert werden mußte, also Nomadentum im engeren Sinne nicht nötig war. Vieh wurde aus manchen Gebieten in entferntere Regionen verkauft und dann zur Nimmerrückkehr durch das Land getrieben. **Viehtreiben**, Treiben von lebenden Tieren, war sicherlich ein besonders günstiger Transport von einem Lebensmittel in entferntere Regionen, Vieh hat den Vorteil des Selbsttransportes.

Es gab aber saisonbedingte Wanderung von Viehherden, so den Almauftrieb und die jährlichen Wanderzüge der Schafherden. In Mitteleuropa weidete das Vieh auf den Fluren der Dorfgemeinde und viel im Wald, wurde die ökonomisch oft wichtiger als der Holzgewinn anzuschlagende **Waldweide** betrieben. Aufwachsende Bäume wurden etwa durch Ziegen immer wieder angeknabbert. Das geschlossene Kronendach des Waldes wurde aufgelöst, dornige Sträucher kamen auf und schützten den



Abbildung 649: Knorrig, weil jung verbissen: Saba-Wald.

verbliebenen Wald, besonders Stiel- und Traubeneiche (E.-D. SCHULZE et al. 2010, S. 172/173).

**Schweine** wurden in Herden in Laubwälder getrieben, um sich von herabgefallenen oder herabgestoßenen Bucheckern und Eicheln zu ernähren. Das war vor allem im Herbst möglich. An Kartoffeln als Schweinefutter war ja noch lange nicht zu denken. Im Dezember, dem "Schlachtmond", wurden die nicht für den Nachwuchs benötigten Schweine geschlachtet, deren Fleisch im Rauchfang gepökelt und damit für längere Zeit konserviert.

Gefüttert wurde Vieh auch mit **Laubblättern**. Es wurden die Bäume '**geschneitelt**', es gab also Abschneiden des Laubes und der jungen Zweige (A. MAURIZIO 1927, S. 150/151). Das geschah bei Ulme, Esche, Vogelbeere, nicht bei Buche. Die Bäume bekamen nach öfterem Schneiteln ein charakteristisches Aussehen. Vielfach wurden Laubblätter bis in neuere Zeit als Viehfutter **eingesäuert**.

Jährliche Wanderzüge gab es mit riesigen Schafherden auf der **Iberischen Halbinsel.** Es wird geschätzt, daß es dort zur Zeit von ISABELLA VON KASTILIEN und FERDIAND VON ARAGONIEN mindestens 3 Millionen Schafe gab. Einesteils gehörten sie zur ortsansässigen Viehzucht. In Kastilien und Aragonien, wurden aber zudem riesige **Herden** von Schafen, für gute Wolle zuständige **Merinoschafe,** im Winter nach dem Süden, im Sommer nach dem Norden getrieben und zogen auf breiten Wanderwegen privilegiert seit 1271 (F. BRAUDEL 1990, S. 129) auch

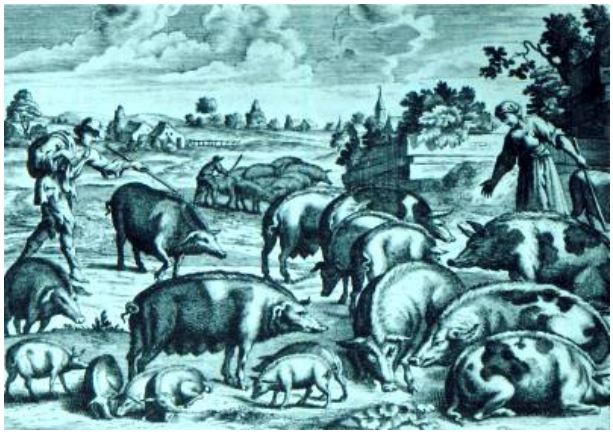

Abbildung 650: Schweineherde. FLORINUS.



Abbildung 651: Schweineherde noch 1960, Hortobagy.



Abbildung 652: Eiche/Schwein Wappen Eberswalde.

trotz Protest von Anwohnern, Begrenzt war die Kapazität der Sommerweiden im Norden, während es im Süden genügend leere Flächen gab (S. 131). Die normale Landwirtschaft hätte diese Massen von Schafen nicht unterhalten können (S. 135). Die Adligen in Spanien, und das waren viele, mußten sich zwar selbst aus Standesgründen vom Ackerbau fernhalten, durften aber Herdenbesitzer sein, Die Besitzer der Herden von **Wanderschafen** wurden betreut von denen, die zur Organisation der **Mesta** (J. KLEIN 1920) gehörten, eine "Agrarorganisation ..., die auf der extensiven Nutzung mit geringen menschlichen Ressouren beruhte" (M. A. LADERO 1992, S. 81). Die Mesta erfreute sich der Privilegien der Könige, denn die Wolle der Merinoschafe war wichtiges, ja fast einziges Exportgut und wurde verwertet in den Tuchmachereien vor allem Flanderns und auch Italiens. Flotten von Bilbao nach Flandern oder von Alicante und Malaga brachten die Wollballen in ihre Verarbeitungsländer (F. BRAUDEL 1990, S. 132). Mindesten ein Drittel der Wollproduktion mußte aber für Werkstätten in Kastilien gesichert sein und zu einem Aufschwung kamen Manufakturen der Lederverarbeitung (M. A. LADERO 1992, S. 82), also die Rohstoffausfuhr sollte nicht allein bestimmen. Zur Zeit von ISABELLA und FERDINAND gab es manche Einschränkungen für die Mesta, um auch die Interessen der ortsfesten Viehhalter zu wahren (M. A. LADERO 1992, S. 81) und zunehmend zeichneten große Schäden in der Landschaft ab (S. 82). Schafhaltung, das lohnte sich auch anderswo: Ab dem späten Mittelalter wurden in **England** zugunsten der Schafe durch deren Besitzer Bauern von ihrem Land vertrieben und Ackerland zugunsten der Schafherden zur Weide gemacht (H. HAUSSHERR 1955). Die **Einhegungen** vertrieben viele der Betroffenen in die Städte, führte sie zur Kriminalität, auch an den Galgen, zur Deportation etwa im späten 18. Jh. nach Australien.

**Kleinvieh** gab es auch, und zwar wohl reichlich, so die Hühner, Gänse, Enten und Tauben. Tauben flogen zur Futtersuche ins Gelände und kehrten selbständig in ihre Schläge, so die Taubentürme, zurück und die waren ihr Standquartier. Sie benötigten keine Hütung wie die Gänse oder doch mehr oder weniger Aufsicht wie die Hühner.

## Bienen, im Wald und beim Haus - Zeidelwesen und Imkerei

Man kann es sich heute kaum noch vorstellen: Es gab in Mitteleuropa etwa keinen Zucker. Süßes aß man mit Früchten und - dem Honig. **Honig** war der Süßstoff des Mittelalters und auch noch später, bevor genug Rohrzucker verfügbar war. Mit gutem Grund werden "**Milch und Honig**" in der Bibel in Verheißung eines angenehmen Lebens in einem fruchtbaren Lande zusammengebracht. Solches Land



Abbildung 653: Einst verbreitet: Tauben.

wird erobert. **Wachs**, das die Waben verschließende Material, war und ist das Vorzugsmaterial für **gute Kerzen**. Es wurde gerade von der Kirche und den Klöstern eingefordert. In dem 'Capitulare des villis' der Zeit KARLs des GROSSEN und LUDWIG des FROMMEN wurde wegen der hohen geforderten Wachsabgaben für jeden Königshof ein eigener Imker gefordert (J. FRIED 2013, S. 214). Und der so gewaltig predigende Zisterzienser-Begründer BERHARD von CLAIRVAUX, der den zweiten Kreuzzug herbeipredigte, wurde später der Patron der Imker und der Wachszieher. Mit der Reformation wurden die Messen in der Kirche eingestellt und sank der Wachsverbrauch.

Um die **Bienen** zu nutzen, mußte man mit ihrem **Leben**, ihrem jährliche Zyklus vertraut sein. Bienenvölker vermehren sich, indem Teile eines Bienenvolkes mit einer der allein Eier legenden 'Königin' oder 'Weisel' ihren Stock verlassen, daß sie 'schwärmen'. Die Honig-Entnahme hieß '**Zeideln**' (ZEDLERs Universal-Lexikon ... 3. Band, Spalte 1787. 1733), ein dann vor allem für die Waldbienen-Nutzung verwendeter Begriff.

Das Werk der Bienen wurden schon in der Frühzeit genutzt. Jetzt im Mittelalter und später, hielt man sich vielerorts an die **in Wäldern** in Baumhöhlen lebenden Bienenvölker und suchte sie zu vermehren. Es entstand das Gewerbe der **Zeidlerei** (R. B. HILF 1938, M. WAGNER 1895) (zidalweida). Zeidlerei wurde viel betrieben bei den Slawen, auch denen im heutigen Ostdeutschland, etwa in der Dübener Heide (O. E. SCHMIDT 1928, S. 156), aber auch ansonsten in Osteuropa, so Ostpreußen. Rußland, hatte weite Nutzung von Bienen in Wäldern. In Deutschland war für Zeidlerei berühmt der Nürnberger Reichswald, des "Reiches Bienengarten". Im Lorenter Wald, der also ein Teil davon war, ist von 27 Zeideldörfern die Rede. Nürnberg buck dann den Nürnberger Leb- und Honigkuchen. Auf Bäumen,



Abbildung 654: Rußlandfahrergestühl, Stralsund.

bevorzugt Kiefern, wurden Höhlungen, 'Mulden', eingeschlagen. Nach einen Jahr Trockung wurden schwärmende Bienen in eine solche Mulde angelockt, indem sie die Höhlen in den Bäumen anzulocken wurden sie im Inneren mit einer stark riechenden Substanz, ein lange unbekannt bleibendes "Arkanum" der Imker, bestrichen oder eingefangene schwärmende Bienen wurden eingesetzt. Mit einem Brett mit Flugloch waren diese Höhlungen in den Bäumen verschlossen. Äste und der Baumwipfel wurden gekappt. Die Bäume wurden vom Eigentümer gekennzeichnet. Die Bienenwälder waren wohl recht kahl, ungeeignete Bäume waren entfernt, die spätere Forstwirtschaft kam mit den Zeidlerwäldern nicht zurecht. Die früh im Jahr blühenden Salweiden und die im Hochsommer in duftender Blüte stehenden Linden waren als Bienennahrung ebenso wie reiche Bodenflora willkommen. Eichen waren wegen ihres Gerbsäuregehaltes für Bienenhaltung nicht geeignet. Um die Bienen auf Bäumen zu nutzen, ja zu halten, und die Waben aus den Höhlen unter Rauch herauszubrechen, mußte in nicht ungefährlicher Weise am Baumstamm emporgestiegen werden. Der Bienenschriftsteller SCHIRACH (zit. bei M. WAGNER 1895) schrieb am Ende des 18. Jh. über Zeidler in Rußland, die "durch Hilfe eines ledernen Seiles", daß der Zeidler "über einen Ast wirft" die am Baum ausgehauenen Stufen emporklettern und dann die Arbeit oben "mit Bequemlichkeit" verrichten. Ungefährlivh war das aber bestimmt nicht.

Statt die Bienen nur oder überhaupt in Höhlungen hoch an Bäumen zu nutzen wurden künstliche Bienen-Wohnungen entwickelt. In den verschiedenen Landschaften haben sich auch unterschiedliche Formen der Bienen-Wohnungen herausgebildet. Aus Holz sind die **Klotzbeuten**. Holzklötze, also ausgesägte Stücke von Baumstämmen, wurden im Inneren aushöhlt, vorn mit einem Flugloch versehen und waren hinten mit einen abnehmbaren Deckel zu versehen. Diese Klotzbeuten



Abbildung 655: Zeidler, Rußland. SCHIRACH.

wurden an Waldbäumen aufgehängt, im Wald **auf Holzgestellen** aufgestellt, aber konnten auch **in Hausnähe** gebracht werden. Letzteres erleichterte die Bienennutzung. Um vielleicht erst Späteres vorwegzunehmen: Oft wurde die Vorderseite der Klotzbeuten mit Gesichtern, auch mit Fratzen, verziert, ja die gesamte Klotzbeute als Menschenfigur zurechtgeschnitzt. Aus Holz wurden auch "von Bretern und Pfosten wohl zusammen gemachte Stöcke" (ZEDLERs Universal-Lexikon ... 3. Band, Spalte 1787. 1733) hergestellt. **Bienenstöcke aus Holz** waren "liegend oder stehende ... nach denen verschiedenen Lands-Arten auch von unterschiedener Höhe oder Länge und Weite gemacht." Als bestes Holz galt das der Linde. Aber wo das fehlte "kan man Fichten- Tannen- oder Kiefern-Holtz nehmen."

In manchen Gegenden setzten sich **Strohkörbe** durch, oft geflochten aus "Rocken-Stroh .., und mit gespaltenen Weiden-Ruthen zusammen gehefftete Wohnung derer Bienen, welche man von einem Ort zum andern führen kan" (ZEDLER ... 3. Band, Spalte 1786. 1733),

Sollten die Bienenvölker nicht ganz vernichtet werden, mußte ein Teil der Waben erhalten bleiben oder mußte man im nächsten Jahr sich völlig auf neue Völker stützen. .

**In Tongefäßen** konnten Bienen nur dort gehalten werden, wo die Winter nicht zu streng waren.

Daß es in der Zeit der Ottonen, im 10. Jh., **Bienenkörbe** gab, bezeugt eine Stelle



Abbildung 656: Klotzbeuten. Museum Roznov, Slowakei.



Abbildung 657: Bienenkörbe, Spreewald.

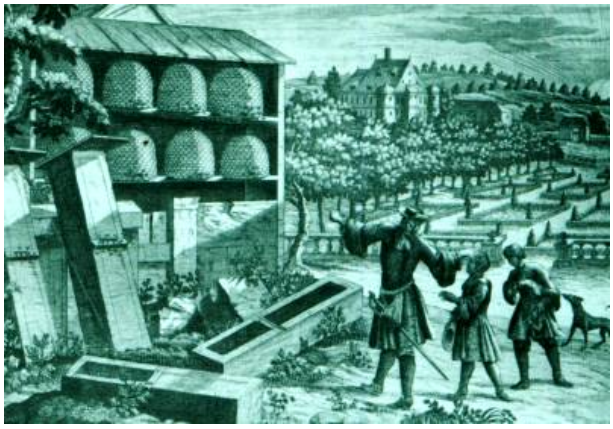

Abbildung 658: Bienenhaltung. FLORINUS.



Abbildung 659: Bienen-Tongefäße. Cluj.



Abbildung 660: Bienenschwarm eingefangen um 1990.

in der 'Sachsengeschichte' des WIDUKIND von CORVEY (s. 1977, S. 109). Bei der Belagerung einer Burg, die eines IMMO, warfen die Belagerten zahlreiche von ihnen zerbrochene Bienenkörbe gegen die Pferde der Belagerer. Die Bienen stachen die Pferde und "machten sie toll, so daß die Reiter in Gefahr gerieten."

Ein großer Tag war, wenn aus einem Stock ein Teil des Bienenvolkes als 'Schwarm' ausschwärmte und sich, wie glücklicherweise üblich, in der Nähe niederließ und dann in einen Sack oder Korb und möglichst gekühlt für die Besetzung eines neuen Gefäßes eingefangen wurde.

Mit den Beuten, den Bienenbehältnissen, wurde auch auf **Wanderung** in für Bienennahrung reiche Gegenden gezogen werden, also auf die "Weide" gegangen, in den Niederlanden auch mit Lastkähnen (G. KREUZBERG 1962). In Ostpreußen gab es auch reine Beutnerdörfer, die einen Waldbezirk unter sich aufteilten. Nach

MAGER (1963) waren im 16. / 17. Jh. in Ostpreußen weit über 100.000 beflogene Beuten vorhanden.

Als erste **gedruckte** Imker-Anleitung gilt der 'Bericht von den Bienen' von NICOL JACOB 1568 (MITTERMAIER 1833, S. 117), mit dem Titel "Gründlicher und nützlicher Unterricht von der Wartung der Bienen" erschienen in Görlitz (Internet). JACOB gilt als 'Vater der deutsche Bienenliteratur'.

## Fische im Binnenland und im Meer - viel Fisch

Im Binnenland gab es Fischerei (H. H. WUNDSCH 1963, S. 7 u. a.) in den **Binnengewässern Seen und Flüsse** , letzrere bis hin zu kleinen Bächen. Diese Fischerei entsprach der Jäger- und Sammlerwirtschaft, wie sie auch in vorgeschichtlichen Zeiten betrieben wurde und manches Gerät hinterließ. **Flußfische** waren wichtige Nahrungsquelle gerade auch von größere Städten, wo auch 'Fischerzünfte' oder 'Fischerinnungen' bestanden. In Budapest steigen die Besucher noch heute empor zur "Fischerbastei". Stör- und Lachswehre fingen diese Wanderfische, etwa am Rhein.

Es wurde das kirchlich angeordnete Fasten von vielen wenigstens für ernst genommen und in den Klöstern wohl sowieso. "Fisch" war nicht das während der Fastenzeit verbotene Fleisch und war deshalb 'Fastenspeise'. Vor allem auch damit verknüpft kam als **für Mitteleuropa neue** Einrichtung die Anlage von **Fischteichen**, die **Teichwirtschaft**, in denen also Fische gezielt herangezogen wurden, eine der Landwirtschaft, dem Ackerbau vergleichbare Methode, welche die mit Jagdmethoden genutzten Fischbestände der natürlichen Gewässer, der Flüsse, Bäche und Seen, ergänzte, einer neuen Form von Gewässerbewirtschaftung, mit schließlich schon recht intensiver Wirtschaftsweise. Teiche, und dort gerade auch in Küstennähe, gab es auch in der **römischen Antike**, denn Fische in Teichen waren jederzeit verfügbar. Teiche wurden im Mittelalter eine immer weiter verbreitete Möglichkeit der Fischgewinnung im Binnenland. Teiche können angelegt werden, wo der Untergrund genügend undurchlässig für Wasser ist, daß durch Bäche herangeführtes Wasser an geeigneten Stellen aufgestaut wird oder unmittelbar aus Niederschlägen stammt. Auch der Abbau von Raseneisenerz hatte für das Anlegen von Teichen geeignete Hohlformen hinterlassen (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 124). Für das Mittelalter in Mitteleuropa wird die Anlage von Fischteichen, wohl nur Hälterungsteiche, im Capitulare de Villis von KARL dem GROSSEN für die königlichen Güter erwähnt (A. LAMPEN 2002). OTTO von FREISING (s. 1965, S- 713) schreibt in seiner Chronik über FRIEDRICH BARBAROSSA, daß er neben seiner neuen Kaiserpfalz Kaiserslautern einen 'seeähnlichen' Fischteich anlegte. Manche Klöster und ab dem Hochmittelalter auch Adlige begründeten

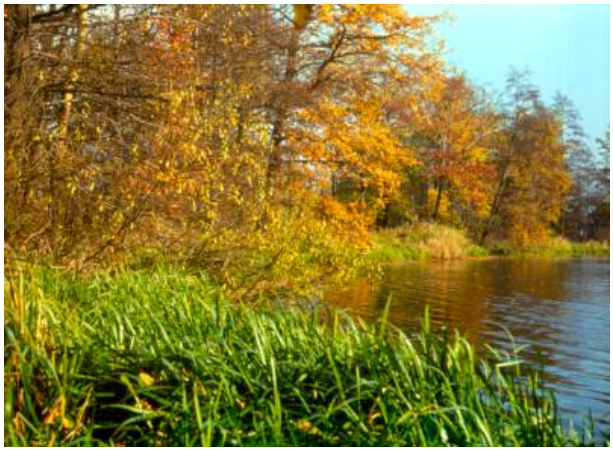

Abbildung 661: Lausitzer Teichlandschaft.

teilweise große **Teichwirtschaften**. Der führende Teichfisch wurde der aus den Donauländern stammende **Karpfen**/*Cyprinus carpio* L., der sich im kühleren Mitteleruopa in der freien Natur kaum von selbst fortpflanzt. Ein wertvoller Teichfisch wurde ebenso die Bach-**Forelle**/*Salmo trutta fario,* herangezogen in Forellenteichen. Die **Karpfen-Teichwirtschaft** war zunächst Femel-Wirtschaft, also es schwammen alle Altersklassen in demselben Teich und die ausgereiften Fische wurden herausgefischt. Von der Jungbrut ging vieles verloren. Am Ende des 16. Jh. bei COLER, VON HOHBERG, ist von eigenen Teichen für die jungen und damit geschonten Karpfen die Rede, die ausgereift in die größeren Teiche gesetzt werden (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 102 ff.). Bevor es so weit war, hielt man Fische möglichst überall, in Burggräben, um die Wasserburgen Westfalens, in den Befestigungsgräben der Städte, in Aufstauteichen von Mühlenanlagen (A. LAMPEN 2002). In **Franken** sollen im 14. und 15. Jh. 24.000 bis 30.000 Teiche "unter Kultur gewesen sein" (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 100). In **Böhmen,** im Süden, ist das im 16. Jh. unter dem Adelsgeschlecht der ROSENBERGs stehende Städtschen **Wittingau/Trebon** Mittelpunkt einer großen Teichwirtschaft, und das bis heute (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 101; Wikipedia 2017). Im Teichbau erfahrene Teichgräber leiten umherziehend Teichbau (S. 101. In der **Oberlausitz** (Landschaften in Deutschland. Werte der Deutschen Heimat, Band 67, S.30) wird 1284 ein Teich, der Königsteich, piscina regis, bei Niederkaina nordöstlich von Bautzen erwähnt (S.30). In einem Lehnbrief vn 1593 werden für Königswartha nördlich von Bautzen 7 Teiche erwähnt und die besondere Erwähnung eines "Streichteiches", also eines Vermehrungsteiches, zeigt, daß "die Karpfenproduktion schon als geschlossener Wirtschaftsbetrieb ausgeübt wurde" (P. F. MEYER-WAARDEN 1971, S. 124). Viele der Lausitzer Teiche erscheinen auf den Karten später, etwa im 19. Jh.



Abbildung 662: Stellnetze gab es lange.



Abbildung 663: Netze mit Senker und Heber. Donau.

Fische etliche Zeit lebend aufzubewahren gibt es nachgewiesen in München im 13. Jh. (Wikipedia 2013) wasserdurchströmte Kästen, **Fischkästen**.

#bildFischkästen Spreewald 1976

In ihrer ganzen Lebensführung in den im Winter stattfindenden Fischfang einbezogen waren in der frühen Neuzeit die Dorfbewohner rings um den Trasimenischen See (P. DINZELBACHER 2010, S. 81 ff. ) südöstlich von Rom.

In **China** wurden nur in Fließgewässern laichende **Graskarpfen** veranlaßt, Eier auch in am Flußufer angebrachten Strohmatten oder Reisiggeflechten abzulegen und diese dann in Teiche überführt, also wurden Flußfische als Teichfische genutzt, wie in Europa später Forellen (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 96 - 98).

**Fischfang** verlangte **Fanggeräte**, und diese sind oft vorgeschichtlichen Ursprungs:



Abbildung 664: Aalreusen 1974.



Abbildung 665: Reusen. Bei Danzig 1974.

## Konservierung von Nahrung

Viele Nahrungsmittel sind nicht immer zu gewinnen und Vorräte sind nötig, etwa bei saisongewinnbarer Nahrung oder für Notzeiten. Gerade im Norden konnte nicht ganzjährig pflanzliche Frischnahrung besorgt werden. Glücklicherweise kann zahlreiches Erntegut, so Körner, aufbewahrt werden. Auch das Olivenöl. Ebenso in verschlosenen Gefäßen, in Fässern, Wein. Günstig war die Lebendhaltung von Vieh, wenn es denn im Winter ernährt werden konnte und so etwa Frischmilch lieferte.

## Konservierung am Meer, Fische

Das **Meer** lieferte mehr **Fisch** als an den Küsten benötigt wurde und im Binnenland gab es ausreichend Abnehmer. Nicht nur für den Bedarf der Küstenbewohner, auch für das Versenden ins Binnenland galt für Meeresfisch: es wurde **gesalzen,** getrocknet, gedörrt, geräuchert**.** An der **Meeresküste** wurden mancherorts die massenweise saisongebunden auftretenden **Heringe** in möglichst dicht verschlossenen Fässern **eingesalzen** (T. K. DERRY et al. 1960), waren so für etwa 6 Monate gut konserviert und kamen in den Handel auch im Binnenland, verzehrt in Städten. Die **Salzheringe** für Berlin wurden im 14. Jh. von Stettin aus die Oder aufwärts transportiert und in Oderberg für den Transport auf dem Landweg umgeschlagen, wie im 19. Jh. schon KLÖDEN wußte (W. SCHICH 2002, S. 145). Bei Schonen kamen nach Augenzeuge im 14. Jh. die Heringe im September-Oktober so dicht, daß man den Schwarm hätte mit dem Schwerte schneiden können (W. PARAVICINI 2007, S. 251). **Salz** zur Konservierung war mindestens so nötig wie als Nahrungszusatz. Das viele benötigte **Salz**, Kochsalz, mehr als Salz für Speisewürze war erforderlich, lieferten etwa die Saline von Lüneburg oder die Mittelmeerküste. Die Niederländer haben um 1500 auf den Fangschiffen die Heringe, riesige Massen, schon "an Bord gekehlt, eingesalzen und in Tonnen" verpackt und diese dann Frachtschiffen übergeben (F. BRAUDEL 1986, S. 304). Salz war ein wichtges Handelsgut und Venedig hielt alle Hände über das Salz am Mittelmeer gewonnene Salz.

Fisch wurde auch getrocknet, an Stangengerüsten etwa oder auf Klippen, und auch dieser **Stockfisch** wurde ins Binnenland gebracht. Bergen an der norwegischen West-Küste war Zentrum des Stockfisch-Handels der Hanse. War das Hochgenuß?

"**Trockenfisch**" wurde weithin gehandelt. 1820, also lange nach dem Mittelalter und dennoch vielleicht ähnlich, fand F. A. L. THIENMANN (1827 a, S. 356/357)



Abbildung 666: Meersalzgewinnung. Bulgarien 1959.



Abbildung 667: 'Stockfisch'-Erinnerung, Erfurt 1607.

auf Island: "Der vorzüglichste Theil des Handels zu Reikiavik besteht in Stockfischen ..." Diese sind "mehrere Dorscharten, wenn sie getrocknet sind", deren Fang wegen Landferne und Tiefe im Meer "immer beschwerlich war ..." und "in den Monaten Februar bis May einen grossen Theil der männlichen Bewohner Islands beschäftigt; ... Gefangen werden diese Fische mit bis "300 Fuss" langen Angelhaken, die mit Blei beschwert sind und mit Muscheln, dem Fischerwurm oder Stücken vom Eingeweide von Vögeln locken. Von den gefangenen Fischen werden "Zuerst die Köpfe abgeschnitten, dann die Leiber der Länge nach geöffnet, und Eingeweide sowohl als Rückrath herausgenommen. Die Lebern werden in Gefässen zur Thranbereitung verwahrt. Die ausgeweideten Fische werden auf Stein- oder Sandflächen ausgebreitet und des Tages mehrere Male gewendet, wo sie dann bei gutem Wetter in 12 - 14 Tagen trocknen." Auf dem vulkanischen Gestein Islands war Trocknen günstig, da auch Regenwasser bei Porosität der Unterlage eingesogen wird. **Stockfische** sind aber wohl vor allem jene, die zum Trocknen an Holzgestellen angehangen werden. Noch heute werden Massen solcher Fische auf den Lofoten und in anderen nordischen Regionen hergestellt und in manche südlichen Länder exportiert (YouTube 2018).

## Konservierung jenseits der Küste auf dem Festland

Fleisch wurde **geräuchert**. im Rauchfang, wo der Rauch vom Herdfeuer abzieht, also haltbar gemacht durch die nicht ungefährlichen Rauchgase. F. A. L. THIENEMANN (1827, S. 4) beobachtete 1820 in großen Bauernhäusern in Holstein: "... die Decke ist mit Schinken und Würsten, die geräuchert werden sollen, behangen." Schmackhaftes ergab die Umwandlung von Milch in einigermaßen haltbaren **Käse**. Wegen seines hohen Zuckergehaltes ließ sich auch **Honig** erhalten, auch **Pflaumenmus**. Blätter wurden **gesäuert**, nicht nur die von Kraut, sondern bis in neuere Zeit etwa in der Schweiz auch die vom Ampfer oder anderen Pflanzen. Unser **Sauerkraut** aus Weißkohl**,** dessen Herstellung wohl bis ins Neolithikum zurückgeht und das man in China und das auch die Antike kannte, ist also nur ein mögliches 'Sauerkraut' und Sauerfutter, Gesäuerte Blätter, zur Gärung zum Fernhalten von Luftzufuhr festgetreten, erhielten sich durch seinen auf die natürlich erst im 19. Jh. bekannt werdenden Milchsäure-Bakterien zurückgehenden Säuregehalt an Milchsäure. Sauerkraut auf Schiffen der Entdeckerzeit ermöglichte Weltgeschichte (Internet 'Wir essen gesund'). Grünfutter-**Silage**, erhielt in der Viehfütterung als konserviertes Futter große Bedeutung.

Die alten Konservierungsverfahren blieben trotz aller Neuerungen auch bis in die Neuzeit üblich, das Räuchern wie das Bewahren mit Salz oder Honig als Zucker und das Säuern.

**Speisesitten, Alltagehygiene**

Pilger benutzten **zum Löffeln** die Schale der **Pilgermuschel**, deren Innseneite konvex eingewölbt ist. Wo Reichtum war, wurde auf Silbergeschirr serviert. Das Essen, das 'Speisen', wurde wenigstens in den elitäreren Kreisen **verfeinert**. Zu **Messer und Löffel**, letzterer womöglich aus Holz, trat bei den Vornehmen die **Gabel.** Fleischstücke konnten also getrennt aus der gemeinsamen Schüssel entnommen werden, also nicht mehr allein mit dem Messer in der Hand zurechtgeschnitten und mit der Hand oder dem Messer zum Mund geführt werden, sondern es geschah eleganter. Aber Brötchen werden wie Schnitten weiterhin meistens mit der Hand zum Munde gebracht. Aber es gab im Auftreten, und nicht nur beim Speisen, eine Verfeinerung der Sitten, der 'Tischsitten. Man leckte fettige Finger nicht mehr ab, benutzte dafür Tücher, und hatte Servietten. Wer nicht 'kultiviert' aß, der erregte **Ekel**. Der Soziologe NORBERT ELIAS (1990) hat eingehend beschrieben, wie in der mittelalterlichen Gesellschaft und den Gesellschaften danach sich eine Kultivierung, ein **'Prozeß der Zivilisation'**, im Verhalten von Mensch zu Mensch ausbildete, eine Distanzierung voneinander, eine Abwendung von natürlichen Körpergerüchen der anderen, in der unmitelbaren ungebremsten Aggression und anderem. Das konnte zunächst nicht mit Hygiene wegen Mikroben begründet werden. Vorher mußte man wohl Ekel überwinden oder unterdrücken, weil es im Zusammenleben nicht anders ging. Rückfälle. im Krieg gab es immer wieder.

Verbesserungen im Alltag, immer wieder einmal neue, das gab es also auch im Mittelalter. Auf die Idee mit dem Fingerhut mußte man erst einmal kommen.

Zur Herstellung von **Seife** diente etwa das Olivenöl und es wurde von Spanien auch nach England und Flandern exportiert (M. A. LADERO 1992, S. 76).

Was es gab und erst mit dem Auftreten der Syphilis weitgehend verschwand waren **öffentliche Badestuben**, geleitet vom **Bader**. Beide Geschlechter stiegen gemeinsam in das Wasser. Für Wien wird einmal von 30 Badstuben gesprochen (H. SCHMÖLZER 1988, S. 27). Erhalten und als Museum zugänglich ist eine spätmittelalterliche Badstube in Wangen im Allgäu, zu sehen in der kreuzgewölbten Halle mit Lichtnischen Kupferkessel, Waschzuber.

## Hunger, Aufschwung und neue Not bis hin zu Wüstungen

Hungersnöte bis hin zum Kannibalismus gab es im Mittelalter manches Mal. Mißernten konnten nicht staatenweit ausgeglichen werden. Berichtet wird etwa von Hunger auch in der Zeit von KARL DEM GROSSEN 791 (H. FICHTENAU 1949,

S. 158). Schwere Hungerjahre waren 1032/1033 (W. RÖSENER 1992, S. 54). Nunmehr wird eine wohl kurze Hungersot im Hochmittelalter einem **Vulkanausbruch 1257** zugeschrieben (YouTube 2018), der mit seinen Schwefelsäure-Schwaden in der höheren Atmosphäre das Klima abstürzen ließ. Massen von Skeletten aus dieser Zeit wurden in London gefunden und wiesen auf diese Hungerzeit im Hochmittelalter hin, Die Atmosphärenverunreinigung wurde nachgewiesen in Eisbohrkernen sowohl auf Grönland wie in der Antarktis. Französische Forscher haben um 2010 ermittelt, daß es sich bei dem Vulkan um den Samala auf Lombok im Sunda-Archipel handeln muß. Es gab Nachwirkungen bis ins 14. Jh.?

Indgesamt gab es im **Hochmittelalter bis ins 13. Jh. wirtschaftlichen Aufschwung**. Es war eine Zeit weiterer Rodung, der Kultivierung von Land, der Intensivierung der Landwirtschaftsordnung, der Gründung von Städten (W. RÖSENER 1992, S. . Wie geschätzte wurde (s. F. SEIBT 1987, S. 205) wuchs vom Ende des 11. Jh. bis zur Mitte des 14. Jh. die französische Bevölkerung von 6 Millionen auf 22 Millionen, die deutsche Bevölkerung von 5 Millionen auf 15 Millionen. Seit etwa 1180 hatte sich Englands Bevölkerung auf etwa 6 Millionen um 1330 erhöht (J. BLACK 2003, S. 49), nach anderer Angabe auf etwa 4 Millionen 1348 (J. LEWIS-STEMPEL 2005; S. 73). Da es keine Zensuszahlen gibt, muß etwa aus der Zunahme der Orte, der Landeskultivierung und einzelnen Zahlen bei Abgaben oder bei Kriegen auf die Bevölkerungszunahme geschlosssen werden (W. RÖSENER 1992, S. 67).

Im 14. Jh. kam eine vielerorts wohl entsetzliche Krise, erscheint verbreitete **Hungersnot**, so vor allem betont für 1313 - 1317 (R, ROMANO et al. 1967, S. 109). War die **Zunahme der Bevölkerung** und die **Bearbeitung alles** für die Nahrungserzeugung **braucbaren Bodens** ein bedeutender Grund, daß die Ernten nicht mehr ausreichten? '**Übervölkerung**' ist natürlich relativ, hängt mit den gegebenen Möglichkeiten der Versorgung mit den nötigen oder gewünschten Gütern zusammen (vgl. N. ELIAS 1990, 2, S. 46). **"Grenzen des Wachstums" im Spätmittelalter?** MICHAEL NORTH (2014, S. 35) schreibt vom "alteuropäischen Zyklus einer disproportionalen Entwicklung von Bevölkerung und Ackerland." Zwischen 1315 und 1322 gibt es den 'Großen Hunger' (W. BEHRINGER 2014, S. 142). Wenn WILHELM VON OCKHAM (H. THOMAS 1993, S. 216) um 1328, also knapp 20 Jahre vor dem Ausbruch der Pest, gegen den in Avignon residierenden Papst JOHANN(ES) XXII. das Armutsideal der Franzikaner und christliche Armut überhaupt verteidigte, geschah das augenscheinlich auch wegen sichtbarer Armut im Land. **Für England** wird nach weiterer Landwirtschaftsausdehnung etwa im Seedistrikt, 'Lake District', für das frühe 14. Jh. von Ertragsrückgängen (J. LANGDON 1987, S. 33) gesprochen. An Skelettresten dieser Zeit werden Zeichen von absinkendem Lebensstandandard gesehen und wurde

wohl nicht ohne Grund zur Geburtenbeschränkung das Heiratsalter angehoben (J. BLACK 2003, S. 50). Die **Pest** von 1347 traf wohl auf eine schon geschwächte Bevölkerung und wütete darum um so viel mehr. Böhmen wurde etwa 10 Jahre später heimgesucht (F. SMAHEL 2002, S. 299).

## Wüstungen und Wüstungsforschung

Ungeachtet des Hungers und der eigentlich nötige Nahrungsmittelproduktion wurden vielerorts **Dörfer** und Fluren **aufgegeben**, wurden zu "**Wüstungen**". Historiker und Geographen in England und Deutschland haben vor allem in den 30-er-Jahren des 20. Jh. das ganze Ausmaß des Aufgebens von Dörfern und Fluren, die "**Dorfwüstungen**" und die "**Flurwüstungen**", entdecken müssen (W. ABEL 1962, S. 21). Der ansonsten sachliche Historiker BRAUDEL (1986, S. 346) meinte: "Ich muß gestehen, daß mich diese Zersetzung fesselt und mit Schauder erfüllt, dieser Absturz, der das größte Drama der europäischen Geschichte darstellt." In **Deutschland** fand man **Wüstungen** in begrenzter Region etwa bei Jena schon in der Mitte des 19. Jh. (C. BOGENHARD 1850, S. 30) und führte sie auf die innerthüringischen Bruderkriege zurück. Der 1914 gefallene österreichische Geograph ALFRED GRUND wird von WILHELM ABEL als einer der ersten seine Faches genannt, welche auf die weite Verbreitung von Wüstungen im deutschsprachigen Raum verwiesen. Die Forschungen von ABEL, Göttingen, und HANS MORTENSEN (U. LINDGREN 1997), ab 1935 Ordinarius in Göttingen, haben das ganze Ausmaß des Verlustes deutlich gemacht. Spuren von ehemaligen Siedlungen finden sich teilweise 'im tiefen Wald', gekennzeichnet auch durch Stickstoff liebende Pflanzen wie Brennesseln, aber erscheinen auch in schriftlicher Überlieferung. Es wurde also offensichtlich, jedenfalls vielerorts, einst mehr Land als Acker genutzt als sogar heutzutage.

MORTENSEN fand mit seinem allerdings durch sein Wirken in der SS später gemaßregelten Schüler KURT SCHARLAU, wie durch das einstige Pflügen entstandene **Wölbäcker,** oder auch Hochäcker genannt, **in heutigen Wäldern** nachgewiesen werden können, kartierten also '**fossile Ackerfluren**' (G. OVERBECK 1965, S. 23). Solche Wölbäcker führten also direkt in die Landwirtschaft des Mittelalters. Man fand im Boden auch Keramikmaterial (S. 24). Überraschend war "das Ausmaß der ehemaligen und und überwiegend im Spätmittelalter aufgelassenen Ackerfluren" (W. WÖHLKE 1965, S. 23). In Ost-Thrüingen, im Altenburger Land (Werte unserer Heimat, Band 23, 1974, S. 64), konnten solche Hochäcker an einigen Stellen am südlichen Rande des Kammerforstes nördlich von Altenburg erkannt werden. In dem fruchtbaren Gebiet war Ackerbau die geeignete Wirtschaftsform und ein kleiner Teil davon wurde wieder von Wald eingenommen, in



Abbildung 668: Wüste Burg Grasberg. S-Harz.

heutigem Waldrandgebiet, Für einen dieser Hochacker am Kammerforst werden angegeben: 400 m Länge, 8 m Breite, noch 25 - 30 cm aufragend. Einst landwirtschaftlich genutzter Boden wurde also in einst gerodetem Waldgebiet wieder zu Wald . Wie dicht muß die Besiedlung vorher gewesen sein und wie veränderte sich das Bild?

Im Deutschland in den Grenzen von 1933 und ohne Schleswig-Holstein gingen von den Siedlungen des Hochmittelalters rund 40.000 Orte verloren, was den Verlust von jeder 4. Siedlung bedeutete (W. ABEL 1962).

## Mögliche Ursachen der spätmittelalterlichen Agrardepression

'Untergänge' in der Neuzeit und auch im 20. Jh. haben die Suche nach den Gründen, den Ursachen für Verfall in früheren, auch weit zurückliegenden Perioden angeregt. Worin lagen die Ursachen für das Aufgeben von Siedlungen, wie sie H. MORTENSEN, ABEL und andere diskutierten? Die **Pest** hat sicherlich manchem Ort den Rest gegeben, und für England bezeugt der canon der St. Mary's Abbey in Leicester HENRY KNIGHTON (in J. LEWIS-STEMPEL 2005, S. 75), ein Zeitgenosse der Pest, daß "many buildings, great and small, fell into ruins in every city, borough and village, for lack of inhabitants, ... and it was probable that many such villages would never be inhabited." Auch **andere,** zumindestens zusätzliche **Gründe als Übervölkerung und Pest** wurden für das "Wüstwerden" **debattiert**. War es die **Erschöpfung vieler Böden** einfach durch den langen Anbau von fast nur Getreide? Oder es gab auch Fehlsiedlungen, also einfach Ansiedlung an ungeeignetem Ort. MORTENSEN diskutierte auch eine

durch die Einführung der 3-Felder-Wirtschaft "ausgelöste Dorfballung", was nicht überall zutreffen mochte (G. OVERBECK 1965, S. 23). **Landflucht** (R. ROMANO et. al. 1967, S. 28), ein Ausweichen von der feudalen Abhängigkeit, spielte mit und für die zunehmende Unzufriedenheit zeugten auch die großem Bauernrevolten. Aber eine Hauptrolle spielte vor allem gemäß neuerer Erforschung des Klimawandels die **Abnahme der Durchschittstemperaturen** (s. Internet U. BERNER und A. HOLLERBACH 2018), was zunächst nicht sehr berücksichtigt wurde. Auf den Ändereien von Schloß Wistow, zur Abtei Ramsey gehörend, wird angegeben, daß das Verhältnis von Aussaat zu Ernte von der Mitte des 13. Jh. mit 1 : 6, auf 1 : 2,7 1346 fiel (R. ROMANO et al. 1967, S. 17). Und gewaltig sank im Gebiet der Abtei Ramsay auch der Bestand an Vieh und Pferden , mit Folgen für die Landbestellung (S. 18).

## Im Zusammenhang mit der Wüstungsperiode: Klimawandel als Faktor in der Geschichte

Es wurde oft gesehen, daß einzelne Schlachten oder auch ganze Feldzüge an Wetterunbilden scheiterten. Der spanischen Armada 1588 unter PHILIPP II. sollen auch Stürme mit den Untergang bereitet haben. NAPOLEONs und HITLERs aggresive Feldzüge gegen Moskau scheiterten stark am 'General Winter'. Die Geschehnisse der Schlacht von Waterloo am 18. Juni 1815 mit NAPOLEONs Untergang waren auch von dem durch vorangengangen Regengüsse stark aufgeweichten Boden mitbestimmt.

Neuere Historiker, in England HUBERT HORACE LAMB, Oxford, in Deutschland WOLFGANG BEHRINGER, Saarbrücken, sehen begründet in **Perioden von besserem und schlechteren Klima,** oft lange andauernden Zeiträumen, eine **Erklärung für langewährende Verläufe** in der Geschichte. Eine große Austrocknung, das Subboreal, habe die Bronzezeit-Kulturen den Kollaps gebracht, auch durch den Einfall der sich nach dem Osten aufmachenden 'Seevölker' Eisen kam auf. Abkühlung mit mehr Niederschlägen und milden Wintern habe die unruhige Eisenzeit bestimmt (W. BEHRINGER 20014, S. 82 ff.). **Soziale Zuspitzungen mochten vordergründig** sein und ließen nur an innergesellschaftliche Konflikte als Geschichtsfaktor denken. Aber **hinter diesen** sozialen Auseinenandersetzungen mochte **das Klima mit Mißernten** stehen. Und die Feudalherren zeigten sich oft nicht zum Ausgleich bei absinkenden Einnahmen bereit. Man trug die Folgen der Klimaunbilden nicht solidarisch. Und die Bevölkerungsvermehrung, die in günstigen Perioden verkraftbar blieb oder auch hier schon an die Grenzen des Erträglichen gekommen sein mag, führte in ungünstigen Zeiten zu weiter Verelendung.

Zu jeder Zeit war wahrscheinlich nicht jedes Jahr in Mittel- und Nordeuropa im Wetterverlauf gleich. Aber etwa aus Chroniken, aus Zeugnissen über Gletscherausdehnung und Gletscherrückzug, über häufigeres Zufrieren von Flüssen wie der Themse oder großer Binnengewässe wie des Bodensees, über Weinbau in den verschiedenen Regionen läßt sich ableiten, daß es lange Perioden gab, in denen sich angenehme oder schlimme Jahre über Jahrzehnte und Jahrhunderte häuften. Das hatte mannigfaltige Auswirkungen. In nördlichen Ländern und in Gebirgen, den Alpen, waren die Auswirkungen drastischer als in den Ebenen. Absinken oder Steigen der Schneegrenze, der Baumgrenze, der Almwirtschaften waren deutlich. Gründe für solchen Klimawandel konnte es etliche geben. So länger verstärkter Vulkanismus, der eine dünne, aber die Sonneneinstrahlung vermindernde Dunstglocke über der Erdatmosphäre zustandbrachte. Mit dem Beginn der Römischen Kaiserzeit gab es eine klimagünstige Periode. Nordafrika war Roms Kornkammer. Und wie das Römische Imperium im Westen, erstand im Osten das als blühend geschilderte China der Han-Dynastie. Spätantike und Frühmittelater wurden eine klimatisch ungünstige Geschichtsperiode. Die Völkerwanderung brachte gewaltige Einbrüch und beendete das Römische Imperium. Aber ist hier wirklich das Klima mit maßgebend? Oder war es in den Steppen Asiens nicht ohnehin zu einem Bevölkerungsdruck gekommen, mit einer dadurch zustandegekommenen Überweidung? Aber Rom gab Britannien auf und auch mit Han-China ging es zu Ende. Im März 536 gab es eine gewaltige Vulkanexplosion des Rabaul auf Papua-Neuguinea. Eisbohrkerne auf Grönland bezeugen ein 'Säuresignal' (W. BEHRINGER 2014, S. 94/95). Der Historiker PROKOPIUS berichtet von Sonne ohne ausreichende Helligkeit. Pest suchte das Oströmische Reich heim. Als Hungerjahr ging 784 in die Geschichte ein (S. 96). Glücklicher erscheint die Zeit zwischen 1000 und 1200/1300, die durch ein wärmeres Durchschnittsklima jedenfalls in Europa und bis in die Alpen ausgezeichnet erscheint, Der britische Klimaforscher H. H. LAMB führte um 1963 (s. 1966, S. 105) den Begriff **'Hochmittelalterliche Warmzeit'/'Early Middle Ages Warm Epoch 1000 - 1200'** ein. Getreideanbau breitete sich aus in Norwegen und im schottischen Hochland. **Wikinger** besiedelten von Norwegen aus nicht nur Island, sondern auch Teile des südlichen **Grönland**. Es wurden Erdgräber angelegt und finden sich Pflanzenwurzeln, wo sich auch heute nur Permafrost-Boden befindet (H. H. LAMB 1963/1966, S. 64). Auch Nordamerika wurde kurzzeitig erreicht. Dann folgte jedenfalls für Europa eine mindestens bis ins 18. , ja 19. Jahrhundert dauernde Klimaverschlechterung, für die am Ende der 1930-Jahre der amerikanische Glaziologe FRANCOIS MATTHES die Bezeichnung '**Kleine Eiszeit**' (n. W. BEHRINGER 2014, S. 119) benutzte. Mit dem Aufkommen dieser 'Kleinen Eiszeit' muß die **Wüstungszeit in Verbindung** gebracht werden, wenigstens wurde sie durch die auch aus anderen Gründen anzunehmenden Ursachen verstärkt. Schon in ihren ersten Jahrhunderten

der Klimaverschlechterung verschwanden die im Süden **Grönlands** bestehenden **Siedlungen der Wikinger**, im **westlichen** Teil Süd-Grönlands um 1350, 1408 erscheinen letzte Lebenszeichen im östlichen Teil. Eine von dem über Schweden und Norwegen regierenden König MAGNUS ERIKSSON wegen der ausbleibenden Nachrichten aus Grönland nach dorthin ausgesandte Expedition unter PAUL KNUDSON 1355 fand keine 'Groenlandinga' mehr vor, auch nicht an der nordamerikanischen Küste, wo KNUDSON verscholl und danach Reste der Expedition 1364 über Island zurückkehrten (Wikipedia 2016). Auch der Unabhängigkeitskampf der Schweizer Eidgenossen mit dem Sieg bei Morgarten 1315 (W. BEHRINGER 2014, S. 144), die großen Bauernaufstände der Jacquerie in Frankreich 1358 und der des WAT TYLER in Südost-England 1381 werden im Zusammenhang mit der bedrückenderen Lage durch Klimaverschlechterung gesehen. Ungeachtet von sicherlich auch zu den Aufständen führenden politischen Gründen, so eine drückendere Steuererhöhung für die Kriegsführung. Wo im Norden nicht auf Getreideanbau ganz verzichtet werden mußte, kamen Hafer und Roggen statt Weizen (W. BEHRINGER 2014, S. 130). Schafe traten an die Stelle von Rindern (S. 133). Da bei Fischen bei Temperaturn unter 2°C die Leber versagt, verschob sich auch die Fischerei-Grenze nach Süden (S: 132). Über 40% der Höfe in Norwegen wurden verlassen (S. 137). Für Island schien ein Aufgeben geboten zu sein. Es gab später Eislaufen in den Niederlanden, Schwere Lage vor dem Dreißigjährigen Krieg in Deutschland. Größer wird der Holzverbrauch. Und auch im 18. Jh. in Deutschland, wenn man es sich leisten konnte: Warme Kleidung bis ins Bett, Pantoffeln, Zipfelmütze, Müffchen, Kachelofen, und literarischen Weltenschmerz. Auch in der **Wildflora** haben sich die Klimaänderungen bemerkbar gemacht, Und für den Menschen nicht unwichtig war das klimagebundene Auftreten von **Schädlingen**, von Heuschreckenschwärmen und infizierten Malariamücken/*Anopheles* in Warmzeiten, von Mäusevermehrung bei Trockenzeiten, von Ratten mit vom Pestbazillus befallenen Flöhen in feuchten Wohnungen.

Um in der Klimafrage auf spätere Jahrhunderte voruugreifen, auf das 18. Jh. Eine weitere zeitweise Erschwerung brachte der Ausbruch der Laki-Vulkane auf Island in den 1780er-Jahren, mit Folgen namentlich für das dichtbevölkerte Frankreich. Und auf Island meint man ironisch heute, daß auf Island die Ursachen für die Französische Revolution 1789 geschaffen wurden. Ab Mitte des 17. Jh. gab es vor allem mit Thermometer, Barometer, auch Anemometer Wetter-Meßinstriumente und wurden Wetteraufzeichnungen möglich und auch durchgeführt. Für 1796 berichtet H. J. REBMANN (s. 1981, S. 257) von reicher Ernte und hohem Viehbestand in Frankreich und Elend in Paris war also politisch bedingt.

Die für Teile der Nordhalbkugel nachgewiesene mittelalterliche Warmzeit spricht nicht gegen die globale Erwärmung der gesamten Erdatmosphäre in der Gegenwart,

die als menschenverursacht gelten muß.

Die Pest und die Pesttoten

Im Jahre 1347 begann von Süden, von Genua her, und dann über Marseille die rasante Ausbreitung einer im mittelalterlichen Europa nicht bekannten Krankheit mit raschem Tod für viele, der **Pest**, die sich dann etliche Jahre durch weite Teile Europas zog und die Bevölkerung verminderte, vielleicht teilweise um die Hälfte oder wenigstens ein Viertel. Die diesmalige Pest wird den Tataren zugeschrieben, welche den genuesischen Handelsstützpunkt Kaffa auf der Krim belagerten und dabei ihre Pest-Toten über die Mauer katapultiert hätten. In Frankreich zog die Pest das Rhonetal nach Norden und erreichte im August 1348 Paris (H. THOMAS 1983, S. 223). In England trat sie zuerst im Hafen von Melcombe Regis in Dorset auf (J. LEWIS-STEMPEL 2005, S. 73) und tötete dann in Bristol nach einem Zeitgenossen fast die gesamte Einwohnerschaft. Genauere Angaben über die Todesraten wurden etwa abgeleitet aus der Vakanz von Pfarrstellen in England, fast 50% (dto. S. 69). Der Tod auch in jungen Lebensjahren war im Mittelalter allgegegenwärtig, durch menschliche Gewalt wie durch Seuchen oder beide im Bunde. Nun aber, mit der Pest, erschien der Tod vervielfältigt. Manche sahen das immerfort bedrohte Leben in Sinnlosigkeit und **Flagellanten** durchzogen nackt und sich selbst mit **Geißeln** Peitschen mit Knoten den Rücken blutig schlagend **peinigend** vor allem durch die Städte (R. ROMANO et al. 1967, S. 15/16), wohl auch als Buße für das offensichtlich von Gott verhängte Übel. Sie wollten damit wohl auch Gott Sühne anbieten. Es erscheint unglaubhaft, wenn es hieß, daß sich um Weihnachten 1349 im Hennegau und in Brabant über 800.000 Geißler 'tummelten' (H. SCHMÖLZER 1988, S. 48). Neben der finsteren Selbstbeschuldigung für eigene Sünden, gab es einen entsetzlichen **Mord an Juden**, denn diese wurden als Pestverursacher beschuldigt. Vielerorts wurde den Juden die Schuld an der Pest zugeschrieben. Sie wurden verfolgt bis in den Tod, entgegen einer Bulle von Papst CLEMENS VI. gegen die **Judenverfolgung** vom 6. Juli 1348 (H. SEILER 1990, S. 277), wobei auch Wirtschaftsneid sich endlich entladen konnte. Juden wurden verbrannt in Basel, in Freiburg, und sie verbrannten sich in ihrer Angst selbst in Speyer, Straßburg, Esslingen (H. SCHMÖLZER 1988, S. 52). Fürstliche Familien (H. THOMAS 1983, S. 228) und **isoliert lebende** Hochgestellte blieben von der Pest am ehesten **verschont**. Eine Ansteckung durch Erkrankte war also offensichlich und ihr konnte man auch entfliehen, Auch rechtzeitige Flucht auf das Land bewahrte vor der Seuche. Hier wollten manche die womöglich letzten Lebenstage genießen, in Trank, Scherz, Sex, wie es der spottende Dichter BOCCACCIO in seinem 'Dekameron' von auf das Land geflüchteten Reichen schildert.

Eine gegenwärtige medizinische Frage ist, ob die im Mittelalter offensichtlich so stark infektiöse Seuche von demselben Erreger ausgelöst wurde wie der von YER-

SIN kurz vor 1900 nachgewiesene Pestbazillus (S. K. COHN, Jr. in J. J. MARTIN 2007). Bakterien haben auch Varianten. Und die Pest des Mittelalters erschien in verschiedenen Gestalten (H. SCHMÖLZER 1988, S. 41/42): in 1. der am häufigsten auftretenden **Beulenpest**, also mit 'Bubonen', vor allem unter den Achseln, den stinkenden, schwarzen, aufstechbaren, verbunden mit der Bezeichnung des 'Schwarzen Todes', 2. der **Hautpest**, mit weiteren Hautgeschwüren. in der hochansteckenden **Lungenpest**, der Pestpneumonie**.** Noch 1898, als sich der österreichische Arzt und Pestforscher HERMANN MÜLLER nicht bei der Feldforschung in Indien, sondern im bakteriologischen Laboratorium in Wien mit der Lungenpest ansteckte, konnte er vor seinem Tod nur verkünden: "Von der Pestpneumonie ist noch niemand aufgekommen, die Sterblichkeit ist hundert Prozent." Auch einige weitere waren damals angesteckt worden und es gab Aufregung über die Mikrobenforschung inmitten einer Großstadt (H. SCHMÖLZER 1988, S. 192 unf ff.). Konnte also ein-und dasselber Erreger sich an so verschiedenen Körperstellen festsetzen und dort schwere Symptome auslösen? Man erinnert an die Tuberkulose-Erreger, die nicht nur die Lungen befielen, sondern auch die **Skrofeln** am Hals auslösten, die Herrscher durch Handauflegen zu heilen vorgaben.

Die Mediziner des Mittelalters standen der Pest weitgehend hilflos gegenüber. Eingehend beschrieb sie der Zeitzeuge GUY DE CHAULIAC (H. SCHMÖLZER 1988, S. 29/30), Leibarzt des Papstes CLEMENS VI. in Avignon. DE CHAULIAC blieb in Avignon, als die meisten Ärzte von dort wegen der Pest flohen, starb aber selbst an der Pest erst 1363. Und nach dem Buchdruck brachten die verschiedensten Stadtärzte **'Pestschriften'** zur Beherzigung ihrer Stadtbewohner heraus. Eine neue Pestwelle gab es 1357/1358 und dann 1399. Einschleppung und Verbreitung durch den Handel wurden nun für möglich gehalten, so im ersten nachweislichen Pesttraktat, in Wien von dem aus Padua gekommenen GALEAZZO di SANTA SOFIA (H. SCHMÖLZER 1988, S. 64). Im 15. Jh. lernte man, durch Quarantäne oder Absonderung Kranker und ihrer Kleidung die Ansteckung einzudämmen. Vorbildich wurde hierin Venedig. Um es vorwegzunehmen: Die **Pest kam immer wieder.** Manchmal in jedem Jahrzehnt. Sie begleitete Kriegszüge und auch königliches Gepränge. Im Jahre 1564 zog der königliche Hof Frankreichs auf einer fast 2-jährigen Reise durch Frankreich mit der Königinmutter KATHARINA von MEDICI und dem 14-jährigen König KARL nach Lyon (I. MAHONEY 1994, S. 132). Und gleichzeitig wütete die Pest. Tote lagen die Nacht über in den Straßen und wurden am Morgen unbegraben in den Fluß geworfen, was alles Fischessen verekelte. Der Hof zog war Monate später in Valence, und "Die Blumen, Teppiche und Reden zur Bewillkommnung wechselten sich seltsam ab mit den Häusern, in denen Pestkranke darniederlagen, mit den weißgetünchten Brettern, mit denen Türen und Fenster verrammelt waren (I. MAHONEY 1994, S. 133). Bei einer **Sachsen** heimsuchenden Pestepidemie 1552/1553 starben in Meißen gegen



Abbildung 669: Seuchentod?Rhön.



Abbildung 670: Pestkapelle Wurzen von 1607.

2000 Menschen, in Freiberg 2.500 (H. PRESCHER 1981; S. 53). Immer wieder wirkte solche Krankheiten dem Bevölkerungswachstum entgegen. Viele erfassende Pest gab es dann **1679**. Im 20. Jh. erbrachte prozentual solche Todeszahlen wie die Pest mancherorts der Krieg und die Bombenangriffe und wenn man betrachtet, wie in den ständig bedrohten Städten viele Menschen ein fast normales Leben auch mit Unterhalungen und Vergnügungen weiterführten erhält man vielleicht eine Vorstellung davon, wie auch neben Tausenden und Zehntausenden von Toten in Pest- und viel später in Cholerazeiten weitergelebt wurde. Schwerste Pestzeiten kamen 1679,

## Reaktion auf die Pest - Folgen von Agrardepression und Pest

Noch heute kann es als erforschenswert gelten, wie die Menschen auf die große Furcht erregende Katastrophe reagierten (W. I. LANGER 1964).

**Die Überlebenden** der Pest hatten oft auch **Vorteile**. Bauten, Produktionsgüter, Geldmittel blieben erhalten (R. SEILER 1990) und wer überlebte, konnte erben. Ja es heißt, daß die Pest eine neue 'Welt' schuf, eine **neue gesellschaftliche Welt**, daß der durch die Pest hervorgerufene Arbeitskräftemangel "erschütterte die Feudalordnung in ihren Grundfesten" (D. ACEMOGLU et al. 2014, S. 134). Bisher festgeschriebene Stellung in der Sozialordnung verschwand mit deren Inhabern. Wegen der bisherigen allgemeinen Übervölkerung und für die vor allem betroffenen Schichten, die ohnehin schlecht gestellt bleibende Unterschicht und die miteinander konkurrierende Mittelschicht gab es durch die vielen Toten der Pest ein '**Gesundgeschrumpfen**'. Die übernutzten Landflächen konnten regenerieren. Benachteiligte konnten an die Stellen der Gestorbenen nachrücken, Gesellen konnten Meister werden, die weniger gewordenen Arbeitskräfte Forderungen durchdetzen, Preise und vor allem auch die der Lebensmittel sanken auf Grund fehlender Käufer, **Mit den Menschenverlusten** durch die Pest **sanken die Getreidepreise** und der abnehmende Getreideanbau wurde auch durch **mehr Viehhaltung** (a. F. SEIBT 1994) ersetzt. Es wird angenommen, daß mehr als 100 kg Fleisch pro Kopf und Jahr gegessen wurden. Rinderherden wurden weit über das Land getrieben (J. LEUSCHNER 1982). Nach dem Bericht des Kanonikers HENRY KNIGHTON (in J. LEWIS-STEMPEL 2005, S. 75) gebot der englische König unter Strafandrohungen, daß die vorherigen Löhne weiter gelten sollten und also der Ausnutzung des Arbeitskräftemangels ein Riegel vorzuschieben sei. Man cher der Aufsteiger erlag natürlich der Pest späterer Jahre. Insgesamt blieb die bestehende Sozialordnung erhalten (A. LAWKER 2010) oder wurde wiederhergestellt.

**Neue Ländereien** wurden in Mitteleuropa für längere Zeit, oft bis ins 16. Jh., **nicht mehr erschlossen** und auch der Boom neuer Städtegründungen waren ebenso wie die Ostokkupation zu Ende. Neue Städte brachte dann der Bergbau, im 15. und 16. Jh.

## Wald im mittelalterlichen Mitteleuropa - Holz erstrangige Ressource für Energie und als Baumaterial

Die durch Naturfaktoren bedingte Waldentwicklung, abgelaufen seit der letzten Eiszeit, wurde seit dem Neolithikum auch durch den Menschen beeinflußt (R.

POTT 1993). Die Einflußnahme verstärkte sich mit der Zeit und veränderte sich mit Siedlungsrückgängen und erneuten Rodungen. Im mittelalterlichen Europa gab es zunächst noch Wald, und, der war, wie schon oben bemerkt, ein wichtiger Wirtschaftsfaktor (CHR. DIPPER 1991), wobei wenigstens vielerorts dann die Ausbeutung die Erhaltung überwog, also Nachhaltigkeit nicht gelang. Holz stand als Energieträger wie als Baumaterial im Vordergrund. Der Soziologe und Volkswirtschaftler WERNER SOMBART sprach (so 1919) von der Periode vor 1800 als dem '**hölzernen Zeitalter**' und sah: "Aus dem Walde war alle europäische Kultur - die geistige nicht minder als die materielle - hervorgegangen. Das Holz griff - in alle Gebiete des Kulturdaseins hinein, war für alle Zweige des Wirtschaftslebens die Vorbedingung ihrer Blüte und bildete so sehr den allgemeinen Stoff der Sachdinge, daß die Kultur vor dem 19. Jahrhundert ein ausgesprochen hölzernes Gepräge trägt (zit. aus R.-J. GLEITSMANN 1984, S. 27) Die Häuser normaler Leute bestanden aus **Holz**, Holz war ihr wichtigstes, vielleicht neben Dung einziges Heizmaterial, Wege waren teilweise aus Holzbohlen. Aus Holz waren viele Gebrauchsgegenstände, ob Trinkgefäße oder Löffel. Holz wurde regelrecht verschlungen von den "waldfressenden" Gewerben (W. HUG 1992, S. 174). Alle **Metallurgie** und Schießpulver benötigten **Holzkohle,** die in Kohlenmeilern vom Köhler hergestellt wurde und die mehr reine Kohle war als Holz und höhere Heizkraft lieferte. Mit Holz siedete man **Salz**. Gewaltig war der Holzverbrauch von Salinen, wie der von Lüneburg (s. u.).

Holz war für die **Glas**-Herstellung Heizmaterial wie Rohstoff zur Herstellung von Pottasche. Gute und lange Baumstämme wurden benötigt für Schiffe. Von Bäumen, dem **Harz** der Nadelbäume, kam Pech, etwa zum Kalfatern, d. h. Dichtmachen der Schiffe, kamen Teer und Kienspäne zur Beleuchtung. Wald war Viehweide, Eichen-und Buchen lieferten Früchte für Schweine. Der deutsche Bauernkrieg 1525 war auch ein Krieg um den Wald, um dessen Nutzungsrechte, die sich die Fürsten und Adligen allein anzueignen suchten.

Für Schiffsmasten und lange Bauhölzer wurden die Stämme hoher Bäume benötigt, also **Hochwald**. Die Ernährung der Schweineherden mit Eicheln und Bucheckern verlangte immerhin Bäume, die bis zur Samenreife kamen, wie locker sie immer stehen mochten. Dichter Hochwald liefert nicht unbedingt viel für Nahrung. Andere Waldformen waren unter den damaligen Bedingungen sicherlich rentabler und wurden deshalb vielerorts bevorzugt.

Namentlich in Dorfnähe wurden die Waldungen als **Niederwald** (CHR. SUCHOMEL et al. 2008) genutzt. Man fällte noch niedrige Bäumchen, um rasch zu Holz zu kommen und auch nach Bodennutzung durch Getreide schlugen die Bäumchen anschließend, wie für Laubhölzer wie Haselstrauch typisch, wieder aus. Man sprach je nach Region von **Haubergs- oder Reutberg-Wirtschaft**, auch von Hackwal-

dungen. Es war ein Spezifikum etwa in der Eisen produzierenden Bergbauregion im Siegerland, durchgeführt in einer 'genossenschaftlichen Agrarverfassung' (R,-J. GLEITSMANN 1984, S. 33). Eine gemeinschaftlich betriebene Haubergsgemarkung wurde, etwa beschrieben vom südwestfälischen Bergland (R. POTT 1993), wo eine solche Hauberggemarkung aufgeteilt war in "Jahresschläge", auch "Jahne" oder "Haue" genannt. Der Begriff "Hauberg" erschien erkundlich hier 1467, und im 15. Jh erschienen die "**Haubergsgenossenschaften**". Alle 15 bis 22 Jahre wurde im Winterhalbjahr in der nunmehr fälligen Haue, wie es in Südwestfalen hieß, der noch kaum hohe Wald geschlagen und aus den stehengelassenen Stubben oder aus Wurzelbrut schlugen die Hölzer dann erneut aus und wuchsen bis zum nächsten Umtrieb empor. Möglich war das bei Laubhölzern. Das geschlagene Holz war vor allem das Heizmaterial der Dorfbewohner. Zwischen den geschlagenen Hölzern folgte dann in späteren Jahrhunderten einige Jahre **Roggen-, Hafer-** oder viel später gar Kartoffel-**Anbau**. Und noch im 19. Jh. und auch danach war in einigen Gegenden Deutschlands die Reutberg-Wirtschaft üblich**.** Es war also die Kombination von Niederwald-Wirtschaft mit Ackerbau. Das Reisig wurde oft an Ort und Stelle verbrannt und düngte den Boden. In Gebieten mit engen Tälern konnte so Land genutzt werden. Es gab auch Ginster-, Futter-, Streu-Gewinnung sowie Waldweide. Aber es gab noch lange Niederwald auch ohne Ackerbau, etwa mit Haselsträuchern zur Gewinnung von Haselreifen für Fässer, Zuber, Flöße, Erntestricke. Die etwa armdicken Stämme der noch ziemlich niedrigen Bäume im Niederwald ließen sich im Vergleich zu hohen Bäumen "leichter fällen und zerteilen", das so gewonnene Stangenholz lieferte "eine weitaus festere und zur Verhüttung besser geeignete" Holzkohle, und die Holzerträge bei der Niederwaldwirtschaft" lagen "höher als z. B. bei einem Hochwald mit 80-jähriger Umtriebszeit" (R,-J. GLEITSMANN 1984, S. 33).

Auch wenn der Terminus erst später üblich wurde, 1817 bei COTTA, gab es schon lange vorher, vielleicht seit dem 13. Jh. und jedenfalls seit dem 14. und 15. Jh., noch den "**Mittelwald**" (CHR. GILGEN 2011). Bei ihm ließ man zwischen der zu den Stockausschlägen genutzten Unterschicht, etwa bei Basel auch "Hauschicht" genannt, zahlreiche hohe Bäume bis zur Schlagreife eines ausgewachsenen Baumes stehen, also über mehrere Niederwaldgenerationen hinweg. Das waren vor allem Eichen, die ansonsten von Buchen verdrängt wurden. Auch die Bäume des Mittelwaldes lieferten Brennholz und boten durch herabfallende Eicheln oder auch Buchecker Nahrung für die in der Waldweide gehaltenen Tiere, Schweine vor allem, Nach allerdings langer Umtriebszeit kam man mit den hochgewachsenen Bäumen zu Nutzholz, für Schiffe beispielsweise. Im 17. Jh. ließ in Frankreich COLBERT manchen Niederwald wieder in Mittelwald überführen.

**Holz** wurde trotz allem Niederwald auch im Mittelalter, im späten vor allem,

in manchen Regionen zu einem bedenklich **abnehmenden Rohstoff** und so zu einem **Produktion begrenzenden Faktor**. Waldordnungen sollten Holzschutz bieten. Schon im späten Mittelalter beschäftige Nürnberg "**Tannensäer**". PETER STROMER (N. F. PÖTZL 2014, S. 219), Halbbruder ULMAN STROMER, des Besitzers der Gleißmühle an der Pegnitz, hatte wohl die Grundlagen geliefert. 1390 berichtete ULMAN STROMER von des Halbbruders Errfolgen 1368 (E. ISENMANN 2012, S. 867). Die voll reifen Zapfen müssen aus der Baumkrone herabgeholt werden, öffnen sich bei Wärmebehandlung und die freigegebenen Samen kommen im nächsten Frühjahr zur Aussaat (K.-H. SPIEß 2010). Nürnberg (E: ISENMANN 2012, S. 867) wurde zum Lieferanten von Waldsamen für Europa. 1368 war auch im Frankfurter Stadtwald gesät worden und 1426 war in Frankfurt ein Tannensäer aus Nürnberg eingestellt worden.Auch Laubbäume, Birken etwa, wurden dann angesät.

Wie der Forstwissenschaftler W. PFEIL 1833 (S. 165 ff.) von der Geschichte her wußte, war 1557 das Problem des Holzmangels 1557 vor dem Reichstag in Regensburg zur Sprache gekommen, hatte MELANCHTHON vor Holzmangel gewarnt und wurde im 16. Jh. bei wachsender Bevölkerung Wald in Ackerland umgewandelt. Der sächsische Kurfürst AUGUST habe bei Ausritten Eicheln in in die Erde gestochene Löcher gesenkt und die Menschen so zur Eichenanpflanzung ermuntert. Von kaiserlichen Reichsprivilegien für nützliche größere Erfindungen in der Zeit von 1500 bis 1600 wurden 78% für '**Holzsparkünste**' ausgestellt (R.-J. GLEITSMANN 1985, S. 220). Die Pest und später der 30-Jährige Krieg haben wegen der Menschenverluste das Problem des Holzmangels für etliche Zeit jedenfalls in manchen Regionen gemindert. Die Fortführung der Montanindustrie im weiteren und dann dem 18. Jh. brachte wieder große Einbrüche in die Waldbestände (R,-J. GLEITSMANN 1984).

# Technik des Mittelalters

## Technische Erfindungen - Vorbereitung für mehr

Etliche technische Erfindungen des Mittelalters beeinflußten die weitere gesellschaftliche und politische Entwicklung stark, führten, wie formuliert wurde, zu einer **neuen,** "**dynamischen**" **Zivilisation**. Das trotz der weiten Weltabgewandtheit vieler Personen. Ozeantüchtige Schiffe und die Feuerwaffen gaben Städten und begüterteren Fürsten militärische Vorherrschaft innerhalb der europäischen Gesellschaft unter zunehmendem Ausschluß der Ritter und ermöglichten schließlich dem "Abendlande" die zeitweilige Vorherrschaft über große Teile der Erde,

zumal, als es gelang, die ebenfalls gut gerüsteten Tataren, Osmanen und im 15. Jh. auch andere Asiaten in ihre Grenzen zu weisen. Einige der mittelalterlichen Erfindungen trugen also entscheidend dazu bei, die Feudalgesellschaft zu sprengen und der erweiterten Geldwirtschaft, dem Welthandel, dem Kapitalismus vorzuarbeiten. Die technischen Errungenschaften im Mittelalter waren keine Renaissance, sondern der Antike unbekannte Neuheiten, nur in wenigen Fällen, wie bei der Wassermühle und Kriegsmaschinen. nur eine Erweiterung von Errungenschaften der Antike. Nicht einmal die neuen Ziffern waren antikes Erbe. Anregungen kamen von anderswo her, vom Orient oder über ihn, Es entstanden **für Europa wirkliche Neuheiten**, auf jeden Fall starke Verbesserungen. Es war in den technischen Errungenschaften ein **Hinausgehen über die Antike** ohne erst diese völlig zu kennen (vgl. N. ELIAS 1990, S. 69), Europa war zu seinem Glück nie eine Einheit, wo man Erfindungen weithin unterdrücken konnte und die wechselseitige **Konkurrenz regte an**. **Nationalitäten** entwickelten ihre **eigenen**, die Nationen festigenden **Sprachen**, aber die Nationalsprachen waren eher als Dialekte geeignet, daß Übersetzungen von einer Sprache in die andere möglich waren und so nicht nur Latein alles bestimmte. Die Erfindungen und wenigstens ihre weitere Anwendung, die **Innovation**, kamen im Spätmittelalter, eine dann ins 16. Jh. zu versetzende "**Industrialisierung vor der Industrialisierung**", der eine zweite solche Phase im 18. Jh. folgte (K.-H. LUDWIG 1978, S. 148).

Daß es möglich war, etwa durch Mühlen für verschiedene Zwecke, nicht nur für das Kornmahlen, **Arbeit zu erleichtern**, mag zu einem optimistischer werdendem Bewußtsein, der Hinwendung "zur Welt", beigetragen haben. Der Historiker DUBY (1992, S. 82) machte für das 12. Jh. angesichts auch der Stadtentwicklung, des Lebens in der Stadt, der "raschen Bereicherung der Kaufleute" eine **gewisse Fortschrittsideologie** aus, das schon damalige Gefühl, "daß das Menschengeschlecht nicht notwendig rückwärts marschiert." Und möglicherweise aus der Sicht suf diesen Dinge hat dann ROGER BACON jene damals völlig utopischen Visionen von selbstfahrenden Fahrzeugen und gar vom Fliegen ausgeprochen. Dieser ROGER BACON, ein Franziskaner, der zu den mit Naturwissenschaft befaßten mittelalterlichen Gelehrten gehört, realer beigetragen hat zu Brille und Schießpulver, hat trotz seiner Beziehung zu Papst CLEMENS IV. möglicherweise die Jahre 1277 bis 1279 im Gefängnis verbracht, dank seinen bösartigen Mitbrüdern. Besonders das Spätmittelalter war die Zeit wenigstens der Ausbreitung der Errungenschaften.

Manche der Errungenschaften hatten wenigstens ihre **Anfänge** im **Osten, in Asien**, gar im fernen China. Das gilt für das große, Noria genannte Wasserrad, gilt für das Papier, das Schießpulver, und gab es anderswo dann weitere eigenständige und dann ebenfalls übernommene Erfindungen wie die Windmühle. Aber auch wenn

die Noria Anregungen gab, "möglicherweise das Originalmodell für alle später in Europa hergestellten Maschinen darstellt" (J. M. ROBERTS 1989, S. 141). der Maschinenbau entwickelte sich dann vor allem in Europa, Es wurde also teilweise von fern her vermittelt, was Europa veränderte, ja hier erst seine die sozialen Verhältnisse sprengende Kraft entfaltete, und was hier zu einem nicht nur zeitweiligen technischen Aufschwung führte, sondern zu einem bleibenden, einem kontinuierlichen Aufstieg auch im Bruttosozialprodukt (so a. VAN ZANDEN 2008, S. 475. Es gab in Europa nie einen generellen technischen Rückgang, etwa hinter die hier entwickelten Wasser- und Windmühlen, und an die im 16. Jh. afgekommenen Bergbaumaschinen. Auch die Aufgeschlossenheit entscheidender Europäer für Dinge anderswo scheint ungeachtet narrenhafter Vernichtung fremder Kulturgüter durch manche vor allem religiös geprägter Personen ein wichtiger Charakterzug der europäischen Kulturentwicklung zu sein. Technik anderswo, auch die der 'Naturvölker' wurde studiert.

Manche Erfindung betraf die **Technologie**, die Verfahren zur Produktenherstellung, zutreffend etwa für die Nockenwelle. Andere Erfindungen waren selbst **Endprodukt**, so verbessere Segelschiffe, Brille oder Gewichtsräderuhr.

Jene, welche als **Techniker**, als Ingenieure bezeichnet werden konnten, im späten Mittelalter, waren oft **vielseitig**. Der in Ulm und Nördlingen sowie Augsburg tätige, vor 1439 gestorbene HANS FELBER der Ältere wird bezeichnet als "Stückgießer, Baumeister, Brunnenmeister" und "Wasserbautechniker", und zwar Baumeister an bedeutenden Kirchenbauten (R. BEYER 1961). Er führt zu jenen vielseitigen Künstleringenieuen hinüber, die "**Artefici**" genannt werden.

## Quellen zur Technik im Mittelalter

Manches Detail zur Technik oder auch zur Alltagskultur findet man auf **Gemälden**, die als ansonsten als Altarbild eine Erzählung der Bibel oder aus dem überlieferten Leben von Heiligen, etwa ein Martyrium, darstellen. Mehr Darstellungen zu Kultur, Technik und Landwirtschaft bieten die viel kleineren Gemälde in Handschriften, die **Buchmalerei**, die "Buchillumination", und wie die Handschriften selbst waren die Bilder Unikate. Bebilderte Pergament-Handschriften besaßen - und besitzen - großen Wert.

Es gibt bis um 1400 nur wenige Handschriften, die technische Kenntnisse vermitteln sollten, so (s. u. a. F. M. FELDHAUS 1924 u. a.): Der Technikhistoriker FRANZ MARIA FELDHAUS, der hier öfters zitiert wird, schrieb zahlreiche Bücher zur Technikgeschichte, ist aber wegen mancher Fehler auch umstritten und kam mit Kollegen in Konflikt.

## Pergamenthanshriften zur Technikgeschichte

1. Die **"Schedula diversarum artium"**, das 'Verzeichnis verschiedener Künste' von dem Mönch THEOPHILUS im 10. Jh. oder später aus dem Rheingebiet, berichtet über die von den Mönchen betriebenen Techniken, erschlossen durch WILHELM THEOBALD. Beschrieben werden die Einrichtung einer Werkstatt, die Glas-Herstellung, der Bronzeguß. Die Beschreibung der Glockenherstellung führte zu den Bezeichnung "Theophilus-Glocke".

Von der "Schedula viversarum artium" gibt es in verschiedenen europäischen Bibliotheken zahlreiche Handschriften. 1774 fand G. E. LESSING in der Wolfenbütteler Bibliothek einen Abschrift-Kodex und publizierte ihn 1781 (Universität Köln, Philosophische Fakultät, Thomas-Institut. Im Internet). Auch im englischen Sprachraum besteht nach wie vor Interesse (PH. BALL 2015).

2. Für die Ausbildung junger Nonnen oder Klosterschülerinnen wurde um 1175, also der Zeit von FRIEDRICH BARBAROSSA, der **"Hortus deliciarum"**, "Garten der Lustbarkeiten", unter der Äbtissin HERRAD von LANDSPERG geschaffen, eine Bilderhandschrift die bei der Belagerung von Straßburg im Deutsch-Französischen Krieg 1870 mit der dortigen Universitätsbibliothek verbrannte. Von den 636 Malereien mit 9000 Figuren waren etliche, aber bei weitem nicht alle, vorher kopiert worden, so Bilder von Mühlen oder auch von einer Weinpresse.

3. Aus der Mitte des 13. Jh. stammt das **Skizzenbuch** des Architekten oder Steinmetzmeisters **VILLARD DE HONECOURT** (WILARS aus HONNECOURT), das sich in der Nationalbibliothek in Paris befindet. VILARD gelangte bis nach Ungarn und war hier an dem Wiederaufbau der von den Mongolen zerstörten Kirchen beteiligt. Die zum Teil ineinandergreifenden und in verschiedener Lage gezeichneten Skizzen zeigen Kirchengrundrisse, Bauentwürfe, ein wasserradgetriebenes Sägewerk, eine Brückenkonstruktion, eine Automatenfigur und auch ein offensichtliches Perpetuum mobile.

4. Eine Bilderhandschrift ist das **"Hausbuch der Familie Waldburg"**, das sich auf dem Familien-Schloß Wolfegg in Württemberg befindet. Der auch in der Kunstgeschichte genannte "Meister der Hausbuchs" ist mit seinem Namen unbekannt.

5. Die wertvollste und für viele Dinge einzigartige Quelle über das **Handwerk** im späten Mittelalter ist das "**Mendelsche Hausbuch**", auch "Mendelsches Zwölfbrüderbuch" oder "Mendelsche Bilderchronik" genannt (F. M. FELDHAUS 1954, F. KLEMM 1965), aufbewahrt in der Stadtbibliothek Nürnberg. Die Chronik stammt aus einem 1388 in Nürnberg von dem dortigen Handelsherrn KONRAD MENDEL Altersheim, dem "Zwölfbrüderhaus", in dem gleichzeitig stets 12 alte Handwerker

ihren Lebensabend verbringen konnten. Die "Brüder" wurden bei Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit in kolorierten Federzeichnungen dargestellt, weshalb auch die zeitgenössischen Handwerksgeräte und Techniken vorgeführt sind. Der 1. Band der Chronik mit über 300 Bildern umfaßt die Jahre etwa zwischen 1425 bis 1559. Manche der in Nürnberg nachgewiesenen Handwerksberufe sandten aber offenbar keine Vertreter in das Zwölfbrüderhaus, so Glaser, Bürstenbinder, die nach 1450 nachweisbaren Brillenmacher, fernerhin die Zirkelschmiede, Kompaßmacher, Buchdrucker - also die kapitalkräftigeren Berufe. Die im Zwölfbrüderhaus vertretenen Handdrahtzieher unterlagen damals zunehmend der Konkurrenz durch die aufkommenden Drahtziehmühlen. An Technik werden etwa gezeigt: Trittwebstuhl, Wippendrehbank, Polieren mit Wasserkraft, Schraubstock (F. KLEMM 1965). Schmied ist kein einheitlicher Beruf, es gibt verschiedene Schmiede.

6. Eine eigene Literaturgattung technischen mittelalterlichen Schrifttums sind die **kriegstechnischen Handschriften**, die in Wort und Bild mit dem Kriegswesen zusammenhängende, aber auch friedliche Technik, so Mühlen und Badehäuser, vorstellten. Die erste dieser kriegstechnischen Handschriften ist der "**Bellifortis**" von CONRAD KYESER aus dem Jahre 1405 (F. M. FELDHAUS 1931, G. QUARG 1967). Diese kolorierte Handschrift wurde 1773 vom damaligen Kurfürsten von Hannover für 7 Dukaten in Nürnberg für die Universitätsbibliothek in Göttingen aufgekauft und fand damit ihren Weg in eine öffentliche Bibliothek. Die Pergamenthandschrift besteht aus 140 Blättern, umgeben von einem schönen Ledereinband wohl aus dem 16. Jh. Die erste wissenschaftliche Veröffentlichung über den "Bellifortis" stammt von 1871. Das Leben KYESERs ist nur bruchstückhaft aus den Rahmentexten seiner Handschrift zu erschließen. Der am 26. August 1366 in Eichstätt geborene C. KYESER hatte offenbar eine gute Ausbildung genossen, auch in Medizin, nahm wohl an dem 1396 mit einer Niederlage bei Nicopolis (Bulgarien) gescheiterten Türkenzug des nachmaligen Kaisers SIGISMUND teil und war anschließend wohl bei dem Böhmenkönig WENZEL, dem Bruder SIGISMUNDs, angestellt. Nach dem Sturze WENZELs hat er möglicherweise in einer Art Kriegsgefangenschaft die kriegstechnische Handschrift des "Bellifortis" vollendet, die das Abschlußdatum 23. Juni 1405 trägt. Außer frühen Feuerwaffen zeigt der "Bellifortis" Belagerungsgeräte, aber auch kleinere Kriegstechnik, so Schutzkleidung im Belagerungskampf, Schwimmgürtel, im Schnee benutzbares Schuhwerk, in Wegen zu verbergende Haken, auch solche mit Widerhaken zur schweren Verletzung der Füße von Menschen und offenbar auch Pferden.

Diesem "Bellifortis" ähnliche Handschriften folgten und es gab auch immer mehr eigenständige, abweichende. Dem "Bellifortis" ähnlich ist eine weitere in Göttingen aufbewahrte Handschrift. Weitere solche Handschriften (F. M. FELDHAUS 1924) befinden oder befanden sich in Heidelberg (Ms. philos. 64) Donaueschingen, Karls-

ruhe, Wien, Hermannstadt (Sibiu) in Siebenbürgen. In München befindet sich die in vielem eigenständige Handschrift eines Kriegstechnikers, der laut etlichen Notizen an den Hussitenkriegen teilnahm und wegen seines unbekannten Namens als der "**Anonymus der Hussitenkriege**" bezeichnet wird. Die umfangreichste dieser kriegstechnischen Handschriften ist die in Weimar aufbewahrte, die als "**ingenierkunst-und wunderbuch**" bekannt wurde. Eine auf 1453 datierte Handschrift stammt von HANNS HARTLIEB, der im Dienste des Herzogs ALBRECHT III. von Bayern stand. Auf das Jahr 1471 läßt sich eine illustrierte technische Handschrift von MARTIN MERCZ datieren (F. M. FELDHAUS 1924). Für MERCZ gibt es ein Grabdenkmal an der Stadtpfarre in Amberg, das wohl das älteste Denkmal für einen Ingenieur. Es stellt ihn als Ganzkörperplastik mit einem verlorenen Auge dar. Eine der letzten dieser Bilderhandschriften ist die des LUDWIG von EYBE von HARTENSTEIN, die in Erlangen aufbewahrt wird (F. M. FELDHAUS 1924). Der Kreis, der diese Handschriften kannte und benutzte war klein. Die vielen Abbildungen erforderten eine lange Herstellungsdauer.

Unabhängig sind kriegstechnische Handschriften in **Italien** angefertigt worden, so die des JOANES FONTANA aus der Zeit um 1420 und die öfters kopierte von JACOPO MARIANO aus Siena, mit Kopien etwa in München, Paris und Venedig. Mit dem Buchdruck kamen auch **gedruckte** Schriften über Kriegstechnik. Kriegsmaschinen teilweise eigenwilliger Konstruktion bildet ROBERTO VALTURIO aus Rimini ab, dessen Werk um 1460 verfaßt und 1472 in Verona gedruckt wurde und **das erste gedruckte Werk der Ingenieurtechnik** war, bis 1555 noch mehrfach aufgelegt (F. M. FELDHAUS 1924). Der Augsburger Buchdrucker LUDWIG HOHENWANG gab 1476 eine von ihm gefertigte Übersetzung des antiken Schriftstellers der Kriegstechnik VEGETIUS mit den beigefügten Abbildungen des VALTURIO heraus.

Von dem Maler CENNINO CENNINI in Florenz blieb ein Buch von 1437 über die Technikens des Malens, einschließlich der Farben und ihrer **Herstellung** (F. SEEL et al. 1974) erhalten.

**Bildliche Darstellungen**, ohne Text, geben manchen weiteren Aufschluß über Technik im Mittelalter. Zeigen Altargemälde Geschehnisse aus der Bibel oder dem Leben der Heiligen und Märtyrer, so gibt es auf diesen Gemälden, etwa im Hintergrund und oft klein, auch Darstellungen zu Produktion und Technik, etwa Baumaschinen. Wurde die in der Bibel berichtete Fahrt von Jesus und seinen Jüngern auf dem See Genezareth dargestellt, malt man das in zeitgenössischen Schiffen, so in einem Wandgemälde in der Klosterkirche von Oberzell auf der Insel Reichenau im Bodensee bei Konstanz.

Eindrucksvoll ist die Darstellung von Schiffen, Waffen, Kleidung, Rittern und

Pferden und anderem auf dem **Teppich von Bayeux** mit seinen etwa 70 Szenen von Geschehnisse um die Eroberung Englands durch den Normannenherzog WILHELM DEN EROBERER, der **1066** in der Schlacht von Hastings das angelsächsische Heer besiegte und den englischen Königsthron bestieg. Gewebt nach dem Ereignis, mit 8 verschieden gefärbten Wollarten, ist der Teppich etwa 70 Meter lang, 0,5 Meter breit. Er hing, als hochgeschätztes Kulturgut Frankreichs 1730 von dem gelehrten Benediktiner BERNARD DE MONTFAUCON beschrieben, in der Kathedrale von Bayeux und befindet sich heute in einem eigenen Museum dieser Stadt. Mit DE NONTFAUCON, der viel unternahm zur Erschließung der Kirchenväter und der griechischen Literatur, wurde die systematische Vorstellung der kulturellen Monumente der Vergangenheit Frankreichs begonnen, in "Les Monuments de la monarchie francaise" 1729 . 1733. Das ist auch ein Beitrag zur Technikgeschichte.

## Die Welt des Handwerks, die Welt der Zünfte und Gilden

Handwerker gab es immer. Sie waren nötig auf den größeren Hofwirtschaften, nötig in den Klöstern. Da es seinerzeit kaum möglich war wie in späteren Manufakturen zahlreiche Handwerker unter einem Dach zu vereinigen, mußte dem Handwerker "eigener Haushalt mit Werkstatt" zugestanden werden und auch bei persönlicher Unfreiheit gab es also ziemliche "wirtschaftliche Selbständigkeit" (E. PITZ 1978, S- 21). Stadtherren, wie der Bischof von Würzburg, hatte immer welche in seinem Dienst (W. SCHICH 1977). Mit der Stadtentwicklung entfaltete sich das Handwerk, das persönlich freie. Alle im normalen Alltag benötigten Güter, von den Schuhen und den Textilien der normalen Bürger bis zum kostspieligen Ketten- oder später dem Panzerhemd der Ritter wurden von **produzierenden Handwerker**n zunehmend in den sich entwickelnden Städten hergestellt, Handwerker, wie sie für die dort allerdings nicht in Zünften organisierten Handwerker Nürnbergs etwa im MENDELschen Hausbuch abgebildet werden. Die **Arbeitsteilung schritt immer weiter** und Übergriffe von einem Zweig in den anderen wurden nicht geduldet. Produktionsstätte war der eigene Handwerksbetrieb. Je nach der notwendigen Ausstattung mußte bei Neuanlage erst einmal inverstiert werden. Betrieb und Familie waren eine Einheit. Die Ehefrau war also jederzeit für die Familie wie für den Betrieb verfügbar. Auch die Arbeitszeiten lagen in der Hand der Meister.

In den Städten organisierten sich die Handwerker oder versuchten es, namentlich bei zunehmend größerer Handwerkerzahl. Ihre wichtigste Organisationsform war die **Zunft,** es erstanden also **Zünfte** oder Innungen, oder Gilden. Letzterer Begriff galt zuerst für die Kaufleute. Es ging um den Erhalt der Handwerksmeister

und deren Erhalt gegen Konkurrenten innerhalb und außerhalb der Stadt. Der Handwerker und auch Handwerksmeister war niemandes Leibeigener, konnte also wegwandern. Andererseits gab es keine Gewerbefreiheit. Niemand konnte einfach von sich aus produzieren, was und so viel er wollte. Alles war geregelt, war vorgeschrieben. Für die Mitglieder der Zünfte war der Lebenskampf aber erfreulich abgemildert, gab es Sicherheit, bis hin zum Begräbnis. Eine der ältesten deutschen **"Zunft"urkunden** ist die der Schuhmacher von **Würzburg 1128**, die unter Akzeptanz etlicher Abgaben Schutz beim Bischof, dem Stadtherrn, suchen und finden (W. SCHICH 1977). Für **Worms** werden genannt die Fischhändler 1106/1107, die Schuhmacher in Würzburg 1128, die Schuhmacher in Rouen und die Gastwirte in Chartres 1147, die Bettziechenweber in Köln 1149, zahlreiche Handwerkergilden werden von England vermeldet (E. PITZ 1978, S. 25). In der Bergstadt **Freiberg** in Sachsen erhielt die Krämerinnung vom Stadtrat, dem 'Rat der Vierundzwanzig", am 7. April **1283** ihre geschriebenen und einen Tag später vom Markgrafen bestätigten Statuten (O. E. SCHMIDT 1928 b, S. 71). Um dieselbe Zeit einigten sich zu "festgefügten Gilden" die Bäcker, Fleischer, Schuster, Schneider. Von den Krämern trennte sich später die Gewandschneidergilde, also die Tuchhändler, und es kamen später hinzu "die Zünfte der Wollweber, Schmiede, Leinewebe, Kürschner, Messerschmiede, Böttcher, Sensenschmiede und "Goldschmiede ..." In **Zürich** werden für 1336 13 verschiedenste Berufe in sich vereinigende Zünfte genannt, der eine aristokratische Körperschaft gegenüberstand (V. GITERMANN 1949, S. 41/42) und 1350 verteidigten sich die Zünfte blutig und mit Hinrichtungen ihrer Gegner (S. 44). Die meisten **Kölner** Zunftordnungen wurden "kurz nach 1396 kodifiziert" (D. EBELING 1987). Für **Speyer** werden für 1377 17 Zünfte angegeben (H. KELLENBENZ 1976). Um auch kleinere Städte zu berücksichtigen: In **Oschatz** in Nordwest-Sachsen gibt es von 1391 einen Innungsbrief der Wollweber mit der aus Flandern eingeführten Technik und die Bestätigung der Handwerksorndung (Werte unserer Heimat, Band 30, S. 100). In der nördlich von Leipzig gelegenen Mittelstadt **Delitzsch** werden im Stadtmuseum (2017) genannt für die Gründung von Innungen: 1397 Gerber und Schuhmacher, 1406 Fleischer, 1434 Schneider, 1432 Tuchmacher, 1434 Bäcker, 1441 Schmiede, 1456 Leineweber, 1471 Lohgerber, 1495 Töpfer, 1532 Böttcher, 1537 Kürschner 1556 Wagner und Stellmacher, 1587 Tischler, 1617 Zimmerleute, 1624 Sattler, 1663 Bortenmacher (Posamentierer), 1668 Seiler, 1678 Nadler, 1705 Buchbinder, 1722 Maurer, Maler und Steinhauer, Schlosser, Nagelschmiede, Büchsen- und Uhrmacher, 1787 Barett- und Strumpfstricker, 1800 Beutler und Handschuhnacher. Schon im 15. Jh. gab es Spezialisierung der Schmiede. Die letzten Zunftgründungen in Delitzsch fallen also in eine Zeit, da es schon dem Ende der Zünfte entgegenging.

Je nach **Anforderung** auch der **Umgebung** gab es in den verschiedenen Städten eine unterschiedliche Zahl von Handwerkern einer Zunft, denn etwa in einem

**Weinbaugebiet** wie Würzburg wurden viele Büttner, Böttcher, also Faßhersteller, benötigt. In einer Region mit vor allem **Weinbau** wie in Teilen von Süd-Frankreich war **Faß-Herstellung** zu Hause (F. BRAUDEL 1986, S. 351).

**Spezialisierung** ließ manche Stadt zu einer europäische Handelsgröße werden, so durch Barchent die Stadt Biberach, durch Tuche Reutlingen, durch Gerberei und Lederindustrie Offenburg (O. BORST 1986, S. 143/144). In **Hafenstädten** (A. BAER 2002) gab es für dort spezifische Handwerke und Berufe, so neben den Bootsleuten Schiffszimmerer, Ankerschmiede, viele Böttcher, die Blockdreher für Schrauben aus Holz,

Auch die **Spezialisierung**, die weitere Aufteilung unter den Handwerken nahm immer mehr zu. So trennten sich, etwa in Würzburg, die Leder herstellenden Gerber von den Schuhmachern im 13. Jh., in Trier und Nördlingen im 14. Jh. (W. SCHICK 1977).

Für **England** werden Zünfte zwischen 1100 und 1135 angegeben für Oxford, Huntingdon, Winchester, Lincoln und dann London (E. PITZ 1978, S. 25). Für **London** (N. FERGUSON 2013, S. 83) werden folgende Zünfte angegeben: Weber mindestens im Jahre 1130, Bäcker 1155, Fischhändler 1272, Tuchhändler 1364, Golschmiede, Schneider, Kürschner 1372, Textilhändler 1384, Trockenwarenhändler 1428. Sie übten auch politische Macht aus.

Das **Versorgungshandwerk** waren die Bäcker, Fleischer/Metzger, Schuster, Bierbrauer. Sie hatten ihre Kunden vor allem in der eigenen Stadt, Aber etwa bei Nürnbeger Lebkuchen nicht nur. In **Hildesheim** hat die offensichtlich mitgliederstarke Gilde der Fleischer sich ein sehr schönes Gildehaus erbaut, ab 1529, das 1945 total-zerstörte und später rekonstruierte Knochenhauerhaus, am Alten Mark, manchmal als das schönste Fachwerkhaus der Welt bezeichnet (Wikipedia 2016), Neben diesem Haus entstand das Bäckeramtshaus (Internet).

Manche Handwerkszweige waren mehr **exportorientiert**. Viele Handwerker produzierten Teile, die andere Meister zum Endprodukt zusammensetzen durften (H. HAUSSHERR 1955). **Zunft-Verordnungen** bstimmten die Aufteilung der Handwerke, damit die Art und Umfang der Produktion im einzelnen Handwerksbetrieb, die Zahl der Meisterwerkstätten für jedes Handwerk, die Betriebsgröße mit Zahl der Lehrjungen und Gesellen. Vorteilsnahme einzelner auch durch technische Neuerungen und damit Arbeitslosigkeit anderer sollte verhindert werden. Konkurrenz von außerhalb der eigenen Stadt wurde abgewehrt (H. GROSSMANN 1935). Je enger es für die Zünfte wurde, desto rigider wurden oft die Regulierungen. Es gab, berichtet für Köln im 18. Jh. (D. EBELING 1987). Zurückweisung und Zerstörung auswärtiger Produkte, auch weitere Beschränkung bei Aufnahme neuer Meister, auch "willkürliche Verlängerung der Gesellenzeit" (S. 33). Fehlender Wettbwerb



Abbildung 671: Hildesheim: Alter Markt, Knochenhauerhaus.

brachte nicht Pfusch, da die Qualität der Produkte kontrolliert wurde. Dazu hatten die Städte auch ihre Maßeinheiten, etwa ihre Längenmaße. Die Abschottung war auch bedingt durch begrenzte Konsumentenzahl, denn die Stadtarmut konnte kaum kaufen und es gab eben überhaupt das, was im 20.Jh. auch "Unterkonsumtion" wegen unzureichender Geldverteilung genannt wurde. Gerade die 'Barfüßigen' konnte sich wohl keine oder kaum Schuhe kaufen, was den 'Flickschuster' nötig machte. Vielfach wurde **auf Bestellung**, auf Auftrag von einzelnen Kunden gearbeitet. Warenproduktion für eine **noch unbekannte Nachfrage**, **Angebot** in der Hoffnung **auf** noch **unbekannte Abnehmer**, die oft überwiegende Produktion in der kapitalistischen Wirtschaft, überschritt engere Auffassungen. **Exportorientiertes Handwerk** war auf den im Exportgeschäft tätigen Kaufmann, auf die von Fernhändlern besuchten Märkte, angewiesen. Es wurde damit Handwerkern möglich, auf Märkten örtliche Spezialprodukte, für welche sie in ihrer Stadt nur eine begrenzte Kundschaft hatten, nach weithin zu verkaufen. Wohl nur wenige Handwerksmeister konnten selbst mit ihren Produkten auf fernere Märkte reisen. Gerade **für den Export** wurde auch **für einen noch unbekannten Bedarf gearbeitet.** Wurde eine Ware **erst erzeugt** und anschließend angeboten, wurde **Marktproduktion** betrieben. Heute ist das eher normal. Es kam vom Lohnwerk zum Preiswerk. Der Markt etwa für Nahrungsmittel lohnte und lohnt sich auch heute bei noch unbekannter Käufermasse. Technische Neuerungen konnten sich unter Znftaufsicht kaum oder nur eher unmerklich durchsetzen. Immerhin gilt Nürnberg als Ort der Erfindung der Taschenuhr, im 15. Jh. Die Gesellschaft strukturierte



Abbildung 672: Lublin / Polen.

sich stabil. Die Produktion für den einzelnen Betrieb wurde so begrenzt, daß andere möglichst nicht geschädigt wurden. War es Menschlichkeit oder Einengung persönlicher Freiheit? Die "Freiheit" des einzelnen war noch lange keine hochangebundene Frage. Nicht in der Produktion, nicht in der Religion! Wer zudem etwas erreicht hatte, wollte und sollte es nicht ohne weiteres verlieren. "Schöpferische Zerstörung" für das rasche Aufkommen von Neuem war nicht gefragt. Man lästert heute gern über "Besitzstandwahrung". Diese wird verworfen vor allem von Besitzstandsmehrern! Die Stellung als Meister war oft Privileg bestimmter Familien. Handwerker der gleichen Branche wohnten wenigstens oft **nebeneinander**, wie man es heute in den Altstädten Marokkos trifft. Und so gab es eben in den deutschen Städten die 'Fleischergasse', 'Gerberstraße' usw.

Manche Produktion mußte **außerhalb der Stadt** betrieben werden. Die **Gerber**werkstätten verursachten zu viel Gestank. **Glaser** produzierten brand-gefährlich.

Eine vielseitig produzierende Handwerkerstadt war die freie Reichsstadt **Nürnberg** (M. DIEFENBACHER 2000). Hier hatte das Patriziat die Macht erhalten können und Zünfte gab es nicht, wohl aber Reglements, die Zunftordnungen gleichkamen. In Nürnberg stellte man eigentlich alles her, was damals hergestellt werden konnte und die Fernhändler brachten die Waren bis weit in den Orient. Bei den exportorienten Handwerken in Nürnberg wurde zu verhindern versucht, daß andere als Nürnberger Bürger in diesen Berufen tätig waren und entsprechende Kenntnisse erwarben, und es sollte diese Kenntnisse nicht nach anderswohin übertragen werden. Reiseverbote für die eigenen Leute verhinderten allerdings auch Kenntnisnahme von Neuerungen anderswo. Innerhalb der Nürnberger Stadtmauern lebten 1497 mindestens 54.000 Bewohner. In dem Landgebiet, damals noch klein, kamen mindestens 54.000 Menschen dazu. Um 1363/ 1370 hatte es in Nürnberg etwa 50 Handwerksgruppen gegeben, mit 1363 1.290 und 1370 1.171 Meistern. In der er-

sten Hälfte des 17. Jh. werden 114 genannt. Um 1620 wies Nürnberg wohl gegen 40.000 Einwohner auf. Im Jahre 1621 werden in Nürnberg 3.700 Handwerksmeister gezählt, also bis 10% der Einwohnerschaft. Etwa 40% der Bewohner waren regelmäßig arbeitende Handwerker, Gesellen, Stückwerker. Auch bei Verwendung gleicher **Rohstoffe**, ob **Holz, Eisen, Buntmetall, Holz, Leder, Textilfasern**, war die Verarbeitung auf immer mehr spezialisierte Berufe aufgegliedert. In viele spezialisierte Gruppen gegliedert waren die ca. 40 eisenveabreitenden Handwerke. Zu diesen also auf hoher Arbeitsteilung beruhenden Handwerken zählten die verschiedenen **Werkzeugmacher** mit Ahlenschmieden, Amboßmacher, Feilenhauer, Meißelmacher, Sägeschmiede, Schmiede für Bohrer, Schaufelschmiede, Scherenmacher, Sensen- und Sichelschmiede. **Haushaltswaren** lieferten etwa die Becherer, Eimermacher, Flaschner, Nadler, Schraubenmacher, Trichtermacher, Wannenmacher. In der zweiten Hälfte des 16. Jh. wurden etwa 40.000 Messer pro Woche hergestellt. Dem **Aufbewahren von Nahrungsgütern** dienten Fässer, für Wein und gesalzenen Fisch. **Waffen** wurden erzeugt durch die auf Panzer- und Kettenhemder spezialisierten Salwirte oder Sarwürker, durch die Blechhandschuhmacher. die für Plattenharnische zuständigen Plattner, durch die Armbruster, 1552 wurden auf einmal 15.000 Büchsen geliefert. Eine eigene Handwerksordnung erhielten 1624 die Harnischpolierer. Als Marktbeherrscher galt Nürnberg beim **Geschützgießen**. Spezialhandwerke waren etwa Kompaßmacher, Messingbrenner, Messingschlager, Brillenmacher, Drahtzieher mit Wasserrad, Fingerhüter, Spengler, Trompetenmacher, Sanduhrmacher. Es gab die Zirkelschmiede, die Steigbügelmacher, Es gab **Tuchherstellung** und **Färben**. Auch die Glasherstellung. Manches Handwerk diente dem **Luxus** von Reichen, etwa der Herstellung von Gold- und Silberschmuck, auch Prunkwaffen. Der Vater des Malers ALBRECHT DÜRER war Goldschmied, die Mutter Goldschmied-Tochter. Und das waren nicht die einzigen Nürnberger Goldschmiede. Wenn man das Geld der Reichen schon nicht einfach durch Enteignung verteilen konnte, so kam es über Luxuswaren wenigstens zu einer etwas breiteren Verteilung. Jedoch die Rohstoffgewinnung, die Gewinnung von Silber oder Gold, geschah meistens unter erbärmlichen Bedingungen, fast als Schande einer zivilisierten Gesellschaft. Der Rohstoffeinkauf für die einzelnen Gewerbe war ungleich teuer. Hoch war der Preis etwa für die Häute verarbeitenden Gerber (D. EBELING 1987).

## Handel - Der Kaufmann und der Verleger - Auflösung der Zünfte

Es gibt Dinge, die sind lokal gebunden. Rohstoffe etwa. Salz wurde und wird nur lokal gewonnen, wurde aber allerorts benötigt und daher ersehnt. Salz-Handel ist alt.

Auch Holz ist ungleich verteilt. Konservierte Fische kamen von der See. Manche Gegenstände werden nur in manchen Orten sachgemäß hergestellt. Tuchmacherei in großem Stil war an Manufakturen gebunden. Spezialprodukte mußten nach weithin verkauf werden, Das alles mußte der Handel ausgleichen. Von Fernwaren noch ganz zu schweigen. Da Handel manchmal Reichtum schuf und dieser auch stark abgestrebt wurde, da Händler Waren auch entnervend anboten, erschien das Bild des Kaufmanns, des selbständigen, manchmal getrübt. Aber unter Risiko Waren von anderswo herbeizuschaffen muß in vielen Fällen als großes Verdienst gelten. Die Kaufleute waren wohl jene, welche außer den Kriegern das größte **Risiko eingingen** und vor wenigstens von ihnen inspirierten Seefahrten in die Ferne und vor langen, auch jahrelangen Landwegen nicht zurückschreckten. Bei allem herrschaftlichen Schutz, der Kaufmann und private Unternehmer mußten das Risiko tragen vielleicht auch unterzugehen. Kaufleute schlossen sich zusammen in **Gilden**, wenn auch ohne Zunftzwang. Im Zusammenschluß wurden die Risiken gemildert. Kaufleute waren zwar kaum Eigentümer von Schiffen, sondern mieteten diese mitsamt deren Besatzung (P. DINZELBACHER 2010, S. 93). Aber der Untergang von Schiffen traf schwer.

Wie im Handwerk so im **Handel**: Vieles war **Privileg, war gar Monopol**, **Marktrechte** wurden verliehen. Alles unterlag strenger **Kontrolle**.. Das diente gewiß dem Kunden. Aber es diente namentlich auch denen, welche die Privilegien vergeben konnten. Leipzig erhielt 1497 neue Meßprivilegien und ab 1507 durfte in einem Umkreis von 15 Meilen, den Bannmeilen, keine andere Messe oder Niederlage bestehen (H. GIESECKE 1972, S. 106). Das Vermögen etlicher Kaufmannsgeschlechter war so hoch, daß Fürsten, ja selbst Kaiser, bei ihnen in Schuld gingen, Kredite aufnahmen.

Aber neue **kapitalistische Betriebsformen** entstanden außerhalb der Kontrolle des alten Städtewesens und seiner Zunftverfassung, nämlich auf dem flachen Lande oder in freieren See-Export-Häfen. Hier gab es keine Organisation in Zünften. Die geschlossenen Zünfte, in denen über alle gewacht wurde und auch der Verkauf geregelt war, verloren ihre Stellung bis zu einem gewissen Grade durch den **Kaufmann**, den Handelsmann, **Geld** war für den Tausch eine große Erleichterung, also die Bezahlung in **Silber** und dann mehr abgelöst durch **Gold** (F. BRAUDEL 1986, S. 178). Manches Handelsgut war **Luxusware**, auch jene Gewürze, die sich nicht alle leisten konnten. Der einzelne verbraucht Salz und Gewürze nur in begrenzten Mengen, aber viele verbrauchen eben doch viel und ließen den Handel mit fernen Gewürzen besonders attraktiv werden. Der Kaufmann übernahm auch wertvollere Güter der Handwerker und brachte sie auf den Markt. Die mögliche Abnahme, das Interesse von Käufern wurde wohl möglichst von vornherein auch einkalkuliert. Diese Entwicklung ging voran etwa in Florenz mit der Tuchmacher-

Industrie (L. FEBVRE 1995, S. 176/177). Beim Kaufmann konzentrierte sich das Kapital. Auch der Aufstand und die Machtergreifung der Tuchmacherzunft im Stadtstaat Florenz 1282 ändert das nicht. "So löst sich die geordnete Gesellschaft des Mittelalters von innen auf" (S. 177). Im **Verlagswesen**, das aus dem Mittelalter hinausführte, streckte der Kapitalbesitzer als Unternehmer dem Produzenten, dem Handerksbetrieb Material und Werkzeuge vor, ließ den Handwerker, dem also die Werkzeuge nicht gehörten, vom Verleger gegebene Aufträge erfüllen. Der Verleger trug immerhin das 'Marktrisiko'.

Ein großer Zusammenschluß kam mit der **Hansa**.

Im Süden kam um 1380 die 'Große **Ravensburger Handelsgesellschaft**', mit den HUMPIS als führende Familie, eine frühe Compagnie, noch vor den FUGGERN, mit Niederlassungen in ganz Europa (Wikipedia 2016, 2019, SWR). Handelsgut der bis 1531 bestehenden Handelsgesellschaft waren vor allem Tücher und wertvolle Stoffe.

Mit dem Aufstieg der Städte kam im Hoch- und Spätmittelalter auch der Aufstieg von ihren Reichtum vererbenden und von Generation zu Generation vermehrenden 'Geschlechtern'. Das waren etwa in Florenz die schließlich oft die Stadt beherrschenden **Medici**, Die Medici stellen Päpste, ihre Töchter heiraten in Königsfamilien ein. In **Augsburg** wirken die **Fugger** und die **Welser**.

Im Herzen von Frankreich, in Bourges, wirkte der Kaufmann JACQUES COER, auch Finanzminister bei dem ab 1422 in Frankreich regierenden König KARL VII. COERs Palast in Bourges inmitten der Stadt kann noch bewundert und besichtigt werden.

Der Handel **über Land,** ob von Waren oder das Treiben von Lebendvieh, war an sichere Wegstrecken, **Straßen, wie die Via regia**, gebunden (O. E. SCHMIDT 1924, S. 183 ff.). Nach einer Tagesstrecke von etwa 25 km benötigte der Führer eines Wagens einen sicheren Ort zur Übernachtung, der Pferdeversorgung, eventueller Reparaturen und das war etwa in Sachsen und der seinerzeit böhmischen Lausitz etwa auf der Strecke Großenhain - Kamenz - Bautzen - Löbau - Görlitz und dann den schlesischen Städten gegeben. Auch Flußübergänge, etwa durch **Fähren,** waren an den Streckenweg gebunden. Un auf den vorgegebenen 'Straßen' konnten auch die Gebühren etwa für den Landesherrn eingezogen werden.



Abbildung 673: JACQUES COER. Bourges.

## Viele wollten am Handel mit profitieren - durch Zölle, Straßengebühren, Stapelrechte

Für den freien Warenverkehr gab es viele Einschränkungen, weil man von dem Transport Abgaben verlangen konnte. Für Straßen- und Brückenunterhaltung war gewiß manches an Abgaben berechtigt. Aber es wurde auch gewaltig überzogen. Auf den Normalkunden kam Überteuerung der Waren.

**Zölle** allerorten waren ein Mittel, damit Herrschende aller Art sich an den Gewinnen der Kaufleute beteiligen konnten - und das möglichst nicht zu knapp. Geographisch ungünstige Verhältnisse wurden auch frivol ausgenutzt, so bei Burgen an Flüssen. Dem Bischof von Meißen verlieh Kaiser OTTO II. 983 den bei Meißen erhobenen Elbzoll (O. E. SCHMIDT 1924, S. 13). Für Zölle günstig waren auch Meerengen zwischen den Küsten von Dänemark und dem bis 1678 auch dänischen und dann schwedischen Schonen. Hier ließen sich die "Sundzölle" erheben, um die man sich balgte. Der satirisch denkende RIESBECK bemerkte 1783 (in 1976, S. 536) Im 12. und 13. Jh. "wußten sich" in dem seitdem anarchisch bleibenden Deutschland "die rheinischen Fürsten, besonders die Geistlichen, von den ohnmächtigen Kaisern so viele Zölle zu erschmeicheln und zu ertrotzen, daß endlich fast jede Stadt eine Zollstädte ward." Und das blieb, und 1783 sah Riesbeck, daß es in dem kleinen Stück zwischen Mainz und Koblenz 9 Zollsätten gab.

Das **Stapelrecht** bestand darin, daß beim Durchfahren einer Stadt, auch etwa bei der Schiffahrt auf dem Rhein, die transportierten Waren vor dem Weitertransport in der Stadt mit Stapelrecht erst einmal angeboten werden mußten. Für die in einem Ort gestapelten Waren gab es dort ein Vorkaufsrecht. so in Mainz und Speyer. Ausgebaut vor allem im 17. Jh. galt das für Köln (D. EBELING 1987), wo die Waren meistens ohnehin umgeladen wurden von den größeren Schiffen zwischen Rheinmündung und Köln auf die kleineren Schiffe von Köln rheinaufwärts. Kein Fremder sollte in Köln mit einem anderen Fremden ohne Vermittlung eines Bürgers von Köln Handel treiben. Infolge des Stapelrechts aufgekaufte Waren hat mancher dann teurer weiterverkauft.

Trotz allem gab es sehr reich gewordene Kaufmannsgeschlechter. Auch solche, wie die Medici in Florenz, welche das Stadtregiment, ja einen ganzen Staat, eben auch Florenz in der Toskana, übernehmen konnten. Im deutsche Augsburg bestimmten viel die Fugger, und die Welser.

## Großgewerbe im spätmillelalterliche Florenz

Im Mittelalter erscheinen auch schon größere Betriebe, die man als **Manufakturen** bezeichnen muß. In Florenz färbt um 1350 nicht mehr nur eingeführte **Tuche**, sondern stellt eigene her, kommt die 'Arte della Lana' (F. BRAUDEL, S. 82). **Florenz** ist keine Hafenstadt am Meer, kann nicht so vom Handel leben. Hier beginnt also so etwa sie wie 'Industrialisierung' Italiens.

## Energie und Energiequellen im Mittelalter

Als **Primärenergiequellen** wurden im Mittelalter genutzt: 1. **Muskelkraft** von Mensch und 2. Tier, 3. die Verbrennungswärme von **Holz**, lokal fossile Kohle, schließlich 4. **Wasserkraft** und 5. **Windkraft**. Alle diese Energiequellen bis auf die nur lokal genutzte Kohle waren prinzipiell regenerativ, konnten ersetzt werden; Wind und machmal auch fließendes Wasser konnten schwanken. Holz wuchs nach, bei Waldzerstörung durch Übernutzung jedoch nicht sofort, wenn überhaupt.

Was damals an Wind-Energie verbraucht wurde war natürlich eine Kleinigkeit gegenüber dem, was viel später im Elektriziätszeitalter verbraucht wurde, als etwa für Windnutzung Windräder ganz anderer Dimension gebaut werden mußten. Aber die Energie- und Rohstoffquelle Holz litt mancherorts gewaltig. Und **Mühlenstaue** hatten besonders im flachen Land **landschaftsverändernde Auswirkung**, führten zu weiter Vernässung.



Abbildung 674: Kran Lüneburg.

Zur Nutzung der **Muskelkraft** von Menschen und etlichen Nutztieren wurden eine Reihe von Maschinen verwendet, teilweise aus dem Altertum stammend und verbessert, manche neu. **Kräne mit** von Menschen getriebenen, "getretenen" **Treträdern** waren an Flüssen in Häfen oder auch auf Schiffen montiert. Kräne erscheinen im 13. Jh. Als ältester erhaltener **Drehkran** in Deutschland gilt der von Lüneburg von ungefähr 1330. Der ältere der beiden Kräne von Trier stammt von 1413.

Auch das Mahlen von Mehl wurde auch noch mit Hand ausgeübt. Die an der Wand befestigte Trogmühle war schon eine Erleichterung.

Das **Pferd** wurde erweitert genutzt, teilweise durch Dinge, welche in der Antike Vorläufer hatten. Es gibt sicherliche regionale Unterschiede in diesen Nutzungen, bei dieser 'Pferderevolution'. Eine **große Verbesserung** war das auf den Schultern liegende **Kummet**. Ein besseres Anschirren war gegeben. Nicht mehr wurde wie bei der früheren Anspannung mit einem Riemen um den Hals die Luftröhre eingeengt und so die Leistung begrenzt. Man konnte jetzt **Pferde** auch paarweise **hintereinander** anschirren, ja auch 3 Pferde hintereinander (J. LANGDON 1987, S. 37). Die neue Ansspannung war wichtig im Rodungsgebiet beim Umbruch von neuem Ackerland mit schweren **Pflügen**. Die Nutzung der Pferde wurde auch verbessert durch **Hufeisen, Sporen, Steigbügel**. Auf der im Louvre befindlichen, 24 cm hohen Reiterstatuette KARLs des GROßEN fehlen bezeichnenderweise noch die Steigbügel und der Kaiser hält sein Füße frei (F. SEIBT 1987, S. 25). Aber



Abbildung 675: Kran Trier.



Abbildung 676: Kran Stade.



Abbildung 677: Kran Andernach.



Abbildung 678: Trogmühle. Frohburg.

bei dem 602 n. Chr. gestorbenem byzantinischen Kaiser MAURIKOS (1981, S, 81) werden Steigbügel erwähnt. Wurde das Pferd zuerst eher als **Packtier** verwendet, also mit Transport auf dem Rücken, so erscheint es gemäß zahlreichen Dokumenten etwa über Verpflichtungen von Abhängigen gegenüber dem Grundherrn jedenfalls in England mit dem beginnenden 12. Jh. ziemlich rasch auch als **Zugtier** für **Karren und Wagen**, und das in einer Zeit allgemeinen wirtschaftlichen Aufschwungs in England. Der Historiker JOHN LANGDON (1987) sieht wegen des raschen Umbruchs im Gütertransport darin eine **technische Revolution**, verknüpft mit der allgemeinen Ökonomie, und mittelalterliche Revolutionen hätten eben nicht nur der unmittelbare Agrarproduktion gegolten. Das Pferd (J. LANGDON 1987, S. 36) ersetzte den ihm gegenüber langsameren und nicht so viele Stunden am Tag nutzbaren Ochsen trotz des größeren, teueren Aufwandes bei der Pferdehaltung. In Hügelländer war der Ochse gegenüber dem eher niederbrechenden Pferd geeigneter. Ob Reittier, Packtier, Zugtier - **Pferdehaltung, Pferdezucht** mußten die Zeit vor Dampfmaschine und Verbrennungsmotor so beschäftigen wie Automobile im 20. Jh.

**Wärme**, ob für die Heizung im Hause oder zu Produktionsverfahren, kam aus der Verbrennung von **Holz. Buchenholz** lieferte besonders **hohe Temperatur**. Groß war der Holzverbrauch für Kalkbrennereien, Ziegelherstellung für die Backsteinbauten im Norden, für Salzgewinnung aus Sole, für die Glaserzeugung und auch für die chemische Umsetzung bei der Eisenherstellung **Steinkohlenabbau** gab es bei oberflächennahem Vorkommen lokal in Gegenden von England oder an der Maas.

## Wasserkraft

Wind trieb schon seit alters Segelschiffe, aber für Maschinenantrieb, etwa als **Hebemechanismus** ist die **Wasserkraft älter.** Nach Wassermühlen bei den Römern gelten als die größten Wasserräder der Welt die Norias von **Hama** (Internet Syrien-Tipps) in Mittelsyrien. Sie hoben in der alten Stadt das Wasser des Flusses Orontes 20 - 30 m hoch in Aquädukte und Leitungen und dann bewässere das Wasser die Gärten und floß zu den Haushaltungen. Die ersten Norias bauten die Byzantiner im 5. Jh. n. Chr. Die erhaltenen, knarrenden großen Norias von Hama kamen im 13. Jh. auf. Die Norias blieben in der um 1982 (ZIRNSTEIN gesehen 2000) schwer zerstörten Altstadt von Hama erhalten, nunmehr wegen der Stadtbombardierung nicht mehr in Altstadtgassen, sondern zwischen Grünflächen freigestellt.

Die Wasserkraft wurde zunehmend **für die verschiedensten Zwecke** benutzt, war wichtige Primärenergie bis zur Ausbreitung der Dampfmaschine im 19. .Jahr-



Abbildung 679: Noria von Hama. 2000.

hundert. War das Prinzip der Mühlen, vor allen der Wassermühlen beherrschbar, so konnte es auf die verschiedensten Zerkleinerungs- und andere Vorgänge angewandt werden - war reiche, ja überreiche **Innovation**, und dabei wurde weitere neue Technologien gewonnen. Mühlen dienten im Laufe der Zeit nicht nur dem Mahlen von Getreidekönern, sondern auch etwa von Ölsaaten in **Ölmühlen.** In **Sägemühlen** bewegten Sägen das Zersägen von Holz, beim 'Holzmüller', **Lohmühlen** zum Zerkleinern von Rinde für das Gerben, auch wasserradgetriebene **Schleifeinrichtungen** für Marmor, Ein Wasserrad konnte an einer Welle auch mehrere Mahlgänge antreiben, etwa eine Gerstenkörner schrotende Gerstenstampfe und eine Walkanlage, und das gar in einem Mühlengebäude (K.-H. LUDWIG 1982, S. 271). Der Wasserantrieb ermöglichte den auf Entwässerung angewiesenen Tiefbau im Bergbau im 16. Jh.

Die ständige Rotationsbewegung des Wasserrades und des tierbewegten Göpels, das Prinzip der Rotation, ist in der Organismenwelt nicht vorhanden, es gab in der Tierwelt im Unterschied zum Rückstoß- und damit Raketen-Prinzip kein Vorbild. LYNN WHITE bezeichnete das Wasserrad auch deshalb als ein "revolutionäres technisches Prinzip" (J. RADKAU 1989), und mit dem Wasserrad kamen weitere rotierende Mechanismen überhaupt. In der zunehmenden Wasserkraftnutzung wurde auch der Anfang des "technischen Zeitalters" gesehen (H. GROSSMANN 1935).

Mit der **Nockenwelle** (s. u.) wurde das Wasserrad auch verwendbar für Vertikal-

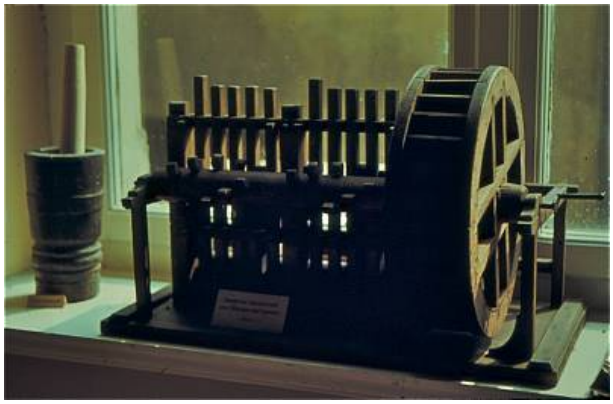

Abbildung 680: Modell Nockenwelle für Stempel.

bewegung, für Aufwärtsbewegung, etwa von **Stempeln**, bei denen dann von allein die Abbewegung, das Fallen, folgte, und war somit möglich das **Zerkleinern** von härteren Material, von **Gestein**, besonders von erzhaltigem zur Erzgewinnung im "Eisenwesen" oder im Edelmetallbergbau. Eine "hochbedeutsame technische Voraussetzung für die wirtschaftliche Entwicklung im Mittelalter" wegen der damit erweiterten Ausnutzung der Wasserkraft für manche anderen Zwecke als das Mahlen von Getreide war die **Nockenwelle** (K.-H. LUDWIG 1994). Über zapfenartige Vorsprünge, die 'Nocken' oder 'Daumen', an einem Wellbaum, können Drehbewegungen in ein lineares Auf und Ab von senkrechten Stempeln umgesetzt werden. Es konnten also Stampfen, Erzpocher und Hämmer gehoben werden, um zurückfallend Arbeit zu verrichten oder wurden Blasebälge angetrieben. Die Nockenwelle kann auf der Apenninenhalbinsel bei Stampf-und Walkmühlen erstmals für 962 belegt werden. Wasserkraft kam auf im 13. Jh., für Blasebälge oder Hämmer (K.-H. LUDWIG 1982, S. 271). Es entwickelten sich wegen der Nockenwelle neue Produktionen, wurde gerade wegen ihr sogar von der "industriellen Revolution" (JEAN GIMPEL) oder der "technischen Revolution" des Mittelalters (BERTRAND GILLE u. a.) gesprochen.

Die ersten Wassermühlen waren eventuell jene, die von einem liegenden, einem **horizontalen Rad** angetrieben wurden, das einen oberen Mahlstein über einem festliegenden unteren Stein ("bed stone") ohne Übersetzung antrieb und die direkt im Wasserlauf ohne Mühlenteiche eingerichtet wurden (a. K.-H. SPIEß 2010). Die Leistung war nicht hoch und sie konnten nur wenige versorgen. Man spricht von der norwegischen ("Norse") Mühle, auch der "griechischen", die man heute noch im Bergland des Banat in Rumänien findet.

Das **unterschlächtige** (undershot) Wasserrad, das unten vom fließenden Wasser angetrieben wurde, war das Mühlrad der Flachlandflüsse, wo kein Stau an-

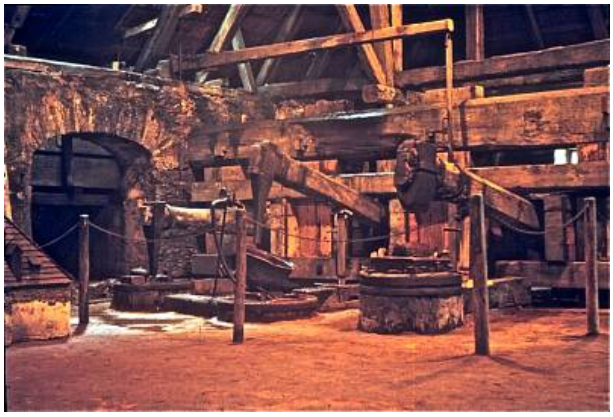

Abbildung 681: Späterer Kupferhammer Olbernhau. 1965.



Abbildung 682: Horizontal-Rad.Sibiu.



Abbildung 683: Horizontal-Mühlrad. Sibiu.



Abbildung 684: Horizontalmühlen.Rudaria-Tal.

gelegt wurde. Bei dem im Mittelalter aufkommenden leistungsfähigeren **oberschlächtigen** (overshot) Wasserrad tritt das Wasser von oben auf das Rad in die Schaufeln und drückt das Rad durch sein Gewicht nach unten.

Im "Domesday Book" in England 1086 werden 5624 Mühlen erwähnt, möglicherweise auch solche mit liegendem Wasserrad darunter.

Verbreitet waren auch **Gezeitenmühlen** an Wasser, wo Ebbe und Flut hinkamen.

Zur möglichst jederzeitigen Nutzung war man auf **möglichst ständig fließendes Wasser angewiesen** (M MITTENAUER 2008, S. 520 ff.).

In Trockenregionen, und das auch im Mittelmeerraum, trocknen Wasserläufe oft lange aus. Im nördlichen Europa unterbrach bisweilen und manchmel öfters **wochenlanges Zufrieren** der Wasserläufe das Mahlen. Unterbrechung brachten auch **Hochwasser**. Der spätere Lehrer und Botaniker KÜTZING (1960, S. 30) berichtet von seiner Jugend in einer Wassermühle an der Unstrut in Nord-Thüringen aus dem frühen 19. Jh., daß es passierte, daß das Wasser "bis an und über die Radwelle ging und die Mühle zum Stillstehen verdammt war." Einmal dauerte das Wochen, "so daß die Schaufeln des Wasserades verfaulten." Einnahmen fielen hier wie bei anderen Schäden aus..

Immerhin dürften Wassermühlen im Betrieb wohl sicherer gewesen sein als vielerorts das Angewiesensein auf Wind. Manche Erfindung galt der **möglichst langen Bereitstellung von fließendem Wasser**. Dazu dienten **Stauteiche** oberhalb der Mühlen. Die größten Staubecken gab es dann für den Bergbau im 16. Jh., etwa im sächsischen Erzgebirge und im Harz. Den großen Stauwerken in den auf Bewässerung angewiesenen Regionen im Nahen Osten, China und an-



Abbildung 685: Unterschlächtig mitten in Ulm.



Abbildung 686: Oberschlächtiges Wasserrad.



Abbildung 687: Oberschlächtiges Wasserrad. Solothurn.

derswo standen in Europa also Staubecken für die Energieversorgung, für die Wassermühlen, zur Seite, Im Vergleich zu den teilweise großen Irrigationswerken für die subtropische Landwirtschaft waren hierzulandce die Staubecken meistens von kleinerem Ausmaß. **Mühlenstaue** in flachen Regionen mit geringen Höhenunterschieden wirkten **landschaftsverändernd**, **ließen** Landschaften **versumpfen**, ließen Flachmoore entstehen, so anzunehmen für Teile der Mark Brandenburg, auch in Mecklenburg, und das seit der Zeit der Kolonisation (B. BESCHOREN 1934). Es gab auch Zufuhr von benachbarten Wasserläufen dorthin, wo die Mühlen mahlten oder im Bergbaugebiet das Wasser in den Schächten benötigt wurde. Im sächsischen Erzgebirge gibt es ganze "Grabentouren".

An großen Strömen die wechselnde Wasserführung, ja die sich ändernde Flußbreite auszugleichen schwammen dort die **Schiffsmühlen**, die, am Ufer oder an Brücken befestigt, beim Heben und Sinken des Flußpegels mit gehoben oder gesenkt wurden, gar vor- und zurückgezogen werden konnten. Auch gab es in den Fluß vorgebaute Kais, an denen die Schiffsmühlen befestigt waren. Stärkste Hochwässer konnten natürlich auch die Schiffsmühlen losreißen. Die Ersterwähnung der Schiffsmühlen stammt von 536, von PROKOP, dem Chronisten des Gotenkrieges unter BELISAR. Als das in der Hand von BELISAR befindliche Rom von den Goten unter deren König VITIGES belagert wurde, haben gemäß PROKOP die Belagerten Schiffsmühlen auf dem Tiber angelegt, um Getreide zu mahlen. Schiffsmühlen waren einst weit verbreitet, es gab es vielerorts noch im 19. Jh.

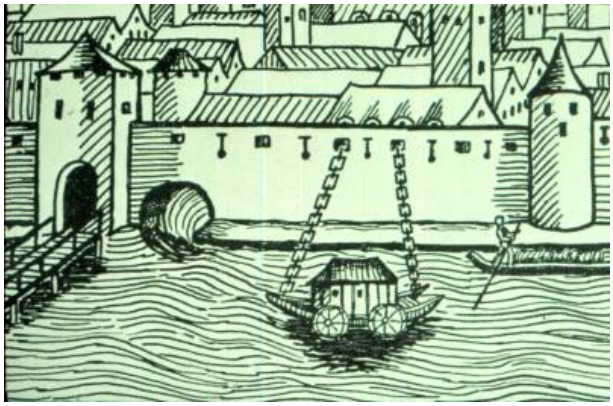

Abbildung 688: Schiffsmühle. SCHEDEL.



Abbildung 689: Schiffsmühle. Sibiu.



Abbildung 690: Schiffsmühle Bad Düben.



Abbildung 691: Gestängekunst Bad Kösen.

Wunsch war an manchen Stellen, **Energie**, besonders die von Wasserrädern auf einige Entfernung, einige hundert Meter, zu **übertragen**. Das wurde bei Wasserrädern später schließlich in etlichen Fällen verwirklicht durch **Gestängekünste**, also hin und her bewegte Stämme, "Gestänge", die an dem einen Ende vom Wasserrad angetrieben wurden, dann am vielleicht eiinige hundert Meter entfernten Landende eine Pumpe bewegten. Erhalten resp. rekonstruiert steht eine solche Gestängekunst aus dem 18 .Jh., die Salzsole emporpumpte in Bad Kösen südlich von Naumburg-

Energieübertragung auf weite Entfernung ohne Transport der Energieträger wie Kohle oder Erdöl in Pipelines erlaubte die Elektrizität, ab spätem 19. Jh.

## Windkraft

**Windkraft** wurde seit dem Altertum für Schiffe, als Neuerfindung des Mittelalters auch als Windmühle genutzt. In Segestan im Iran oder auch in China gab es Vorläufer, etwa mit liegendem Flügelrad. Europa erhielt die Windmühle wohl von außerhalb. Wind weht jedoch vielerorts nicht konstant und oft unterbrochen durch Windflaute, ein Problem der Windkraftnutzung bis heute. Windmühlen wurden benutzt vor allem in Gegenden mit keinen oder zu trägen Wasserläufen und andererseits mehr Wind, so in der spanischen Estremadura, auf den Mittelmeerinseln, in den Niederlanden. Mit der Windmühle wurden und werden in die Niederlanden Marschland und Polder leergepumpt. "Holland verdankt sich der Windmühle" (D. S. LANDES 2002, S. 57).

Bei der älteren **Bockwindmühle** (post mill) ist der ganze Kasten der Mühle drehbar. Als früheste Abbildung gilt die aus einem Psalter aus Canterbury aus der



Abbildung 692: Fläming. S-Brandenburg. 1960.



Abbildung 693: Bockwindmühle.

zweiten Hälfte des 13. Jh.

Im 15. Jh. erschienen, abgebildet bei LEONARDO DA VINCI, Mühlen, an denen **nur der Turm** mit den Flügeln **drehbar** ist**.** Diese **Holländermühlen** reichen größenmäßig von kleinen bis zu den großen Windmühlen mit Umgang. Bei den großen Mühlen dieses Typs konnten 6 - 14 PS erzielt werden, bei früheren Mühlen kam man bestenfalls auf 8 (T. WITTMAN 1975, S. 154). In den großen Holländermühlen bietet der Mühlenkörper Raum für Lagerung und auch für Apparaturen.

Bei Zaandam in den Niederlanden gab es im 19. Jh. die wohl größte Windmühlenkonzentation von um 900 Stück. Etwa auf den griechischen Inseln, so auf Rhodos, weht der Wind im allgemeinen aus einer Richtung und sind die Mühlen nicht drehbar: die **Turmwindmühlen**.



Abbildung 694: Modell Bockwindmühle. Grimma.



Abbildung 695: Holländermühle.



Abbildung 696: Holländermühle mit Umgang. Föhr.



Abbildung 697: Holländermühle Museum Olsztynek von hinten.



Abbildung 698: Holländermühle Museum Enkhuizen, Drehvorrichtung.



Abbildung 699: Turmwindmühle.Rhodos.



Abbildung 700: Turmwindmühle Mykonos 1995.

Pro Mahlwerk wurden in späteren Windmühlen etwa 20 kg Mehl pro Tag ausgemahlen (F. BRAUDEL 1985).

Die Ausbreitung der Wasser- und Windmühlen überhaupt wurden als die erste "**mechanische Revolution**" im Abendland gesehen, wobei die Windmühle etwa doppelte PS gegenüber der Wassermühle erreicht (F. BRAUDEL 1985, S. 380).

Wandernde **Mühlenbauer** und dann Kriegsingenieure waren die **ersten Ingenieure**.

Zum Betrieb der Mühlen war vieles Können und Wissen nötig (s. YouTube). Als **Mahlsteine**, ob der liegende **Bodenstein** oder der sich über ihm drehende **Läuferstein**, war geeignetes Gestein, waren **Mühlsteine** zu finden. Abrieb von Mahlsteinen im Mehl und damit im Brot schädigten die Zähne. **Mühlsteinbrüche** werden, auch wenn sie aufgegeben wurden, vielerorts bis heute benannt, wie im Zittauer Gebirge. Mühlstein war Basalt der Eifel, der in Andernach mit einem Kran auf Schiffe verladen wurde. Die Mühlsteine mußten bearbeitet werden, es mußten die richtigen Rinnen eingehämmert werden, Auch Nachschärfen war nötig. Lernen hierfür war nötig. Die alte handwerkliche Technik wird nur noch von wenigen überliefert (s. YouTube WOLFGANG STRAKOSCH Dillingen 2011).



Abbildung 701: Fackellöschstein, r. Krakau.

## Energie aus Verbennung für Beleuchtung

Die **Beleuchtung** erhob sich kaum über die Antike. Man trug, und das noch lange, bei Dunkelheit die Fackel bei sich.

Kerzen lieferte der **Kerzenzieher**. In flüssiges Wachs getauchte Fäden wurden wieder herausgezogen. Das Wachs um den Faden, der Docht, erstarrte. Wieviel Kerzen wurden bei irgendwelchen Gelegenheiten verbraucht? Von einer Gedenkveranstaltung in Nürnberg wegen des Todes von Kaiser SIGISMUND 1438 heißt es, daß "400 wachsen kirtzlein" brannten (zit. aus J. K. HOENSCH 1996, S. 462).

Wie in der Antike gab es **Öllampen**. Verbrannt wurde etwa das **auch** als **Speise** benutzte Öl aus dem Samen der gelblich blühenden Rübsen-Pflanze/*Brassica rapa* L., eine Rapsverwandte, das **Rübsenöl**, für Deutschland und das westliche Europa schon für lange angegeben und im 18. Jh. speziell auch für Schonen beschrieben (E. G. LIDBECK 1756/1757): Angebaut nach dem Hochsommerpflügen und wächst bis zum Winter, wenn es oberirdisch verschwindet und wiedererschienen im nächsten Mai blüht. Die Stengel mit den gereiften, nun bräunlichen Samen schneidet man mit der Handsichel ab und drischt sie auf dem Felde auf Tüchern "aus grober Leinwand" aus (S. 27). Je schneller die Samen in die von **Ölmühle** gebracht werden, desto weniger verliert man von "ihrem lichten Wesen" (S. 28). Aus 1 Tonne "Saamen" gewann man 6 - 7 Kannen Öl, die Niederländer mit ihren besseren Samen bis 9 Kannen.

## Bauwesen

## Anregungen und Neuerungen

Erhalten bis in unsere Tage blieben im wesentlichen Großbauten, also Fortifikationen und religiöse Gebäude, nicht aber vor dem Spätmittelabert erbaute Häuser der normalen Bürger. Die antiken Bauten lieferten nicht nur Steine, die man durch Niederreißen der alten Bauten gewann. Man schloß sich in manchem den bisherigen Erfahrungen an und entwickelte sie weiter. Zu den Quellen über das Bauen im Mittelalter und auch später gehören auch Phantasiegemälde über den in der Bibel beschriebenen Turmbau von 'Babel' (E. KLENGEL-BRANDT 1982, A. 8 ff.), denn die Künstler stellten die Bautechnik ihrer Zeit dar. Die älesten Kirchenbauten waren von Ausnahmen abgesehen zuerst **Holzbauten** und werden später durch Quaderbauten ersetzt. In Bremen wird der hölzerne Bau 1035 durch einen steinernen ersetzt (G. SCHMOLLER 1910, S. 58).

So wie in den Zeiten **Städte** entstanden, sind sie oft voller **Ästhetik** und Reiz, anschauenswert, ob Florenz und Venedig in Italien oder wie in Deutschland in seiner einbmaligen Hanglage Schwäbisch-Hall. Das zu zerstören war immer Barbarei und besonders verwerflich im 20. Jh. Eine neuere Streitfrage wurde (YouTube 2019), inwieweit bei den Städtegründungen etwa der Zähringer bewußte, nach geometrischen Vorgaben Städte geschaffen, errichtet wurden, auch die Städte mit ihren vewinkelten Gassen. Andere sahen ein eher spontanes Wachstum der Straßenzüge und die dennoch, wie von seslbst, zu einem ästhetischen Gesamtbild führten.

## Baumaterialien

Wegen des teuren Transports wurden gerade bei den weniger begüterten Leuten möglichst ortsnahe Materialien verwendet, wenn es sie denn gab. Für die Häuser der normalen Leute war wie einst nördlich der Alpen und schon in der Frühzeit das **wichtigste Baumaterial** das **Holz.** Dazu kamen **Lehm**, letzterer etwa zur Ziegel-Herstellung, Kalk, Gips. **Steine**, regelrechte Felsblöcke, wurden für bedeutendere Bauten aber auch von weither heran**transportiert**, auch erstaunlich weit. KARL der GROSSE ließ für die Kirche in Aachen "Säulen und Marmor aus Rom und Ravenna bringen", jedenfalls laut EINHARD (1981, S. 51). Dunkler Marmor für ein Taufbecken in der Kathedrale von Winchester kam vom Festland. Es gab bedeutende und bis in unsere Tage ausgebeutete Steinbrüche. In Sachsen wurde etwa der Rochlitzer Berg (H. GRIMM 1847, S. 60/61) mit seinem roten Porphyr bis heute immer mehr ausgehöhlt. Oder Steinbrüche gab es für den Bau der Wartburg bis hin zum Seeberg bei Gotha.



Abbildung 702: Norddeutsches Baumaterial Feld- u. Backstein.

Günstig war **Norddeutschland** mit ihm eigenen Baumaterialien versorgt: Mit 'Findlings'-Gestein aus der Eiszeit, mit Lehm für die Ziegel-Herstellung. Ziegel mußten natürlich hergestellt werden, während Steine aufgesammelt wurden. Der Brand gab den einzelnen Ziegeln auch unterschiedliche Farbtöne. Ziegel sind der älteste künstliche Baustoff.

Es gab Massen von '**Findlingen**', in verschiedensten Größen. Sehr viele wurden für Bauzwecke verwendet. Als Straßenpflaster, also Kopfseinpflaster, für Mauern, etwa die Stadtmauern mit ihren oft kleinen und dafür zahlreichen Wehrtürmen, für Straßen- und Wegeinfassungen, auch bei Wegen von normalen Dorfhäusern, und es bildeten Findlinge namentlich die unteren Teile auch von Dorfkirchen. Nur wenige dieser Findlingssteine, die man von den Äckern ohnehin beseitigt haben wollte, blieben wohl an Ort und Stelle. Schon in der Frühzeit wurden große Findlinge zu Gräbern zusammengewälzt, und waren Grabsteine auch auf christlichen Friedhöfen. Ab wann begann diese Nutzung? Fortgesetzt wurde sie gewiß. "Überall wo große Steine auf den Aeckern lagen", wußte KLÖDEN (1832, S. 42/43), "sind diese möglichst als Prellsteine zur Einfassung der Wege gebraucht worden ... Eingefaßte Wege dieser Art findet man oft von Dorf zu Dorf reichend, und nicht selten bilden die Steine förmliche Mauern ...

Die Städte der Mark sind sämmtlich mit Geschieben gepflastert, nicht minder ganze Strecken in den Dorfstraßen, und durch fortdauernde Abnutzung des Pflasters ist eine stets Ergänzung nöthig. ..."

**Steinerne Stadtmauern** erscheinen im 11./12. Jh., in Bremen wird genannt der Anfang des 12. Jh. (G. SCHMOLLER 1910, S. 57). Die älteren Stadtbefestigungen



Abbildung 703: Danzig: Marienkirche, 1502.



Abbildung 704: Kathedrale Pelplin.

waren noch Wall, Graben und Palisaden, und etwa in Cambrai ließ der Bischof erst um 1090 unter Mitwirkung der Bürgerschaft eine Steinmauer um die ganze Stadt errichten (H. PLANitz 1987, Anmerkung auf S. 71).

Feldsteinblöcke und Ziegel, bestimmen nicht nur weite Teile der oft niedrigen Stadtmauern norddeutscher Städte wie Gransee oder Pasewalk, sondern. "**Backstein**", Ziegel, das formt auch das Bild großartiger Kirchen und weltlicher Bauten. Von der Grundsteinlegung am 28. März 1343 bis zur Einweihung **1502** dauerte der Bau der spätgotischen **Marienkirche in Danzig/Gdansk**, eine der drei größten Backsteinkirchen überhaupt (Wikipedia 2017). Zwischen 1470 - 1480 entstand das Altstädtische Rathaus in der Stadt Brandenburg, mit dem Roland, "ein herausragendes Beispiel der Backsteinkunst" (Wikipedia 2017).



Abbildung 705: Brandenburg: Altstädter Rathaus.



Abbildung 706: Backsteinkirche Steffenhagen.



Abbildung 707: Kloster Eldena.

**Torbauten** sind mancherorts zum **Stadtwahrzeichen**, zum **Stadtsymbol** geworden, so der Holstentor in Lübeck oder das Kreuztor in Ingolstadt.

Einige der aus Feldsteinen und roten Backsteinen errichteten Torbauten Norddeutschlands gehören zu den zweifellos schönsten Torbauten Europas. So im 1160 mit Stadtrecht ausgestatteten **Stendal** das aus dem 13. Jh. stammende **Tangermünder Tor** und im 15. Jh. folgte das **Uenglinger Tor.** Beide Tore bekamen nach etlicher Zeit Aufbauten. Der französische Dichter MARIE-HENRI BEYLE weilte unter NAPOLEON im Militrädienst in Deutschland und angeblich wegen einer Liason nahm er das Pseudonym 'STENDHAL' nach der ihn offenbar beeindruckenden Stadt Stendal an (Sachsen-Anhalt Wiki).

Ziegel bestimmte auch das Bauen in vielen Regionen von Italien, so in der Lombardei.

## Bauwerkzeuge bis Baumaschinen

Die Holzubereitung geschah durch das **Beil** (H. MÜLLER 1986), das Breitbeil. wohl das wichtigste Bauwerkzeug. Angewandt wurde es auch im Schiffsbau, und Schiffs- und Hausbau besaßen Beziehungen. Die Säge als Zimmererwerkzeug kam im ausgehenden 18. und frühen 19. Jh.



Abbildung 708: Ingolstadt: Wahrzeichen Kreuztor, 1385.



Abbildung 709: Stendal: Tangermünder Tor.



Abbildung 710: Stendal: Uenglinger Tor.

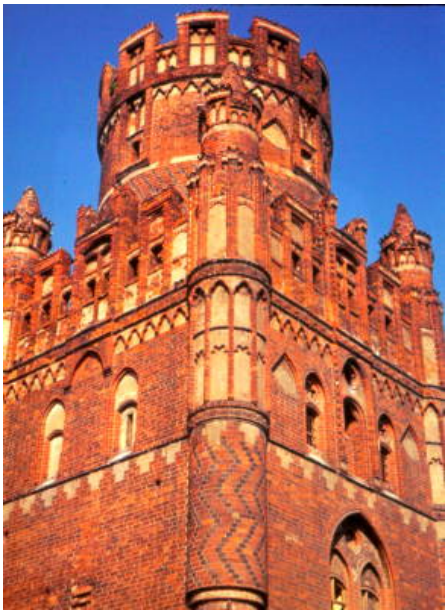

Abbildung 711: Stendal: Oberteil Uenglinger Tor.



Abbildung 712: Danzig: Stockturm, ab 1397.

Für den Transport von Materialien **nach oben** vor allem bei großen Bauwerken gab es **Hebeeinrichtungen**, auch betrieben mit **Tretrad**.

## Große Bauwerke - Kathedralen, Dome, auch Pfarrkirchen

An griechischen und römischen Tempeln befanden sich außen, außerhalb des im Inneren gelegenen Heiligtums, Säulen. Bei Kirchen ist das Äußere eine mehr oder weniger gegliedert, eine teilweise durch Reliefs belebte Wand, schmuckreich sind de Portale. Säulen aber gibt es im Inneren. Auch der Gläubige ging in das Innere seiner Kirche, blieb nicht außen vor wie bei alten Tempeln.. Abgetrennt blieb nur ein vorderer Teil, der Altarteil. Vielen großen Kathedralen angelagert sind als kleinere **Extrabauten Taufkirchen**, **Baptisterien.** Wie in Parma, wie in Padua, in Florenz, in Pisa. Es sind ebenfalls außen reich geschmückte, sehenswerte Bauwerke.

Mancher sehenwerte Bau gehört der **Romanik** mit ihren Rundbögen an.

Als mit der Romantik das Mittelalter aufgewertet wurde, wurde etwa der mit Kaiser HEINRICH II. im frühen 11. Jh. verbundene **Dom von Bamberg** von Zutaten aus dem Barock u. a. bereinigt und wurden 1829 - 1837 wieder in romanischen Stil zurückgestaltet (Wikipedia 2016).



Abbildung 713: Architekt.Bern.



Abbildung 714: Romanisch 10. Jh. Memleben.

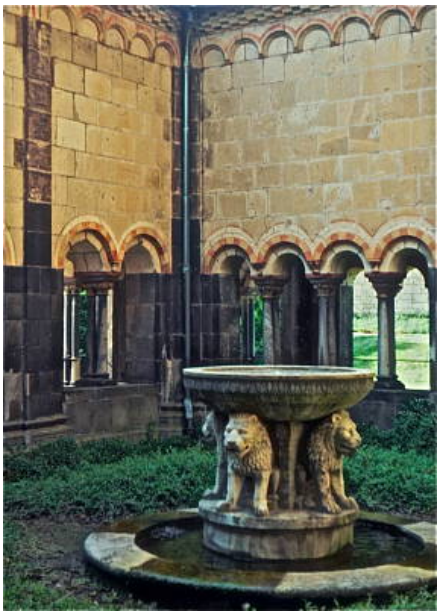

Abbildung 715: Maria Laach. Romanik der Benediktiner.



Abbildung 716: Noch romanisch 12, Jh. Poitiers.



Abbildung 717: Dom Bamberg: 1829 - 1837 romanisch zurückgestaltet.

Wie bei den Römern wurden namentlich im Hochmittelalter Bauwerke, ab dem 12. Jh. die **gotischen Kathedralen**, technische Hochleistungen. Sie banden Riesensummen und zahlreiche zu bezahlende und zu ernährende Menschen. Welcher Glaube oder auch welches Prestigestreben vielleicht auch normaler Städtebürger mußten dahinterstehen, um so viel in solche Bauten zu investieren, oft in Zeiten politischer Unruhe. Heute bewundern sie die meistens aus schönen Wohnungen kommende Touristen.

Für die Großbauten des Mittelalters, die Kathedralen waren **Bauhütten** (U. CZECZOT 1975, S. 63) zuständig und nicht die später in Konkurrenz tretenden mit Bau verbundenen Zünfte. Bauhütten waren Werkstattgemeinschaften mit einem Werkmeister an der Spitze und vereinigten Handwerker und Bauarbeiter. Maschinen. so Treträder und Kräne mit Hebezangen, wurden bei dem von Technikern geleiteten Bau eingesetzt. Hoch oben auf den wachsenden Türmen standen hölzerne Turmkräne mit Tretrad, welche die Steinbrocken emporhievten (s. a. YouTube 2019). Hoch in der Höhe mußten Menschen im Tretrad stehen und treten. Steine mußten massenweise gebrochen und zugehauen oder es mußten in großer Menge Ziegel gebrannt werden. Schöpferisch war die Arbeit der Architekten und der für Plastiken und Verzierungen zuständigen Spezialisten-Auslese. Der gotische Stil erforderte auch neue Statik, neue Überwölbung. Die auf 1144 als Beginn angesetzte Abteilkirche in **Saint Denis**, erbaut unter dem Abt SUGER, wurde die Begräbniskirche der französischen Könige, gilt als **erster gotischer Kirchenbau**.



Abbildung 718: St. Denis.

**Licht**, durch Farbenglas gebrochen ins Innere geleitet, mußte Eindruck machen und man kann denken, daß hier himmlische Freude vorgefühlt werden sollte, der 'Seele' Erleuchtunge gebracht wird (S. PINES 2014), wenn es für viele schon auf der Erde nichts zu lachen gab. Neu war auch das dann von anderen Bauten ebenso überommene steinerne **Rosettenfenster**, Symbol Marias. In St. Denis wird von weiterer Üppigkeit berichtet: von Teppichen an den Wänden, Bemalung der Säulen, 'unzähligen Figuren' auf den Fenstersimsen (S. 61). Das dach bestand öfters aus langen Holzstämmen, bei Notre Dame in **Paris** aua **1300 Eichenstämmen** (Presse 2019). Die großen Kathedralbauten der "zweiten Generation" (G. DUBY 1988, S. 252) wurden wohl nicht ohne Grund in der Zeit der Abwehr der Häretiker, der Katharer, im Süden errichtet und sollten wenigstens symbolisch der Glaubensfestigung dienen. Der 26 Jahre dauernde Bau der Kathedrale von **Chartres** begann 1191, der von **Amiens** 1269, der in den wesentlichen Teilen bis 1233 dauernde von **Reims** begann 1212, und 1250 gilt Notre Dame in Paris als vollendet, In Frankreich zeigen weitere Bauten, so in Senlis, und ebenso große Kathedralen namentlich in England die weitere technische Vollendung.

Gotische Kathedralen folgen in **England**, so die neue Kathedrale von Canterbury, in **Spanien** gab es Santa Maria von Toledo, In Italien beginnt die Gotik in Siena (F. BRAUDEL 1986, S. 68).

Auch in **Deutschland** wurde an **großen Kirchenbauten Jahrhunderte lang** gewerkt und wurde manches dann unfertig stehengelassen und im 19. Jh vollendet.

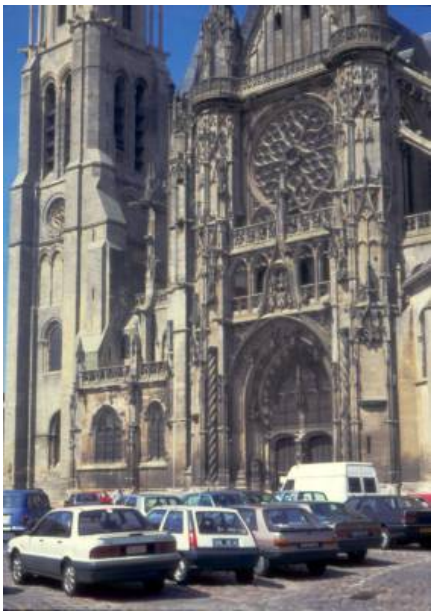

Abbildung 719: Senlis.



Abbildung 720: Laon.



Abbildung 721: 1254 Teileinsturz: Beauvais.



Abbildung 722: Siena:Dom.

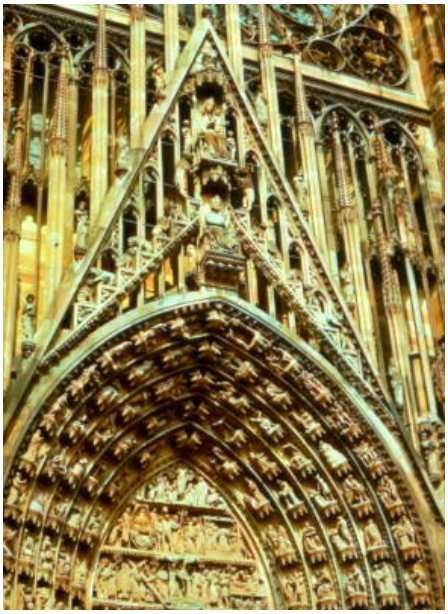

Abbildung 723: Straßburg, Details am Münster.

Vollendet wurde in **Straßburg 1439 der** allein bleibende **Nordturm** des fehlerhafterweise zu sehr nur auf den um 1300 anzusiedelnden ERWIN VON STEINBACH (Wikipedia 2014) zurückgeführten **Münster**s, der höchste Turm seiner Zeit, vom jungen Studenten GOETHE später so bewundert. Aber das **Straßburger Münster** wurde auch von anderen als nahzu unverstehbar große Leistung anerkannt. Der dänische Autor JENS BAGGESEN (in 1985, S. 351) schrieb unter anderem: "Welche Masse! Welche Höhe! ... - Beim ersten Blick wird man besinnungslos, wird vernichtet ..." Das Auge "hüpft von Kante zu Kante, von Spitze zu Spitze, findet keine Ruhe ..." Massenweise gibt es Figuren, Evangelisten wie Kreuzritter bis hin zu Tieren, und (J: BAGGESEN in 1985, S. 353) "Das kleinste der vier großen Portale, an dem Erwins Tochter Sabina verschiedenes gemeißelte haben soll, ist allein eine Welt von dergeleichen Figuren, Schnörkel und Schnurrpfeifereien. Stellt man sich die Arbeit vor, die nur ein Pfeiler gekostet hat, stellt man sich diese in jedem Teil vergrößert und die ungeheure Menge solcherart ausgearbeiteter Teile vor, dann wundert man sich, wie das Ganze in einem irdischen Zeitalter fertig werden konnte."

Fertig wurde das um 1200 begonnene und offiziell 1513 geweihte Münster in **Freiburg i. Br.** mit dem 116 m hohen Westturm von etwa 1330, das Münster ausgestattet mit Stilelementen von der Romanik bis zur Gotik (Wikipedia 2013). Weil der Bau des das Freiburger Münster abgeschlossen wurde, konnte man an ihm für die spätere Vollendung unfertiger Bauten lernen. Die Basilika St. Martin und Kar-



Abbildung 724: Landshut.

tulus in **Landshut**, Bayern, um 1385 unter HANS KRUMENAUER begonnen und um 1500 unter vor allem HANS VON BURGHAUSEN fertig, also in Verbindung von Hoch- und Spätgotik, besitzt den höchsten Backsteinturm der Welt, 130,6 m hoch (Wikipedia 2013).

Andere der großen, deutsche Städteansichten prägenden Kathedralen und Dome (Wikipedia 2017) blieben seinrzeit unvollendet und wurden im 19. Jh. mit verbesserter Technik fertiggestellt. In **Regensburg** wird ab 1273 nach einem Vorgängerbau bis etwa 1520 an einem gotischen Dom gebaut, im Barock manches zugefügt und unter LIUWIG I. wieder entfernt und dann 1859 - 1870/1872 der Dom mit seinen Türmen vollendet.

Der Grundstein für das gotische Münster von **Ulm** (u. a. Wikipedia 2019), eine Bürgerkirche, wurde 1377 gelegt. Der Turm, mit 161,53 m der höchste Kirchturm der Welt ,wurde an dem seit 1530 evangelischen Münster aber erst 1890 vollendet, nachdem in der Zeit der Romantik der lange unterbrochene Bau wieder aufgenommen wurde. Bombenangriffe, den schwersten am 17. Dezember 1944, hat das filigrane Bauwerk kaum beschädigt.

Großbaustelle im 19. Jh. war der Dom von **Köln**.

Reich ausgestattete **Portale**, denen von Straßburg ziemlich gleichwertig, gab es auch an den weiteren gotischen Kirchebauten.



Abbildung 725: Regensburg, am Dom.

In der **Schweiz** heutiger Ausdehnung gibt etwas bescheidener Notre-Dame in Lausanne und das Münster von Basel (S. PINES 2014, S. 61).

Die gotischen Dome, ob schon einst oder erst später vollendet, können noch unverändert benutzt werden

An den großen Kirchen gibt es oft '**Kreuzgänge'**, an denen die Räumen der an der Kirche beschäftigten, zum Zusammenwohnen bestimmten Kleriker wohnten. Im 8. Jh. entstand ein solcher Kreuzgang an der Kathedralkirche St. Stephan in Metz (P. RICHE´1995, S. 400). Es kam also zur Entstehung der Gebäude einer Kathedralgruppe.

Das städtische Bügertum schuf in seinen Zentren oft ebenfalls große Kirchenbauten, die **Pfarrkirchen**, Marktkirchen. Etwa in Naumburg steht der Dom außerhalb der Stadtgrenze, der große Marktkirche St. Wenzel im Stadtzentrum, am Markt.

Es ist schwer zu sagen, wie weit die zahlreichen zu den harten einfachen Arbeiten herangezogenen Menschen innerlich beteiligt waren, hier wie einst bei den Pyramiden Ägyptens, und ob sie nicht vielleicht eher gewünscht hätten, von der Last befreit zu sein (R. STOLZ 2009). "Hochkultur" ging wohl selten ohne Zwang für die nicht an der Führung, an der "Schaffung", Beteiligten. Vom Wirken eines beteiligten schöpferischen Geistes zeugt das schon genannte Skizzenbuch des VILLARD DE HONNECOURT. Glas und Licht der Kathedralen regten vielleicht zur

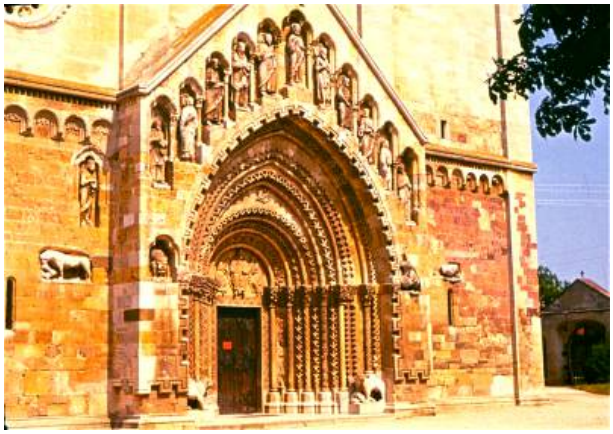

Abbildung 726: Spätromanisch 1256 Jak/Ungarn.



Abbildung 727: Markt-Laubengänge, Hradec Kralove.

Beschäftigung mit Optik an, bei ROBERT GROSSETESTE in Oxford (G. DUBY 1988). Ungarn etwa konnte erst wieder bauen nach dem Mongolensturm.

## Profanere Architektur in Städten

In der Stadtgestaltung wurden rings um Marktplätze oder längs Häuserzeilen die schon in der alten und islamischen Architektur bekannten wettergeschützten **Laubengänge oder Arkaden** angelegt, unter denen sich auch Marktstände befinden konnten, Fleisch- oder Brotbänke (u. a. Wikipedia 2017).

## Im Wohnhaus der Bürger

**Im Inneren** der normalen Wohnhäuser war es zuerst wohl oft primitiv, wenn auch kaum schlimmer als auf manchen Ritterburgen mit ihren hohen Räumen. Bei den meisten Bürgerhäusern (H. MÜLLER 1986), jedenfalls vor der Renaissance, war **Holz** wichtiges **Baumaterial** und um das Holz gruppierte sich das andere Material. Übereinanderliegende waagerechte Stämme, die an den Kanten durch aufrechtstehende 'Ständer' verbunden und verhakt sind, bilden den **Blockbau**, die **Blockhäuser**, auch **Palisaden**. Auch der Kamin kam erst im Hochmittelalter und in den Einraumhäusern gab es immer noch die offene Feuerstelle und den Rauchabzug und Fenster mußten irgendwie verhangen werden. konnten nur Leinen verhängt werden. Das Haus der normalen und vor allem der kleineren Bürger stach also gewaltig ab gegen die dann wie ein Stück himmlisches Jenseits wirkenden großartigen Räume der Kathedralen. Kollektivbauten wie eben die Kirchen und Paläste der Höchsten waren also zuerst hervorstechend.

Was dann im Hochmittelalter an **Verbesserungen in Stadthaus und Wohnkultur** erschien, kam nicht von heute auf morgen, aber es war rückschauend betrachtet wie eine 'Revolution'. Der in Deutschland im 13. Jh. (A. DOLL 2011) aufkommende **Fachwerkbau**/half timber wurde außer für die Häuser sehr Begüterter auch nach dem Hochmittelalter weitergeführt. Ein Wohnhaus aus Fachwerk bestand in einem Holzgerüst mit aufrechtstehendn Ständern und auch schrägstehenden Holzstämmen, in dessen Lücken - "Fächer", "Gefache" - Lehm, vor allem ein Lehm-Stroh-Gemisch, auch Steine, eingebracht wurden. Ruhte dieses Holzgerüst auf einer Steinschwelle (H. MÜLLER 1986) wurde es vor der Bodenfeuchtigkeit geschützt. Auch gab es Erdgeschosse aus Stein. **Aufgebrachter Kalk**, auch auf Mauern von ungebranntem Lehm von Ställen und Scheunen, Rauhputz, gab weißes Aussehen und **schützte** bis zu hohem Grade, so noch im 19. Jh. (O. SCHMEIL 1986) und danach vor Zerstörung durch Regen. Im Norden wurde die Zwischenräume, 'Gefache', auch mit Ziegelsteinen ausgefüllt.

**In Holzbauten,** und dazu gehören die **Fachwerkhäuser**, gibt es gegenüber den Steinbauten ein besseres Wohnklima, zumal mit der in der kalten Jahreszeit besseren Wärmedämmung. Manchmal lösten Fachwerkhäuser sogar Steinbauten ab (E. ISENMANN 2012, S. 107). Im Laufe der Zeit gab es im Stil Änderungen (A. DOLL 2011), so in der Balkenanordnung, im dekorativen Einsetzen kürzerer Hölzer nach 1500, im Vorkragen oberer Geschosse und dem damit verbundenen schönen optischen Eindruck, in Schnitzereien wie den 'Fächerrosetten' in Norddeutschland. Farben für die Balken waren Ockergelb oder Ochenblutrot. Fachwerkhaus ist also im Eindruck nicht immer dasselbe, es gibt Abwechslung. Ästhetisch entsprechen Fachwerkhäuser dem Geschmack vieler. Mit den bis 60 cm **vorkragenden Geschossen**



Abbildung 728: Ältestes Haus von Stolberg/Harz.



Abbildung 729: Fachwerk Schorndorf.



Abbildung 730: Miltenberg/Main, kurmainzisch.

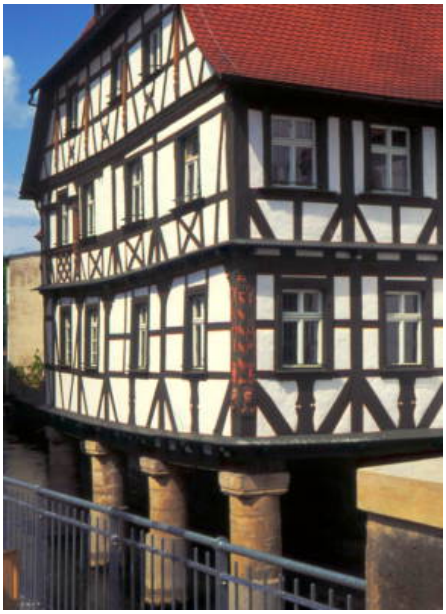

Abbildung 731: Forchheim.



Abbildung 732: Bad Urach.



Abbildung 733: Quedlinburg: KLOPSTOCK-Haus.



Abbildung 734: Fachwerkstil: Angers.

der oberen Etagen wurde weiterer Raum in den Fachwerkhäusern geschaffen. Die ohnehin schmalen Gassen wurden stark bedeckt. Es gab unter den vorkragenden Geschossen wie dann unter den Arkaden der Marktplätze Regenschutz und Müll ließ sich in die Gassenmitte schütten. Die ebenerdigen **Fußböden** bestanden aus gestampften Lehm, es wurden aber auch "horizontal gelagerte Holzstäbe mit Stroh umwickelt, mit Lehm verstrichen und mit Dielen, bei Wohlhabenden auch mit Backsteinfliesen oder gefirnissten Klinkersteinen überdeckt. Hölzerne Zwischendecken, die auf Balken ruhten, trennten die Geschosse ab" (E, ISENMANN 2012, S. 106). Die noch heute zu bewundernden Fachwerkhäuser sind nicht Mittelalter, sondern in ihren ältesten Gebäuden wohl öfters **renovierte Renaissance** oder die etwa 1200 erhaltenen Fachwerkhäuser der UNESCO-Welterbestadt Quedlinburg entstanden nach dem Dreißigjährigen Krieg (Wikipedia 2017). In alten italienischen Städten gibt es Fachwerkhäuser nicht,

Steinhäuser gab es schon im 12. Jh. etwa in Freiburg im Breisgau. Nach verheerenden Stadtbränden wurden Steinhäuser auch vorgeschrieben, etwa in Lübeck 1276 nach zwei Stadtbränden (E. ISENMANN 2012, S. 107). Eigenständige Formen von Steinbauten sind **Wohntürme**, wie in Regensburg, und Kemenaten. Steine waren in Mittelgebirgen auch billiger Bruchstein, sogar Lesesteine von Äckern und aus Flußbetten, in der norddeutschen Tiefebene seit dem 12. Jh. der künstliche Backstein (S. 107).. Im 15. Jh. wurden von Patriziern auch im Norden, also in Mitteleuropa, steinerne, verzierte Paläste gebaut, wie es sie in Italien gab.

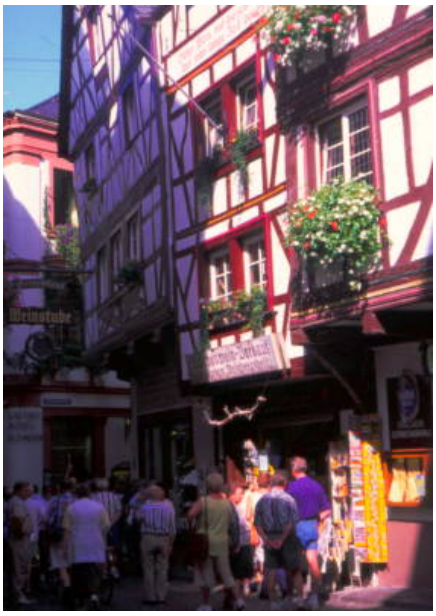

Abbildung 735: Bernkastel/Mosel.



Abbildung 736: Patrizier in Erfurt; Haus 'Zum Stockfisch'.



Abbildung 737: Für Gespräche an der Haustür. Freiberg.

## Gegen Kälte in Mitteleuropa und im Norden

War im Nahen Osten und im Mittelmeerraum die Bezwingung der Trockenheit, die Bewässerung, Voraussetzung vieler Zivilisation gewesen und gab es oft längere Wärme im Jahr, so galt es für ein einigermaßen behagliches Leben und für Zivilisation im Norden mit der oft langen **winterlichen Kälte** auch in den Behausungen fertig zu werden. Der sommerliche Langtag bei schönem Wetter war ein gewisser, aber oft zu kurzer Ausgleich. In Lied und Gedicht wurde zu Recht der Frühling begrüßt und gefeiert, nach dem oft schrecklichen Winter.

**Heizung, Ofen**, waren für etliche Monate also erforderlich und der geschlossene **Kachelofen** mit seiner längeren Wärmespeicherung war eine großartige Errungenschaft. Der Vorläufer war der Lehm-Kachelofen, wie es ihn in den Alpen gab. In die Lehm-Außenwand wurden dann gebrannte **Becher-, Napf-,** oder **Ton-Kacheln** eingefügt, was den Heizeffekt verbesserte. Auf der Neuenburg über Freyburg/Unstrut wurde 1977 ein Kachelofen aus der zweiten Hälfte des 13. Jh. gefunden (Text im Museum Neuenburg, Freyburg).

## Öffnung der Wohnräume zum Tageslicht - 'Fenster'

Am Tage möchte man Licht von außen in die Zimmer dringen lassen. Problematisch war das an kälteren Tagen wegen des wenig durchlässigen Fensterschutztes wegen der nötigen Wärmehaltung. Die Fenster wurden klein gehalten. In den verschließbaren Holzladen gab es nur kleine Ausschnitte. Bis in 15. Jh. gab es Verschluß (E. ISENMANN 2012, S. 106) mit feiner Leinwand oder anderen ölgetränkten Textilien, dünn gegerbter Haut, ausgespannten tierischen Blasen, geöltem Pergament, auch den Marienglas genannten durchsichtigen biegbaren Stücken von Gips. Glasfenster waren zuerst etwas für Kirchen. Glas, herzustellen aus Quarz, also möglichst reinem Sand und im Binnenland unter Benutzung von Pottasche, war teuer. Thüringer Waldglas war, wegen der Eisenverbindungen im Sand, zunächst nur grünlich zu bekommen. Große Fensterscheiben gab es lange nicht. Die seit dem 14. Jh. bekannten '**Butzenscheiben**' der reicheren Bürgerhäuser und auch auf Burgen waren durchscheinend, aber nicht durchsichtig. Umrahmung mit Blei erlaubte größere Fenstermaße. Die so anheimelnd wirkenden Butzenscheiben waren also nicht Mittelalter. Sie waren immerhin bezahlbar.

## Möblierung

Auch auf Burgen gab es nur in bescheidenem Maße Möbel. Wichtiges Mübelstrück, zur Aufbewahrung von allem und jedem, vor allem auch Kleidung, war die **Truhe**. Gesessen wurde auf einfachen **Holzbänken**. Und die **'Tafel',** der 'Tisch', auf dem man aß, wurde wohl jedenfalls oft immer von neuem auf seine Holzstreben gehoben und am Ende die 'Tafel' aufgehoben. Mit dem Fortgang der Zeit wurde die Möblierung vor allem auch in reichen Stadtwohnungen verfeinert. **Gekocht** wurde **über dem Herd,** und die Gefäße wurden an Gestängen mehr oder hoch darüber gehängt. Im Rauchabzug wurde Fleisch geräuchert.

Die **Wände** etwa der Burgen wurden kaum weiß gelassen, sondern **bemalt**. Mit der Zeit wurden auch **Wandteppiche** eingeführt.

## Die Wasserversorgung - unterschiedlich leicht oder prekär

**Grundwasser** hatte hohe Bedeutung. Oft ganz in Hausnähe wurden Grundwasser-**Brunnen** gegraben und sie in einem "quadratischen Holz- oder einem runden Steinschacht gefaßt" (E. ISENMANN 2012, S. 116). Solche Brunnen wurden archäologisch nachgewiesen, bei der Enttrümmerung von Lübeck nach 1945 und wurden bekannt in Wien, aus dem 12. und 13. Jh. Nähe zur Abtrittsgrube mußte gesundheitlich



Abbildung 738: Nürnberg: Schöner Brunnen 1396.

sehr bedenklich sein. Auch **von außerhalb**, aus Flüssen, Bächen oder Quellen wurden Wasser in Städte geleitet. Längs von Straßen in Freiburg im Breisgau fließen und glitzern noch heute die 'Bächle', nunmehr nicht mit Holz gefaßt, sondern mit Stein. Solche Gerinne durch Städte hielten in gepflegtem Zustand die Straßen sauberer und die Stadtluft feucht. In Salzburg ab dem 12. Jh. und in den folgenden Jahrhunderten wurden in zahlreiche Städten **kommunale Wassserleitungen**, ja ganze Wassernetze angelegt. In einen Hochbehälter gehobenes Wasser wurde durch unter der Straße liegende **hölzerne** oder dann auch aus Stein oder Ziegeln gemauerte **Rohrleitungen** in an der Straße oder auf Plätzen stehende öffentliche oder bei zahlungskräftigen Leuten in private Brunnen geleitet (E. ISENMANN 2012, S. 117). Aus den ständig fließenden Brunnen auf der Straße holte der Normalbürger sein Wasser ins Haus. Kommunale Wasserleitungen werden genannt für das 13. Jh. für Regensburg, im 14. Jh. für Freiburg im Breisgau, Bern, Nürnberg, im 15. Jh. für Augsburg, Ulm, Zürich, Meran, Innsbruck und zusätzliche für Bern und Regensburg. Ganze "Leitungsnetze" gab es 1342 in Frankfurt, im 15. Jh. in Nürnberg und Basel. Als erster bekannter **Wasserturm** wird der 1412 - 1416 erbaute von Augsburg genannt, der 'Rote Turm' (E. ISENMANN 2012, S. 117). Von künstlerischer Gestaltung von Brunnen zeugt der 'Schöne Brunnen' in Nürnberg von 1389 - 1396).

In **Bautzen** wurde 1495/1496 eine hölzerne "Wasserkunst" gebaut, welche das Wasser aus der an der Stadt vorbeifließenden Spree bis hoch hinauf in die Stadt



Abbildung 739: Bautzen: Wasserkunst, Michaeliskirche.

hob. In dem auf Granit erbauten Bautzen ließ sich mancherorts wohl kein ausreichender Brunnen abteufen und war das Wasserholen von anderswoher wohl mühsam. 1515 brannte die hölzerne Wasserkunst ab. WENZEL RÖHRSCHEIDT der Ältere wird genannt als der Baumeister, der 1558 eine neue steinerne Wasserkunst, die erhaltene "**Alte Wasserkunst**" (u. a. Wikipedia), erbaute. Ein Pumpenwerk, und es war ja AGRICOLA-Zeit, hoben das Wasser empor, und in der Stadtmitte, auf dem Fleischmarkt, befand sich ein Sammelbehälter, etwa 5 Meter höher als der von dem Sammelbehälter versorgten Brunnen und das Wasser auch in andere Brunnen in der Stadt leitete. Dort konnte das Wasser entnommen werde. Der Sage nach soll das Wasser anfangs nicht geflossen sein, der Baumeister hätte fliehen müssen, jedoch im Traum den Schaden erahnt: einen in einer Röhre eingeklemmten Frosch. Heimlich zurückgekehrt hätte er den Frosch beseitigt und das Wasser floß. Kern der Sage: daß es nicht immer komplikaitonslos funktionierte.

1597 folgte ein weiteres Schöpfwerk. Transportiert wurde Wasser in **ausgebohrten Holzrohren**. 1798 wurden diese durch eiserne Rohre aus Lauchhammer ersetzt.

Im Jahre 1965 wurde der Betrieb der Bautzener 'Alten Wasserkunst' eingestellt. Sie bildet nun ein herausragendes, öffentlich zugängliches Technisches Denkmal.



Abbildung 740: Ausgebohrte Holzrohre.Halle/S..



Abbildung 741: Hallorenmuseum Halle.

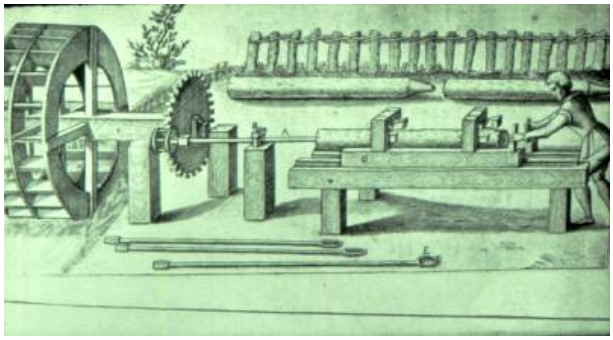

Abbildung 742: Holzrohr-Bohren. DE CAUS.



Abbildung 743: Holzbohrmaschine. Bardejov.

## Transport, Land- und Wasserfahrzeuge

## Transport - oft aufwendig und teuer

Transportieren von Waren war bis in das 19. Jh. teuer, nur in begrenztem Maße möglich. HANS FREYER (1955, S. 21) sah: "Daß der Mensch und seine Haustiere von dem lebten, was im Lande wuchs, daß die Stadt das Brot aß, das der Bauer vor ihren Toren baute, verstand sich bis" um 1830 "von selbst; nur das Salz, wo es fehlte, die Gewürze und die Reizmittel wurden aus der Ferne hergeholt, und nur für die ganz wenigen Metropolen der Weltgeschichte gab es eine Getreidefrage. Die Stoffe aber, die der Handwerker braucht, besonders die kostbaren, und die aus ihm gemachten Sachen sind von jeher die Fracht der Karawanen und der Kauffahrteischiffe gewesen."

Bedeutsame **Parameter** für die **Bewertung von Fahrzeugen**, ob zu Lande oder zu Wasser, sind: **Bewegkraft**, **Geschwindigkeit**, **Ladungskapazität** einschließlich der **Sicherung der Ladung** - etwa von Fässern auf sturmbewegter See - , **Manövrierfähigkeit** - die bei drehbaren Vorderrädern eines Karrens eben höher war als bei nicht vorhandener drehbarer Achse.

Als Äquivalent zu den Seekarten gab es auf dem Festland gab es die '**itineria**'.

Von weiter her konnten versorgt werden nur **Städte an Küsten und schiffbaren Flüssen**, so wie einst Rom mit dem Mittelmeer im Hintergrund und im Mittelalter die größeren Städte an Rhein und Donau oder an der Ostsee, wohin das Korn aus Polen herantransportiert wurde. Vor allem auch Holz, **Brennholz** für die Einwohner, wurde jedenfalls im 16. Jh. möglichst auf dem Wasser transportiert und auch künstlich Wasserwege geschaffen oder zu schaffen versucht wie KARL

des GROSSEN versuchte **Verbindung von Main und Donau über** Rezat und **Altmühl**, wozu bei Treuchlingen schon gegraben wurde, archäologisch nachweibar in der **'Fossa Carolina**' (P. RICHE´1995, S. 120/121). .

## Seeschiffahrt

## Die Schiffe

Diejenigen, die zuerst weite Räume eines Ozeans überwanden waren die **Polynesier**, welche, wohl von Asien kommend, sich **im Pazifik ausbreiteten** und sich auf zahlreichen der Inseln niederließen und so waren viele Inseln der Südsee bei Ankunft der Europäer bewohnt. Die Polynesier kehrten aber wohl kaum in ihre Herkunftsgebiete zurück und es gab wohl keinen ständigen ozeanweiten Schiffsverkehr. Innerhalb der Inselgruppen wurde von Insel zu Insel gefahren wie bei den Griechen in der Ägäis. Die **antiken Staaten** und auch das Römische Imperium sowie die Mittelmeeranrainer des **Mittelalters blieben** im wesentlichen **im Mittelmeer.** Dort blieben die italienischen Handelsstädte, allen voran Genua und Venedig und die Katalanen (u. a. J. M. ROBERTS 1986/1989, S. 176 ff.). Vor allem Genua fuhr dann auch in das vom Mittelmeer erreichbare Schwarze Meer. Im Norden hatten Handelstädte **Ostsee und Nordsee** erschlossen und wurde die **Westküste Norwegens** wenigstens bis Bergen befahren. Befahren wurde etwa von den Arabern der **nördliche Indische Ozean**, eine Meeresregion mit berechenbaren Winden. Auch Ost- und Südost-Asien ist mehr eine Region von Binnenmeeren. Nur Chinesen fuhren zeitweilig weiter. **Auf dem Atlantik** bewegten sich zuerst und das in sehr freier Weise die **Wikinger**. Von ihnen kehrten viele an ihre Herkunftsorte zurück, nach den Raubzügen beispielsweise und das auch immer wieder. Und es wurde Island politisch etwa auch Norwegen angegliedert, was Schiffsverbindung erforderte. Die Normannen gründeten dann eigene Reiche bis Sizilien. In Schiffahrt auf dem Atlantik gingen fernerhin voran die Basken. Die Schiffe der Mittelmeerstädte blieben noch in diesem großen fast als Binnensee zu sehendem Meer zwischen den Kontinenten. Die Lage an der Westküste Europas ließ dann **Lissabon** zum Ausgangspunkt des Vordringens auf den Atlantik werden und gab dem kleinen Königreich Portugal zeitweise Macht und Einfluß. Das 'meerumschlungene' Europa schuf seine '**marine Subkultur**' (J. DARWIN 2010, S. 100), die ihm schließlich große Vorsprünge brachte, ja regelrechte Seemächte wie Portugal, Großbritannien, die Niederlande entstehen ließ. Regelmäßigen Schiffsverkehr **zwischen** dem **Mittelmeer und** der **Nordsee** und damit längs des westlichen Atlantik in Europa hatte **1277 Genua** (F. BRAUDEL 1986, S. 120) geschaffen, es wurde 1297 Brügge erreicht und 1317 folgten venezianische Schiffe (1990, S. 124).

Das durch die östlich von ihm liegende Meerenge von Gibraltar **nach dem** Westen verwiesene Portugal und dann Spanien erreichten schließlich etwa die Kanarischen Inseln. FRANCIS BACON symbolisierte den historischen Akt des Vordringens auf den Atlantik in dem Bild des durch die "Säulen des Herkules" mit geschwellten Segeln zurückkommendem Schiff, das natürlich vorher herausgefahren sein mußte. Die großen Kulturreiche der Indianer Alt-Amerikas waren noch zur Zeit der Eroberung durch Europäer nach 1500 auf dem Ozean nicht vertreten (G. ARCINIEGAS 1966). **Schiffe** wurden die Waffe resp. **die Waffenträger der Europäer,** um sich **große Teile der Erde zu unterwerfen**. Schiffe waren den Europäern jene dem Handel und dem Kriege dienenden Mittel, die vergleichbar waren den Pferden und beim Handel auch dem Kamel bei den Steppenvölkern. Durch Schiffe wurden die italienischen Seestädte groß und dann kamen die mitgeführten Waffen zum Einsatz.

Verschiedene Völker haben im Laufe der Zeit für Küstennähe und Binnengewässer **verschiedene Boots- und Schiffstypen** entwickelt, die in verkleinerter Form zumindestens noch heute anzutreffen sind und oft begeistern. Sie waren unterschiedlich leistungsfähig. **China** hatte mit den großen **Dschunken** sehr leistungsfähige Schiffe und das **unabhängig von Europa**, dessen Schiffsentwicklung davon unbeeinflußt verlief und deren Fortschritte gesondert gefeiert werden. Vom Pazifik kommen die kaum kenternden **Katamarane**. Die Schiffsypen wie **Feluken**, am und im Indischen Ozean die **Dhaus** usw. verlieren mit den Containerschiffen des 20. Jh. ihre Bedeutung.

Für den Weg i**n die offene See** und auch Binnenmeere gab es mehr Wandlung der Schiffstypen, namentlich im Mittelalter. Die Küsten vieler europäischer Nationen sind see- und meeroffen, und Binnenmeere wie das Mittelmeer mit seinen Randmeeren, so der Adria, und auch Nordsee und Ostsee wurden früh befahren. Eine weitere Geschichte hat die Eroberung, **die Befahrung der offenen Meere**, und für Europa ist dabei besonders interessant die Befahrung des **Atlantik**. Durch ihre Seetüchtigkeit zeichneten sich die Schiffe oder eher langen Boote der **Wikinger** aus, mit denen sie von Norwegen oder Dänemark (R. BOHN 2001) oder von ihnen besiedelten Gebieten aus weit in die Meere, in die Nordsee oder dann den Atlantischen Ozean, nach Island und gar Grönland und Nordamerika hinausfuhren, auch weg von der Sicht auf wenigstens ferne Küste, auf Raubzüge oder zum Niederlassen. Als wichtig für die Schiffe gilt nach Prof. ANDREAS HENNIUS von der Universität Uppsala auch die Kenntnis der Wkinger, ausreichend Holz-Teer zum Abdichten und zur Imprägnierung der aus Wolle bestehenden Segel herzustellen und HENNIUS berichtet von regelrechter Teer-Industrie (Spektrum. de 31. 10. 2018, Spiegel-online 6. 11. 2018).

**Raub-** ja regelrechte Mord**züge** reichten bis Köln, Bordeaux, Rouen, ja selbst



Abbildung 744: Feluka Nil Ägypten.



Abbildung 745: China Dschunken, Hangtschou.



Abbildung 746: Grab in Schiffform. O Ystad.

einmal den Arno in Italien fuhren sie hinauf (M. BLOCH 1939/1940).

Wie die Räubervölker aus der Steppe gingen auch die Wikinger nach wenigen Generationen vom Raub ab, wurden sogar geschickte Staatsgründer, 820 mit einem Königreich auf der Insel Man (F. PETRICK 2002), 911 in der Normandie, von hier aus 1066 in England. Wohl durch Normannen aus Schweden, Waräger, erstand weit ab von Küsten im Südosten am Dnjepr die Kiewer Rus mit ihrer offensichtlich slawischen Bevölkerung.

Um die Wasserscheide zwischen den Ostsee-Zuflüssen und den Zuflüssen zum Dnjepr zu überwinden waren die Boote wohl über Land zu ziehen oder zu schleppen. Ein Normannenstaat entstand ab ersten Eroberungen 1016 in Sizilien, und die Staufer wurden zeitweise Erbe dieser Normannen. 1071 verloren die Byzantiner die letzte ihrer Festungen in Italien. Gescheitert war jedoch ROBERT GUISKARD um 1080, zur Zeit von Kaiser HEINRICH IV., bei der Eroberung des Oströmischen Reiches, hatte aber 1084 Rom niedergebrannt. Ohne ihre Schiffe hätte es nicht jene Wikinger oder Normannen gegeben, wie sie in der Geschichte Europas auftraten.

Über das Aussehen der Wikingerschiffe sind wir gut unterrichtet durch einige **Funde**. Dänischer Herkunft sind zwei 1863 im Moor bei **Nydam** gefundene Schiffe: 22,84 Meter lang, 3,25 Meter breit, Eichenholz, Platz für etwa 40 Mann, Das eine dieser Nydam-Schiffe ist ausgestellt im Museum Schloß Gottorf bei Schleswig. -

Drei Schiffsfunde gab es im Lande um den Oslo-Fjord in Hügelgräbern, also zu Ehren von hohen Toten mit in die Erde gegeben, gefunden 1867, 1880, 1903 (F. PETRICK 2002, S. 34). Restauriert werden sie auf der Museumsinsel auf Bygdoy



Abbildung 747: Denkmal Kiew-Gründer. 1987.



Abbildung 748: Nydam-Schiff, Gottorf.

bei Oslo präsentiert. Das **Gogstad-Schiff**, gefunden 1880 ist 23,4 Meter lang, 5, 05 Meter breit, Tiefe 1,12 Meter, Platz für etwa 50 Personen. - Am berühmtesten ist wohl das **Oseberg-Schiff**, gefunden 1903, vom Westufer des Oslo-Fjords. Das Schiff war ein Prunkschiff, mit zahlreichen Verzierungen, Begräbnisstätte einer um 850 anzusetzenden Fürstin, mit zahlreichen Beigaben, 21,44 Meter lang, 5,10 Meter breit. - Ein Schiff im Museum in Oliva bei Danzig und andere mögen durchaus von Slawen gebaut worden sein. Teile von Schiffen wurden noch manche gefunden, ein ziemlich vollständiges bei **Roskilde** in Dänemark (You Tube),

Wikingerschiffe der Frühzeit überhaupt werden als bis über 40 m lang angegeben, über 7 m breit, ohne Deck, für bis 70, ja 80 (YouTube) Ruderer geeignet, die Bordwand aus Planken aus "Eschen- sowie gehärtetem Kiefernholz" (F. PETRICK 2002) in Klinkerbauweise, also sich wie bei Ziegeln auf einem Dach überlappend, 2 m hoch, mit Nieten verbunden (YouTube). Zwischen den Planken dienten Holzteer und Wolle zum Abdichten. Kennzeichend war der flache Kiel, aus Eichenholz. Wegen dieses flachen Kiels konnte das Schiff rasch an flachem Strand an das Ufer, ja wohl auch eine Strecke über flaches Land gezogen werden, dort, wo man die Plünderer vielleicht gar nicht erwartete. Auch von der Nordsee zur Ostsee konnte man ein solches Schiff eine Strecke über Land ziehen und Normannen, Waräger, kamen auch an den Dnjepr, wo sie die Kiewer Rus gründeten. Das **Steuerruder** befand sich wie bei den verschiedensten Schiffen auch anderswo an der rechten Schiffsseite, in Fahrtrichtung gesehen, also "**steuerbord**". Wendete man sich "steuerbord" zu, stand man mit dem Rücken, "back", zur anderen Seite, "backbord". Und es konnte an **einem** umlegbaren und aufrichtbaren Mast knapp vor Mitschiff auch **ein rechteckiges Segel**, 25-35 Quadratmeter, oder auch 90 qm (YouTubeI), ein **Rahsegel**, oft breiter als höher, aus "doppelt" **gewebter** Wolle und Leinen, aufgezogen werden. Das Segel konnte auch etwa 45° nach den Seiten gewendet werden und das erlaubte Segeln nicht nur mit Rückenwind, obwohl Wind wenigstens von hinten kommen mußte.

Schon seit Römerzeit war im Mittelmeer das **Lateinersegel** zunehmend benutzt worden, ein Schrägsegel, das 'höher' am Wind zu segeln erlaubte.

Über die **1066** bei der Überfahrt von WILHELM von der Normandie nach England benutzten Schiffe gibt der **Teppich von Bayeux** bildlich Auskunft, auch hier auf dem Schiff ein Mast, ein Segel. Und mitgeführt wurden auch Pferde, was eine gwisse Größenvorstellung von den Schiffen vermittelt.

An der Länge des von einem senkrechten Stab auf einem Brett geworfenen Schatten der Sonne ließ sich die **geographische Breite** wenigstens etwas abschätzen, mit dem Sonnenschattenbrett.

Im Mittelmeerraum, in der Levante und bis in das Schwarze Meer, wo vielfach die



Abbildung 749: Glasfenster, Bourges b. J. COER.

von armen Menschen geruderten **Galeeren** verkehrten, beherrschten Seestädte, nach Amalfi, Pisa, dann Venedig, Genua und auch die Katalanen den Seehandel. Unverzichtbar waren Galeeren (G. PARKER 1990, S. 112 ff.) noch lange, im 16. Jh. etwa, im **Seekrieg**. Wegen der Ruder waren die Galeeren an den Seiten ungeschützt, aber sie hatten in der Seeschlacht jene den ständig wechselnden Situationen angemessene Mobilität, die unabhängig vom Wind war. Nach Studien über antike Kriegsschiffen wurden die **Galeassen** mit übereinander liegenden Ruderbänken entwickelt. Eine 1529 gebaute mit 5 übereinanderliegenden Rudenbänken von "74 Metern Länge und 11 Metern Breite" erwies sich als zu schwerfällig, aber Galeassen wurden gebaut um 1540 im Arsenal von Venedig (G. PARKER 1990, S. 113). Der nur kurze Zeit bleibende und an Menschenleben auf beiden Seiten verlustreiche Sieg einer verbündeten christlichen Flotte über die Osmanen bei Lepanto 1571 war ein Kampf der Galeeren. Galeeren konnen Segelschiffe kapern. Galeeren waren wegen ihrer raschen Steuerung und Umsteuerung auch sinnvoll an den Schärenküsten von Schweden und Finnland. Um genügend Ruderer zu haben, forderte etwa der französische Minister COLBERT unter dem jungen König LOUIS XIV.: weniger Todesstrafen, mehr auf die Galeeren!

## Die große Neuerung: Das größere reine Segelschiff auch in Mittel- und Südeuropa - 'Maritime Revolution'

Das **reine Segelschiff** benötigte im Normalfall keine Ruderer. Das waren teilweise schon die Wikingerschiffe.



Abbildung 750: Seitensteuer. Fresko Reichenau.

Mittelalterliche Schiffe, auch die der Wikinger, haben ein **Steuerruder** an der **rechten Seite**, also steuerbord. Aus dem mitteleuropäische Mittelalter sind solche Schiffe dargestellt etwa in Oberzell auf der Insel Reichenau, auf dem Teppich von Bayeux, an Reliefs der Kathedrale von Amiens.

Ein wichtiger Schiffstyp im Mittelalter wurde die **Kogge**. Ihr Laderaum war beträchtlich, Bis 1962 war nur das Bild der Kogge auf einigen Stadtsiegeln bekannt und waren einzelne Teilstücke überliefert. Im Oktober 1962 wurde bei Baggerarbeiten an der Weser gegenüber dem Bremer Europahafen eine vollständige mittelalterliche Kogge freigelegt: Länge 23,5 Meter, Breite 7 Meter, Ladefähigkeit 65 Lasten - 1 Last = 2000 Kilogramm, 12 ziemlich breite, sich klinkerartig überlappende Plankengänge auf jeder Seite, der Schiffsrumpf durchzogen von mächtigen Querbalken, 1 Mast. Die Kogge muß vor der Fertigstellung durch eine Flut in Schlamm eingebettet worden sein, weshalb sich im Rumpf Handwerksgeräte und auch eine Tonne mit Holzteer befanden.

Die Koggen waren in Seetüchtigkeit und Ladefähigkeit anderen Schiffen, etwa den skandinavischen, überlegen, mit 140 bis 300 Tonnen Ladelast, und setzten sich in der Seefahrt in ihrer Region durch (S. FISCHER-FABIAN 1988). 200 Tonnen - das war die Ladung von etwa 100 Fuhrwerken.

Neue Schiffe im Hochmittelalter, auch andere Typen von reinen Segelschiffen, wurden eine Voraussetzung der Ausbreitung der Europäer, für den Welthandel, der weiten Kommunikation. Bisweilen, und auch unter Berücksichtigung der Verbesserungen im Landverkehr, sprach man vom späten Mittelalter auch von der "**Kommerziellen Revolution**".

**Neuerungen** im Schiffswesen waren:



Abbildung 751: Krantor Danzig/Gdansk. 1969.

1. Die **Teilung der Segelfläche**, verteilt auf verschiedene Masten und an den einzelnen Masten auf verschiedene Teilsegel.

Die Schiffe der Entdeckerzeit hatten auf den vorderen Masten Rahsegel, auf den hinteren Lateinersegel (Wikipedia 2013).

2. Das **hintere drehbare Steuerruder** (Axialruder, sternpost rudder) löste das in Fahrtrichtung gesehen an der rechten (steuerbord) Schiffsseite angebrachte seitliche Steuerruder ab, was die Steuerung verbesserte.

Als älteste Darstellung des Axialruders gilt ein Relief von der Fahrt Jesu auf dem See Genezareth auf einem Taufstein aus schwarzem Marmor aus Belgien in der Kathedrale der südenglischen Stadt Winchester.

3. Der **Bugspriet**, für das 13. Jh. vermutet, erlaubte die untere vordere Ecke des Großsegels über das Vorschiff hinauszuziehen, wodurch die Schiffe noch höher am Wind segeln konnten.

4. Die Planken überlappten sich nicht mehr wie Ziegel in der **Klinkerbauweise**, wie bei der Kogge, sondern stießen aneinander, in der **Kraweelbauweise**. Das gab es bei den Karavellen.

Was das Material für den Schiffbau betrifft: große Schiffe benötigten ungefähr 4000 **Baumstämme**, und dazu Teer und Pech (CHR. DIPPER 1991). Pech und Werg



Abbildung 752: Seitensteuer. Kathedrale Amiens.

dichteten die Lücken zwischen den Planken. Bei der Kraweelkbauweise war das Verdichten der Lücken wohl schwieriger als bei dem dachzieglartigem Aneinanderliegen der Planken. Die Seemächte suchten sich durch Flottenholz-Monopole abzusichern, zuerst Kastilien 1503.

Die neuen Schiffe ermöglichten zusammen mit den Methoden der Navigation das Durchkreuzen der Meere, das Lösen von den Küsten Europas und Nordafrikas, die Ausbreitung von Europäern in weite Teile der Erde. So wie die Wikinger es begrenzter schon vorgeführt hatten. Wer gern den 'Revolutions'-Begriff benützt: Man spricht auch von Europas "**Maritimer Revolution**" (s. PH. D. CURTIN 2000). Auch andere Mächte entwickelten seetüchtige Schiffe, ja auch Flotten, so später die Osmanen. Aber die Schiffe der europäischen Mächte erschienen immer mehr als die überlegenen. Ihre Seekriegsführung, nach 1700 auch die der Russen gegen die Türken, blieben meistens siegreich. **Seekampf** früher und auch noch im 16. Jh. war **Entern**, der Übertritt von Bord zu Bord, dann wie Landkampf. Mit den **Schiffskanonen** konnten sich feindliche Schiffe ferner voneinander halten und beschießen. Mit Treffern ließen sich gegnerische Schiffe versenken. Flotten boten auch Mobilität und ebenso rasche Kräftekonzentration von Truppen und Waffen. Oft war jedes Schiff bewaffnet, konnte zum Kriegsschiff werden. Dann kam, vor allem im 19. Jh., die Kontruktion spezieller Kriegsschiffe (PH. D. CURTIN 2000).

Die Entwicklung von Schiffstypen ging weiter, auch im 16. und 17. Jh. Seit 1570 baute man in Holland die dickbauchige und deshalb viel Last aufnehmende "Fleute", das Vlieboot, die zudem nur wenig Besatzung erforderten und auch von daher rentabel war (F. BRAUDEL 1986, S. 205).

## Die Orientierung auf offener See - Navigieren

Mit dem Lösen von den Küsten kam auf dem offenen Meer und namentlich dann dem Atlantik die Frage nach der **Ortsbestimmung**. Wo war man zu irgendeiner Zeit auf dem weiten Ozean ohne Küstensicht. Auf welchem Breitengrad und welchem Längengrad? Die Feststellung der Breite war leichter als die der Länge. Im nördlichen Atlantik etwa konnte man den Polarstern beachten. Je weiter man anch Süden kam, desto geringer war die Höhe des Polarsterns über dem Horizont. Oder man bestimmte die am Mittag erreichte Höhe der Sonne über dem Horizont. Es mußte natürlich erkannt werden, wann hatte die Sonne ihren höchsten Stand erreichte. Nach Süden stieg die Sonnenhöhe, am Äquator steht die Sonne mittags senkrecht über den Ort. Und der Sonnenstand war in Winkelgrad zu messen, wozu der 'Jakobsstab' geeignet war. Er gilt als 1342 eingeführt durch LEVI BEN GERSON in Avignon (H. KELLENBENZ 1991). Problem blieb lange die Bestimmung der Längengrade. Es mußte bekannt sein, wie weit war man bei der Sonnenkulmination am eigenen Standort vom Null-Meridian entfernt. Das konnte durch die Zeitentfernung festgestellt werden, also um wie viele Stunden etwa kulminierte die Sonne am eigenen Standort **nach** der Kulmination am Nullmeridian. Dazu wären gut gehende und auch auf schwankender See tüchtige Zeitmesser, Uhren, Chronometer, nötig gewesen. Und daran fehlte es noch lange. Es gab Aufforderungen an Konstrukteure, sich des Problems anzunehmen.

Der **Kompaß** veränderte die **Navigation** grundlegend und gestattete den Seefahrern, sich weiter von den Küsten zu entfernen. Die anziehende "Kraft" von Magneteisen (E. O. v. LIPPMANN 1932) war schon im Altertum bekannt. Bei der Durchquerung von Steppen und Wüsten wurden offensichtlich von Chinesen drehbare Figuren aus Magneteisen mit ausgestrecktem Finger benutzt. Auf europäischen Schiffen (H. MICHEL 1965) befestigte man im 12. und 13. Jh. die Magnetnadel zuerst an einem kleinen Holz - oder Korkstück, das in einem Wasserbecken schwamm, was den **Schwimmkompaß** ergab. Die Magnetnadel drehte das leichte Holz- oder Korkstück. Beim **Trockenkompaß** wurde ein Stab aus Magneteisen an einem Faden aufgehängt. Bei der "**Bussole**" wird die Magnetnadel auf einer Spitze gelagert und kann sich nur in der Waagerechten drehen, über eine "Windrose". Eine Überlieferung schreibt diese Erfindung für das Jahr 1392 FLAVIO GIOIA aus Amalfi südlich von Neapel zu (s. W. M. WATT 1989), aber es bestehen ältere Hinweise für den Kompaß, so für 1187 und 1206.

**Portolani** (Portolane) waren Seekarten, welche im wesentlichen nur die Küstenumrisse zeigten und von den Häfen ausgehende Linien zu anderen Häfen, wobei der Kompaß Grundlage für die Zeichnung dieser Linien war. Zuerst wurden solche Portolani möglicherweise auf den Balearen. hergestellt, es gab dann die italienische und die




Abbildung 753: FLAVIO GIOIA. Amalfi.

weiter ausgreifende katalanische Schule der Portolan-Herstellung (M. MCLEAN 2007). Erfahrungen, Mitteilungen der Seefahrer führten zur Verbesserung der Portolani. Etwa 180 Portolani blieben erhalten. Die ältesten auf einer einzigen Schweinshaut. Die Herstellung muß in eigenen Werkstätten stattgefunden haben, und von heimkehrenden Schiffe wurden immer wieder neue Informationen gebracht und diese eingearbeitet. Ein Dekret des Königs von Aragon 1354 bestmmte, daß jedes 2 solche Karten an Bord haben sollte und im frühen 15.Jh. waren sie im Mittelmeer-Gebiet allgemein im Gebrauch.

Die Medici-Karte (Wikipedia 2020) von 1351 besteht aus 8 Blättern, das 2. Blatt eine Weltkarte, die Blätter 3, 4, 5 sind Portolan-Diagramme von Europa, Nordafrika, Mittelmeer und Schwarzes Meer und müssen Reiseberichte von MARCO POLO und IBN BATTUTA einbezogen haben, was auch an dem Jahre 1351 für den Atlas zweifeln läßt. Blatt 6, 7, 8 sind spezialisierte Karten von Ägäis, Adria und dem als geschlossenes Meer gezeigtem Kaspisches Meer. Vom Atlantik bis China unter Verwertung von Kenntnissen etwa von MARCO POLO reichte der 1375 erstellte **'Atlas Catalan'** (Wikipedia 2020) von den Juden ABRAHAM CRESQUES und seinem Sohn JEHUDA CRESQUES auf Mallorca. Der 'Atlas Catalan' besteht aus 6 Doppelbilden von 64 x 50cm. JEHUDA CRESQUES ließ sich wegen Judenverfolgung auf Mallorca taufen und folgte dem Ruf von HEINRICH DER SEEFAHRER nach dessen Seefahrerschule in Sagres. Der 'Atlas Catalan' wurde an den französischen König KARL V. verschenkt und befindet sich deshalb nun in



Abbildung 754: Mäuseturm am Rhein bei Bingen.

der Nationalbibliothek Paris.

Überlegene Seemacht wurde im 14. Jh. **Aragonien** mit Katalonien (F. SEIBT 1987). In Athen regierten sie ebenso wie auf dem eroberten Malta und auf Sizilien , Sardinien und auf nordafrikanischen Inseln. Die "San Clemente" der 30-er-Jahre des 14. Jh. beförderte um 500 Krieger.

## Auf Gewässern im Binnenland

Binnengewässer, namentlich **Flüsse**, waren nahezu **hindernisfreie Verkehrswege**. Etwa der Main (W. SCHICH 1977) war ein Verkehrsweg, der von dem städte- und gewerbereichem Rhein weit nach Südosten ins Binnenland führte. KARL der GROSSE sah richtig, wenn er den Main über die Altmühl mit der Donau verbinden wollte und so versuchte Rhein und Donau verkehrsmäßig zusammenzuführen. An manchen Abschnitten benutzter Flüsse gab es allerdings **Hindernisse**, die meistens im 19,/20. Jh. beseitigt wurden. Das galt für die 'Loreley' am Mittelrhein im Rheinischen Schiefergebirge und auch bei der Einfahrt in den dann vom Rheinischen Schiefergebirge begrenzten Rhein bei Bingen. Der im 19. Jh. neugotisch rekonstruierte 24,65 m hohe 'Mäuseturm' nördlich Bingen war Mautstelle oder auch Signalturm an einer Engstelle.

Stromhindernisse gab es auch in der **Elbe** bei Magdeburg. Auf dem **Rhein** ändern sich bei Köln die Stromverhältnisse und wurde von größeren Schiffen von Norden **umgeladen** auf kleinere Schiffe nach Süden (D. EBELING 1987) und umgekehrt. Auf dem Stromabschnitt Köln - Niederland wird berichtet von 4.000 - 6.000 Zentner Ladekapazität, aufwärts nach Mainz von 2.500 - 3.000 Zentnern Ladung (zit.

nach OCKHART bei D. EBELING 1997, S. 62). Es war wie der Wechsel von Breitspur auf Schmalspur und umgekehrt bei der Eisenbahn. Daß ein Hindernis in einem Strom die Entwicklung einer Stadt begünstigte geschah für Schaffhausen, den der **Rheinfall bei Schaffhausen** konnte durch Schiffe nicht überwunden werden und die Ladungen mußten über Land unter Umgehung des Rheinfalls von den Schiffen von unterhalb nach oberhalt oder umgekehrt transportiert werden.

**Kanäle** gab es in Europa in Italien. Von 1179 - 1257 erstand der fast 40 km lange Fluß, der Wasser des Ticino nach Mailand führte, 1456 wurde Wasser der östlich gelegenen Adda ebenfalls nach Mailand geleitet (F. BRAUDEL 1990, S. 102) und die großen lombardischen Seen wurden im 16. Jh. mit dem Landesinneren verbunden (S. 103). Seit dem 15. Jh. werden in Italien **Flußschleusen** errichtet.

## Flößerei

**Flößen** war verbreitet, auf kleinen wie großen Flüssen. Was PETRUS ALBINUS 1589 (S. 310) für Sachsen vermeldet, galt sicherlich schon länger: "Als auff der Elbe führet man viel Holtzes / nicht allein zu denen / so im Lande zu beyden Ufern derrselben Wassers wohnen / sondern auch ausserhalb des Landes / was von Breten / Schindeln / und anderm geschnittenen Holtz / und allerley Instrumenten zum Hausgerete dienstlich / dessen man alles keines wegen geraten kan." Die Flößerei von ganzen Stämmen, die **Langholzflößerei** auf breiteren Gewässeren, von Holz für Bauten und Schiffe, war ein Kenntnis und Geschick forderndes Gewerbe. In Wolfach im Schwarzwald wird im einem Flößerpark und einem Museum das dem Besucher nahegebracht. Das Zusammenbinden der Stämme geschah durch die Wieden, hoch beanspruchbare Seile aus den Gerten von Esche, Hasel, Birke oder Stämmchen von Tanne und Fichte in einem heizbaren ofen erzeugt. Von den kleineren Flößen kommende Waldflöße wurden bei der Einmündung etwa in die breitere Kinzig zu Landflößen zusammengestellt, etwa 300 m lang, 50 m breit und, das war dann später, "ritten" auf einer künstlich nach freigegebenem Wasserstau auf einer Flutwelle in 3 - 5 Tagen nach dem Rhein bei Kehl, Hier wurden dann Riesenflöße mit 600 m Länge, etwa 280 Ruderknechten und weiteren etwa 320 Personen, mit Koch, Küche, Passagieren, zum Auseinandernehmen am Endziel den Rhein abwärts und oft bis in die Niederlanden geführt, "Gefährte ohne Wiederkehr". 1857 wurden von Wolfach etwa 300 Flöße ausgesandt. 1885 endete diese Flößerei von Wolfach.

Namentlich auf kleineren Gewässern erscheint wenigstens seit der zweiten Hälfte des 16. Jh. etwa im gebirgigen Sachsen die **'Scheitholzflößerei'**. das Hineinwerfen von in einem Waldgebiet hergestellten Holzscheiten in ein fließendes Gewässer, die flußabwärts an einem 'Rechen' aufgefangen wurden (H. HARTMANN 1990).



Abbildung 755: Flößerei-Museum Wolfach.




Abbildung 756: Wandbild Flößen Wolfach.



Abbildung 757: Werben: Elbtor von 1488.

## Landwege, Landverkehr

Die Römer hatten in Jahrhunderten ein weites Straßennetz ausgebaut. Außerhalb von manchen Städten gab es in Mitteleuropa einst kaum weite Pflasterstraßen. Aber es gab immer wieder benutzte und so mehr oder weniger feste Wege. So die West und Ost in Mitteleuropa verbindende **Via regia**, die "Hohe Straße", 983 urkundlich erwähnt (K. BLASCHKE 2007, S. 111), die strata regia 1252 (K. CZOK 1982). Sie führte von Frankfurt/Main über Erfurt und über die Elbe unweit Großenhain durch die Lausitz nach Schlesien und Polen. In Leipzig kreuzte sie eine Nord-Süd-Verbindung. Über die Lausitz, über Görlitz, zog auch eine Verbindung von der Mark Brandenburg nach Böhmen.

Wurden die Wege schlammig, wich man nach der Seite aus und die Wege resp. Überlandstraßen hielten so keinen und vielleicht nicht einmal von benachbarten Äckern klar abgegrenzten Rand.

Für Landwege waren breitere Flüsse ein Hindernis. Städtenamen mit der Endsilbe -"furt" verweisen auf die Bedeutung, welche zumal bei fehlenden Fähren und Brücken flache Flußstellen, **Furten**, für die Flußüberquerung hatten. Auch waren **Flußübergänge** anderswie wichtig, wie das 1358 Hansestadt gewordene kleine Werben (Wikipedia 2017) an der Unterelbe.

Brücken waren vom grauen Altertum bis in jüngere Zeiten zunächst **Holzbrücken**.



Abbildung 758: Holzbrücke Wünschendorf.



Abbildung 759: Holzbrücke Buchfart, Ilm.

Besonders schmalere Gewässer wurden so überbrückt. Wenige Holzbrücken blieben in Deutschland als geschützte Denkmale (Wikipedia 2013, Internet) erhalten, wenn natürlich im Laufe der Zeit auch repariert. Bei den interessanten Holzbrücken schützen Überdachung und Seitenverschalung vor Wetterschäden. Mehrfach zerstört wurde die vielleicht ins 13. Jh. zu setzende 203,7 m lange Holzbrücke über den Rhein zwischen dem Schweizerischen Stein und der Stadt Bad Säckingen, die längste bedachte Holzbrücke Europas. Ebenfalls in das 13. Jh. zurückgeführt wird 1786 erneuerte Holzbrücke über die Weiße Elster bei Wünschendorf südlich von Gera. Über die Ilm bei Buchfart südlich von Weimar führt eine für 1613 genannte Holzbrücke,

In Gebieten des ehemaligen Römischen Imperium wurden deren **Steinbrücken**, wenigstens nach einigen Reparaturen, bis in unsere Tage genutzt. Bedeutende **stei-**

**nerne Brücken** des Mittelalters gab es über die Donau in Regensburg und über die Moldau in Prag, die beide einem Hochwasser zum Opfer fielen. Die 1230 urkundlich erwähnte Dresdner Elbbrücke war 1287 steineres bauwerk (K. BLASCHKE 2007, S. 113). 1357, unter KARL IV., war vollendet die neue Prager Moldaubrücke, die 'Karlsbrücke' (F. SEIBT 1994). In **Erfurt** war die nach zerstörten Holzkonstruktionen jetzt in Stein gebaute **Krämerbrücke** mit ihren beidseitig an Händler vermieteten Buden 1325 fertig (S. WOLF 2005), jetzt die einzige solche mit Häusern besetzte Brücke nördlich der Alpen. Jedoch nach einem weiteren Stadtbrand 1472 wurde die Brücke bis 1486 nochmals neu gebaut, Breite 26 m und dabei 5,5 m zwischen den Hausfluchten der Fachwerkgebäude. Eine Stadt wie **Dresden** besaß bis 1852 nur eine einzige Elbbrücke, die erste genannt 1275 (Nachwort zu G. F. REBMANN 1795/1990, S, 204).

Für die Kriegszüge **nach Italien** und auch den Handel waren die Alpenpässe wichtig, so der über den Gotthard-Paß (K.-F. KRIEGER 2003, S. 14).

## Krieg - und die Militärtechnik

Das Mittelalter war wie allerdings manche anderen Zeiten auch und ebenfalls in verschiedensten Regionen der Erde erfüllt von einem **bellizistischem**, einem den **Krieg für ehrenwert** haltendem Denken (G. DUBY 1992) wie er in einer sich christlich nennenden Gesellschaft undenkbar sein sollte. Es gelang (Y. N. HARARI 2015, S. 203) "nie ..., Rittertum und Christentum unter einen Hut zu bekommen", nicht gegen andere Christen und schon gar nicht gegen Andersgläubge, wo mit 'Kreuzzügen' der Ritter als Christ handelte (S. 202). Zumal auch größte Grausamkeiten als ertragbar galten. TACITUS (Ausgabe 2012, S. 101) hatte einmal von den von ihm auch gelobten Germanen der römischen Kaiserzeit gesagt: "Ja beschämend und schwach erscheint es ihnen, mit Schweiß zu erlangen, was durch Blut gewonnen werden kann:" Ds galt wohl nicht nur für die Germanen und traf auch in späteren Jahrhunderten zu! Bei den Germanen galt als anonsten überlieferte Ansicht angeblich als Schande, im Alter normal zu sterben, den "Strohtod" zu finden, anstatt als gefallener Held früh in 'Walhalla' einzuziehen. **Kampf, Fehde, Krieg** - das war bis weit in die Neuzeit zu einem großen Teile nicht nur Angelegenheit größerer Herrscher, sondern fand statt **zwischen Familien, kleinen Feudalen, Clans** in Städten, innerhalb von ansonsten entwickelten Stadtstaaten, und dazu kamen **Aufstände** unterer Schichten gegen obere. **'Recht'**, berechtigtes oder vermeintliches, wurde gesucht **durch Selbsthilfe**. Gewaltmonopol des Staates, wie groß der auch immer war, kam erst allmählich. Und kam in abgelegenen Gegenden etwa des Balkan, bei den Albanern, nie oder sehr spät (M. W. WEITHMANN 2000, S. 37 ff.). 'Romeo und Julia' in Verona fanden sich zwischen tödlichen Fa-

milienfehden. Man kann in vielen Teilen des mittelalterlichen Europa von einem "warlord"-System sprechen (J. BLACK 2003, S. 14). Ohne Fehde und Krieg wäre man vielleicht vor Langeweile verkommen? Ersatz boten die auch Waffentechnik erfordernden Turniere. Wie im 20. und 21, Jh. der Fußball. Poeten-und Sänger-Wettstreit - das interessierte wohl nur teilweise. Mit Waffen erzielt Eroberungen - wie lange wurden sie noch gefeiert, auch im 20. Jh. Sagen und Märchen berichten immer wieder von Kampf und Sieg und Feindestod, allerdings ebenso von geretteter Jungfrau. **Raub** von Nahrung bei Bauern und von Schätzen bei Begüteteren **galt** oft **höher als vernünftige** schaffende **Arbeit**. Normales Volk wurde zum Teil erbarmunslos hingeschlachtet und galt als offenbar bald ersetzbar. Könner, Architekten oder Künstler oder Fahchandwerker wurden auch von schlimmsten Kriegesherren dagegen oft verschont, und das wirft ein Bild darauf, wie man Menschenwürde und Menschenwert unterschiedlich einschätzte. Und Kriege, das war nicht nur "Waffenhandwerk", das war Verwüstung von Ländern, Vernichtung von Ernten zum Schaden der Gegner, das war 'Verbrannter Erde'. Selbst Wiesen wurden, wenn es für die Niederringung eines Gegners schien, umgepflügt, um den gegnerischen Pferden das Futter zu nehmen (R. PERNOUD 1993). Auch die oft noch gefeierten Großen des Mittelalters haben sich mit Plünderung und Blut bis zu Äußersten beschmutzt. Auf Anordnung KARLs des GROSSE sollen gnadenlos Tausende gefangener Sachsen in Verden geköpft worden sein. Wie grausam und rücksichtslos einer zur Herrschaft strebte zeigt WIPRECHT VON GROITSCH (T. PETER 1998), der Westsachsens Geschicht zeitweilig mitprägte. In dem von WIPRECHT 1091 gegründetet Kloster Pegau hat ein Chronist, ein 'Annalist' das in den 'Annales Pegavienses' (O. E. SCHMIDT 1928, S. 404)aufgeschrieben und das wurde aufgenommen in die 'Monumente Germaniae Scriptores 1899 auch ins Hochdeutsche übersetzt, Der Kursachsen-Historiker OTTO EDUARD SCHMIDT lobte (1928, S. 79 ff.) WIPRECHT von GROITZSCH als "Held der fruchtbaren Elsteraue" in der Zeit, als sie dem Deutschtum und dem Christentum gewonnen wurde. Und zollt diesem 'Helden' höchste Anerkennung für seine Ansiedlung fränkischer Bauern im späteren Sachsen und sein zuletzt mönchisches Dasein, aber das, nachdem er wegen seiner Feinde einst die Stadt Zeitz überfallen hatte und dort den einen tötete "mit siebzehn Genossen", die anderen durch Niederbrennen einer von ihnen aufgesuchten Kirche fing und sie blendete. War das nun das tolle Rittertum? Alles verziehen wegen der Verbreitung des 'Deutschtums'? Manchmal fast ein Wunder, daß es mit Produktion und anderem im Lande überhaupt noch weiter ging. Und das unter dem Christenschirm! Vor allem der spätmittelalterliche Ritter wurde fast beruflich zum **Raubritter**, der sich womöglich seines eingebildeten Standes wegen berechtigt fühlte an anderen, produktiven und fleißigen Mitgliedern der Gesellschaft schadlos zu halten. Das war also aus jenen geworden, welche die Gesellschaft beschützen sollten.

Und das Schlimmste: Bestimmte herrschende Kreise im 20. Jh. nahmen dieses Denken auf und verbreiteten es. Mancher wunderte sich noch 1946, daß beim Nürnberger Prozeß endlich von "Kriegsverbrechen" gesprochen wurde und Kriegsauslösung nicht als Recht eines Staates galt. "Tapfere" Kriegerheere - was waren sie oft mehr als staatlich aufgestellte Mörder- und Räuberbanden. Wobei die ungleiche Verteilung von Menschen und Ressourcen gewiß ein Problem blieb. Viele Krieger starben nicht im "Heldenkampf", sondern an Malaria und ekeliger Scheißerei.

Zum einen gab es auch für eingermaßen gefestigte Staaten Bedrohung und Überfall **von außen**, Da kamen die **Schiffe der** raubenden und mordenden **Wikinger** bis ins 10. Jh. und dann die **"Reiterwelt"** (F. BRAUDEL 1985) **des Ostens**, bis in das 13. Jh. Mit ihren Pferden fast verwachsen wirkend und von ihnen aus schnelle Pfeile abschießend mußten die Steeppenreiter der Schrecken der Bauernvölker werden. Aber zu diesen Bedrohungen von außerhalb kamen auch **die dauernden Kriege** der Großen **und** vor allem auch **Fehden im Inneren**, die auch der kleinere Feudale führte. Und dann, und das zunehmend, die Auseinandersetzungen zwischen den europäischen Mächten, welche nach neuem Kriegsgerät verlangten. Hundert Jahre und mehr kämpften Frankreich und England miteinander. **Irgendwo war immer Krieg**, zogen Könige und Fürsten und dann Barone und Ritter in Feldzüge. Selbst ein Herrscher wie der Hohenstaufe FRIEDRICH II. verbrachte Monate, ja Jahre in Feldlagern. Angriffswaffen wie Verteidigungseinrichtungen und Verteidigungswaffen hatte wohl jeder Feudale. Aber das Töten und Getötetwerden gehörte in einem solchen Maße zum Alltag der Ritter, daß es kaum großes Aufsehen erregen konnte (B. TUCHMAN 1982). Gehört es nicht zum Furchtbarsten im Dasein oder besser Daseinsende eines Menschen, von einer **Stichwaffe**, ob Schwert oder in der Neuzeit Bajonett durchbohrt zu werden? Der Schweizer Dichter CONRAD FERDINAND läßt in der Novelle "Der Heilige" im 12. Jh. den englischen Kanzler THOMAS BECKET vor einem Christus-Bild zu dessen Leiden am Kreuze sagen: "... Der Welt Sünde zu tragen, steht geschrieben ... Friede solltest du bringen ... aber siehe, diese Erde dampft und stinkt noch von Blut und Greuel ... und Schuld und Unschuld wird gemordet wie vor deiner Zeit!"

Nur Schritt für Schritt konnte der viele Entwicklung hemmenden Selbstjustiz ein Abklingen und schließlich ein Ende bereitet werden. Im späten Mittelalter und der frühen Neuzeit bedurfte es oft langer schwerer Auseinandersetzungen der Fürsten und Monarchen, der Landesherren, die Kriege der kleineren Feudalherren, der Ritter, zu bannen und das Gewaltmonopol des Staates, oft des territorialen Fürstentums, an sich zu ziehen. Für den französischen Hochadel zog es sich bis weit ins 17. Jh. hin, in der 'Fronde', "ihn in die disziplinierte Ordnung des modernen Staates zu zwingen" (E. HINRICHS 2000, S. 114). Die weitergehenden Kriege



Abbildung 760: Kunitzburg b. Jena 1959.

zwischen den Staaten waren jedoch vielfach ebenso hart und verwüsteten die betroffenen Regionen wie einst die kleineren Fehden. Statt der kleinen Warlords gab es größere und große.

## Bestigungen, Burgen

'**Kastelle**' waren noch in der Zeit von KARL DEM GROSSEN **Erdwälle** mit **Holzpalisaden**. Ab 1897 wurde an dem karolingischen Kastell von Höhbeck hoch über der Elbe bei Lenzen gegraben (C. SCHUCHARDT 1944, S. 366/367). Verkohlte Langhölzer zeugten von den Hulzpalisaden und ihrem Brand , wie auch die Lehmmasse dicht zusammengebacken war. Slawen hatten 810 das Kastell erobert.

Fast jeder Feudale besaß seine **Burg**, schließlich aus **Stein**, hoch oben, oder in der **Niederung als Wasserburg**, und um sie seine Untertanen. Manche Burg diente auch der Sicherung von Handelswegen, hatte also über die Privatangelegenheiten hinaus Bedeutung und war in der Hand königlicher oder kaiserlicher Beauftragter, Ministerialen. Die den Herrschern dienenden Burgen waren im allgemeinen größer und gewaltiger. So gibt es also Burgen recht verschiedener Größe. Viele der **kleineren** Burgen kleiner Feudaler sind **zerfallen**, sind oft eindrucksvolle Ruine.

Zu den größten Burgruinen Europas gehört die **Zipser Burg** in der Ost-Slowakei,



Abbildung 761: Primda/W-Böhmen.



Abbildung 762: Romanisch Lobdeburg b. Jena.



Abbildung 763: Burg Eltz, gegründet 12. Jh..



Abbildung 764: Burg Runkel/Lahn.



Abbildung 765: Runkelstein b. Bozen.



Abbildung 766: Kernburg seit um 1349 Kost/Böhmen.



Abbildung 767: Ruine Zipser Burg/Slowakei.



Abbildung 768: Chillon/Genfer See.

nacheinander im Besitz des Königs von Ungarn, der Familie Zapolya, Thurzo, Csaky und 1710 teils und 1728 endgültig durch Brand zur Ruine geworden.

Großartiger war etwa auch die ab dem 12. Jh. den Savoyern gehörende und 1536 von den Bernern eroberte Wasserburg Chillon nahe dem nördlichen Ufer am Genfer See, bekannt durch den 6 Jahre schwer eingekerkerten FRANCOIS BONIVARD, den "Gefangenen von Chillon" des Lord BYRON.

Burgen spielten in dem **Wechselspiel** von Angriff von Verteidigung, **offensiver und defensiver Technik** in der Kriegstechnik, eine entscheidende Rolle. Mit den im 11. Jh. immer festeren, steinernen Burgen verschob sich das Gewicht auf die **Verteidigung** (G. PARKER 1990, S. 26). Eine gut verteidigte, feste Burg einzunehmen, war aufwendig. Zumal wenn die Burgen eine größere Mannschaft hatten

und Vorräte bargen, konnte eine in ein Gebiet einmarschierende Truppe sie auch nicht nebenan im Rücken liegen lassen und sich der Gefahr des Angriffs durch einen Ausfall aussetzen. Mit Verwüstung des Umlandes hat der Aggressor dann die wehrlosen Dorfbewohner getroffen. Die Burgen konnten dann später wieder bedroht werden durch **Riesengeschütze**. Ihr Transport war aber sehr aufwendig. Die Verteidiger rüsteten dann mit kleineren Geschützen nach und die Befestigungen wurden durch neuartige vorspringende Bastionen, Gräben und anderes wieder verteidigungsfähiger.

Befestigt sein mußten **auch die Städte** (u. a. B. WÜBBEKE-PFLÜGER 1997), ja auch manche Siedlungen, anfangs wohl nur mit Graben und Wall, Holzpfählen und Hecken, schließlich mit **Mauern und Türmen**. Es ging nicht nur um Militärisches, sondern auch um Zoll oder Fremdenkontrolle. Die uns mehr oder weniger **überlieferten** Mauerreste und vor allem Tortürme stammen meistens aus dem Spätmittelalter und auch danach (M. UNTERMANN 1997). Während vielerorts die Mauern verschwanden oder nur in Teilstücken blieben, gibt es manche nun freistehenden Tortürme. Vor allem die zum kontrollierten Durchgang von Personen dienenden **Tortürme** zieren noch heute vom Mittelalter her und auch noch danach ältere Städte, öfters im Barock verschönert oder oben mit Aufsatz versehen, wurden zu architektonischen Stadtsymbolen. Sie waren so etwas wie ein Willkommens- oder auch Abwehrsignal einer Stadt. **Oft** sind **nur Teile** dieser Befestigungen **erhalten**, etwa nur das **Vortor**.

Der Bau der Stadtmauer in Köln begann 1180, ausgestattet schließlich mit über 30 Stadttoren und Pforten, und die meisten gelegen nach der Seite des Rheins (S. 52). Auf der Landseite gab es zwischen den Toren im Abstand von etwa 75 - 100 m Wehrtürme. 5 von den Toren zur Landseite waren täglich vom Blasen der Nachwächter "zum Tag" bis im Sommer 23 Uhr und Winter bis 22 Uhr geöffnet und für sie wie für die außer zum Viehaustrieb oder der Fäkalienabfuhr geschlossenen Toren gab es gut bezahlte (S. 55) 'Herren (später Burggrafen)' genannt, die, mit nachgewiesen 1341, dem Rat verpflichtet waren und Schlaf- und lange Anwesenheitspflicht auf den Toren hatten (S. 53). Der Wall, also vor den Toren, war mit einer Wehrhecke gesichert, die nicht verbrannt oder verwüstet werden durfte (S. 53). Es gab gehende Nachtwächter und eine 'reitende Nachtwache' aus meistens 12 Personen, mit jeweils 4 im Dienst, die bei Dienstantritt das 'Losungswort' erfuhren (S. 55). Reichtum mußte teuer geschützt werden.

Die Mauern zu verteidigen diente der **Wehrgang** (M. UNTERMANN 1997, S. 10), auf dem die Verteidiger einigermaßen geschützt die Angreifer mit ihren Pfeilen oder heißem Pech aus Pfannen abwehren sollten. Der Wehrgang lag etwa auf in die Stadtmauer eingemauerten und von unten von Streben gestützten Balken. Der Wehgang konnte auch ruhen "auf hohen, der Stadtmauer innen vorgelegten



Abbildung 769: Stadtmauer m. Wehrgang: Butzbach.

steinernen Bogenstellungen", so am "Gereonsmühlenturm in Köln", abgebildet um 1660 (S. 10). Außerhalb der Stadtmauer lag das '**Schießhaus**' für Wehrertüchtigungsübungen der Stadtbewohner mit der Armbrust oder dann tragbaren Feuerwaffen (S. 11).

Ganz großartig ist die **Stadtbefestigung von Neubrandenburg**, die nahezu vollständig erhalten "in ihrer Komplexität einmalig im nördlichen Mitteleuropa ist" (V. SCHMIDT 1997, S. 221). Um 1300 wurde bisherige Holzwehr durch eine Steinwehr abgelöst. Gebaut mit Beginn an mehreren Stellen gleichzeitig wurde eine schließlich 2,3 km lange Feldsteinmauer, 7,5 m hoch, im Fußbereich 1,5 m breit. 41.000 t Feldsteine waren nötig. Für den Antransport hätten 10 Fuhrwerke etwa 8 - 10 Jahre benötigt (alles S. 219). Eingang in die Stadt erlaubten 4 Toranlagen, mit Vortor, die Feldseite der Vortore schmuckvoll gestaltet (S. 220). Erhalten blieb noch ein weiterer Turm von ursprünglich 2 (S. 221). In der Mauer wurden ursprünglich 56 vorspringende Wiekhäuser eingebaut, 3-geschossige Wehrtürme auf 4-eckigem Grundriß. etwa 10 - 40 m voneinander entfernt. 25 Wiekhäuser wurden wiederhergestellt. Nach der Stadtweite waren die Wiekhäuser offen, konnten also von dort auch zur Zeit von Verteidigung betreten werden. Zu jedem solchem Wiekhaus, also einem 'Kampfturm, gehört ein Wiekhaushauptmann, dem "etwa 10 Mann Besatzung aus der nichtzünftigen Bürgerschaft unterstanden" (S. 220). Vor der Stadtmauer gab es einen Doppelwall mit 2, teilweise 3 Gräben, und der Höhenunterschied zwischen Wallkrone und Grabensohle beträgt "stellenweise"



Abbildung 770: Nachgebauter Wehrgang, Stadtmauer Delitzsch.



Abbildung 771: Stadtbefestigung Nürnberg.

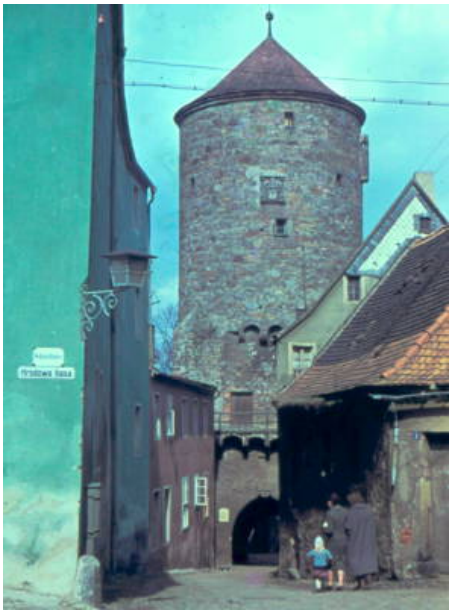

Abbildung 772: Bautzen: Nikolaiturm, - tor.



Abbildung 773: Montagnana, Mauerring 2 km.



Abbildung 774: Ummauertes Paczkow/Schlesien.



Abbildung 775: Gunzenhausen.



Abbildung 776: Reutlingen.



Abbildung 777: Iphofen/Franken: Vollständige Toranlage.

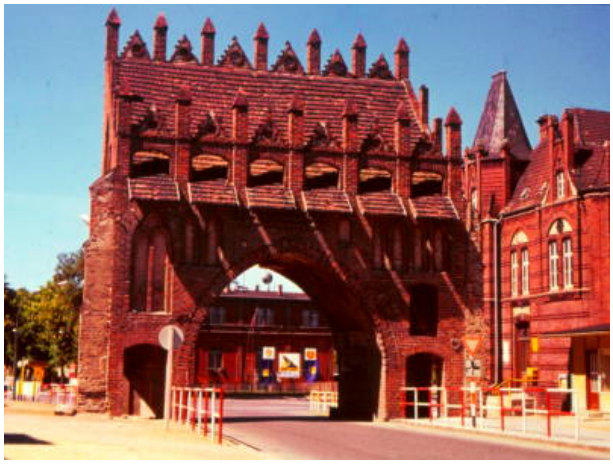

Abbildung 778: Malchin: Kalensches Tor = Vortor.

noch 4 m. Der Befestigungsgürtel wies damit eine ursprüngliche Breite von etwa 70 m auf (S. 221).

Schwer geschützt werden mußten auch Hafenstädte und **Häfen**.

Gegen Feinde von außen waren die Stadtbefestigungen richtig. Ein Wach-, Alarm- und Polizeiwesen suchte auch im Inneren Frieden zu bewahren (B. WÜBBEKE-PFLÜGER 1997, S. 46). Neben den Bürgern selbst bestand für den Schutz von Städten ein 'besoldetes Peronal', wenn bezahlbar (S. 52). Aber beim **Bürgerkrieg im Inneren**, bei den Fehden zwischen den führenden Familien, üblich vor allem in Städten **Italiens**, wurden **innerhalb der Innenstadt Familienfestungen** erbaut, hohe Türme, in Bologna einer von 2 erhaltenen 97 m hoch, **Geschlechtertürme**. Zogen die Familien dort ein, war es in den Türmen mit ihren zahlreiche Etagen kaum sehr bequem. Aber etwa in Bologna dienten sie dann der Stadt etwa als Gefängnis (Wikipedia 2016).

Familienfestung auf dem Balkan, in Albanien oder Rumänien, war die **Kula**, ein burgartiger Wohnturm, den italienischen Geschlechtertürmen vergleichbar, aber viel niedriger.

Im 19. Jh., mit der Industrialisierung, wurden viele der heute als interessant und schön empfundenen Bauten abgerissen, in Köln ab 1881 (B. WÜBBEKE-PFLÜGER 1997, S. 45). Leipzig verlor selbst schöne prachtvolle Stadttore.

Manchmal wurden die Mauern später als Augenweide restauriert, um Mittelalter-Atmosphäre zu schaffen, wie in Carcassone.

Eine **Stadt** wie **Quedlinburg** im Nordharz mußte in weitem Umkreis **Wachtürme**,



Abbildung 779: Neubrandenburg, Wieckhaus neu.



Abbildung 780: Tangermünde, Elbseite.



Abbildung 781: Bordeaux.



Abbildung 782: Hafenturm Kortrijk.



Abbildung 783: 2 Hafentürme f. Kette: La Rochelle.



Abbildung 784: Bologna: Geschlechtertürme.



Abbildung 785: Bolognas Geschlechtertürme von unten.



Abbildung 786: San Gimignano.



Abbildung 787: Pavia.



Abbildung 788: Carcassone.



Abbildung 789: Eckbastion, um 1480, Senigallia.



Abbildung 790: Wiederaufbau Barbakane Warschau.

"Warten", unterhalten, damit von dort Ausschau haltende Wachleute an die Stadt Signale bei drohenden Räubern geben könnten. Rings um die Ortsflur von Quedlinburg angepflanzte dichte Hecken aus Schlehdorn sollten vor allem auch das Wegtreiben von Vieh verhindern. Den Kriegen des Mittelalters nachempfundenes modernes Kinderspielzeug war so lustig im Original nicht, sondern bitterer Ernst. Die Bürger mußten **Waffen zu Hause** aufbewahren und im Vertedigungsfall mit ihnen erscheinen. In **Nürnberg** (N. F. PÖTZL 2014) zur Kontrolle Beauftragte stellten 1431 fest 2582 Ringpanzer, Kettenhemden und moderne Plattenharnische. Das Armbrustschießen wurde auf einem Übungsplatz trainiert. Von der seinerzeitgien kursächsischen Residenz **Torgau** wird berichtet, daß jedenfalls im 16. Jh. die Bürger verpflichtet waren, jeder nach seinem Vermögen "einen ganzen oder halben Harnisch. Schwert, Spieß, Armbrust oder Feuerrohr zu besitzen", in den ärmeren Vorstäden "mehrere in Gemeinschaft einen Harnisch" (O. E. SCHMIDT 1928, S. 231). Da mußte die Obrigkeit schon Vertrauen haben!

## Kriegsgeräte - in Bilderhandschriften oder als Sachzeuge erhalten

Anweisungen an die Bewaffnung und vor allem die kriegstechnischen Bilderhandschriften informieren über eine **Fülle von Kriegsdingen**, von **Kriegsgerät**, größeres wie kleiners, so Rammen, Brandpfeile, Feuertöpfe, Schwimmgurte, Schneeschuhe, unter die Bodenoberfläche zu vergrabende Haken - auch mit Widerhaken - zur Verletzung der Füße von Mensch und Pferd. Die Belagerungsmaschinen und auch die zahleichen einfacheren Schutzvorrichtungen der belagernden und belagerten Krieger legen nahe, daß die langwierige, listenreiche Belagerung viel mehr den Normalfall darstellte als der verlustreiche Sturm. Bei KYESER und anderswo gibt es das Bild eines **drachenartigen Ballons mit Feuer** im Maul, wodurch das wohl aus Tierhaut bestehende drachenartige Gebilde von der erzeugten Warmluft aufgebläht wird - offensichtlich ein Feldzeichen, das zum Luftballon hätte führen können.

Wie zur Zeit von KARL der GROSSE die Krieger in den Kampf zu ziehen hatten , erfährt man aus einem Schreiben KARLs an den Abt FULRAD von Saint-Quentin (zit. b. P. RICHE´1995, S. 118): "... Deine Gefolgschaft muß vollständig ausgerüstet sein, mit Waffen, sonstigen Kriegsgerät, Lebensmitteln und Kleidung. Jeder Reiter muß einen Schild, eine Lanze, ein langes und ein kurzes Schwert, einen Bogen und einen pfeilgefüllten Köcher haben. In den Troßwagen müßt ihr Kriegswerkzeug aller Art mitführen ... Vom Datum der Versammlung an muß der Proviant für drei Monate reichen, Waffen und Kleider sind für ein halbes Jahr mitzuführen. Auf dem Weg zum Versammlungsort darf nichts beansprucht wer-

den außer Futter, Brennholz und Wasser." **Der Ritter** kämpfte mit der Lanze und zum Schutz mit einem Schild oder auch mit dem "beidhändig geführten Schwert" **in schwerer Rüstung auf dem Pferd** gestützt auf dem **Steigbügel**. Der Steigbügel wurde verbreitet wohl durch die Awaren im 7. Jh., Die **Reiterei** wurde zunehmend "schlachtentscheidenden Waffe des Mittelalters (P. RICHE' 1995, S. 59), bis diesen Rittern wirkungsvoll entgegengetreten wurde von Fußtruppen mit **Distanzwaffen**, der **Armbrust** und dann dem **Langbogen,** also billiger ausgerüstet als die Ritter. Stürzte der Ritter vom Pferd oder mit dem Pferd, so lag er erst einmal recht hilflos da und wurde von den Fußtruppen oft auch erschlagen. Die Schweizer mit ihren Langspießen haben vielleicht mehr zum **Ende der Ritter** auf ihren Pferden beigetragen als die noch unvollkommenen neuen Feuerwaffen (O. CHADWICK 2003, S. 315). Man spricht auch von der "**Infanterierevolution**", besonders im 14. Jh. (B. HEUSER 2010, S. 123). Nach Vorläufern in der Antike erscheint die **Armbrust** ab dem 8. Jh. Ihre Wirkung beim Absenden von Pfeilen beruht auf ihrer Zielsicherheit und Reichweite bis gegen 300 Meter. Einen Apfel vom Kopf eines Kindes abzuschießen war sicherlich sehr riskant, aber die Sage vom Tell-Schuß erinnert nicht grundlos an die hohe Treffsicherheit der Armbrust. Dem kriegssüchtigen englischen König RICHARD LÖWENHERZ nutzte der Harnisch nichts, denn von einem Armbrustgeschoß durchschlagen starb bald an seiner Wunde der hohe Herr 1199 bei der Belagerung der Burg Chalus in Frankreich. Wie der schon genannte Dichter CONRAD FERDINAND MEYER in seiner Novelle "Der Heilige" wohl richtig schildert, war Armbrust nicht gleich Armbrust und gab es bei der Herstellung Könner, und den Kanzler des englischen Königs HEINRICH II., den THOMAS BECKET, läßt MEYER (S. 34) erdichtet sagen: "Ich ... mag es leiden, wenn der Verstand über die Faust den Sieg davonträgt und der Schwächere den Stärkeren aus der Ferne trifft und überwindet."

Schmerzvoll war für die Getroffenen schon immer auch der von einem Bogen abgeschnellte Pfeil. Und das wurde viel wirksamer mit dem aus England, aus Wales, stammenden **Langbogen,** mit einer Reichweite ihrer Pfeile bis zu 250 Meter und einer "Feuergeschwindigkeit" von 10 bis 12 Pfeilen pro Minute. König EDUARD I. erschien mit dem Langbogen im Krieg gegen Frankreich. Zwischen 1531 und 1590 sollen etwa 500.000 Eibenbögen aus Nürnberg und Bamberg "nach Westen exportiert" worden sein (B. SCHÄFER 2011, S. 36). Was Wunder, daß die langsam wachende Eibe noch heute zu den seltenen einheimischen Gehölzen im deutschen Walde zählt. Die Geschütze hatten da zunächst geringere Wirkung. Armbrust und weitere Waffen und Panzer aus Stahl gelten neben dem Pferd als die Ausrsütung, welche später die Überlegenheit der Spanier über die Indios begründen sollten (A. HOTTINGER 1995).

**Nach** der Schlacht, etwa dem Sieg der Türken bei Nikopolis am 25./28. Septem-




Abbildung 791: Armbrust-Träger, Schaffhausen.

ber 1396 (Wikipedia 2018) blieb von den Besiegten oftmals nur am Leben, wer **Hoffnung auf Lösegeld** bot.

Der Chronist der ersten Hussitenjahre LAURENTIUS von BREZOVA (1988) berichtet von den **vielseitig gerüsteten Hussiten**. In einem Kampf etwa 1420 kämpften Krieger der Taboriten mit "Steingeschützen, Armbrüsten, Lanzen, Stangen" und schlugen die Feinde "unter Dröhnen der Dreschflegel" (S. 84). Von den Hussiten wurden bisher als sicher geltende Burgen und mit ihren wohl nicht wegen doch nicht ausreichender Höhe mehr allzu sicheren Mauern erstürmt. Die Hussiten rückten gegen die Mauern etwa der Stadt Königgrätz mit Leitern heran (S. 99). Und bei dem Kampf um Prachatice in Westböhmen (S. 176) "stellten" die Taboriten "sofort an zahlreichen Stellen Leitern an die Mauer" und drangen ein, "weil die Bogenschützen und Schleuderer der Taboriten auf allen Seiten die Bürger, die die Mauer mit Büchsen, Pech und Steinen verteidigten, daran hinderten, über die Mauerzinnen hinauszuschauen. Als nun die Taboriten an einigen Stellen auf die Mauer stiegen, streckten sie einige auf der Mauer mit Dreschflegeln nieder ..." Auf Befehl ZIZKAs wurden dann viele in der Kirche verbrannt. Und schlimm erging es auch, 1421, den Bewohnern der Stadt Komotau, wo die Bewohner vergeblich von der Mauer "flüssiges Pech und siedenheißes Wasser ausgossen" (S. 215). In Verteidigungsstellung und vor dem Angriff stellten die Hussiten die wohl auf ZISKA zurückgehenden **Wagenburgen** zusammen, eine neue taktische Waffe, in einem Kreis mit Ketten zusammengebundene Wagen, die tapfer verteidigt so gut wie

nicht zu erstürmen waren, zumal auch kleine leicht transportierbare Geschützrohre in Stellung kamen. So bei Kuttenberg im Dezember 1421, als sich SIGISMUND mit Trupppen näherte und "von keinem Schrecken über die Kriegsvölker erschüttert, bezogen" die Taboriten und Prager unter "Bruder" ZIZKA "das Kampffeld, schlossen sich an allen Seiten mit Wagen ein" ... und es wurden "innerhalb der Wagenburg" Dreschflegel und Waffen verteilt, "nachdem zahlreiche Büchsen schußbereit ... in Stellung gebracht waren" (S. 293).

**Lanze** und **Hellebarde** waren Waffen des Fußvolkes. Aufständisches Volk ersann unter Benutzung seiner Ackergeräte neue **Handwaffen für den Nahkampf**, nutzte etwa die **Sense** und den **Dreschflegel**. Es traten gerade Bauernkrieger auch an mit dem wohl dem Dreschflegel entlehnten "**Morgenstern**", jener mit Spitzen besetzten Kugel an einer Stange oder einem Seil, das sicherlich wenig angenehm für einen zu wenig geschützten gegnerische Schädel war, auf den die Spitzen herabschlugen. Ritter, die berittenen, verweigerten oft den Kampf gegen diese verachteten Scharen Aufständischer (s. a. F. SEIBT 1987, S. 478).

## Belagerung und Verteidigung belagerter Burgen und Orte noch ohne Feuerwaffen

Die großen, nachgebaut filmwirksamen **Belagerungsmaschinen** waren teuer und nicht allen verfügbar. FRIEDRICH BARBAROSSA habe mobile **hölzerne Belagerunsgtürme** gegen italienische Städte benutzt und auch die Kreuzritter und wohl auch ihre Gegner im Nahen Osten bauten und nutzten sie. Zum Schleudern großer Steine dienten die zwar öfters erwähnten, aber nun nicht überall verwendeten großen ballistische Wurfmaschinen, das "**Trebuchet**" oder, wie sie auch hießen, die "**Bliden**". "An einem frei schwingenden Hebelarm war auf der einen Seite die Wurfschlinge befestigt ... auf der anderen Seite ein Kasten mit einem Gegengewicht" (O. WAGENER 2010, S. 56). Im deutschen Sprachraum wurde eine solche Blide wohl erstmals 1212 bei der Belagerung der Burg Weißensee in Mittel-Thüringen benutzt. Um immer wieder das Ziel zu treffen wurden Steine von einheitlicher Größe und gleichem Gewicht verwendet. Während der 5-monatigen Belagerung der Burg Falkenstein im Waldviertel in Niederösterreich karrten die Belagerer gegen 50 Wagenladungen Steine heran. Die Wurfmaschinen konnten außer Feuer und "Gestank" auch Leichen über die Mauern werfen. Um die Versorgung der englischen Belagerer vor Orleans 1429 sicherzustellen, wurde "Anfang Februar ... von Paris ein Zug von 300 Wagen mit 1500 Mann Bedeckung ... abgesandt" und neben Waffen brachte der Zug "Tonnen geräucherter Heringe" für die Fastenzeit (J. CORDIER 1996, S. 135).

**Verteidigung** - das war zum einen **Zurückschießen**. Das war auch **heißes Pech** von der Mauer oder von der Pechnase über dem Tor auf die Stürmenden gießen. Persönlicher Schutz, individuelle **Verteidigung** – das waren etwa schon bei KARL dem GROSSEN der **Brustpanzer**, ein mit kleinen Metallplättchen besetztes Ledergewand, auch Schuppenpanzer genannt, mit den Kosten von 4 Zugochsen oder 6 Kühen (P. RIECHE´1995, S. 120). Mehr Schutz sollte gewähren (B. TUCHMAN 1982) das **Kettenhemd.** Das Kettenhemd wurde aus etwa 10.000, ja 40.000 Ringen (YouTube) zusammengesetzt und benötigte ebenso viele Nieten. Wochenlang, ja ein ganzes Jahr, dauerte die Herstellung eine Kettenhemdes, erforderte mühselige Puzzlearbeit. 4 Kühe soll ein Kettenhemd wert gewesen sein (YouTube Imperium 18). Der **Plattenpanzer** kam im frühen 14. Jahrhundert auf und löste das weniger gegen Armbrustgeschosse schützende viel ältere Kettenhemd ab. Die Plattenpanzer wurden nach Maß der Person angefertigt, und der Plattnermeister arbeitete bis 2 Jahre lang an einer solchen Einzelanfettigung aus bis 200 Einzelteilen, bis zum Biegen des kleinsten Gelenks (S. FISCHER-FABIAN 1988). Fürsten trugen auch ziselierte oder vergoldete Harnische. Und diese Rüstungen ließen wenigstens den normalen Ritter oft vom Pferd reißen und dann auch einen grausamen Tod erleiden. Wer vermögend war wurde bei der Niederlage möglichst geschont, damit er mit Lösegeld für den Sieger freigekauft werden konnte. Kaiser KARL IV. gab vor einem drohenden Krieg einmal mehr als 1700 Plattenpanzer beim Nürnberg-Sulzbacher Eisengewerbe in Auftrag (F. SEIBT 1994, S. 307).

## Schießpulver und Feuerwaffen - die in die Neuzeit führende Kriegstechnik

Das **Schießpulver** hat Vorläufer, Brandsätze, vor allem das "**griechische Feuer**" in Byzanz. Explosivmischungen, benutzt für Feuerwerke und auch für den Krieg, besaßen die Chinesen. Bei den Chinesen wurden Schießpulver und Feuerwaffen nicht wie in Europa ausgebaut, wurde wohl europäische Qualität nicht erreicht (J. M. ROBERTS 1989, S. 177). Der angebliche Erfinder des Pulvers in Deutschland, BERTHOLD SCHWARZ, ein Franziskaner, in Freiburg i. Br., wird trotz des ihm später in Freiburg i. Br. errichteten Denkmals auch als bloße Legende gesehen.

Die erste genaue Beschreibung der Herstellung von Schießpulver in Europa beschrieb 1242 ROGER BACON. Das war lange vor der Ersterwähnung von Geschützen. Als Zusammensetzung von Schießpulver gibt ROGER BACON an 7 Teile Salpeter, 5 Teile Holzkohle, besonders geeignet das vom Faulbaum (Frangula alnus), 5 Teile Schwefel. Nach Metalllegierungen war Schießpulver ein Beispiel für ein **Produkt**, das aus **einer Zusammensetzung**, einer Kombination von verschie-



Abbildung 792: SCHWARZ-Denkmal. Freiburg.

denen Substanzen zustandekommt. Mangel bestand immer wieder an 'Salpeter', dessen Gewinnung Regal des Landesherren war. Der Salpeter mußte Kaliumsalpeter, KNO3, sein, da der Natriumsalpeter hygroskopisch, wasseranziehend, ist. Das Pulver wurde wirksamer, als im 16. Jh. gelernt wurde, das Pulver zu "**körnen**", es in Form kleiner Kerne oder Kiesel zu bringen (D. S. LANDES 2002), was wegen des Luftzutritts den Zündungsvorgang und damit die Detonation erhöhte, auch durch innigeres Vermischen der Bestandteile. Welche Mengen an Schießpulver schließlich erzeugt wurden, geht etwa aus einer Anforderung um 1564 von 200.000 Pfund Pulver an Lyon hervor (I. MAHONEY 1994, S. 122).

Andeutungen über **Pulvergeschütze** erscheinen im **ersten Viertel des 14. Jh.**, sollen zuerst durch die Araber in Andalusien benutzt worden sein, so 1325 (S. HUNKE 1980). Auf einem in Oxford befindlichen Manuskript von 1326 liegt auf einer Abbildung ein vasenähnliches Geschütz mit abzuschießendem Pfeil auf einem dünnbeinigen Tischchen. Der Zeichner kannte das offensichtlich nur vom Hörensagen (F. M. FELDHAUS 1926). Deutsche Ritter verwendeten ein Geschütz bei der Belagerung von Cividale in Friaul 1331, ohne allerdings, wie vermerkt wurde, Schaden anzurichten. Die Kanonen brachten keinen raschen Umsturz im Kriegswesen (B. HEUSER 2010, S. 102), waren eher eine neuartige Wurfmaschine und es brauchte etliche Zeit, ehe sie sich durchsetzten. Als **Geschosse** wurden abgeschossen **Steinkugeln**, auch mit Blei ummantelte, erst im 15. Jh. auch **gußeiserne Vollkugeln** und als solche noch wirkungsvollere **Geschosse**, denen



Abbildung 793: Geschosse. Edirne.



Abbildung 794: Steinkugel-Lager, Rhodos.

schließlich die Mauern nicht mehr widerstehen konnten und Breschen wurden im Sturmangriff zu überwinden gesucht Vielfach erhielten die Geschütze eigen Namen, wie die 'Tolle Grete' von Gent. Damit die Kugel nicht zu früh aus dem Rohr nur herausrollte, mußte sie mit Holzkeilen "verpisst" werden. Der Explosivstoff war ohnehin nur das eine. Ebenso wichtig war, daß die **Geschützrohre** so **widerstandsfähig** waren, daß sie der Explosion im Inneren **standhielten**. Das mußte das Werk der Metallurgen, der Hersteller der Geschütze sein (O. CHADWICK 2003, S. 315). Bis in die Neuzeit, in den Kriegen des 19. Jh. und später, starben viele Männer an den Geschützen durch auseinanderreißende Rohre.

Die Geschütze wurden bei Feldzügen von Privatunternehmern mitgeführt und bedient. Die Leute am Geschütz waren nicht Soldaten. Während Mauern durch



Abbildung 795: Älteres Geschützrohr.

die Kugeln zerrüttet wurden und schließlich brachen, bohrten sich die Kugeln in Erdwälle nur ein. Geschosse der Feuerwaffen durchschlugen etwa 1504 den Hauptturm der Burg Kufstein (O. JOHANNSEN 1953). Zu den großen oder größeren **Belagerungsgeschützen** trat ann die kleinere **Feldartillerie**. Auf von Pferden gezogenen Lafetten befestigte Kanonenrohre konnten leicht von einem Punkt zum anderen geführt werden und von zahlreichen kleinen Kanonen ließ sich Schuß auf Schuß abfeuern und sie waren auch in der Feldschlacht benutzbar (K. SIMON 1991, S. 134).

Die **Geschützrohre** wurden zuerst aus einzelnen **Längsschienen** wie die Fässer aus Dauben aufgebaut und mit Ringen umschlossen, auch mehrere solche Stab - und Ringlagen übereinander. Dann kamen auch **gegossene Geschützrohre**. Erfahrung mit dem Bronzeguß hatte man vom Glockenguß. Gegossen wurden Geschützrohre aus zuerst Bronze, dann, als es verfügbar war, aus dem billigeren Eisen. Die großen Geschütze waren zuerst Einzelanfertigungen und erhielten sogar eigene Namen. Aber später gab es Massenproduktion. Erz- und Geschützgießer bei MAXIMILIAN I. in Innsbruck war PETER LÖFFLER. Noch viel mehr goß dann sein Sohn GREGOR LÖFFLER (E. EGG 1987). Er gilt als derjenige, der im Büchsengeißen die **Massenproduktion** einführte. Bei Innsbruck errichtete er die große Gußhütte Büchsenhausen. Für den König FERDINAND I. und Kaiser KARL V. wurden bei GREGOR LÖFFLER 1531 - 1558 mindestens 423 Geschütze gegossen. Die relativ kleinen Geschütze konnten dem Bewegungskrieg dienen.

Solchen Geschützen und namentlich auch dcn Belagerungskanonen wird der Sieg KARLs V. über die Truppen des Schmalkaldischen Bundes zugeschrieben. Als Geschosse schlug LÖFFLER gegossene Eisenkugeln vor. GREGOR LÖFFLER aber goß Geschütze auch für die Städte Salzburg, Memmingen, Ravensburg und



Abbildung 796: Mörser. Edirne.

1553/1554 38 Geschütze für **Nürnberg**. Dazu kam der Dienst für Potentaten wie 1562 für den Kurfürsten von der Pfalz und um 1559 für den Bischof von Augsburg. Bei GREGOR LÖFFLER wurden auch bis heute erhaltene und als besonders formschön und klangvoll gefeierte Glocken gegossen. Unter seinen über 50 noch läutbaren Glocken befinden sich die von der Hofkirche von Innsbruck und die, 1527, im Perlachturm in Augsburg. Friedensgeläut und Kriegsgerät vereint bei einem, und selbst die todbringenden Kanonen verziert. Es war eine Zeit, und die sollte noch lange währen, in der Krieg noch normal erschien wie Kunst und das Glockengeläut für Frieden und dann wieder Kriegssturm.

Am Ende des 14. Jh. wurden "**Hinterlader**" probiert, setzten sich wegen zu geringer Durchschlagskraft nicht durch. Anders war es später auf Schiffen .Kleine **Raketen** werden für 1379 in Italien angegeben, FONTANA bildete sie 1420 ab.

Immer Neues wurde versucht, um die Wirksamkeit der Waffen zu erhöhen.

Zu einer großen Waffenschmiede wird das **Arsenal in Venedig**, mit fast 3000 "arsenalotti", dortigen Arbeitern (F. BRAUDEL 1985).

Vom Können russischer Metallgießer, so ANDREI TSCHOCHOW, zeugt die **'Zarenkanone'** im Moskauer Kreml (Wikipedia 2016). Dieses bronzene Rohr wurde wohl nie benutzt: 5,34 m lang, 38.312 t schwer. Die dekorative gußeiserne Lafette wurde, gegossen in St. Petersburg, 1835 hinzugefügt. Geschütze waren im Einsatz etwa bei der Erberung von Kasan unter Zar IWAN IV., der 'Schreckliche'. Der Reiter am Kanonanrohr der Zarenkanone soll sein des IWAN IV.' Nachfolger Zar FJODOR I. IWANOWITSCH.



Abbildung 797: Mehrrohriges Geschütz.Banska Stiavnica.



Abbildung 798: Zarenkanone. Moskau Kreml.

## Verkleinerung der Feuerwaffen, Handfeuerwaffen, Anwendung

Die schon im 14. Jh. begonnene und den Transport erleichternde Verkleinerung der Geschütze führte zu den **Handfeuerwaffen**. Zunächst hatten sie keine große Durchschlagskraft (F. M. FELDHAUS 1926). Bleikugeln werden um 1422 erwähnt. Die **Hussiten** unter ZISKA (R. FRIEDENTHAL 1977) setzten erstmals Feuerwaffen in größerem Stil ein, kleine kurzrohrige Geschütze, die **Haubitzen**.

Unter Handfeuerwaffen der kommenenden Zeit lagen **Arkebusen** auf einer hölzernen Unterlage, **Musketen** wurden freihändiger benutzt. Gezündet wurde mit einem glühenden Eisenstab, später auch mit der Lunte. Die **Lunte** war eine mit Bleizucker/Bleiazetat und Salpeter getränkten Hanfschnur, die lange glimmend gehalten werden konnte und so immer wieder zum Zünden benutzbar war. Sie war nicht geruhlos, weshalb man wohl jedenfalls bisweilen wohl auch offenbar "Lunte gerochen" hatte. Arkebusen und vor allem Musketen wurden die Waffen des 17. Jh., so im Dreißigjährigen Krieg. Aber auch die legendären **3 Musketiere** im Dienste des Königs von Frankreich trugen sie.

Immer wieder wurde zu verbessern gesucht die **Ladegeschwindigkeit** und die **Treffsicherheit**. Mit der **Lineartaktik** rückten mit Musketen versehene Einheiten in Linien hintereinander vor. Die erste Linie feuerte. Zum Nachladen schob sie sich hinter die folgende Reihe. Diese stand nun vorn und feuerte. Dann konnten auch die folgenden Reihen nacheinander vorrücken. Bis die zurückgetretenen Reihen wieder geladen hatten und erneut vorn waren - falls genügend Mann wegen des gegenerischen Reiterangriffs, ihres Feuers oder abgeschossenen Kanonenkugeln noch lebten oder nicht schwer verwundet war. Aber es gab erst einmal **konstantes Sperrfeuer** eines Karrees. Die schwedische Armee im Dreißigjährigen Krieg war dann so gedrillt, daß 6 Reihen Musktiere hintereinander und etliche Feldgeschütze erst einmal ausreichten, während etwa im September 1631 die kaiserliche Armee unter TILLY in "30 Reihen tiefen und 50 Mann breiten Karrees" und unterstützt von "27 Feldgeschützen" in die Schlacht zog (G. PARKER 1990, S. 45).

## Die "militärische Revolution" und ihre Folgen

Bei den neuen Waffen, namentlich den Feuerwaffen, wird auch von "**militärische**r **Revolution**" gesprochen, zuerst namentlich bei dem Historiker MICHAEL ROBERTS 1955 in Belfast (so bei G. PARKER 1990, S. 19). Diese Bezeichnung konnte man anwenden auf die Umbildung der Technik, aber auch auf die Auswirkungen der neuen Techniken auf die Machtstrukturen in der Gesellschaft. Mit den teuren

und **von Fachleuten zu betreuenden** großen **Feuerwaffen** verloren die Ritter mit ihren Burgen ihre Vormachtstellung, denn größere Geschütze konnten sich nur die Territorialfürsten und die reicheren Städte leisten. Mit Geschützen wurden Burgen etwa von Raubrittern und aufständigen Adligen gebrochen. Die Machtstellung absolutistischer Fürsten in Europa und die europäischer Staaten auf der ganzen Erde wurden ausgebaut. Auch die Türken besaßen aber Feuerwaffen und hatten christliche Geschützmeister in Dienst. Aber bei den Türken blieben wie bei den Mogulkaisern die Geschütze in der Qualität zurück (G. PARKER 1990).

Die Rolle der Pferde, der Reiter, gegen Völker, die das Pferd nicht kannten, hat etwa bei der Eroberung der Indianerstaaten im Amerika im 16. Jh. eine große Rolle gespielt. Aber jedenfalls haben vor allem die Neuerungen im **Schiffswesen wie** die **Kanonen** und auch kleineren Feuerwaffen es ermöglicht, daß Europäer ihre Expansion auf große Teile der Erde ausdehnen konnten, sie **Kolonialmächte wurden**. Wer Macht hat, ob beritten oder technisiert, nutzt die aus, auch rücksichtslos. Jedenfalls europäische Mächte haben es getan. Die Zahlenstärke der Mannschaften im Kriegsdienst auch der Europäer gegeneinander, wurde immer weiter erhöht. Und sie endete bei den Massenheeren, die kaum eine Familie in den Ländern Europas nicht betrafen. Und Gnade jenen Regionen, durch welche eine der immer größeren Armee etwa im 16. Jh. durchzog, vielleicht 20.000 mit täglich 90 Tonnen zu fütternden oder auf 400 Morgen Weideland zu führenden Pferden. für eine 15.000 Mann-Armee mit gegen 500 Troßwagen mit Verpflegung, Pulver etwa, und alles mit zahlreichen Bediensteten bis hin zu Prostituieren (G. PARKER 1990, S. 103). "Wallensteins Lager" bei SCHILLER kann nur einen schwachen Abglanz bieten,

## Uhren, Zeitmesser

"Zeitmesser" ließen zuerst eine bestimmte Zeitdauer mit einem Anfang und einem Ende, wie eben dem Beginn einer Rede und ihrem Ende anzeigen, war also **relative Zeitmessung**, eingestellt auf 'einen konkreten Handlungsvollzug' (R. KOSELLECK 2000). Ein flüssiges oder festes Medium floß gemäß der Erwartung proportional der verfließenden Zeit aus einem Gefäß oder wurde irgendwie proportional der verrinnenden Zeit verbraucht. Schon im Ägypten um 1500 v. Chr. gab es die **Wasseruhr**/Clepsydra, bei der Wasser aus einem Gefäß ausfloß. Bei der **Quecksilberuhr** floß dieses flüssige Metall an Stelle von Wasser aus einem Behälter. Die Darstellung einer **Sanduhr**/Clepsammia erscheint auf einem Gemälde von AMBROGIO LORENZETTI um 1338 (R. T. BALMER 1979). Aus einem oberen Gefäß läuft Feinsand durch eine enge Öffnung in ein unteres Gefäß. Prediger konnten verfolgen, wie die Zeit ihrer Rede verfloß. Symbolisch konnte auf Kunstwerken



Abbildung 799: Sanduhr für Predigt, Dom Freiberg.

der "Tod" mit der Sanduhr in der Hand Anfang und Ende des Lebens des einzelnen anzeigen. Natürlich konnte man Wasser- oder Sanduhr immer wieder neu füllen oder umdrehen und unter Wächteraugen so dauernde Zeitmessung haben. Mit der Sanduhr auf der Kanzel konnte der Pfarrer seine Predigtzeit bemessen.

Andere **Zeitmesser verbrauchten Material.** Durch Verbrennen vebrauchten ihr Material ungefähr proportional der vergehenden Zeit die **Kerzenuhr** aus Bienenwachs und die mit Rübsenöl gespeiste **Öllampe**- Diese letztere war noch im 19. Jh. in Bauernhaushalten weit verbreitet.

Es galt aber vor allem auch den von der Sonnenbewegung bestimmten Tageslauf festzuhalten. Außer am Äquator gab es dabei eine unterschiedliche Dauer der Sichtbarkeit der in den verschiedenen Breiten unterschiedlich tief oder hoch stehenden Sonne an den einzelnen Tagen. Vom Sonneneinfall abhängig war der **Schattenstab**, und dann die schon im Altertum die feste Tagesstunden anzeigende **Sonnenuhr**. Für die Konstruktion von Sonnenuhren waren aufwendige Untersuchungen nötig. Richtig eingestellt in Abhängigkeit von Jahreszeit und geographischer Lage waren die festen Sonnenuhren, meistens aus Stein oder Metall, von weiterer menschlicher Handlung unabhängig (R. KOSELLECK 2000). **Allein** mit der **Sonnenuhr** konnte die **absolute Zeit** gemäß dem Sonnenverlauf festgestellt werden. Über die über die Sonnenuhr gestellten Turmuhren oder Glockengeläut oder anderswo von Trommeltürmen und auch ausgerufen vom Nachtwächter konnten die anderen Uhren gestellt werden.



Abbildung 800: Sanduhr-Symbol auf Grab, Dippoldiswalde.



Abbildung 801: Symbol Sonnenuhr Chartres.

Der weitere große Fortschritt war die **Gewichtsräderuhr**, ab dem 14. Jh., bei der ein sich abwärts bewegendes Gewicht über Zahnräder ermöglichte, daß gleichlange Stunden angezeigt wurden. Natürlich mußte die Gewichtsräderuhr auch erst einmal in Gang gesetzt und durch 'Aufziehen', das erneute Hochziehen des abgesunkenen Gewichtes, in Gang gehalten werden. Aber mit ihr wurde der Tag in zweimal 12 gleich lange Stunden eingeteilt. Vorher unterschied man 12 Tagstunden und die 12 Nachtstunden, die je nach der Jahreszeit unterschiedlich lang waren. Es gab also 12 relativ lange Tagstunden und 12 kurze Nachtstunden Mitte Juni und umgekehrt 12 kurze Tag- und 12 lange Nachtstunden im Dezember. Mit der Gewichtsräderuhr konnten und mußten sich die Menschen viel mehr "nach der Uhr" richten", wurde "Zeit" zu einem Signum der Lebensform, wurde **der Tag** "**strukturiert**" (F. ZAKARIA 2008, S. 86). LE GOFF (bei R. KOSELLECK 2000) sprach von der 'kaufmännischen Zeit'. Die zur Herstellung eines Produktes nötige Zeitspanne wurde meßbarer als durch bloße Schätzung, wurde für KARL MARX der Wertmesser. Die Gewichtsräderuhr, die zunächst immer wieder von den spezialisierten Handwerkern, Uhrenbauer, nachgerichtet werden mußte, wurde zu einem Prototyp der Maschine. Sie wurde auch zur Metapher für den Weltenbau, in dem etwa die Bewegung der Himmelskörper in offensichtliche festen Zeiteinheiten stattfand und es wie einer "Weltenuhr" vergleichbar zuging. Die Gewichtsräderuhr, die "mechanische Uhr", erstand zunächst recht großformatig, befand sich auf Türmen, von Kirchen oder auch Rathäusern, ließ in vielen Fällen auch den Glockenschlag ertönen. Sie 'stieg' dann 'herunter' (R. KOSELLECK 2000, S. 155) in die Wohnstuben. Uhren im Westentaschenformat, **Taschenuhren**, nutzen das langsame, einigermaßen gleichmäßig ablaufende Entfalten einer aus einem geeignetem Metall bestehenden gespannten Spiralfeder. Das Spannen der Feder mußte immer wieder wiederholt, die Uhr also wie die Gewichsträderuhren "aufgezogen" werden. Seit dem 16. Jh. wurden auch Minuten angezeigt, seit dem 17. Jh. auch Sekunden.

Um die menschengemachte Gewichtsräderuhr immer wieder einmal zu **eichen** blieb allerdings die Sonnenuhr, der letztinstantliche Zeitgeber (D. S. LANDES 2002) der Natur, nötig. Und um die Uhren im Privatbesitz immer wieder auf Genauigkeit zu stellen, mußte die öffentliche Turmuhr abgehört werden oder man auf den die Stunden verkündenden Nachtwächter achten.

Die hohe Zeit öffentlicher großer Uhren, auch **Astronomischer Uhren**, wurde das 16. Jh. die Hochrenaissance. Unter dem aus einer Schaafhausener Uhrmacherfamilie stammenden ISAAK HUBRECHT (Wikipedia 2013) wurde 1574 die zweite Astronomische Uhr im Straßburger Münster geschaffen und 1579 /1580 die Uhren am Rathaus von Heilbronn, eine Tierkreis-Uhr unten, eine 12-Stunden-Ziffernuhr in der Mitte, eine Monduhr oben.



Abbildung 802: Heilbronn Rathaus, 1579 Tierkreisuhr, 12Stundenuhr.

## Glas

Für Kirchenfenster und anderes wollte man **farbiges Glas**. Für andere Zwecke durcshsichtig-helles. Unwillkürliche Beimengungen im Glassand ließen kaum farbloses Glas erzeugen. Für Arzneiflaschen und andere Gefäße war durch Eisenoxid grün gefärbtes Glas günstig. Bewußt wurden Farbtöne erzeugt durch die Beimengung bestimmter Metalloxide zur Glasmasse.

Herstellung von **Flachglas** für Fenster wurde beschrieben bei THEOPHILUS im 10. Jh., in dessen "Diversarium artium Schedula" (TH. BEDDIES 2002, S. 296). Wie auch später wurde die heiße zähflüssige Glasmasse mit einer Glasmacherpfeife zu einem Zylinder aufgeblasen, dieser "mit einem heißen Eisen aufgetrennt, mit einem Holz aufgebogen und so lange gestreckt und gebügelt, bis eine plane Glastafel entstand." Der Ausschuß war hoch. Planglas war teuer.

## Brille, Sehhilfen

Vor der vom Ende des 13. Jh. stammenden Brille gab es gewölbte, plan-konvexe **Lesesteine** (K. BERGDOLT 1994) vor allem aus den durchsichtigen Mineralien "Bergkristall", oder aus "Beryll", beschrieben etwa von ROGER BACON. 'Plankonvex" heißt, daß die eine Seite dieser durchsichtigen Halbkugeln eben war, die

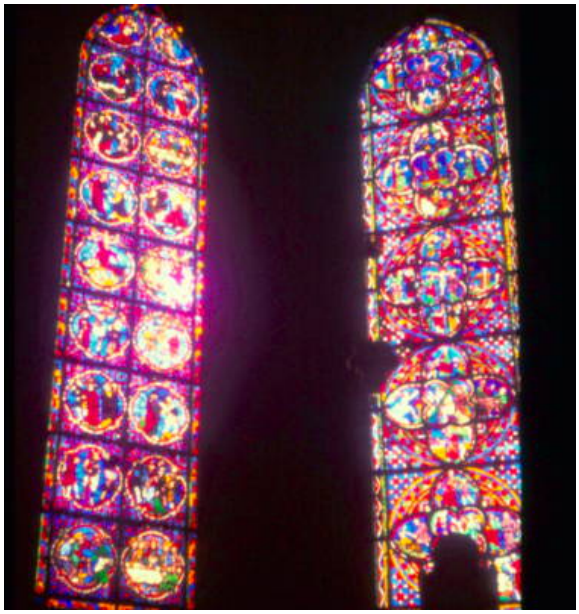

Abbildung 803: Farbige Glasfenster, 13. Jh., Kathedrale Tours.

andere halbe Seite konvex gewölbt. Diese durchsichtigen Lesesteine wurden mit der ebenen Seite auf die zu lesenden Buchstaben gelegt, waren teilweise auch mit Stiel versehen. Auch Butzenscheiben, ja mehr oder weniger durchsichtige Glasgefäße mußten wie Konvexlinsen wirken. Interesse an Optik war im hohen Mittelalter vorhanden. Der Franziskaner ERAZM GOLEK VITELLO hatte das Optik-Werk des Arabers IBN Al-HAITHAM um 1240 ins Lateinische übersetzt.

Die **Brille**, bei der dem Nutzer die Hände frei blieben, wurde nun aus durchsichtigem Glas entwickelt, ja **farbloses Glas** war Voraussetzung brauchbarer Brillen. Der Florentiner Universalgelehrte des 17. Jh. FRANCESO REDI wußte, daß in einer Handschrift von 1299 die Brille erwähnt wird. War ROGER BACON der Erfinder der Brille, setzte gar schon Linsen hintereinander und schuf damit schon Fernrohre? Jedenfalls sagte er so etwas wie Fernrohe voraus, und "wir würden Sonne und Mond gleichsam vom Himmel herabziehen können" (zit. bei F. KEIM 2009, S. 41). Um 1300 gab es bereits Massenproduktion von Brillen, wobei das Glas von Murano bei Venedig wichtig war. Als erste bildliche Darstellung der Brille gilt die, welche, vor den Augen, der berühmte Dominikaner TOMMASO DA MODENA trägt, gemalt um 1352 auf einem farbigen Fresko/Wandgemälde im Kapitelsaal im Kreuzgang des Dominikanerklosters San Niccoló in Treviso. Diese Stadt auf dem Festland nahe Venedig war 1339 von Venedig vereinnahmt worden, als Beginn der Terraferma, der Entstehung von Festlandsgebieten Venedigs. Um 1409 und dann namentlich um 1450 wird für Venedig das für Brillen wegen seiner Durchsichtigkeit

besonders geeignete Kristallglas erwähnt, entfärbt durch Manganoxid (F. KEIM 2009).

Es gab zunächst **Nietbrillen**, deren zwei Teile in der Mitte mit einer Niete verbunden waren. Als die ältesten bekannten erhaltenen solchen Brillen werden die im Kloster Wienhausen bei Celle genannt, und die wohl Nonnen beim Gebet verlorengingen, hinter eine Holzvertäfelung fielen und im 20. Jh. bei der Restaurierung des Chorgestühls aufgefunden wurden. Im 15. Jh. ist die Brille alltäglich.

Konnten alternde, sehschwach werdende Menschen weiterhin lesen und schreiben, konnten sie länger als bisher, oft auch noch im hohen Alter, an Wissenschaft teilnehmen. Der Brille wird daher hohe Bedeutung bei der Wiedererweckung der Wissenschaften beigemessen.

Die Brille, das **farblose Glas**, war Voraussetzung **für die Vergrößerungsinstrumente des frühen 17. Jh.** für Teleskop und Mikroskop, Instrumente, welche wohl manche Vorläufer hatten. Der Arzt GIROLAMO FRACASTORO wußte 1538 um die Vergrößerungswirkung von 2 Linsen (F. KEIM 2009, S.44).

**Technische Errungenschaften bauen aufeinander auf**, bedingen einander, oft mit jahrhundertelangen Pausen. Viele Erfinder und Forscher – das war dann der Durchbruch zu einer Verbesserung des Lebens vieler in einer industriellen Revolution.

## Textilerzeugung

**Textilrohstoffe** waren **Wolle** vom Schaf **und Flachs**. Wolle war nicht überall gleichartige Wolle, und wenn England namentlich im 13. Jh. viel Wolle nach Flandern exportierte (J. BLACK 2003, S. 83), dann wegen deren **Qualiät**, einem weichern Faden. Danach wurde der Rohstoff in England zu verarbeiten gesucht und kam Export von Kleidung. Hoch geschätzt wurde die Wolle vom Merino-Schaf, wie man es in Spanien hielt. Textilien vergehen meistens, wenn sie nicht mehr genutzt werden und nicht wegen Hochwertigkeit aufbewahrt sind. Bäuerliche Wollkleidung aus dem Mittelalter wurde nur **selten gefunden**, solche aus der zweiten Hälfte des 14. Jh. in wenigen Stücken in Schweden und Südwest-Grönland (P. DINZELBACHER 2010, S. 76). Die **Bauern webten** großenteils ihre Tuche **selbst**, und Texilieindustrie in Städten war vor allem Luxusindustrie (R. ROMANO et al. 1967, S. 32 ff.) wie in Florenz. Städte mit Textilgewerbe gingen auch gegen das bäuerliche Tuchweben zerstörend vor (R. ROMANO et al. 1967, S. 34).

Altes Spinnen blieb noch lange. Und F. LEWALD (1983, S. 378) schrieb 1846 von Ischia "... weil die Italienerin mit ihrer Spindel bequem schwatzend umhergehen



Abbildung 804: Spinnen mit Wirtel.

kann... selbst die kleinsten Mädchen habe ich selten ohne Spindel gesehen."

Neu war das **Handspinnrad.**

**"Walken"** ist das Stampfen von befeuchtetem Textilgewebe zur Verfilzung der Fäden, wodurch die Struktur des gewebten Stoffes fester und dichter gemacht wurde. Es geschah zunächst mit den Füßen oder mit der Mörserkeule, später mit der von einer Nockenwelle angetriebenen Stampfe, in **Walkmühlen**. Zum **Aufrauhen von Tuch**, zur Herstellung einer flanellartigen Oberfläche, benutzte man wie schon in der Antike die rauhen stacheligen reifen Fruchtstände einer Form *sativus* der **Kardendistel/*Dipsacus*** *silvester*. Die Fruchtstände wurden längs durchbohrt, zum Rotieren auf einer Achse montiert. Im MENDEL-Hausbuch in Nürnberg wird für 1545 ein Kardenmacher abgebildet (Wikipedia 2015). Einst vor allem für Frankreich geannt, wurden sie, die "Weberkarten", im Anbau im 18. Jh. auch für Schonen beschrieben (E. G. LIDBECK 1756/1757, S. 114 ff.): Die aus Samen im Juni herangezogenen Pflanzen werden im Spätsommer in Beeten in 2 Reihen mit 8 bis 10 Zoll zwischen den einzelnen Pflanzen ausgepflanzt. Sie treiben im nächsten April, im Juli erscheinen an den im Mai erschienen Köpfen 'violetfarbene' Blüten und die mit einem Stiel abgeschnittenen reifen Köpfe werden zu einem Bunde von 20 getrocknet, am besten, "damit sie schärfer werden", in der Sonne. Die herausgenommenen Samen lassen sich noch 2 bis 3 Jahre lang zur Aussaat verwenden.



Abbildung 805: Wildform Kardendistel.

Kleidung soll für viele Menschen **farbig** sein. Zahlreiche Pflanzen dienten auch auf Dörfern dem Färben. **Färberei** wird dann auch zum Gewerbe. In den Niederlanden werden die ungefärbten 'weißen' Tuche aus dem das Färben nicht beherrschenden England eingefärbt (F. BRAUDEL 1986, S. 192).

Das Monopol Chinas an **Seide vom Seidenspinner** wurde trotz in China drohender Todesstrafe gebrochen und seit um 550 n. Chr. Seide im Byzantinischen Reich erzeugt, ob dorthin gekommen durch den legendhaften Schmuggel in ausgehöhlten Spazierstöcken durch Mönche oder anderswie sei dahingestellt. Die 'Seidenstraße' mit dem Export von Seidenstoff flotierte aber weiter. Im 13. Jh. ist **Lucca** in Oberitalien Seidenerzeuger, mit wasserradgetriebener Seidenzwirnmühle. Luccas Färber konnten die Seide auch meisterhaft färben (Wikipedia 2014). **Maulbeerbäume/*Morus***, deren Blätter verwendet wurden die Raupen des Seidenspinners ernähren, waren schon in der Römerzeit wegen der Früchte in Italien im Anbau gewesen. Wegen Unruhen in Lucca wanderten Seidenarbeiter nach Venedig aus. Später werden Zürich, **Lyon** und in Krefeld die Familie VON DER LEYEN Produzenten für Seidenstoffe.

## Kunst, Malerei

Neue Züge erhielt im Hochmittelalter auch die **Kunst,** so die **Malerei**. Firnis-, **Ölfarben**-Herstellung mit Leinöl als Bindemittel der farbigen Mineralien erwähnte um 1100 der schon genannte Mönch THEOPHILUS in seiner technische Vorgänge beschreibenden 'Schedula diversarium artium' (S. BICKEL 2012, S. 222).

Menschen wurden dargestellt zunehmend als emotionale Wesen. Es gab Versuche zur Darstellung der **Dreidimensionalität**. Mit ihm allerdings großenteils nicht sicher zuweisbaren Gemälden wird nach 1290 GIOTTO als Schrittmacher genannt. Einst eine Kollektivangelegenheit im Stile des Baus der großen Kathedralen, so auch bei ihrer Ausschmückung. wurde Kunst im Spätmittelalter individualisiert (G. DUBY 1986), gab es zunehmend auch Gemälde für Reiche, Gemälde für den Privatbesitz, Für Villen, für Familienkapellen in den Kirchen.

Gerade mit der sachlichen Untersuchung der Dinge im Hochmittelalter wurde in Kunst vieles, etwa Pflanzen, **möglichst naturgetreu** dargestellt. Es galt noch lange als ein Kunstideal, daß der Maler so malte, daß seine Darstellungen von der Natur nicht zu unterscheiden sind, vielleicht sogar Bienen auf Blumen auf einem Gemälde getäuscht zufliegen.

## Beschreibmaterialien - Papier als neues Beschreibmaterial

**Papyrus** spielte nördlich der Alpen keine große Rolle spielte. Im westeuropäische Merowinger-Reich wurde um 670 Papyrus völlig durch **Pergament** ersetzt (R. KAISER 2004, S. 55), war vor dem Papier das wichtigste Beschreibmaterial und blieb es für auch danach für unbedingt zu erhaltendes Schriftgut, wie Urkunden. Wenn man von den **vielen Schreiben** und Briefen der Herrschenden an ihre Untergebenen oder auch deren Antwortschreiben liest oder auch bedenkt, daß in den Kirchen für die Kenntnisnahme der religiösen Lehren wenigstens vielerorts Bibeln und Gesangbücher vorhanden sein mußten (s. etwa P. RICHE´1995), dann erstaunt die wohl nötige **Fülle an benutztem Beschreibmaterial.** Pergament wurde erzeugt aus Tierhaut, die von Haaren befreit und dann mit Kalk gebeizt und mit Bimsstein geglättet wurde. Auf Pergament wurden die erhaltenen Handschriftentexte mit beständiger, bleibender Tinte niedergeschrieben. Abgeschrieben von Texten auf Papyrus, sind die Papyrustexte oft längst vergangen und die Kopien auf Pergament blieben. Pergament war **teuer,** war kostbar. Den Raum **auszunutzen** wurde oft klein geschrieben, viel abgekürzt, und das erschwert nun die Lesbarkeit und das Verstehen mancher Texte. Wegen der Kosten für Pergament wurde auf

manchem Pergament auch der nicht mehr als nötig angesehene bestehende Text möglichst weitgehend beseitig, um einen neuen Text darauf zu schreiben (K. KRAMER 2002, Wikipedia 2014). Es wurde wie schon manchmal auch bei Papyrus die Schrift weggekratzt oder beseitigt mit einem Tintenkiller wie Zitronensäure. So entstand ein **Palimpsest**. Unter dem neuen Text konnten aber Reste des vorangehenden bestehen bleiben und es wurden in der modernen Geschichtsforschung Verfahren entwickelt, um den alten Text wieder sichtbar zu machen. Es gibt alte Texte, die nur so wieder zugänglich wurden (Wikipedia 2014). Die Möglichkeit des Neubeschreibens lud auch zu Fälschungen ein. Nur manche Partien der Haut von Schafen etwa konnten verwendet werden. Ein größeres Buch verlangte Haut von etwa 90 Schafen, manche Bücher die von 140 Schafen, was die hohen Buchpreise bedingte. G. DUBY (1992, S. 28) fand bei den Zisterziensern Pergamentblätter von 1 Meter Länge. Buchdeckel gab es vor 894. Die Stiftsbibliothek im Benediktinerkloster St. Gallen, die seit späestens 718 besteht, besitzt 2100 Handschriften. Besonders wertvoll ist der Codex Sangallensis 857, die in Mittelhochdeutsch geschriebene komplett erhaltene Handschrift des **Nibelungenliedes** aus dem 13. Jh. (u. a. Wikipedia 2019).

**Papier** war leichter und auch billiger als bisherige Schreibstoffe. Erst Papier war das Material, **auf dem gedruckt werden konnte,** war also Voraussetzung für den Buchdruck, machte den Buchdruck sinnvoll. Und erst damit konnten Geisteserzeugnisse vervielfältigt werden.

Papier entsteht aus dem Verfilzen von Fasern. Filzbereitung und auch Papier gab es bei Turkstämmen in Zentralasien, und Papiere aus Turfan aus dem 6. und 9. Jh sind hier wichtig (R. KOBERT 1910). Bastfasern waren der Rohstoff. Auch Zusatz von beschwerenden Stoffen, also Appretur, gab es, so durch Stärke oder Kalk sowie Gips. Papier, aus Bastfasern des Papiermaulbeerbaumes/*Broussonetia*, aus der Ramie oder auch Bambusfasern gab es im 2. Jh. n. Chr. in China, es wurde TS'AI LUN zugeschrieben. Die Araber entwickelten die Papierherstellung weiter, setzten Lumpen zu. Die abgelegte Kleidung, welche die Lumpen lieferte, war aus Fasern von Flachs hergestellt. Diese Fasern waren weitgehend lignin-freie Zellulose und die Seiten alter Bücher wurden nicht in dem Maße braun wie ligninreiches Papier für Zeitungen aus Holzschliff wie es im 19. Jh. erfunden wurde. Papier wurde im 8. Jh. in Bagdad hergestellt. Die erste Papierfabrik des Okzidents wurde augenscheinlich in **Ceuta** in Nordafrika, etwa gegenüber von Gibraltar, angelegt. Um 1100 gibt es unter muslimischer Leitung Papier-Herstellung in San Felipe bei Valencia (s. a. N. DAVIES 2015, S. 234), wo die Papier-Herstellung wegen der dortigen Flachsanbaues auch später blieb. Als eine wichtige Papierbereitungsstätte mit bedeutsamen Neuerungen bei der Herstellung erscheint seit dem 13. Jh. die italienische Stadt **Fabriano**, westlich von Ancona,



Abbildung 806: Papierstadt Fabriano 1995.

Um 1390 nahm der Nürnberger Patrizier und Ratsherr ULMAN STROMER seine berühmte Papiermühle vor den Toren von **Nürnberg** in Betrieb. In Wasserzeichen nachweisbar ist die Papier-Produktion von **Ravensburg** (Wikipedia 2019) 1393, die nach Nürnberg zweite deutsche Stadt, die Papier herstellte und der größte Papierlieferant Europas nördlich der Alpen wurde. 1876 schloß die letzte Ravensburger Papiermühle. Um 1433 begann die Papierfabrikation in Basel (Wikipedia 2015). Für Bautzen, an der Spree, wird eine Papiermühle für 1443 angegeben.

Zur Herstellung des Papier wurden in Europa **Lumpen** aus Flachsfasern oder seltener aus Hanf in einem wasserradgetriebenen Stampfwerk **zerstampft**, weshalb die Produktionsstätten für Papier "Papiermühlen" hießen. Mit Wasser wurde ein **Faserbrei** angerührt. Mit einem Metallsieb, einem **Drahtschöpfsieb**, wurde jeweils eine Lage der Fasern geschöpft, durch den "Schöpfer", der einen so gewonnenen **Bogen auf Filz** legte. Es folgte, gelegt vom "Gautscher", im Wechsel ein nasser Papierbogen und eine Lage Filz. Durch Pressen wurde das Wassers herausgedrückt. Eingermaßen getrocknet, wurden die Bögen aus dem Filz genommen und durch den "Leger" gelegt, schließlich zum Trocknen aufgehängt. Die Oberfläche der Papierbogen wurde namentlich später durch Eintauchen in aus Knochen gekochten Tierleim und dann durch Glätten etwa mit Steinen glatt gemacht.

Als im Spätmittelalter mit den Papiermühlen auch in Deutschland mehr Papier verfügbar war **nahm die "Schriftlichkeit" zu** (J. K. HOENSCH 1996).. Es gibt mehr schriftliche Quellen, auch von Chronisten.

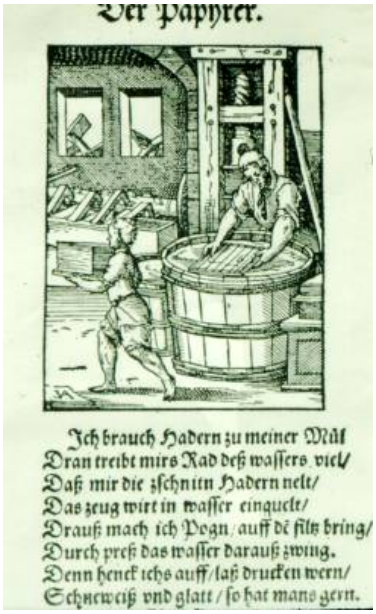


Abbildung 807: Papiermacher. AMMAN.

Jeder Papierbogen war und blieb noch lange viel Handarbeit. Kleindruck ließ Papier sparen. Noch in der GOETHE-Zeit. Der 'Lumpensammler' trug den Papierrohstoff, alte 'Leinen', zusammen.

Das Zerkleinern der Papier-Ausgangsstoffe, also die 'Papiermühle', wurde um 1670 zunehmend ersetzt durch den "**Holländer**", eine Zerkleinerungseinrichtung, bei der in einem ovalen Behälter ein mit Messern bestückter Zylinder rotiert (H. KELLENBENZ 1991).

## Buch-und Schriftenherstellung. Dann Drucken mit beweglichen Lettern

In der Form neu war in der Spätantike der **Ersatz der Rolle** durch das in Seiten unterteilte Buch, den **Kodex/Codex**, Mehrzahl Kodices.

Bis in das späte Mittelalter war das **Abschreiben** von Texten das einzige Verfahren der Vervielfachung von Texten. Alle Texte lagen **nur** als **Handschriften** vor. Im Mittelalter waren zunächst namentlich Klöster, die führenden, in denen sich **Skriptorien,** Einzahl = Skriptorium, die Stätten dea Abschreibens, befanden. Texte wurden zum Abschreiben auch von Kloster zu Kloster verliehen. In schriftlicher Form wurden die **Gedanken des Altertums**, namentlich auch der



Abbildung 808: Papiermühle Velke Lousiny, m. Trockenboden.



Abbildung 809: Papiermühle Dietzenhausen b. Suhl, Trockenböden.



Abbildung 810: Schreibender. Dom Florenz.

spätantiken Kirchenväter, **überliefert**. Und etwa Fulda lag fern allen antiken baulichen Überresten. Die Bibliotheken waren bescheiden, wohl auch gemessen an dem, was einst in Alexandria gehütet wurde. Im Kloster auf der Insel Reichenau verzeichnete im Jahre 822 der Katalog 415 Bände (R. PÖRTNER 1987) resp. gegen 450 (A. ANGENENDT 1990, S. 313). Im 10. Jh. werden angegeben für St Emmeram in Regensburg etwa 500 Bücher (R. PÖRTNER 1987, S. 221). War Beschreibmaterial verfügbar, konnten notfalls auch wichtige Predigten direkt mitgeschrieben werden. Im Dienste von COSIMO DEM ALTEN in Florenz werden 45 Kopisten gemeldet (H. THOMAS 1990).

Kostbare Handschriften wurden mit **Buchmalereien**, Miniaturen, ausgestattet,. Und **Bücher dieser Art**, neuverfaßte, auf Pergament, die Gemälde auf goldüberzogenem Grund, waren **Kunstwerke eigener Art, Unikate**, nur einmal vorhanden, von großem Wert. Nur einem ausgewählten Kreis, etwa in der Umgebung von Kaiser HEINRICH II, (S. WEINFURTER 2002) oder FRIEDRICH III. (H. KOLLER 2005) waren solche kostbaren Kodizes, Einzahl Kodex, vorhanden und wurden Auserwählten wie ein kostbares Gemälde gezeigt.

Papier und Drucken waren aufeinander aufbauende Erfindungen. Nur wenn ein Beschreibstoff wie Papier vorhanden war, konnte gedruckt werden. **Gedruckt** wurde zuerst mit **Holzmodeln**, Holztafeln, auf deren jeder eine ganze Buchseite in Spiegelschrift eingeschnitzt war. Solche Holzschneiderei, womöglich noch mit Abbildungen, war eine erst einmal zu erlernende Kunstfertigkeit. Durch den Druck mit

solchen Holztafeln entstanden die **Blockbücher**. In gleicher Weise wurden **Abbildungen** als **Holzschnitt** gedruckt. In **Korea** (A. C. NAHM 1988, S. 78) wurden solche Blockbücher im 11. Jh. hergestellt, so in der Zeit des Einfalls der Khitan in Korea als Akt des Glaubens der buddhistische Canon, *Tripitaka*. Die hölzernen Blöcke gingen mit der mongolischen Invasion unter. Mit der neuen Reproduktionstechnik konnten über Abbildungen zu religiösen Dingen und auch einblättrige Traktate etwa religiöse Propaganda auch in die Haushalte der Einwohner getragen werden und war nicht mehr nur auf kirchliche Räume beschränkt (E. HASSINGER 1964; S. 18). Das schönste ältere **deutsche Blockbuch** ist die aus 34 Blättern bestehende **Biblia pauperum** in der Heidelberger Bibliothek. Der **Holzschnitt** blieb auch nach der Erfindung des Buchdrucks. Von Holzschnitten kamen immer mehr auf, sie wurden immer feiner, waren die hauptsächliche Illustrationsform auch in der Renaissance, auch für Illustrationen in der Wissenschaft.

Der große Fortschritt war das Drucken mit "**beweglichen**", das heißt immer neu zusammensetzbaren einzelnen, austauschbaren **Lettern**, also einzelnen Buchstaben. Das Drucken mit beweglichen Lettern mittels einer Druckerpresse wird genannt 1234 für **Korea** und so ein 50-bändiges Werk hergestellt (A. C. NAHM 1988, S. 79). Für Korea wurde Druck mit beweglichen Lettern auch für 1446 angegeben und ein phonetisches Alphabet eingeführt (A. J. TOYNBEE 1988), denn mit so vielen Schriftzeichen wie in China mußte Buchdruck schwieriger sein. **In Europa** wurde **mit dem Druck** dann viel mehr gemacht als in seinen Ursprungsländern (M. WEBER 1920, S. 3), so kamen in Europa mit den Flugschriften dann auch die 'Presse'-Erzeugnisse wie die Zeitungen, im neuen Europa oft schlechthin als 'Presse' bezeichnet.

In Europa wird der Druck mit beweglichen Lettern dem aus der Goldschmiedezunft kommenden, um 1400 in Mainz geborenen JOHANN GUTENBERG zugeschrieben, der 1436 in **Straßburg** und später mit einem Unternehmen in **Mainz** wirkte, in Mainz jedenfalls 1446. GUTENBERG, der vom Vater her GENSFLEISCH hieß, besaß nicht nur die Idee, sondern entwickelte auch die Dinge, die zum Drucken nötig waren. GUTENBERGs bewegliche **Metall-Lettern** wurden aus einer Blei-Legierung, die in einer genormten Gießform hergestellt und damit **identische Lettern** waren, jede Letter eines bestimmten Buchstaben sah aus wie alle anderen Lettern desselben Buchstabens. Gewisses Vorbild solcher beweglichen Lettern waren **Siegel und Stempel**, von denen die dazu Berechtigten ihre eigenen identischen hatten und die Siegelstempel etwa unter Urkunden oder Briefe in oft rotes, danach erhärtendes, Siegelwachs eindrückten. Von der Weinpresse abgeleitet waren handbetriebene **Druckerpressen**, Der Drechsler CONRAD SASPACH habe eine solche 1438 im Auftrag GUTENBERGs gebaut (E. ISENMANN 2012, S. 867). Entwickelt wurde das **Einfärben** des Schriftsatzes. Man hätte nach F. BACONs



Abbildung 811: GUTENBERG. Straßburg.

(1982, S. 117) Meinung vorher auch verkannt, daß "Tinte so verdickt werden kann, daß sie färbt, aber nicht fließt, zumal wenn die Buchstaben erhaben sind und der Druck von oben erfolgt." Daß mühsame Setzen der Lettern, und das blieb noch lange so, war viel mühsamer als das raschere Schreiben mit der Feder, aber die mögliche Vervielfältigung war das Entscheidende (S. 117).

Mit dem die Finanzierung sichernden Mainzer JOHANN FUST schloß GUTENBERG einen Vertrag und sie vollendeten in ihrem Unternehmen 1456 die berühmte **2-bändige** 42-zeilige Bibel, in Latein, mit 1282 Seiten, an der sie 2 Jahre geiwrkt hatten (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik YouTube 2005), Von den einst 150 oder 182 Exemplaren blieben 49 erhalten (You Tube 2019), davon 11 auf Pergament, (F. M. FELDHAUS 1926). Vorher aber wurde 1453 ein Kalender mit Monatsblättern gedruckt, in der vor der Türkengefahr gewarnt wurde (F. SEIBT 1987). Pro Stunden wurden zuerst etwa 100 Abzüge einer Seite hergestellt. Dann wurden es 300. Die Auflage eines Titels erreichte in der Frühzeit des Drucks etwa 300 Exemplare.

Die Niederländer betrachten den Haarlemer Weinwirt LOURENS JANSZOON COSTER als Erfinder des Drucks mit beweglichen Lettern, um 1440.

Die eventuell beabsichtigte Monopolisierung des Druckens in Mainz mißlang. Der Geldgeber FUST und der Gehilfe SCHÖFFER suchten sich von GUTENBERG zu lösen und und bei kriegerischen Ereignissen 1462 wanderten Gehilfen aus. 1455



Abbildung 812: Buchdruckerdenkmal Frankfurt/Main.

habe der GONZAGA-Herzog von Mantua, LUDOVCICO, eine Druckerpresse erworben (K. SIMON 1991, S. 77). Im Jahre 1463 druckte man in Italien, 1465 in Subiaco (P. BURKE 1998, S. 86), **1470** in dem bald als Druckort berühmt werdenden **Venedig**, 1470 in **Paris** an der Sorbonne. Der in Flandern tätig gewesene Handelsagent WILLIAM CAXTON (N. F, BLAKE 2014) stellte nach seinen Erfahrungen in Köln eine Druckerpresse 1476 in London auf. 1481 folgte Drucken in Wien. In Portugal folgte Drucken 1487 (A. H. de OLIVEIRA MARQUES 2001, S. 122). Um 1480 gab es aktiv genutzte Druckpressen in mehr als 110 Städten Europas (P. ROSSI 2000). Drucken - ja oder nicht, und wenn ja 'was' , muß den Moskauer Gewaltherrscher IWAN IV., der "Schreckliche", gewaltig umgetrieben haben (J. KUSHER 2005). Jedenfalls ließ der Zar 1564 eine Druckerpresse nach **Moskau** kommen, ließ von dem ersten namentlich bekannten russischen Drucker IWAN FJODOROW ein geistliches Buch in kyrillischen Buchstaben drucken, duldete jedoch die Zerstörung der Druckerpresse durch den 'Mob', wohl in Interesse der sich in ihrer Arbeit des Kopierens bedroht fühlenden Mönche (Wikipedia 2014) ein Jahr später. Der Drucker FJODOROW, der einst in Krakau studierte hatte, floh nach Wilna und 1572 in das ihm weiteres Wirken ermöglichende polnische Lemberg. In Moskau wurde eine neue Druckerei betrieben. Auch im Jahrhundert danach wurden in Rußland fast ausschließlich geistliche Textbücher, in Kirchenslawisch, hergestellt. Gedruckt wurde im 16. Jh. in **Mexico**, 1638 in **Nordamerika**. Im Osmanischen Reich **verbot** Sultan BAYEZID II. 1485 unter Androhung der

Todesstrafe das Drucken in arabischen Lettern. Es gab also nicht so etwas wie einen arabischen 'Gutenberg'-Koran. Es richtete der Sohn des osmanischen Botschafters in Paris 1727 in **Istanbul** eine Druckerei für den Druck mit **arabischen Schriftzeichen** ein (W. GUST 2007, S. 236/237). Bis 1745 wurden 23 Bände herausgegeben, auch Übersetzungen aus westlichen Sprachen, zu Geschichte, Geographie, Technik. Aber das Mittelalter ging hier weiter: Die Ulema ließ 1745 die Druckerei schließen. NAPOLEON brachte 1798 das Drucken nach Ägypten (Internet 2018),

Zu technischen Verbesserungen im Druckgewerbe gehört die in eigenen Handwerksbetrieben erfolgte **Herstellung von Lettern** und der Handel mit ihnen(H. KELLENBENZ 1991). Das begünstigte die Standardisierung der Lettern. Antimon erhöhte die Härte der Lettern.

Amateurhistoriker E. FRIEDELL (2009, S. 197) wertete gern ab, und meinte zum Buchdruck ernüchternd: "Die Elemente, die Zellen gleichsam, die den Organismus des Wortes, des Satzes, des Gedankens aufbauen, machen sich selbständig, freizügig, jede ein Leben für sich, unendliche Kombinationsmöglichkeiten eröffnend. Bisher war alles fest gegeben, statisch, konventionell; jetzt wird alles flüssig, variabel, dynamisch, individuell. ... Aber die Kehrseite ist: es wird auch alles mechanisch, dirigierbar, gleichwertig, uniform. Jede Letter ist ein gleichberechtigter Baustein im Organismus des Buches ..." Ja und? Wenn nun endlich, endlich viel mehr Menschen sich über Gedruckes informieren konnten? Und auch die Gelehrten hatten nur Vorteile. **Gedruckte** Bücher waren nicht mehr wie die Handschriften Unikate, sondern **identische Vervielfältigungen**. Gelehrte auch an ganz verschiedenen Orten konnten identische Texte besitzen. Das gestattete bessere Diskussion der Texte über Grenzen hinweg. Genauer Kenntnis dessen, was von einem Menschen ausgedachr und niedergeschrieben war, konnte sicherer als nur mündliche Überlieferung "Ausgangspunkt und Basis zum Aufbauen neuer Erlenntnisse sein (O. KRAEMER 1963, S. 245). Mit Büchern konnte mehr als mit den viel selteneren Handschriften Wissen verbreitet und erworben werden, auch Wissen einer anderen als der eigenen Gemeinschaft und das anderswo lebender Wissender ohne persönliche Kontakte. Selbstbildung (u. a. H. THOMAS 1984), auch unkontrollierte, war erleichtert. Bildung durch gedruckte Bücher - mancherorts ein großes Problem. Herrschaft wurde durch viel Bildung nicht unbedingt erleichtert. Ein päpstlicher Gesandte habe 1524 in Nürnberg bedauert, "daß der "gemeine Mann" jetzt an einem Tag mehr lese als sonst in einem Jahr" (R. ENDRES 1988, S. 223). Bücherfreunde, wie PIRCKHEIMER in Nürnberg, erfreuten sich im 15. Jh. eigener größerer Bibliotheken. Beim Drucken in den Volkssprachen setzte sich eine **verbindlichere Orthographie** durch, trotz aller sinnvollen und auch sinnlosen Änderungen bis in unsere Tage. Drucken konnte man natürlich Texte in

jeder Ideologie, ob religiös oder politisch. Aber es gab wohl stets auch ausreichend Druckschriften, die es dem einzelnen möglich machten, mehr als vorher die Tradition zu sprengen und neue eigene, auch revolutionäre Gedanken zu verbreiten. Mit Massenauflagen konnte versucht werden, bestimmte Anschauungen, ob die der religiösen Reformatoren oder auch die der Papstkirche, durchzusetzen. Gedruckt wurden das zunächst handschriftlich verbreitete für Reformation im Staat eintretende anonyme Traktat "**Reformatio Sigismundi"**, das Kaiser SIGISMUND zugeschrieben wurde. 1484 wurde gedruckt auch der bis 1496 in 9 verschiedenen Ausgaben vorliegende "Hexenhammer", der die Hexenverfolgung kirchlicherseits ankurbelte. Neben Wissen konnten, bis heute, auch Dummheit und Verhetzung verbreitet werden. Zensoren sollten öfters und bis ins 20. Jh. die Interessen herrschender Eliten durch Unterdrückung von Gedrucktem zu wahren suchen, aber gerade verbotene Bücher waren eine interessante Konterbande. Bei Verbotenem, dem "Samisdat" in der Sowjetunion, mußte man bei weit ausgreifender Kontrolle auch im 20. Jh. notfalls die Handschrift benutzen. Neben sinnlosen Kampfschriften, religiösem Kauderwelsch, poetischen Phantasieprodukten wurden durch westlich der orthodoxen Kultur gedruckte Bücher und Zeitschriften jenes nützliche Wissen und aufgeklärte Weltbild verbreitet, welche das westliche Europa zum Führertum in der Weltentwicklung machten, oder "Der Buchdruck mit beweglichen Lettern hat in Europa in revolutionärer Weise nicht nur das Kommunikationswesen, sondern auch vielfältige andere Lebensbereiche tief greifende verändert" (M. MITTERAUER 2008, S. 533).

Zwischen etwa 1450 und 1500 wurden etwa 40.000 Titel gedruckt, bei etwa 8 Millionen bis 10 Millionen Kopien. Pro Tag erschienen also fast 2 neue Bücher. Übrigens noch ohne Titelblatt. Alle bis zum Jahre 1500 hergestellten Bücher werden "**Inkunabeln**" (Einzahl: Inkunabel), "Wiegendrucke", genannt. Von LUTHERs ins Deutsche übersetztem 'Neuen Testament' wurden in den 12 Jahren nach 1522 85 Ausgaben hergestellt (A. DEMANDT 2008). Zwischen 1501 und 1530 wird für Deutschland die Verbreitung von etwa 10 Millionen Exemplaren von Flugschriften genannt, 1520 bis 1526 über 11.000 Drucke in mehr als 11 Milionen exemplaren (R. ENDRES 1988, S. 220). Wer nicht lesen konnte, bekam eben vorgelesen. Die erste Tageszeitung wird für 1650 für Leipzig angegeben (Internet)

**Handschriftliche Manuskripte**, was also ein Autor erstamls nierschreibt, behielten ihren unersetzlichen Wert, auch als Text im Computer, bis sie vervielfältigt sind.

Einige **Druck- und Verlagsorte** sowie dort wirkende Verleger und Drucker ragten besonders hervor. In **Vendig** war es der Verlag von ALDUS MANUTIUS. In Basel wirkte JOHANNES OPORINUS (HERBST). Die auf dem im 15. Jh. üblichen Titelblatt angegebenen **Verlagsorte** haben oft wunderschöne **lateinische Namen**:

**Basel**, auch 'Basell', ist 'Basileae',

Mit Brille, Papier und Buchdruck sowie dem Leben in damaligem Wohlstand für manche waren Voraussetzungen für die Entwicklung der Wissenschaften gegeben.

## Bergbau

Bergbau im Mittelalter war wie vorher auch Erzbergbau. Kohle wurde kaum und allenfalls oberflächennah abgebaut.

Im Erzbergbau in Mitteleuropa wurden neben **Eisenerz**, Kupfererz, Zinnerz, Bleierz vor allem **Silber** gediegen oder als Erz, abgebaut. Namentlich der Silberbergbau war Regal des Landesherrn. Er vergab Schürfrechte, damit Privatpersonen bei festgelegter Abgabe mit eigenen Gruben ihr Glück versuchen konnten.

Im **Harz**, um den Rammelsberg bei Goslar und den Oberharz wird Bergbau um 970 urkundlich erwähnt, geht aber nach archäologischen Untersuchungen weiter in die Vergangenheit zurück (CHR. BARTELS 1996). Es gab Gelände im oberen Harz, wo ein "Schacht neben dem anderen niedergebracht wurde" (S. 485).

**1168** wurde in dem heute zur Stadt **Freiberg in Sachsen** eingemeindeten Christiansdorf Bleiglanz nachgewiesen, aus dem **reichlicher Silber** zu gewinnen war als aus dem Erz des damals von HEINRICH dem LÖWEN belagerten Goslar. (O. WAGENBRETH 1970). Wie AGRICOLA 1546 noch bekannt war, soll das Erz in den Räderspuren eines aus Halle mit Salz kommenden 4-spännigen Wagen freigelegt worden sein, eine auch bezweifelte Sage.

Im 12. und 13. Jh. gab es Silberbergbau in **Süd-Schwarzwald** (K.-F. KRIEGER 2003, S. 13). Um 1200 erstand durch sächsische Bergleute in Westböhmen **Mies**/Stribro, 1240 entstand im Zentrum von Mähren die königliche Bergstadt **Iglau/**Jihlava, damals nach Prag im Königreich Böhmen die mächtigste Stadt und nach dem sächsischen **Freiberg** die "bedeutendste Silberfundstätte Europas" (F. PRINZ 1984, S. 153). Der Silberbergbau bei Iglau wurde von deutschen Bergleuten betrieben und so entstand im Zentrum von Mähren eine deutsche Sprachinsel. Bedeutend wurde dann auch der Silberbergbau von **Kuttenberg**/Kutna Hora (s. o.).

**Zinnerz,** also Zinnstein, wie auch **Gold**, wurden angeschwemmt in Flußablagerungen, Flußsand, in 'Seifen', gewonnen. **Gold** durch Waschen an Flüssen gewannen schon die Kelten und prägten daraus ihre Goldmünzen. Um 400 n. Chr. nennt der aus Ägypten stammende Schriftsteller NONNUS VON PANOPOLIS ausdrücköich den Rhein als goldführend (D. HÄBERLE 1930, S. 386). Der "älteste deutsche



Abbildung 813: Freiberg Dom Wiederaufbau nach 1484.

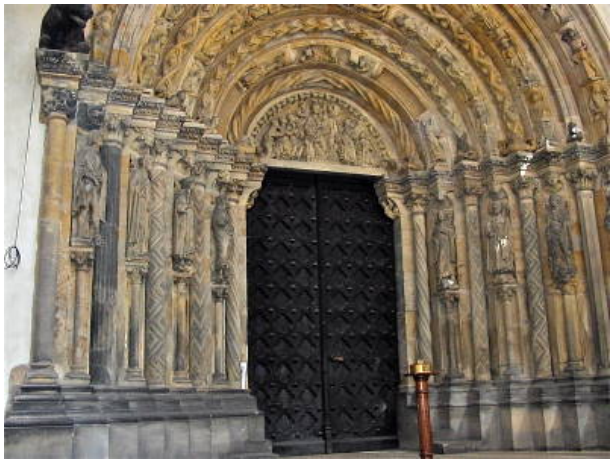

Abbildung 814: Freiberg Dom. Goldene Pforte.



Abbildung 815: Hettstedt: Erinnerung an Kupferfund, Napian/Neucke.

Beleg für die Goldgewinnung am Rhein stammt vom Mönch und ältesten namentlich bekannten althochdeutschen Dichter (Wikipedia 2019) OTFRIED VON WEIßENBURG" in seinem Evangelienbuch, um 868 (ebenda). In der Schweiz gibt es goldhaltiges Gestein und Gold erscheint schon im Oberlauf des Rheins, und es gewannen dieses schon die "alten Helvetier" (S. 387).

Bergbau auf **Kupfer** aus Kupferschiefer gab es am Südharzrand, so im **Mansfelder Land** um das 1334 mit Stadtrecht ausgestattete **Hettstedt**. Mit der Kupfer-Gewinnung war stets auch Silber-Gewinnung verbunden. Der Legende nach haben zwei Brüder, Napian und Neucke, 1199 Kupfer bei Hettstedt entdeckt (u.a. Wikipedia 2016). Zwischen 1200 und 1849 sollen in diesem Südharzer Bergbaugebiet 10 Millionen t abgebautes Erz 290.300 t Kupfer und 1.465 t Silber abgeworfen haben (12. Südharz-Symposium am 6. März 2010 in Wettelrode, im Internet 2016).

**Eisenerz** wurde vielerorts abgebaut, überall in den Mittelgebirgen gab es Eisenerz und wurde hier verarbeitet. Vom Sächsischen Erzgebirge wird etwa Schwarzenberg hervorgehoben. **Eisenproduzierende** Gewerbe**landschaften** erstanden in der **Oberpfalz** und im **Siegerland** (R.-J. GLEITSMANN 1984). Reich durch Eisen aus ihrer Umgebung wurde die östlich von Nürnberg gelegene Stadt **Amberg**. Sie wurde auch mit einer starken Befestigung umgeben.

**Horizontaltransport untertage** mit **Karren oder Hunt** wurde nach dem Codex Wangianus für den Silberbergbau von Trient eemittelt für 1185 bis 1214 (K.-H.



Abbildung 816: Alte Kupferschieferhalden, im Mansfeldischen.



Abbildung 817: Amberg. Reich durch Eisen.



Abbildung 818: Amberg, Stadtbefestigung.

LUDWIG 1982, S. 270). Weiteres s. 16. Jh.

## Salz-Gewinnung - Salinen

Für das nicht mit reichlich Sonne gesegnete Europa waren salzreiches Wasser, also **Sole**, liefernde Quellen, Salzquellen, Salzlieferanten. und das schon seit langem. Im Mittelmeergebiet ließ man auch **Meerwasser** eindunsten.

Eine monopolartige Stellung hatte bis in das 17. Jh. das Salz von **Lüneburg** (CHR. DIPPER 1991). Die Lüneburger Saline lieferte im 15. Jh. jährlich 15.000 Tonnen Salz und verbrauchte dafür 40.000 Kubikmeter Holz (E. ISENMANN 2012, S. 867). Die Entstehung der baumlosen 'Heiden' ist wenigstens auch auf die Holzabfuhr dort zurückzuführen (R.-J. GLEITSMANN 1984, S. 35). Nachdem der Wald in Lüneburgs Umgebung abgeholzt war, wurde Holz zum Eindicken der Sole von weiter her, etwa aus den Seehäfen Hamburg und Lübeck herbeigeschafft. Für Transporte auf dem Wasserweg im Zusammenhang mit der Salzgewinnung zeugt noch der Tretkran in Lüneburg. Der Saline Reichenhall standen umfangreichers Gebirgswaldungen zur Verfügung (R.-J. GLEITSMANN 1984, S. 34). Der Rohsalzgehalt in der Sole von Lüneburg (bei 20°C) wird mit 26,4 % angegeben, das der Sole von Halle um 20% (K.-H. SPIEß 2010, S. 91). Salz machte reich. Das Salz von **Halle** wurde etwa 1168 jedenfalls nach der Sage von der Silberentdeckung

bei Freiberg in 4-spännigen Wagen nach Böhmen gefahren (O. WAGENBRETH 1970) und die Pferde eines solchen Wagens legten angeblich das Silber auf dem Wege frei. Den Salzgehalt zur Brennholzersparnis vor dem Eindunsten zu erhöhen wurde das später erfundene **Gradierwerk** (s. d.) angewandt. Die Sole läuft zuerst durch Reisig und es verdunstet viel Wasser. Wenig salzreiche Sole konnte erst damit genutzt werden.

Salz war nicht nur der lebensnotwendige Zusatz zu Speisen, sondern auch den Salzverbrauch erhöhendes wichtiges **Konservierungsmittel**, etwa um Heringe in Fässern ins Binnenland zu transportieren. Die Salzheringe mußten natürlich vor dem Verzehr "entsalzt" werden.

**Metallurgie, Gußeisen**

Zu Anfang des 15. Jh. wurde auch in Europa das in China bereits bekannte **Gußeisen** erzeugt, die größte metallurgische Innovation des Mittelalters. Die Schmelztemperatur des kohlenstoffreichen Eisens wurde in höheren Schmelzöfen erreicht, die auch als **Hochofen** bezeichnet wurden, aber noch lange nicht die später geläufige Höhe aufwiesen. Wasserradgetriebene Blasebälge bliesen Luft ein. Im sächsischen Erzgebirge wurde 1587 ein solcher Hochofen mit 6-7 m Höhe bei Muldenhammer/Eibenstock errichtet (Werte der deutschen Heimat 1967, S. 113). Aus Gußeisen wurden zuerst **Kanonenkugeln** und **Ofenplatten** hergestellt. In Sachsen wurde ein etwa 1520 privilegierter berühmter privater Gießereiunternehmen HANS RABE in Berggießhübel an der Gottleuba im Ost-Errzebirge, der auch einen Hochofen für seinen Betrieb hatte und von ihm Geschaffenes "zählt ... zu den Kostbarkeiten des sächsischen Eisenkunstgusses", so 8 bekannte Ofenplatten, 7 davon in Prag (Werte der Deutschen Heimat, Band 4, S. 49),

Erhaltene Hochofenreste sind jüngeren Datums (die Jahreszahlen bei den Abbildungen geben das Jahr der Fotoaufnahme).

**Stahl** wurde nicht mehr direkt im Rennofen gewonnen, sondern zukünftig aus Gußeisen erzeugt, indem dieses im **Frischofen** mit Luft in Berührung kam.

Wurde in den Rennöfen, in denen kein flüssiges Eisen entstand, aus der Luppe sofort Stahl, also kohlenstoffarmes, schmiedbares Eisen gewonnen, so wurde Stahl nunmehr **in einem 2-phasigen Prozeß** gewonnen: 1. Gewinnung von flüssigem Roheisen, 2. daraus Stahl. Roheisen-Erzeugung und Stahl-Herstellung bzw. - verarbeitung lagen später oft auch an verschiedenen Standorten, gab es also Hüttenwerke und Stahlwerke.

**Eisenerze** sind weit verbreitet. Viele deutsche Mittelgebirge, ob Erzgebirge, Harz, das Lahn-Dill-Gebiet, für Nürnberg die Oberpfalz, waren Standorte der Eisenerzeugung und der Eisenverarbeitung und blieben das, bis im 19. Jh. sich die Eisen-



Abbildung 819: Hochofenrest Jöhstadt 1969.



Abbildung 820: Hochofenrest Burgkhammer 1969.



Abbildung 821: Eisenhütte um 1800, Bükk.



Abbildung 822: Frischofen. Museum Schmalkalden.

metallurgie in wenigen Gebieten konzentrierte. Da Eisenherstellung Holz für Holzkohle erforderte und Holztransport über weitere Strecken nur an Flüssen möglich war, mußte die auf örtliche Holzkohle angewiesene Eisenindustrie einst weiter gestreut sein.

Für die eisenverarbeitenden Handwerke wurden **Halbfabrikate** hergestellt, die Zaine resp. Stabeisen, Bleche, Grobdraht (M. DIEFENBACHER 2000).

Stets durchgeführt wurde das **Glockengießen**, wozu gießbares Metall, Bronze, erforderlich war.

Bei dem in der ersten Hälfte des 15. Jh. wohl vor Nürnberg (H.-H. KASPER 1981, S. 69) erfundenem "**Saigern**" wurde das Silber aus dem silberhaltigen Kupfer mittels das Silber aufnehmendem Blei abgetrennt (W. von STROMER 1965). Fremdstoffe im Kupfer machten das 'Schwarzkupfer', wie aus ungarischen Erzen gewonnen, spröde. Gereinigtes Kupfer konnte mit Galmei, dem Zinkcarbonat, zu einem **Messing** legiert werden, das wiederum für die Herstellung von Draht geeignet war. Silber vom Kupfer wurde auch benötigt, nachdem die mitteleuropäischen Silbergruben zunehmend ausgebeutet waren, und das Silber lieferte bei dem Trennprozeß des Saigerns 58% des Erlöses. Silber und Kupfer wurden ein **Koppelprodukt.** Hier wurde Silber auch unabhängig vom Regl der auch hier ihre Hand darauflegenden Territorialherren gewonnen. Zuerst war die Entfernung des Silbers mittels Blei bei Münzen gelungen, dann wurde aus diesem Vorgang dann ein großtechnisches Verfahren ausgearbeitet. Enorme Mengen von Blei und von Holzkohle wurden benötigt. Der große Holzverbrauch zwang zum Aufgeben des Saigerns um Nürnberg und zwischen 1461 und 1515 siedelten sich die Saigerhütten im Thüringer Wald an, und entstand hier so etwas wie eine Frühindustrie. In der zweiten Hälfte des 15. Jh. wird für den Thüringer Wald die Verarbeitung von etwa 7.000 Zentnern

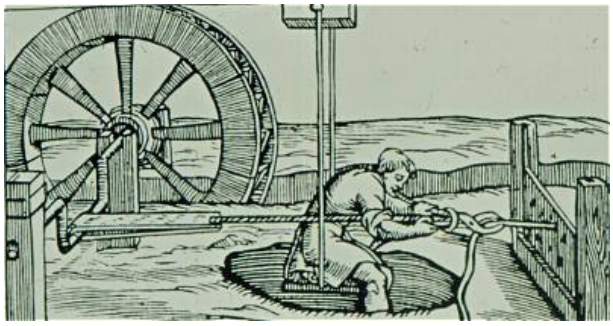

Abbildung 823: Drahtzieher. BIRINGUCCIO.

Mansfelder Schwarzkupfer genannt (H.-H. KASPER 1981). .

## Drahtherstellung

Die **Drahtherstellung** wurde verändert durch Erfindung der Drahmühle, ebenfalls in Nürnberg vermutlich vor 1360 (W. von STROMER 1977). Draht, dünn ausgezogenes Metall, diente schon im Altertum etwa für Schmuck. Im Mittelalter gab es etwa mit feinem goldenen Draht durchzogene Gewänder für Geistliche, "leonische" Gewänder, benannt nach der spanischen Stadt Leon. Dickerer Draht diente für Kettenhemden, hergestellt vom "Sarwürker", so in Iserlohn und Altena. Das Halbfertig-Produkt Draht wurde durch "Ziehen" hergestellt. In dünne Stabform gebrachtes Metall wurde mehrfach durch "Zieh-Eisen" mit konischen Löchern gezogen. Mit einer Zange wurde der Draht nahe dem Loch vom Zieher gepackt und ein Stück weitergezogen. Weil der Draht durch immer engere Löcher gezogen wurde und auch der Widerstand des Drahtes mit zunehmendem Ziehen abnimmt, dehnte sich der immer dünner werdende Draht gleichmäßig. Nach 3 bis 5 Zügen mußte er durch Ausglühen wieder weich und elastisch gemacht werden. Zieheisen sind bekannt aus der Wikingerzeit. Beschrieben wird das Drahtziehen bei THEOPHILUS. Problematisch war das Ziehen von Grobdraht von Eisen und Stahl, von Messing und Bronze. Ausschmieden oder Gießen dünner Metallstäbe war schwierig. Die Erfindung des "Schocken-Ziehens" unter Verwendung von Wasserkraft beim Ziehen des Drahtes aus den Löchern bot die Lösung. Der Drahtzieher saß auf einer Schaukel, die durch die Wasserkraft bewegt wurde und zog den Draht, wenn er dem Loch mit herauskommenden Draht nahe war und wurde dann zurückgeschnellt. Das sollte Nürnberger Beriebsgeheimnis bleiben.

Das Drahtziehen war ein Beginn der Walzwerk-Technik.

### Chemisches

Um 1300 war **Seife** Handelsgegenstand etwa in Marseille, Genua, Venedig, hier, wo es Olivenöl gab und Soda aus Meerespflanzen.

## Bildung und Naturwissenschaft im Mittelalter

### Wissensbewahrung im Mittelalter, in den Klöstern. Bildung bei KARL dem GROSSEN. Pflanzenkenntnisse

Zunächst gab es in Europa nördlich der Alpen recht sparsamen Anschluß an das Vorangegangene, aber immerhin wurde **in einigen großen Klöstern** Literatur der Antike bewahrt und zwar wohl auch noch solche aus der Antike selbst und es wurden dann solche Schriften verfvielfältigt. Vielfach sind solche Abschriften auf uns gekommen. Das galt etwa für **Fulda**. Kulturbewahrung gab es in Italien an den Höfen der Langobarden (J. FRIED 2013, S. 175), beim **Langobardenkönig** in Pavia wie auch weiter nach Pavias Unterwerfung durch KARL im langobardischen Herzogtum Benevent, in dem sich das Kloster Monte Cassino befand, wie beim Herzog von Spoleto. Mit der Unterwerfung des Königreichs der Langobarden durch KARL den GROSSEN fiel ihm manches an Schätzen zu, das er mitnahm. An Menschen den Gelehrten PAULUS DIACONUS. Daß Benevent ein kulturvoller Hof war und mit Hofschule und Vorbild für KARL hatte KARL nicht abgehalten, seinem Sohn PIPPIN zu befehlen, mit Kriegsvolk gegen Benevent zu ziehen und dabei "das Land zu verwüsten" (J. FRIED 2013, S. 482). Der **Hof** des 800 zum Kaiser gekrönten KARL dem GROSSEN in **Aachen** wurde nach allgemeiner Ansicht dann zu einem Zentrum von Gelehrsamkeit, nicht alles neu, denn manches war auch im nachrömischen Gallien an Geisteswesen erhalten gewesen. Bewundert wurde das Bauwerk der **Aachener Pfalzkapelle**, die gar nicht in den abendländischen Stil der Zeit zu passen schien. Zuerst der 1864 gestorbene französische Historiker JEAN-JACQUES AMPE'RE (P. RICHE´ 1995, S. 378) , Sohn des Physikers ANDREE´-MARIE AMPE'RE, und dann JACOB BURCKHARDT (J. FRIED 2013, S. 606/607) und ihm folgend weitere sprachen wegen bei KARL wirkenden Gelehrten von einer "**Karolingischen Renaissance**", einer 'Prä- oder Proto-Renaissance', wenn diese auch nur von kurzer Dauer und ohne große Ausstrahlung blieb (s. a. F. SEIBT 1987, S. 40 ff.).Für sein Bildungswerk mußte KARL zunächst Ausländer rufen, Großer Gelehrter an KARLs Hof wurde der aus Norhthumbrien, wohl aus York stammende gelehrte und 781 in Parma angeworbene ALCUIN (ALKUIN), der also zu KARL kam etwa zwei Jahrzehnte




Abbildung 824: EINHARD Barockfigur Seligenstadt.

vor dessen Kaiserkrönung, Es wirkte dann in Aachen auch der in Fulda ausgebildete EINHARD, dessen Manuskript über KARL, die 'Vita Karoli Magni', in mehr als 80 Handschriften erhalten blieb, auch in Bearbeitung (E. SCHERABON FIRCHOW in EINHARD 1981, S. 93) und der geglaubt wird. Laut EINHARD (s. 1981) konnte KARL der GROSSE Latein wie "seine eigene Sprache", konnte Griechisch "besser verstehen als sprechen" (S. 49). KARL hatte aber Mühe beim Schreiben, da er es spät im Leben erlernte, jedoch immer wieder, auch nachts, übte. Von ALKUIN ließ sich KARL in den "Sieben Freien Künsten" unterrichten und interessierte sich namentlich für Astronomie. Bei seinen Mahlzeiten hörte KARL Musik oder ließ sich "geschichtliche Werke und die Taten der Alten" vortragen (S. 47). EINHARD schreibt (1981, S. 67) von einer großen Anzahl von Büchern, nun Kodizes, in KARLs Bibliothek. Gemäß EINHARD und einem entdeckten Katalog reichten die Autoren der Bücher von zahlreichen antiken Autoren bis zu ISIDOR VON SEVILLA. Hergestelt wurden Prachtevangeliare (P. RICHE´1995, S. 391). Manche der Kodizes waren wohl Beute aus dem eroberten Langobardenreich (A. ANGENENDT 1990, S. 312). Nach KARLs Verfügung sollten die Bücher nach seinem Tode zugunsten der Armen verkauf werden. Als neues Kloster erstand nach KARLs Tod durch EINHARD (1981, S. 88) 827 (815) **Seligenstadt** unweit Hanau und Frankfurt am Main, mit Wiederaufbau 1685 (Wikipedia 2013).

KARL erbat von ALKUIN eine neue Bibelübersetzung (P. RICHE‘ 1995, S. 391). Übrigens war die Karolingische Renaissance nicht die einzige dem Mittelalter zu-



Abbildung 825: Abtei Seligenstadt.

geschriebene 'Renaissance'.

Immerhin wurde von Aachen aus und in Aachen einiges für Schule und Bildung getan. Es gab vorher, seit dem 6. Jh. **Klosterschulen**, in Städten bestanden Kathedral- resp. **Domschulen** und auch manche Landpfarrer unterrichteten. Förderung gab es unter KARL DER GROSSE (CH. H. HASKINS 1927, S. 18; P. RICHE´ 1995, S. 379 ff.). In der frühen Kindheit erlernten die Kinder von den Eltern oder anderen Personen ihrer Umgebung die Muttersprache oder jedenfalls einen ihrer Dialekte. Wer in eine kirchliche oder höhere weltliche Position kommen wollte, mußte **Latein** möglichst in Wort und Schrift und auch Verstehen beherrschen, und das mußte dann erlernt werden eine vielen schwierige Angelegenheit, in der viel zu pauken war. Es war viel Jugendzeit, die man für dieses Sprachenlernen opfern mußte. Und das, bevor man Sachkunde-Fächer eventuell gelehrt bekam. Aber bei chinesischen oder japanischen Kindern geht es zuerst ebenso um ein mühsames Vorbereiten, das Erlernen vieler Schriftszeichen. KARL DER GROSSE erließ 789 die 'Admonitio generalis', 'Allgemeine Ermahnung', in der für die an jedem Kloster und Bischofssitz einzurichtenden Schulen, daß gelehrt werden müsse Psalmen, Kirchengesang, Rechnen, Grammatik, die für das rasche Schreiben, etwa beim Stenographieren, nötigen Zeichen der **Kurzschrift**, 'notae' (P. RICHE‘ 1995, S. 380). Unter KARL DEM GROSSEN wurde die **karolingische Minuskel** als rasch zu schreibende und gut lesbare Schrift geschaffen, Vorläufer neuerer Schrifttype, in Kleinbuchstaben und mit Worttrennung (P. RICHE´ 1995, S. 390). Worttrennung,

die man bei lateinischen antiken Inschriften vermißt, war eine große Leseerleichterung. Als Abt der Abtei St. Martin in Tours an der Loire sorgte ALCUIN für die Verbreitung der **karolingischen Minuskelschrift**, Laien sollten wenigstens die Glaubensgrundlagen kennen. Auch die alten Heldensagen sollten laut EINHARDs Mitteilung (P. RICHE´ 1995, S. 385) bewahrt bleiben. Ja es wurde sogar ein Heldenepos über Christus angestrebt, der 'Heliand' (S. 385). Weniger an Tradition anknüpfend war, wenn für die Monate fränkische Namen eingeführt wurden. Wenigstens für eine gebildete Schicht konsolidierte KARL das Latein, das bei fehlendem Unterricht bei der Masse des Volkes in den ehemals römischen Gebieten in Dialekte und dann die romanischen Sprachen mündete. Wenigstens von den Vokalbeln her hatten Deutschsprachige wohl manches mehr zu lernen als Leute mit romanischem Dialekt. Aber eine von den entscheidenden Leuten gemeinsam verstehbare Sprache war nötig, und das eben war ein Latein. Nur mit **Schriftlichkeit**, wie im Römischen Reich üblich, konnten Anodrnungen des Herrschers verstanden werden und ließen sich umgekehrt nach oben Berichte und Inventare, konnten Verträge ausgefertigt werden. Die predigenden Geistlichen mußten für die Inhalte ihrer Predigten ja auch Wissensquellen, so die Bibel, anzapfen können und für ihre Kenntnisse fühlte sich KARL auch verantwortlich. "Schriftlichkeit war also ein Mittel der Herrschaftsführung" (P. RICHE' 1987, S. 380). Mit moderner, kritisch-skeptischer Wissenschaft hatte das nicht viel zu tun. Es konnte nicht erwartet werden, wie der Schweizer Historiker JACOB BURCKHARDT (zit. bei J. FRIED 2013, S. 607) im 19. Jh. einmal spekulierte, daß mit einer vollen Weiterführung von KARL des GROSSEN Bildungsstreben unter Wegfall des Mittelalters gleich in eine Renaissance nach Art des 14./15. Jh. hätte geführt werden können.

Die Gelehrten des Mittelalters blieben noch lange Zeit fast ausschließlich Geistliche. "Bildung ..." war vergeistlicht" (H. HEIMPEL 1954). Die nicht dem geistlichen Stande angehörenden Herrschenden etwa der Karolingerzeit waren oft Analphabeten. Die Menschen unter Einschluß vieler aus den herrschenden Eliten waren geschieden in analphabetische Laien und gebildete Kleriker. **Klosterbibliotheken** bewahrten überlieferte Texte und vervielfältigten sie durch Abschreiben. Ohne manche Klöster wäre es nicht zu der die Renaissance kennzeichnenende Wiederbelebung der antiken Texte gekommen. Aus der Zeit von KARL und seinen Nachfolgern seit etwa 780 stammen 8000 bis sogar 10.000 (J. FRIED 2013, S. 291) **Abschriften** der noch nicht verlorenen Manuskripte **lateinischer Autoren** (M. COSTAMBEYS et al. 2011, S. 16; A, DEMANDT 2008). KARL selbst hatte für dieses Kopieren entscheidende Anregung gegeben, auch für das Erhalten vorchristlicher Heldenlieder (A. DEMANDT 2008). Diesen Abschriften stehen etwa nur 1800 Manuskripte gegenüber, die aus dem westlichen römischen Imperium unmittelbar, also auf antikem Beschreibstoff, bis heute erhalten blieben. Manche Manuskripte wurden auch mehrfach, ja vielfach abgeschrieben. Große Geldmittel,

so ganze Viehherden waren für das Pergament nötig (J. FRIED 2013, S. 291), Dazu kam neue, vor allem christliche Literatur, und teure kostbare Farben wurden für manche Prachtbände, Gebetbücher, Unikate, ausgegeben. Das Lorscher Evangeliar wurde umschlossen vom Buchdeckeln auf Elfenbein (J. FRIED, S. 292/293). Die Abschreibearbeit wurde nach KARLs Tod fortgesetzt.

Die schon genannten '**Skriptorien**' - das waren die mit ihrem Abschreiben bestehenden Buchproduktionsstätten des Frühmittelalters. In den mehr wirren Zeiten der Nachfolger KARLs waren Klöster dann für die Erhaltung von Bildung besonders wichtig (A. ANGENENDT 1990). Interesse an Bildung und Wissen unter den Nachfolgern KARL des GROSSEN zeigte besonders der bei erneuter Reichsreinigung gescheiterte KARL der KAHLE (P. RICHE' 1987, S. 388/389). Für das weitere 9. Jh., also unter nach KARL DER GROSSE kommenden Karolingern, wird von einer 'zweiten karolingischen Renaissance' gesprochen (P. RICHE´1995, S. 383).

Kultur betrieben wurde auch am Hofe des **ALFRED des GROSSEN** (K. O. MORGAN 1988), seit 871 König von **Wessex**. ALFRED war schreibkundig, verfaßte selbst Schriften. Er übersetzte aus dem Lateinischen ins Englische, so die angelsächsische Kirchenchronik des BEDE.

Klöster waren auch die ersten mitteleuropäischen **Stätten der Pharmazie,** dem Heranziehen von Heilpflanzen im **Klostergarten**, die also bekannt sein mußten, ebenso wie Herstellung von wirksamen oder auch nur eingebildeten Arzeneien (A. KLEEMANN et al. 2012, S. 40),

Wurden im Westen namentlich lateinische Texte bewahrt, so die griechischen in Byzanz (J. FRIED 2013, S. 100). In der Renaissance konnten die Humanisten dann auf aus dem Osten gebrachte griechische Texte zurückgreifen.

## Nach KARL dem GROSSEN - Klöster und Gelehrsamkeit - so Fulda, St. Gallen, Reichenau

Wenige Klöster waren neben all den oft Stunden dauernden und sich mehrmals am Tage wiederholenden liturgischen Verrichtungen an der Bewahrung und Schaffung von Manuskripten beteiligt. Das war eher "by-product" (CH. H. HASKINS 1927, S. 33)., wenn auch für die Erhaltung von Texten entscheidend. Nach der Regel von St. BENEDIKT sollten 4 bis 4 einhalb, später bis 7 Stunden dem Chorgesang zu Ehren Gottes dienen (S. 34). Zum Lesen, und zwar der Bibel und der Kirchenväter, waren je nach Jahreszeit 3 - 5 Stunden vorhanden (S. 34). Bei den in der ersten Hälfte des 12. Jh. aufsteigenden **Zisterziensern** (CH. H. HASKINS

1927, S. 44/45) gab es neben der Feldarbeit etwa 6 Stunden Chorgesang, dabei ein solcher Gesang auch mitten in der Nacht. Aber Klöster, einige jedenfalls, waren "Inseln" von etwas Wissen in 'weiten Räumen bäuerlicher Ignoranz' (S. 33), wenn man 'Wissen' auf Buchwissen beschränkt und ohne Einbeziehung von Empirie und Alltagswissen definiert. Bei der Hinwendung zur Askese gab es bei den Zisterziensern das Kopieren von Manuskripten, nicht aber Bebilderung, Illuminatioan, Ornament. Immerhin gab es bei den Cluniazensern für das Kopieren Befreiung vom Chorgesang, ja wurde das mühsame Kopieren einmal höher als Feldarbeit gewertet, gab es bei den Zisterziensern Dispens vom Ackerdienst mit Ausnahme der Erntezeit (CH. H. HASKINS 1927, S. 73). In all der Manuskript-Vervielfältigung wurde auch Antikes gerettet. Es war umstritten, ob profane klassische lateinische Texte vom Geistlichen überhaupt gelesen werden sollten oder gut waren für das Verstehen auch der heiligen Schriften (S. 97). Mancher alte Text blieb nur an einem Orte erhalten. Nur im Kloster **Monte Cassini** gab es etliches von APULEIUS, von VARRO, von TACITUS (CH. H. HASKINS 1927, S. 37). Im Kloster Monte Cassino lebte dann auch jener KONSTANTIN AFRIKANUS, durch den HIPPOKRATES wieder in Europa bekannt wurde. Nur in einem aus Fulda gebrachten Manuskript aus dem 9. Jh. überlebte die 'Germania' des TACITUS (S. 225). Die Kathedrale von Rouen nannte im 12. Jh. als Manuskript-Gaben außer Kirchenvätern und der 'Etymologia' des ISIDOR VON SEVILLA die 'Naturgeschichte' des PLINIUS und VITRUV (S. 72).

Von Lehrer-Schüler-Weitergabe von Bildung zeugt, daß Schüler von ALCUIN der 856 gestorbene **HRABANUS MAURUS** war, der 5. Abt des Klosters **Fulda**. Der gegen 780/783 Geborene kam schon als Kind in das Kloster Fulda und hat, dann hier, Abt über fast 700 Mönchen (A. ANGENENDT 1990, S. 433), neben seiner umfangreichen Verwaltungs- und Bautätigkeit so viel an Gelehrsamkeit und Schrifttum entwickelt und aufzeichnet, daß der **856** Gestorbene als Lehrer der Deutschen bezeichnet wurde. Frage bleibt, ab wann man von 'Deutschen' sprechen kann. Des HRABANUS MAURUS Werk "De rerum naturis" ist eine der ersten Emzyklopädien des Mittelalters, welche das 'Weltwissen' auch der Natur, von Himmel, Erde, Tieren, Medizin, Nahrungsmitteln und anderen vorstellen sollen, aber für Nutzung im Sinne der Bibel (A. ANGENENDT 1990, S. 434).

Bedeutend für die Bewahrung von Wissen wie als Stätte von Kunstschöpfung und die Bildung wurde **Sankt Gallen,** lange "das wichtigste geistige Zentrum im Reich" (P. RICHE´ 1995, S. 412). In der Klosterschule wirkten bedeutende Männer, so der 973 gestorbener EKKEHARD I. und, gestorben 990 EKKEHARD II. Ebenso wurden auch Gelehrtenstätten das Kloster oder die Klöster auf der Bodensee-**Insel Reichenau** bei Konstanz, wo man wohl von einer von viel Grün ausgestatteten Klosterstadt sprechen kann. Seit 839 wirkte hier als Abt **WALAH-**



Abbildung 826: Reichenau, WALAHAFRID.

**FRID STRABO** (R. PÖRTNER 1987), der seine Ausbildung in Fulda erhalten hat. Er soll Erzieher des späteren Kaisers KARL DER KAHLE gewesen sein. WALAHAFRID STRABO galt neben EINHARD am Hofe KARLs des GROSSEN und HRABANUS in Fulda als hervorragendster Lateiner des Frankenreiches. Neben als formschön gewürdigten literarischen Werken stammt von WALAHAFRID STRABO ein Gedicht "Hortulus" von 842, in dem er 23 verschiedene **Pflanzen**, angebaut **im Garten**, in Versen in Latein kurz beschrieb. Der 1551 gestorbene St. Gallener Humanist und St. Gallener Bürgermeister JOACHIM VADIANUS/VON WATTS (TH. MAISSEN 2001) entdeckte und erschloß die Schrift wieder aus der St. Gallener Stiftsbibliothek – Beispiel dafür, wie nicht nur antike, sondern auch frümittelalterliche Autoren Jahrhunderte später wiederentdeckt werden mußten. In einem heutigen umzäunten Gärtchen auf der Insel Reichenau sind die Pflanzen des WALAHAFRID STRABO angepflanzt.

WALAHAFRID STRABO ertrank 849. auf einer Diplomatenreise in der Loire.

**Pflanzenreliefs** etwa in Kirchen zeugen auch von Kenntnis der Gewächse.

Großer Gelehrter **um die Jahrtausendwende**, Mathematiker vor allem, war der von RICHER (dtsch. 1891, S. 171 ff.) in höchstem Lob vorgestellte GERBERT von AURILLAC, der so wie ein Wunderkind, ein 'Einstein' der Jahrtausendwende erschienen sein muß. Die Mönche in Gallien waren von ihrem Erzbischof ermahnt worden, daß sie sich in den freien Künsten unterrichteten. Da "kam, wie von der Gottheit selbst gesandt, Gerbert, ein Mann von großem Geiste und bewundersnwerther Beredsamkeit, der in der Folge, gleich einer hellen Leuchte, über ganz Gallien ein glänzendes Licht verbreitete. Er stammte aus Aquitanien und war im Kloster des heiligen Bekenners Gerold" (S. 171). Beim Besuch eines Herzogs aus

dem "dieseitigen Hispanien" in dem Kloster, bat ihn der Abt, den begabten Mönch GERBERT nach Katalonien zur weiteren Ausbildung mitzunehmen und es heißt (E. EICKHOFF 2002), daß er in Katalonien, mit arabischem und jüdischem Wissen aus dem Kalifat von Cordoba bekannt geworden ist. Er wurde mit nach Rom genommen, viel auch dort durch seine Begabung auf und dem "König OTTO von Germanien" (RICHER 1891, S. 172) wurde gemeldet, "es sei in Rom ein junger Mensch angekommen, welcher der Mathematik vollkommen kundig und im Stande sei, darin trefflichen Unterricht zu erteilen. Beim Archidiakon von Reims lernte GERBERT noch Logik, unterrichtete sich auch in römischen Dichtern und befaßte sich mit Musik, mit der Harmonie er Töne auf dem Monochord. GERBERT verfertigte eine "Himmelskugel", also einen **Himmelsglobus**. So etwas geschah also lange vor der Herstellung eines Erdglobus. Es folgte "eine Kugel, um den Lauf der Planeten vorzustellen", eine Armillarsphäre (S. 177). Eingeladen von OTTO III. konnte GERBERT diesem in Magdeburg also ein Astrolabium vorführen. GERBERT schloß sich dem Gefolge des jungen Kaisers OTTO III. an. Im Jahre 999 wurde er Papst mit dem Namen SILVESTER II. GERBERT (E. EICKHOFF 2002).

Ein führendes intellektuelles Zentrum im späten 11. Jh. wurde das 1034 gegründete Benediktiner-Kloster **Bec** (CH. H. HASKINS 1927, S. 38) bei Rouen. Hier wirkte auch der 1033 in Aosta geborene ANSELM von CANTERBURY, der als Begründer der Scholastik gilt.

Nördlich der Alpen zuerst an einigen Fürstenhöfen wie bei KARL dem GROßEN, in den Klöstern und dann auch mit dem Aufstieg der Städte und getragen viel von den neuen Orden in den Städten gab es zunehmendes Interesse an Bildung. Für die Entwicklung einer gewissen geistigen Vielfalt trotz der insgesamt herrschenden Kirchenlehre war, daß Europa nie politisch einheitlich war und schließlich, wie im Islam und Buddhismus allerdings auch, ebenso der Glauben differierte. DAVID S. LANDES (2002, S. 53) bemerkte: "Wo die Macht geteilt ist, gedeihen Meinungsdifferenzen. Das mag schlecht für die Glaubensgewißheit und die Konformität der Gesellschaft sein, aber für den Geist und für Initiativen aus dem Volk ist es zweifellos gut." Gewiß war China in Religionsfragen tolerant, aber Hof und Beamtentum legten die Meinung fest und konnten sogar technische Entwicklungen, wie die Großschiffahrt auf dem Meere, abbrechen.

## Aneignung des anderswo vorhandenen Wissens im lateinischen Bereich ab dem 11. Jahrhundert, im Hochmittelalter - Die 'Renaissance des 12. Jahrhundert'

Der US-amerikanische Mediävist CHARLES HOMER HASKINS, also kein Europäer, schrieb in den 1920-er Jahren von einer '**Renaissance des 12. Jahrhunderts**' (1924, 1927; E. HASSINGER 1964, S. 48 ff.), einer seinerzeit aufsehenerregenden Formulierung. Auch schon Bekanntes wurde in neuem Licht fokkusiert - und das kann in der Geschichsschreibung wichtig sein und zum Verstehen beitragen. Das Ende des Mittelalters wollte auch HASKINS aber nicht auf 1100 zurückschieben, denn diese Kultur des von ihm auch als 'Renaissance' bezeichneten Aufschwungs unterschied sich doch von der späteren 'Renaissance' im engeren Sinne, wenn auch Verbindungen bestehen. Aber mit vor allem der Erschließung alter Texte im 12. Jh. erlebte die Gelehrtenwelt Europas einen **Wissensprung**. Nicht gegenwärtige Entdeckung neuer Tatsachen, die **Erschließung längst vorhandener Schriften brachte** hier dem intellektuellen 'Abendland' **neues Denken** - ein besonderer Vorgang in der Wissenschaftsentwicklung. **ARISTOTELES im Mittelalter - jetzt kam es**. HASKINS hatte sich zunächst vor allem unter den in Europa in Klöstern, Kathedralschulen und wenigen anderen Einrichtungen vorhandenen, gelesenen und auch kopierten 'Büchern' vertraut gemacht und dann vor allem die Übersetzung der vielfach über das Arabische erfolgten Übersetzung antiker Schriften beachtet. Daraus leitete HASKINS seine Schlußfolgerungen ab. Wiederbelebung. 'Wiedergeburt', von Gewesenem, aber Vergessenem oder Nichtbeachteten war also auch bei dieser 'Renaissance' zentral. Was namentlich im 12. Jh. an Ideen bekannt wurde, kam dann vor allem im 13. Jh. zur Beachtung und ließ dann auch Neues erstehen. Jahrhundertgrenzen sind natürlich niemals eindeutige Einschnitte. Dann von einem 'langen', über die Grenzen hinausreichenden 'Jahrhundert' zu sprechen ist ein moderner Notbehelf. Im Unterschied zur 'karolingischen Renaissance' des 9. Jh. war die 'Renaissance des 12. Jh.', des Hochmittelalters, nicht die eine Hofes, eines eng begrenzten Zirkels. Das wohl auch trotz der Förderung am Hofe des Staufers FRIEDRICH II. Die hochmittelalterliche Renaissance ruhte auch viel auf Frankreich, Die schöne Literatur der Römer war intensiv beachtet worden an den Kathedralschulen von Chartres und Orleans (E. HASSINGER 1964, S. 24). Noch sah man in der hochmittelalterlichen Renaissance die antike Literatur als recht einheitliche Gebilde, nicht in einer ehemaligen Entwicklung und Umbildung.

## Griechisch-Kenntnis im westlichen Mittelmeer und Abendland im Hochmittelalter überhaupt

**Griechisch** war im westlichen Mittelmeerraum zur Zeit von ROGER II. und auch der des Hohenstaufen FRIEDRICH II. noch geläufig in Kalabrien und Apulien, hier, wo Byzanz noch bis weit ins Mittelalter präsent war und erst 1071 mit Bari die letzte byzantinische Festung auf dem italienischen Festland an die Normannen verlor. 1204 wurde das griechische Konstantinopel von den Kreuzfahrern im Auftrag Venedigs erobert, geplündert und auch seine Schätze teilweise angeeignet. Es gab also direkten Kontakt zu Griechen und bedurfte nicht erst der späteren osmanischen Bedrohung, damit auch Griechisch-Kenntnisse wenigstens in den westliche Mittelmeerraum getragen wurden.

## Aneignungen aus dem Griechischen und vor allem dem Arabischen

Manches Wissen, manche Ideen und Gedanken waren niedergelegt in den Schriften der Antike. **Antike Schriften**, meist in Griechisch verfaßt, waren ins Arabische übersetzt worden und wurden namentlich im 12. Jh. vor allem **aus dem Arabischen in das Lateinische** oder auch andere Sprachen, **auch das Kastilische** (A. HOTTINGER 1995), übersetzt. Damit führte Europa weiter, was im arabischen Machtbereich und bestenfalls noch in Byzanz geschehen war: die Rettung von Kenntnissen der Antike. Übersetzt wurden dann aber auch **Werke muslimische Gelehrter**, die teilweise auf den antiken Schriften aufbauten, aber auch Neues brachten, nicht nur Übersetzungen waren, sondern auf jeden Fall **eigenständige** Werke. Auch diese arabischen Werke gingen in den Wissenskanon der europäischen Universitäten ein, namentlich auch in der Medizin.

## Übersetzungen in Toledo

Noch kein Übersetzer, aber Aneigner von Wissen in der Mathemaik bei den Arabern war der um 967 nach Katalonien entsandte GERBERT von AURILLAC (A. HOTTINGER 1995). Er gehörte zu der Gefolgschaft des jungen Kaisers OTTO III. und wurde 999 Papst SYLVESTER II. Keine große Übersetzungstätigkeit gab es im Nahen Osten, obwohl sich dort Kreuzfahrer und Muslime am nächsten standen. Ein **Zentrum der Übersetzer-Tätigkeit** wurde **Toledo,** das 1085 von Kastilien/Leon erobert worden war, Wenigstens viele der dort vorhandenen Manuskripte waren erhalten geblieben. RAIMUNDO (RAYMUNDO), Erzbischof von Toledo

zwischen 1125 und 1151, erkannte wie einige andere die hier einzigartige Gelegenheit der Wissensübernahme (A. HOTTINGER 1995). Nunmehr kamen Gelehrte aus verschiedenen Ländern des ferneren Europas nach dortin und übertrugen viele Texte mit Hilfe der dort noch ansässigen gelehrten Muslime und arabischsprachigen Juden vor allem insd Lateinische, auch auf dem Umweg über das Kastilische (CH. H. HASKINS 1927, W. M. WATT 1989). Die Übersetzer, oder jedenfalls die Hersteller der Endfassung, gehörten zu den bedeutenden, teilweise und manchmal ungenau in die Geschichte eingegangenen Gelehrten des Mittelalters. Während die der arabischen Sprache gut mächtigen Mitarbeiter wohl die Rohübersetzung anfertigten, gab der Hauptübersetzer die Endfassung. Die nunmehrige christlich-muslimischen Grenze auf der Iberischen Halbinsel war nicht weit entfernt. Aus den nunmehr teilweise wenig toleranten Herrschaftsgebieten der Almoraviden und Almohaden flüchteten zudem manche Fachleute nach Toledo, wo sie wohlaufgenommen wurden.

Im Auftrag des Cluniazenser-Abtes PETRUS VENERABILIS wurde in Toledo 1143 auch der **Koran ins Lateinische** (Wikipedia 2017) übersetzt. Das diente als Vorlage für Übersetzungen auch in andere Sprachen. 1616 wurde eine Koran-Übersetzung in Deutsch in Nürnberg gedruckt.

Eine erste Übersetzerepoche währte bis 1187, endete also mit dem Tode von Erzbischof RAYMUNDO. Eine zweite Übersetzungsepoche folgte etwa 60 Jahre später 1252 - 1284, unter dem wissenschaftlich hoch interessierten König ALFONSO X., dem "Weisen", dem Manne der Planetentafeln. Unter ihm wurde auch ins Kastilische übertragen. Ein namhafter Übersetzer war GUNDISALVI (DOMINICUS GUNDISSALINUS, DOMINGO GONZALEZ), Dominikaner und Archidiakon von Segovia, der als arabischsprachige Mitarbeiter AVENDEATH (IBN DA'UD, ein zum Christentum übergetretener Jude, und JOHANN von SEVILLA (JOHANNES HISPALENSIS) herangezogen hatte. Vor allem wirkte in der Zeit des Kaisers FRIEDRICH BARBAROSSA in Toledo als Übersetzer und Oberhaupt von Übersetzern für viele Jahre bis zu seinem Tode 1187 **GERARD VON CREMONA** (CH. H. HASKINS 1927, S. 286 ff., R. LEMAY 19), über den durch einen Schüler etliche Nachrichten überliefert sind. Mit Sicherheit dürfen ihm über 70 übersetzte Schriften zuerkannt werden, wichtig vor allem jene aus Mathematik wie die von EUKLID und aus der Medizin. In einer unvollkommenen Form habe GERARD das berühmte astronomische Werk des **PTOLEMAIOS, den 'Almagest',** gekannt Vor allem reiste er auch nach Toledo, weil er, dort 1167 eingetroffen, eine vollständige Version erwartete. GERARD wurde nicht enttäuscht. Seine Übersetzung konnte er 1175 abschließen (A. HOTTINGER 1995). Auf eine Version des "Almagest" wird auch das Weltbild von DANTE in dessen "Göttlicher Komödie" zurückgeführt. Die Übersetzung wurde 1515 in Venedig ge-

druckt. Übersetzt wurden unter GERARD VON CREMONA dann medizinische Werke, 8 dem GALEN zugeschriebene, eine mit HIPPOKRATES als mögliuchen Verfasser. Übersetzt wurden auch medizinische Schriften der Araber (CH. H. HASKINS 1927, S. 287). Die GERARD zugeschriebene Übersetzung des 'Kanon' des IBN SINA, latinisiert AVICENNA, wurde "das Hauptlehrbuch der Medizin in Europa bis ins 16. Jahrhundert" (A. HOTTINGER 1995, S. 406), Ebenfalls später gedruckt, in Lissabon 1542 und in Basel 1572, wurde das namentlich der Optik geltende Werk des IBN al-HAITHAM. GALEN wird ferner übertragen durch MARCUS von TOLEDO. Um 1143 wurde auch der **Koran ins Lateinische übersetzt** (Wikipedia 2017), durch ROBERT VON KETTON im Auftrag von PETRUS VENERABILIS, Abt des Klosters Cluny, und man hoffte von der Übersetzung aus den Koran zu widerlegen. Es folgten auch Übersetzungen ins Altspanische und Altfranzösische (Wikipedia 2017).

Es gab dann eine weitere Übersetzungsperiode in Toledo, in der ab 1217 MICHAEL SCOTUS tätig war und ARISTOTELES Tierwerk übersetzte (CH. H. HASKINS 1927, S, 287).

## Wissen und Wissensaneignung im Königreich Sizilien

n dem von Normannen begündeten **Königreich Sizilien** wurde vor allem unter ROGER II. Wissenschaft gepflegt, und zwar namentlich durch Moslems, und es soll etwa nach Meinung des in Cambridge lehrenden Historikers ABULAFIA (1991) sogar großartiger gewesen sein, als an dem so gefeierten Hofe seines Enkels, des Hohenstaufen FRIEDRICH II.

Eine Stätte der Begegnung namentlich zwischen Medizinern christlicher und muslimischer Herkunft war schon im 11. Jh. die Medizinschule von **Salerno,** südlich von Neapel. Hier erscheint auch der Name des 1085 gestorbenen "CONSTANTINUS AFRICANUS". Der in seiner Biographie allerdings nahezu unbekannte Gelehrte hat dann im **Kloster Monte Cassino** medizinische Werke in das Lateinische übertrug, so den "Liber regius" des HALY ABBAS, der im 10. Jh. im Zweistromland lebte.

Unter dem Hohenstauferkaiser FRIEDRICH II. blühte die Schule von Salerno weiter auf. Für die anderen Fächer als die Medizin, für die Heranbildung seiner Staatsbeamten, hatte FRIEDRICH II. die Universität Neapel gegründet.

Außer Toledo wurde ein zweites, zeitweilig nahzu gleichwertiges Zentrum der **Übersetzung antiker Manuskripte ins Lateinische** die Stadt **Palermo**, Stadt des Normannenhofes von Sizilien und dann Zentrum des sizilischen Königreichs von ROGER II. bis FRIEDRICH II., auch wenn letzterer dann vorwiegend in Foggia residierte.

E. KANTOROWICZ (1994; S. 263) nannte Palermo "die zweite Einbruchsstelle östlicher Kultur." Am Hofe von ROGER II. wirkte etwa der 1162 gestorbene HENRICUS ARISTIPPUS, der Dialoge des PLATON und die Meteorika des ARISTOTELES ins Lateinische übersetzte und vermutlich Erizher des Thronfolgers von ROGER II, , dessen Sohn WILHELM, war (W. STÜRNER 2003, S. 28). Nach Unterbrechung wurde dann wieder zur Zeit des Hohenstaufenkaisers meistens direkt aus dem **Griechischen ins Lateinische** übersetzt. Wie viele waren dessen mächtig, nur einzelne (N. MANI 1956)? So WILHELM VON MOERBEKE, ein Dominikaner, später Erzbischof von Korinth,

Neben philosophischen und literarischen Werken, auch PLATO(N) und ARISTOTELES, geschah die direkte Übersetzung für EUKLIDs optische Werke und "dessen Elemente" sowie die 'Pneumatica' des HERO(N) von ALEXANDRIA. Aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzt wurde die Optik des PTOLEMÄUS. Frühe Übersetzer des GALEN aus griechischen Texten ins Lateinische waren etwa BURGUNDIO von PISA im 12. Jh. und im 13. Jh. WILHELM VON MOERBEKE (L. MINIO-PALUELLO 1974).

WILHELM VON MOERBEKE übersetzte um 1260 die der lateinischen Welt bisher unbekannte 'Politik', Politeia, des ARISTOTELES (P. NITSCHKE 1992, S. 8). Genannt wird auch der bezweifelte JACQUES DE VENICE auf der festungsartigen Abtei Mont Saint-Michel auf einer Insel der französischen Atlantikküste (J. WETZEL 2008). Letzterer war Dominikaner mit nur brucksückhaft bekanntem Leben, wirkte teilweise in der Papstresidenz Viterbo, war auch im Osten, zuletzt Erzbischof von Korinth. In England übersetzten in der ersten Hälfte des 13. Jh. aus dem Griechischen ROBERT GROSSETESTE (R. W. SOUTHERN 2004), zuletzt Bischof von Lincoln, mit Schülern.

## Allgemeinbildung im Spätmittelalter

Bildung im westlichen und mittleren Europa begann nicht mit den Universitäten, denn diese konnten nur auf dem aufbauen, was an Wissensvermittlung anderswo schon gelegt war.

Eine berühmte Domschule gab es später in Lüttich, eine als musterhaft geplante legte Kaiser HEINRICH II. (S. WEINFURTER 2002, S. 150) in Bamberg an. HEINRICH II. gilt als ausgebildet "an den Domschulen von Hildesheim, Freising und Regensburg" (S. 270). Einige Kathedralschulen waren vor der Gründung der Universitäten höchste Stätten der Bildung im 'Abendland'. Berühmt wurde die in **Chartres** und auch die in Orleans (CH. H. HASKINS 1927, S. 25 ff.). Im Norden war eine frühe Domschule die in Güstrow von 1236 (Wikipedia 2017).

Wie zumindestens für Franken nachgewiesen (R. ENDRES 1988) wurde, gab es im 14. Jh. in zahlreichen Städten "**Lateinschulen**", welche vor allem in den Reichsstädten als "**Ratsschulen**" unter die Oberaufsicht des Rates der Stadt kamen, also trotz des Namens 'Lateinschulen' **Profanschulen** waren, Der Schulmeister war damit Bediensteter der Stadt. Natürlich wurde zunächst keine Konfrontation mit der Kirche gesucht. Durch die Geschichte des Bildungswesen bis in unsere Tage zieht sich der **immer wieder aufflammende Streit** zwischen **der von den Kirchen getragenen** und der rein bürgerlichen **profanen Bildung,** und auch religiöse Eltern haben bis heute nicht unbedingt zum Vorteil der frühzeitig geistig einschnürten Kinder den Kirchen immer wieder den Rücken gestärkt. Manche Städte betonen heute an Tafeln die Gründung einer Lateinschule in ihren Mauern. Die Mittelstadt Delitzsch nennt eine Lateinschule 1426. Im sächsischen Freiberg gründete 1515 RÜLEIN VON CALW eine Lateinschule (Gedenktafel am Rülein-Haus).

Wie sehr **Bildung** immer mehr **gesucht** wurde wird aus der Tatsache deutlich, daß selbst aus kleineren Städten, einsehbar in den Universitätsmatrikeln, keine geringe Zahl an Schulabgängern die im 13. Jh. und danach entstehenden Universitäten besuchten. Zwischen 1377 und 1450 haben die Universität Wien besucht 41 Studenten aus Dinkelsbühl, aus Rothenburg 66, aus Windshein 60 (alles R. ENDRES 1988, S. 215). Aus den Fürstentümern Ansbach und Bayreuth kamen bis zur Reformation mehr als 2000 Studenten, wobei die meisten nach Leipzig gingen. Nur ein Teil der die Ratsschulen besuchenden Knaben und Mädchen lernten Latein, ein Großteil begnügte sich mit Deutsch. Aber auch in vielen Handwerken waren Kenntnisse etwa im Rechnen immer nötiger, bei der Buchführung und anderem. "Rechenbücher" ergänzten den Unterricht. Als erstes Rechenbuch in deutscher Sprache wird genannt 1482 das von ULRICH WAGNER in Nürnberg. Angesichts der vielen Schulen gab es wenigstens in Franken einen höheren Alphabetisierungsgraf als die öfters genannten 10 - 15%. Lesekundige benötigten nicht nur die zahlreichen Reformationsschriften, sondern auch, und zwar auf den Dörfern, die Flugschriften der aufständischen Bauern. Die Lateinschulen wurden mit der Reformation von den Schulen für nur die dfeutsche Sprache getrennt.

In den Klosterschulen und an den **Kathedralschulen** wurde für gebildeten geistlichen Nachwuchs gesorgt. Medizinhochburg wurde **Salerno**. Juristerei gab es den Neben einigen italienischen Stadtuniversitäten und dann als führende Stätte **Bologna**.

## Entwicklung der Universitäten - vor allem Stätten der Wissensbewahrung

Als **neuartige** bleibende Einrichtung höherer Bildung trat im Hochmittelalter die **Universität** hinzu**.** Ihnen voran gingen teilweise die **Studia generalia**, In späterer Zeit waren **Vorläufer** von mancher Universität etwa 'Ritterakademien' oder , in den Niederlanden des 17 Jh., 'illustre Schulen' oder **'Athenäen**' genannte Einrichungen, 9 solcher, und manche blieben das auch bei hohem Niveau (T. WITTMAN 1975, S. 290). In Utrecht etwa wurde 1632 eine 'illustre Schule' gegründet und 1636 zur Universität aufgewertet.

Universitäten wurden sinnvoll und nötig mit der vor allem auch mit der Übersetztertätigkeit gekommenen Wissenzunahme im 12. Jh. (CH. H. HASKINS 1927, S. 368). Die 7 Freien Künste/Arts gab es längst. Im Mittelalter und noch später mußten zuerst an der "**Artisten-Fakultät**" (ars, artes = Kunst, "Künste") die **7 freien Künste** studiert werden, im "**Trivium**" zusammengefaßt Grammatik, Dialektik (entsprach etwa der Logik), Rhetorik; im "**Quadrivium**" zusammengefaßt Arithmetik, Geometrie, Astronomie, Musiktheorie - wobei auch Astronomie und Musik mathematisch betrieben wurden. Der Ausdruck "ars" für 'Kunst' muß für das Mittelalter besser mit 'Wissenschaftsdisziplinen', 'Wissenschaftsfächer' übersetzt werden. Die Lehrer an der Artisten-Fakultät waren also nur für Wissenschaft zuständig, waren für höhere Lehre bezahlte Gelehrte, die sich mit Dingen befassen konnten, die nicht unbedingt praktisch waren. Aus der Artisten-Fakultät ging später die philosophische Fakultät hervor. Und an den alten Universitäten war die Artisten-Fakultät' jene, **wo** namentlich in der zweiten Hälfte des 12. Jh. und im 13. Jh. **die bewegenden Diskussionen stattfanden**, wo die teilweise noch heute berühmten Lehrer wirkten, dabei auch neues Wissen und Denken eingeführt wurde . Auch manche Unruhe, vor allem geistig-intellektuelle, ging von der Artisten-Fakultät aus. Die großen Lehrer entstammten vielfach den Bettelorden, den Dominikanern und Franziskanern, die eigentlich zunächst für andere Aufgaben vorgesehen waren. Nach der Absolvierung der Artisten-Fakultät konnte man studieren an den 3 jedoch zu einem Beruf führenden, aber nicht an jeder Universität immer vertretenen Fakultäten für **Theologie,** also hier für den Pfarrer-Beruf, konnte studieren **Jura,** konnte studieren **Medizin**. Mit dem Studium zu einem Beruf hatte man die "untere" Fakultät überwunden, sie, die auch im 19. Jahrhundert in der "Wertung der Fakultäten", wie M. SCHELER (1960, S. 176) bemerkte, "die eigentliche *Seele* der Universitas" wurde, " - die freilich im Verlauf der Dinge dann selbst immer mehr Fachschule wird." Mancher, der nicht unbedingt Arzt werden wollte, promovierte auch gern mit zum Doktor der Medizin, wie COPERNICUS. Die Universität galt als eine 'Korporation'/ corporation, welche Lehrer und Schüler vereinte, die 'universitas societas magistrorum discipulorumque'. Antike 'Schulen', wie das Lyzeum

des ARISTOTELES hatten weder einen 'Lehrplan', ein **Curriculum**, noch wurden hier wie nun an den Universitäten 'Grade', **akademische Grade,** verliehen. Die Lehrlizenz, 'licentia dodendi' war die früheste Form eines solchen akademischen Grades (S. 370), '**Baccalaureus**' wurden im Mittelalter manche genannt, Als niedriger Grad wurde er in Paris eingeführt und dann anderswo übernommen. Der höhere, mit hohen Kosten verbundene Grad, war der des **Doktor** resp. **Magisters** (Internet). Wenn man daran denkt, wie lange studierte wurde, wie viel man vor allem über religiöse Dinge stritt, dann sieht man, wie man auch ohne das reiche Wissen ab vor allem dem 17. Jh. und gar den späteren Jahrhunderten endlos reden und sich in Worten duellieren kann! Welche Redundanz wäre möglich gewesen!

Nach Bologna wurde die '**Mutter' der Universitäten Paris**. Nach ihr richtete man sich. Älteste 'Tochter' der Pariser Universiät wurde **Oxford.** Oxford war keine Kathedralstadt und es wurde als offen angesehen, warum hier, wo es immerhin Handel gab, eine Universität ins Leben gerufen wurde (CH. H. HASKINS 1927, S 384/385). Bedeutende Fürsten ihrer Nationen ließen es sich angelegen sein, Universitäten zu gründen. und es war üblich, einen päpstlichen Konsens einzuholen. Zur Heranbildung seiner Beamten gründete FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN die erste Fürstenuniversität, die von **Neapel**. Erste Universitäten in Mitteleuropa waren die von weitsichtigen und verantwortungsbewußten Herrschen gegründeten Universitäten in **Prag** 1348 durch KARL IV. , und die von **Krakau** 1364 durch KASIMIR III. WIELKI, der "Große".

Ungeachtet von Veränderungen in späteren Jahrhunderten haben die Universitäten auch entscheidende Züge über die Zeiten hinweg bewahrt. Die **Autonomie** der Universitäten, sowohl **in** der **Wissensvermittlung** wie lange noch in **eigener Gerichtsbarkeit** für Vergehen unterhalb von Mord, machte Universitäten bei Obrigkeiten nicht immer beliebt. Für Delinquenten unter den Studierenden gab es noch lange universitätseigene 'Karzer'. Gerade im Bereich der Universitäten war die Pflege und Anerkennung von Traditionen oft besonders stark, aber gab es auch manche Diskussionen und bei Eingriffen in die Autonomie ließ sich auch leicht viel zerstören. Protest der Studierenden war der 'Auszug', das Verlassen einer Universität.Viele Studenten waren armutsgeplagt. Bei ihren Professoren fanden manche gegen entsprechende Zahlung Unterkunft, in **Bursen**. Freitische minderten manche Not der Studierenden.

**Universitäten** - bis ins 19. Jh.

(**Fettdruck**, wenn von besonderer Bedeutung zumindestens für einen bestimmten Raum)

In ihrer Geschichte erlebten zahlreiche Universitäten mannigfache Wandlungen.



Abbildung 827: Erinnerung an KARL IV.: Karlstein.



Abbildung 828: Alte Studentenburse Erfurt.

Etlichen Universitäten gingen andere Bildungsgeinrichtungen, so 'Hohe Schulen', Vorstudienanstalten, Gymnasien, die Bursen, oder "Ritterakademien", voran. Die Verhandlungen um die Gründung einer Universität konnte Jahre dauern, die Privilegien wurden nachgereicht, auch vordatiert und das heute gefeierte Gründungsjahr ist oft eher ein Kompromiß (R. R. HEINISCH 1991). In **Erfurt** (H. GIESECKE 1972, S. 111). waren 1293 die "bestehenden Studienanstalten unter einem Rector superior zusammengefaßt worden" und konnte man sich im Studium universale auf die weiterführenden Fächer an einer Universität vorbereiten. 1379 genehmigte der Papst oder genauer Gegenpapst in Avignon, CLEMENS VII., daß in Erfurt alle Fakultäten zugelassen waren und alle akademischen Grade erworben werden konnten. Der grausame, auch unter römischen Kardinälen wütende Papst URBAN VI. genehmigte in Einvernehmen mit dem Erzbischof von Mainz 1389 in einer Bulle die Gründung der Universität Erfurt, nach Köln also eine weitere deutsche städische Universität. Manche Universität erlebte regelrecht eine zweimalige Gründung. Die 1364 in **Krakau** von KASIMIR WIELKI gegründete Universität, ohne eigenes Gebäude und in finanzielle Nöten. hörte noch einmal auf zu bestehen und wurde unter Königin JADWIGA und WLADISLAW JAGIELLO 1400 ein zweites Mal in Existenz gerufen (A. JELICZ 1981, S.199/200) und heißt Jagiellonen-Universität/Universitas Jagellonica Cracoviensis. Zahlreiche Universitäten wurden in ihrer bis heute währenden Geschichte für lange und manche für immer geschlossen. Geschlossen wurden die meisten ehrwürdigen Universitäten in Frankreich 1793 und zahlreiche Universitäten um 1810 zur Zeit NAPOLEONs im deutschsprachigen Bereich, so Erfurt und Salzburg. Manche blieben für immer geschlossen, so Rinteln. Bei einer jungen Neugründung von einstigen Universitäten oder Hochschulen überhaupt, in Deutschland etwa nach 1950, knüpften diese gern an ihre schon lange nicht mehr existierenden Vorgänger an, manchmal zum Ärger jener Universitäten, die durch die Jahrhunderte hindurch ziemlich ohne Unterbrechung wirken konnten.

Die **Universität Bologna**, die als erste europäische Universität gilt, war zunächst Rechtsschule, um 1088 jedenfalls, Wann und wie 'Bologna' eine Universität ist offen (CH. H. HASKINS 1927, S. 391).

1119 **Bologna** war 1088 Rechtsschule

1150 **Paris -** die **"Sorbonne"**, nach ROBERT SORBON; Kaplan LUDWIG IX.

12. Jh. **Oxford**

12. Jh. Pisa, zuerst Rechtsschule, Bulle Papst CLEMENS VI.1343

1175 Modena



Abbildung 829: Bologna 1990.

13. Jh. **Cambridge** durch aus Oxford wegziehende Scholaren 1209

1209 Palencia, erste Universität in Kastilien,

1239 verlegt nach **Salamanca** durch Dekret FERDINAND III. von Kastilien

1222 **Padua**

1224 Neapel, durch FRIEDRICH II. von Hohenstaufen

1229 Toulouse, bis 1793

1230 Orleans, bis 1793

1240, jedenfalls 13. Jh. ... Siena

1289 Montpellier zuerst Medizinschule

1290 Lissabon, 1308 verlegt nach **Coimbra**

1303 Avignon, bis 1793

1307 Perugia

1321 Florenz Wiederherstellung 1859

1346 Valladolid

1337, 1384 ... Angers, bis 1793, neu 1971

1348 **Prag**

KARL IV. gründete Universitäten auch in Orange/S-Frankreich, und in Genf (F-SEIBT 1994)



Abbildung 830: Cambridge.



Abbildung 831: Cambridge: Trinity College.



Abbildung 832: Universität Coimbra.



Abbildung 833: Universität Krakau.

1361 Pavia

1364 **Krakau,** neu 1400: Jagiellonen-Universität

1365 **Wien**

1367 Pécs (Fünfkirchen) zunächst bis 1686

1391 Ferrara

1386 **Heidelberg** (weitere deutsche Universitäten s. extra)

1409/1413 **Aix**-en-Provence

1411/1412 **St. Andrews** / 1. Universität Schottlands

1422/1423 Dole / Burgund. 1691 verkegt nach Besancon




Abbildung 834: Aberdeen, King's College.

1426 **Louvain** (Löwen)

1430 Barcelona, 1714 geschlossen, 1717 in Cervera, 1817 wieder B.

1431 Poitiers

1432 Caen

1451 Glasgow

1455 Avila, in Spanien; bis 1807

1459 / 1460 Basel

1463 Bourges

1474 Zaragoza (Saragossa)

1477 **Uppsala** im frühen 16. Jh. bis 1595 geschlossen

1479 **Kopenhagen,** gilt als letzte mittelalterliche Universitätsgründung

1494 Aberdeen (King's College) , 1593 Marischal College

1500 Valencia

1502 Sevilla

1506 Urbino

1508 Alcala de Henares (O von Madrid) durch Kardinal XIMENES

1526 Liegnitz - älteste protestantische Universität

1530 Collège des France in Paris

1531 Granada

1532 Santiago de Compostela

1548 Messina

1549 Parma

1551 Mexico-City

1559 Evora (Protugal), jesuitisch, bis 1759

1559/1562 ... Douai

1573 Olmütz heißt im 20. Jh: Palacky-Universität

1575 **Leiden** protestantische Universität der Niederlande

1576 (1579) Vilnius (Wilna)

1580 Oviedo

1582 Edinburgh

1585 Franeker / Friesland, bis 1811

1586 Graz

1591 **Dublin**, Trinity College, durch ELISABETH I. von England

1613 Cordoba/Argentinien, älteste Universität Argentiniens. Jesuitengründung

1614 Groningen

1620 Turku, 1827 verlegt nach Helsinki - neue Hauptstadt Finnlands

1630 Osnabrück

1632 **Dorpat** / Tartu - d. GUSTAV ADOLF: **1802 Neugründun**g

1632 Amsterdam

1635 Tyrnau (heute Slowakei), 1770 Vollhochschule

1636 Utrecht

1636 **Cambridge (Mass. / USA)** - **Harvard-**University

1648 Harderwijk bis 1811

1666 Lund - für die "Schwedisierung" vorher dänischer Gebiete



Abbildung 835: Dublin, später.

1671 Urbino

1675 Innsbruck

1701 Yale - als College für Geistliche

1721.....Havanna

1746 Princeton ebenso

1755 **Moskau** 1682 geistliche Akademie gegründet

1759.....Lemberg, vorher Akademie mit Studium auch der Medizin

1814 Kasan

1816 Warschau geschlossen 1832 bis 1864

1817 Liége / Lüttich

1819 St. Petersburg

Weitere Universitäten im 19. Jh. s. 19. Jh.

**Universitäten in den deutschen Ländern,** ab Ende 15. Jh. **zunehmend Landesuniversitäten, auch von den Konfessionen abhängig**

(Fulda, Domschule)

(1248 Studium generale der Dominikaner in Köln)

1386 Heidelberg "Ruperto-Carola"

1388 Köln aufgelöst 1797, wieder gegründet 1919

1389 / 1392 Erfurt aufgelöst 1816

1409 Leipzig

1419 Rostock

1456 Greifswald

1457 / 1460 Freiburg i. Br. "Albert-Ludwig-Universität", nach Erzherzog

ALBRECHT VI. von Österreich

1459 / 1460 Basel

1472 Ingolstadt, 1802 nach Landshut, 1826 nach München: "Lud-

wig-Maximilian-Universität"

1472 / 1473 Trier ..... 1561 jesuitisch

1477 Mainz bis 1797/1798

1477 Tübingen

1506 Frankfurt an der Oder "Viadrina", an ihre Stelle 1811 Breslau

1509 Wittenberg "Leucorea", 1694 mit Halle vereinigt

1527 Marburg - "Philipps-Universität", 1. protestantische Univ.

1544 Königsberg "Albertina"

1585 Graz

1551 Dillingen d. Bischof von Augsburg; 1563 jesuitisch

1558 Jena "Salana", durch JOHANN FRIEDRICH der Großmütige

1575 / 1576 Helmstedt "Julia Carolina", bis 1810 - protest.

1575 Würzburg, 1582 eröffnet" - Alma Julia" - d. JULIUS ECHTER von Mespelbrunn.

1578 Altdorf 1697 Volluniversität, Reichsstadt Nürnberg

bis 1809



Abbildung 836: Universität Helmstedt.



Abbildung 837: Wappen Univ. Helmstedt.



Abbildung 838: Universität Altdorf.

1607 Gießen "Ludoviciana" - durch aus Marburg vertriebene lutherische Theologen, bis 1624, neu 1650

1621 Rinteln (Weser) bis 1809 / 1810

1621 Straßburg

1623/1625 Salzburg "Alma Mater Paridiana"

1647 Bamberg

1655 Duisburg

1665 Kiel "Christian-Albrechts-Universität"

1694 **Halle**

1723 / 1734 Fulda aus Jesuitenschule; bis 1803

1737 **Göttingen** "Georgia Augusta" (GEORG II. AUGUST) nach Plänen des Ministers Freiherr von MÜNCHHAUSEN

1743 Erlangen "Friedrich-Alexander-Universität"

(1760 - 1789 Rostocker Universität teilweise in Bützow)



Abbildung 839: Universität Göttingen.

1773 Bamberg, vorher nur 2 Fakultäten

1773 Münster eröffnet 1780, FRANZ v. FÜRSTENBERG

1810 **Berlin** "Friedrich-Wilhelm-Universität"

1811 Breslau "Schlesische Friedrich-Wilhelm-Universität", ihr

vorangegangen war die von Kaiser LEOPLOD I 1702 gegründete Jesuitenuniversität

1818 Bonn "Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität"

1914 Frankfurt a. Main

1919 Köln

1919 Hamburg

Bedeutende hohe Schulen, Semi-Universitäten:

1582 Prag "Klementinum"

1584 Herborn bis 1817

1633 Kassel Collegium illustre Carolinum



Abbildung 840: Hohe Schule Herborn.

1745 Braunschweig "Collegium Carolinum", wurde später zur TH "Ca - rolo-Wilhelmina", d. Herzog KARL I. von Braunschweig

1781 Stuttgart Hohe Karlsschule, bis 1794; seit 1770

Militärakademie

Technische Hochschulen u. a.

1765 Bergakademie Freiberg

## Die Universitäten im Auf und Ab der politischen Ereignisse

Sowohl die Gründung der Universitäten wie ihr Weiterbestehen waren oft politisch bestimmt. Aufblühen und Zeiten der Schließung hingen von den politischen Machtverhältnissen ab. Universitäts-Gründungen namentlich **nach** der Schaffung von Territorialfürstentümern und Nationalstaaten sowie der **Glaubensspaltung** waren nicht mehr international angelegt, sondern dienten bestimmten Herrschern oder religiösen Richtungen. Es waren aber nicht nur gebundene Geistliche die an den Universitäten wirkten. Und von den Universitäten läßt sich ableiten die "Bildung einer intellektuellen Klasse, die keine Priesterkaste war" und deren Angehörige

"verschiedenen Gesellschaftsschichten" entstammten, "in gewissem Ausmaß von den herrschenden Klassen und Doktrinen der Feudalgesellschaft unabhängig" waren (T. B. BOTTOMORE 1969, S. 71/72). Aber in der Gegenreformation versuchten vor allem die Jesuiten möglichst viele Universitäten in ihre Hand zu bekommen und die Protestanten versuchten die ihren zu dominieren. Universitäten, Gerade auch in Deutschland, kann man Universitäten **nur in manchen Zeiten** als **allein dem unabhängigen objektiven Denken verpflichtete** Lehr- und Forschungseinrichtunen ansehen. Selbst im relativ freien Deutschen Kaiserreich wurde die **Berufung** von Professoren von deren **Konfession abhängig** gemacht, die sie anzugeben hatten. Daß etwa ERNST HAECKEL in Jena als Atheist auftreten konnte, war eher die Ausnahme. Universitäten hatten ansonsten i**m Dienste der politische Macht** zu stehen, unter den Nationalsozialisten wie in Ostdeutschland nach 1945 als etwa 'rote Kaderschmiede' unter den Sozialisten/Kommunisten. Es gibt also kein vom politischen Umfeld abgehobenes Universitätsleben und keine politik- -und religionsunabhängige Universitätsgeschichte.

Im Mittelalter: FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN wollte in seinem Königreich Sizilien seine, ihm ergebenen und nicht dem Papst ergebenen Beamten haben und gründete die Universität **Neapel**, eine Staatsgründung und **Staatsuniversität**. Die weitere Entwicklung verlief bei manchen Universitäten anders als zunächst gedacht. KARL IV, dem die Idee zu einer Universität in Prag wohl auf seine Jugendzeit in Paris zurückgeht, war ein kirchentreuer Mann (H. THOMAS 1993, S. 218). Nach KARLs IV. aber kamen die Ideen Ketzers WYCLIFFs nach Prag und erstand in Prag der Hussitismus. Im kirchlichen Schisma um 1400 erkannte Schottland mit BENEDIKT XIII. einen anderen Papst an als das 1412 GREGOR XII. anhängende England und schottische Studenten sollten nicht mehr in England studieren, was **1412** die Universität **St. Andrews**, Schottlands älteste Universität, gründen ließ (R. MITCHISON 2002, S. 79), wobei kommende Kämpfe vieles in Schottland Ruine werden ließ. St. Andrews wurde so die 3.-älteste Universität im Engischsprachigen Raum.

Schon vor der Reformation wurden in deutschen Territorien Universitäten für das Territorium geschaffen, für dessen Juristen etwa. So in **Wittenberg**, die als erste landesherrliche Universität gelten kann, denn der Landesfürst Kurfürst FRIEDRICH der WEISE wandte sich, **1502**, zuerst an den Kaiser und erst 1507 wurde die für Universitätsgründungen übliche päpstliche Bestätigung nachgeholt (O. E. SCHMIDT 1928, S. 278). Aber auch Studierende von anderswoher kamen hier, und besonders in der Zeit von LUTHER und MELACHTHON. Die Universität **Jena** wurde von JOHANN FRIEDRICH der GROßMÜTIGE 1558 gegründet, nachdem er im Schmalkaldische Krieg die Kurwürde und seine Universität Wittenberg verloren hatte. In Thüringen gab es immer wieder Erbteilungen, aber die Universität

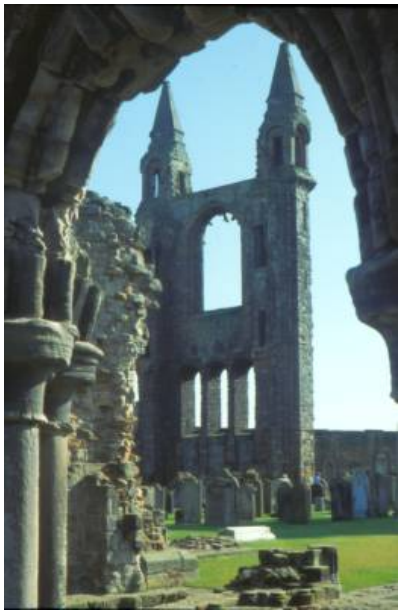

Abbildung 841: St. Andrews, Schottland.

Jena wurde von allen jeweils bestehenden thüringischen Fürstentümern unterhalten.

Vielleicht eine Kuriosität: Während des Schmalkaldischen Krieges war die Universität **Leipzig** 1547 für wenige Tage **nach Meißen** verlegt worden (U. CZESZOT 1975, S. 26, 196).

Das Trinity College in **Dublin**, gegründet um 1590, führte zur ersten und für 250 Jahre einzigen Universität in Irland und diente den herrschenden Protestanten, also der die vielerorts von ihrem Land vertriebene einheimische Bevölkerung zeitweilig völlig aussaugenden britischen Oberschicht (K. S. BOTTIGHEIMER 1987). Die 1559 gegründete Universität in **Evora** (OLIVEIRA MARQUES 2001) in Portugal war Gründung der **Jesuiten** und wurde von ihnen besetzt. Ihnen gegenüber ablehnend verhielt sich die andere Universität Portugals, die von Coimbra. Die Bedeutung und Größe von Universitäten stand und fiel auch mit der politischen Lage in den sie unterhaltenden Staaten. Die einmal stolz gegründete Universität **Prag,** das **"Carolinum"** sank in der Hussitenzeit und danach zu einer "tschechichen Landesuniversität" mit wenig bedeutenden Lehrkräften und wenigen und nur tschechischen Studenten herab. Aufschwung in Prag brachte dann das 1582 von FERDINAND I. gegründete **Klementinum**, eine Art katholischer Nebenuniversität (E. LEIPPRAND 2008, S. 42) mit 1598 gegen 700 Hörern. **Leiden**, um 1700 mit die meistbesuchteste Universität Europas, hat das mit Absinken danach leidvoll erfahren (J. ISRAEL 1995). Um die russische Macht gegenüber den Polen



Abbildung 842: JOHANN FRIEDRICH Jena.

durchzusetzen, wurde nach dem polnischen Aufstand 1831 die polnische Universität **Warschau** geschlossen und nach der Errichtung einer medizinischen Akademie erst 1869 als russische Universität wiedereröffnet. Aufgehoben wurde die polnische Universität **Wilna** und an ihrer Stelle 1834 die St. Vladimirs-Universität in Kiew gegründet (G. STÖKL 1997). Unter der Herrschaft der Habsburger in Galizien konnte sich das Polentum an den Universitäten **Krakau** und **Lemberg** erhalten. Immer war es die Hoffnung der Polen: Warum sollte für die Polen nicht gelingen, was den Itailienern mit ihrer Einigung möglich war und Universitäten spielten in diesen Dingen, begründet oder geschlossen, eine Rolle.

## Wissenschaft und Naturwissenschaft im Hochmittelalter - und ihr Verhältnis zum Glauben - Averroismus im christlichen Europa

Alle Gelehrten und auch die als Forscher zu betrachtenden Gelehrten waren im Mittelater Kleriker. Fast nur Kleriker außer manchen weltlichen Beamten waren genügend lese- und schreibkundig, und das in der wenigstens zunächst verbindlichen lateinischen Sprache. Die kirchliche Bindung aller Gelehrten schloß aber nicht die Hinwendung zu den antiken Schriften und auch **eigene Gedanken und sogar Untersuchungen** aus. Auch die **Natur,** ob physikalische Dinge oder Tiere,

wurden in neuer Weise betrachtet. Die Natur wurde "entsakralisiert" (J. SARNOWSKY 2001, S. 52). Das aufkommende Wissen, das teilweise 'neue Denken', führten zu dem, was ein französische Mediavist sogar ein "Das Zeitalter der Vernunft. 1190 - 1240" (1988, S. 234 ff.) nannte. Nach der hohen Zeit der griechischen und überhaupt antiken Philosophie also ein weiteres 'Zeitalter der Vernunft' vor dem zur Gegenwart reichenden des 18. Jahrhundert?

Mit dem Bekanntwerden bisher in der lateinischen Welt nicht verfügbarer Werke des ARISTOTELES im 13. Jh. mit der Physik und Metaphysik und anderen, wurden die Gelehrten mit neuen Gedanken bekannt und der im lateinischen Kulturbereich AVERROES genannte, in Cordoba aufgewachsene Araber IBN RUSCHD kam hinzu. Die Aufnahme des antiken und damit "heidnischen" Wissens und auch andersartiger religiöser Vorstellungen war für die christliche Religion nicht ohne Problematik. Das Einströmen fremden Kulturgutes ließ den Verdacht der Auswechselbarkeit der Vorstellungen ununterdrückbar zu (HANS BLUMENBERG 1965). Erschreckt war die offizielle Kirche zudem durch die Häretikerbewegungen im 12. Jh. in Südfrankreich gewesen, die unter unglaublichen Grausamkeiten niedergerungen wurde. In dieser Zeit wurde 1216 in Toulouse der Dominikanerorden gegründet, der sich die geistige Macht anmaßte und Dominikaner, so bescheiden sie leben sollten und zum Reisen nur die Füße benutzen sollten, so groß wurde der Einfluß mancher Gelehrter der Dominikaner. .

Mehrfach, so 1210 wurden Sätze des ARISTOTELES verdammt, und wieder 1270 hatte der Erzbischof ÉTIENNE TEMPIER TEMPIER 13 verdammenswerte Irttümer des ARISTOTELES aufgeführt, 1277 219 weitere (J. LE GOFF 1987, S. 119, J. LEUSCHNER 1982). Für Oxford folgte 1277 der Erzbischof von Canterbury ROBERT KILWARDBY mit der Verdammung von Irtümern des ARISTOTELES wie in Paris (J. SARNOWSKY 2001, S. 55).

Vor allem verwerflich erschienen die von dem 1198 gestorbenen arabischen ARISTOTELES-Anhänger AVERROES/IBN RUSCHD (u. a. F. SEIBT 1987) verkündeten Auffassungen, dem '**averroistischen Aristotelismus**' (M. GRABMANN 1931). Aus seiner Heimatstadt Cordoba als Ketzer vertrieben, die Schriften verbrannt, er dann begnadigt und gestorben 1198 in Marrakesch. Manches von ihm liegt nur in hebräischer und lateinischer Übersetzung vor (Internet 2017). Die Ansichten des im lateinischen Europa AVERROES genannten IBN RUSHD, wie man sie verstand, wurden vertreten etwa von ‚SIGER (SIGURD) von BRABANT und BOETIUS von DACIEN Geflohen nach Italien soll SIGER zwischen 1281 und 1284 ermordet worden sein, in Orvieto, wo im und an der Fassade am Dom die aufregendsten Darstellungen vom Jüngsten Gericht noch heute zu 'bewundern' sind. DANTE immerhin setzte SIGER mit 12 weiteren illustren Seelen in den Lichthimmel. Was da von Anhängern des AVERROES und damit auch ziemlich des ARISTOTELES gesagt

wurde, ist bekannt aus den Gegenschriften von Päpsten oder des Pariser Bischofs TEMPIER, aber auch aus der Erschließung von erhaltenen Codices des SIGER. Nach anderen am Anfang des 20. Jh. hat an der Erschließung von Codices SIGERs der katholische Theologe MARTIN GRABMANN (1931) beachtlichen Anteil. Obwohl er katholischer Professor war, stellt er die Gedanken SIGERs unpolemische objektiv vor. Die den christlich-katholischen Auffassungen widersprechenden Gedanken beruhen aber nicht auf an Materielles gebundene Untersuchungen, sondern sind genau so spekulativ wie die christlichen Dogmen. Über das, was mit der vermuteten Seele nach dem Tode geschieht oder wie der Anfang der Welt aussah konnte sich keiner auf nachprüfbare Erfahrungen berufen. Daß den christlichen Dogmen entgegengetreten wurde, zeugt vielleicht von einem Widerspruchsgeist von Unzufriedenen. Man konnte also entscheidende Dinge ganz anders, ja entgegengesetzt sehen. Die von AVERROES übernommenen Auffassungen **versprachen dem Individuum nur das einmalige kurze Erdenleben**, aber das konnte lustig und **ohne dauernde Strafandrohung für die Ewigkeit** nach dem Tode verlaufen, und das schien schon etwas zu sein. Die Philosophie sollte eine autonome, in sich selbst ruhende Wissenschaft sein. Die herauszulesenden averroistischen Auffassungen waren:

- Die Welt des ARISTOTELES wie des AVERROES galt jedenfalls mit Ausnahme der individuellen Lebewesen als ewig, ohne Anfang und Ende, also war ungeschaffen. Es galt also die "**Ewigkeit der Welt**". Nur was einen Anfang hatte, mußte bei ARISTOTELES auch ein Ende haben, Entstandenes endete im Vergehen, Anhänger des ARISTOTELES mußten nun fragen, wie es mit der angeblich von Gott geschaffenen und dann angeblich doch nicht untergehenden Seele war. Im 15. Jh. bewegte diese Frage den Aristoteliker POMPONAZZI (J. KRAYE 1999), der durch eine völlige Trennung von Philsosophie und Glaubendoktrinen damit hoffte fertig zu werden. Wie immer man sich das vorstellen sollte, das **Problem des Anfangs** verfolgt die Denker bis in unsere Zeit , bis zum mit ominösen 'Urknall'.

- Es **keine** dauerhafte **individuelle unsterbliche Seele**. Die in der Lebenszeit eines Menschen individuelle Seele kehrt nach dem Tode in eine **allgemeine Weltseele** zurück. Es galt also nicht die christliche Lehre, daß Gott die Seelen mit ihrem vergänglichen Körper schuf und die Seelen nach kurzem Erdenleben als individuell in die Ewigkeit eingehen, oder das die gar für die Auferstehung des Fleisches gilt..Gingen dle Seelen der guten wie der sündigen Menschen gleichermaßen in eine allgemeine Weltseele ein, dann war ihre Sonderung zum Aufenthalt in Himmel oder Hölle absurd, wurde alle Drohung mit Verdammnis obsolet. Das zerschlug also einer der zentralen Lehren der christlichen Orthodoxie Es gab also keinen Grund für ein Leben in Askese und Frömmigkeit. Auch **Gott war Weltseele**,

nicht ein personaler Gott. Das lag dem Pantheismus wenigstens nahe. Die Frage nach der Seele hat bis in die Gegenwart unzählige denkende Menschen bewegt und eine Lösung gab es nicht und konnte es nicht geben.. Dafür gab bis in die Neuzeit immer wieder Ketzergerichte für Zweifler. Als ob es nicht möglich gewesen wäre, diese nicht lösbare Frage auf sich beruhen zu lassen!

- Abgelehnt wurde die **Willensfreiheit** und Vorsehung. Wie war man ohne Willensfreiheit für Sünden verantwortlich?

Aus den Verurteilungsdekreten von 1277 ist auch herauszulesen (M. GRABMANN 1931 , S. 8/9), daß von den Häretikern vertreten wurde, daß das Christentum kein Hinzulernen gestatte, daß die Bibel aus Fabeln beruht, daß er keine göttliche Trinität gibt, daß es keine Verwandlung von Brot und Wein geben könne und anderes. Immer wieder, **auch noch im 19., ja 20. Jh.** wurde gegen alle diese **Auffassungen angekämpft**. Sie waren wie unausrottbar. Der Widerspruch von Glaube und freiem Denken endete nie!

Gegen die Philosophen meinte TEMPIER noch: Die nicht rational erklärbare Auferstehung **gehe die Philosophen nichts an**, Man dürfe nicht behaupten, daß die Theologie auf Sagen begründet sei, daß Enthaltsamkeit keine Tugend an sich ist, daß Glück von dieser und nicht von einer anderen Welt wäre. Der vor einem Vierteljahrhundert gestorbene und so aufgeklärt geschlderte FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN hatte ebenfalls noch Ketzer verfolgt., Nur aus Opportunismus? Allgemeine Akzeptanz fand die Auffassung der AVERROES und SIGER nicht, auch nicht durch einen Gelehrten wie ALBERTUS MAGNUS. Freigeistige Äußerungen, Zweifel an der Hölle, wurden auch dem 1303 gestorbenen Papst BONIFATIUS VIII. (Wikipedia 2014) nach dessen Tod nachgesagt, einem sonst streng auftretendem Kirchenmann. In dem für das Jahr 1300 ausgerufenen Ersten 'Heiligen Jahr' waren dank BONIFATIUS VIII.Massen von von Pilgern nach Rom 'gewallt'. ARISTOTELES, den man nicht mehr verhindern konnte, wurde dann als Autoriät hingestellt und so ein neuer Dogmatismus geschaffen. Von viel späteren Historikern wurde auch gemeint, daß mit der Abwendung des zu dogmatisch aufgefaßten ARISTOTELES einer freieren, unautortärere Wissenschaft hätte Bahn gebrochen sein können, was aber nicht geschah (R. HOOYKAAS 2003). AVERROES - im Jahre 2017: als eine Muslimin eine Moschee für Frauen in Berlin eröfffnet, wird IBN RUSHD/AVERROES von orthodoxen Islamanhängern beschuldigt, vom Glauben des Propheten abgewichen zu sein, wirkt also bis in das 21. Jh. polarisierend.

Neue Gedanken waren also gekommen. Von außen oder gar aus einer 'dunklen' Seele. Und die Kirche fühlte sich bedroht. Alles Wissen verbieten ging nicht. Wie war die Lösung? Der Klärung des Verhältnisses von antikem Wissen und namentlich

dem "ARISTOTELES" und damit auch des AVERROES und SIGER von BRABANT diente die vor allem mit THOMAS von AQUIN verbundene "**Lehre von der doppelten Wahrheit"**. THOMAS von AQUIN war Absolvent von FRIEDRICH II.s Universität Neapel. Geboren war er in einer süditalienischen Adelsfamilie unweit von Monte Cassino etwa 1225, lebte also reichlich eine Generation nach AVERROES und war Zeitgenosse des SIGER von BRABANT. THOMAS von AQUIN, gestorben 1274, hatte bei ALBERTUS MAGNUS, der ja selbst Natur- und vor allem auch Tierbeobachter war, studiert und war als ebenfalls ein Dominikaner dessen Ordensbruder. THOMAS VON AQUIN wurde auch mancher Abweichung beschuldigt, aber war ebenso kein voller Averroist. Die Glaubeninhalte sollten mit der Auffassung von doppelten Wahrheit von durch Forschung drohenden Gefahren abgesichert werden (u. a. K. BOSL 1991), aber Hinwendung zur Natur nicht blockieren. **Gott** hatte sich demgemäß einerseits **in der Bibel offenbart,** aber **auch in der Natur**. Beanspruchte auch die Theologie das Primat, so wurden bei "doppelter Wahrheit" der Philosophie Freiräume möglich, wurde die Berechtigung eigenständiger Naturforschung anerkannt. Ja, es wurde gemeint, daß mit dieser Auffassung im Christentum und gerade in diesem der Naturforschung freie Bahn, ja Hochachung zuerkannt wurde. Dieser **"Thomismus"** blieb letztlich bis in die Gegenwart die Wissenschaftsphilosophie der katholischen Kirche, wobei dank dem Menschen von Gott gegebener Erkenntnisfähigkeit objektive Erkenntnis der Natur möglich ist und sollte das, nach Betonung namentlich im 20. Jh., in voller wissenschaftlicher Freiheit geschehen. Naturforschung gab Kenntnis von dem erstaunlichen Schöpfungswerk Gottes, so in dem auf THOMAS bezogenen Ausspruch, man "kann Gott in jeder noch so kleinen Blume entdecken." DARWIN wird etwa 600 Jahre später in Ablehnung des Glaubens an einen gütigen Gott auf die Raupen verweisen, die bei lebendem Leibe von in ihr herangewachsenen kleineren Raupen aufgefressen werden. Und ein Dilemma kam 1633 mit GALILEI: Hatte ein komischer abgelegener Bibelvers von einer kurz stillstehenden Sonne zu gelten - oder der Verstand! Wehe wer gesagt hätte: 'Gott laß Hirn regnen!'

In viel späteren Jahrhunderten unterschied man namentlich in England die Primäre Ursache, die Erst-Ursache, '**First Cause**', 'Gott', von den '**Sekundären Ursachen**', jene in der heutigen Natur wirkenden, welche die Naturwissenschaft ohne Zuhilfenahme von 'Gott' aufklären konnten. So trieb man Geologie ohne Bezugnahme auf die göttliche Schöpfung, ließ letztere aber auf sich beruhen. Es blieben aber auch starke theologische Einflüsse, so wenn Licht und Gnade in der neuplatonischen Überlieferung als qualitativ identisch galten, "als unterschiedliche Emanationsstufen des Schöpfers" (K. BERGDOLT 1994), was das Interesse etlicher Gelehrter gerade an der Optik erklären kann. Verbote und ihre Aufhebung wechselten und waren ja nach Ort, Zeit und maßgebenden Personen nicht immer dieselben. Noch sind Schriften in den Diskussionen durch doch zahlreiche Personen und nicht nur

die immer wieder genannten nicht erschlossen (J. SARNOWSKY 2001).

Die Vernunft und Denken nicht auszuschalteten Überlegungen und Fragen mündeten in die **Scholastik**. Vieles wurde erörtert. Aber **die Existenz Gottes**, und zwar im wesenlichen des Gottes der Bibel, durfte **nicht bezweifelt** werden und wurde auch kaum bezweifelt. Das mußte in den Diskussionen als Endergebnis feststehen. Wer Philosophie in den Zeiten des Marxismus/Leninismus erlebt hat, versteht wie das vor sich geht. Bei vielen möglichen Erörterungen im einzelnen, es muß das Werk von MARX, ENGELS, LENIN als ewig gültig gelten, durfte die allgültige Abfolge der Gesellschafts"formationen" nicht bezweifelt werden. Vielleicht überzeugende andere Ansichten waren nahezu kriminell. Und selbst ein so vielseitiger Geist wie JÜRGEN KUCZYNSKI (etwa 1978; S. 174 ff. u. a.) stimmte dem zu.

## Grundlegende philosophische Auffassungen zur Welt - bis in die Mitte des 14. Jahrhundert

Im späten Mittelalter gab es den Streit zwischen den "**Realisten**", die im Sinne PLATO(N)s die Ideen und damit die Allgemeinbegriffe als das Primäre in der Welt ansahen und die außerhalb des Verstandes also 'real' existieren sollten, und den "**Nominalisten**". Die '**Realisten**' leisteten dem religiösen Denken mit seinen unsichtbaren Dingen, Gott, Teufel, Jenseits, unsichtbare Seele, natüröich Vorschub und für sie galt 'Universalia sunt realia'. Die wirkliche, gegenständliche Welt, die für andere 'reale' Welt, konnte im Denken unbeachtet bleiben. Der **Geist**, die Seele, was Gebiet der Theologen war, galt als **höherwertig als der Körper**, den die Mediziner behandelten (s. a. H. SCHMÖLZER 1988, S. 37) und an den Universiäten galt die theologische Fakultät gegenüber der medizinischen als höherwertig, ja wurde oft vor der medizinischen eingerichtet. Für spätere Natruwissenschaftler mochte es schwer sein, sich in dieses Denken einzufühlen.

Für die durchaus auch christlich-gläubigen **Nominalisten** waren die Einzeldinge primär, war das Teil, das Einzelne früher da als das Ganze. Allgemeinbegriffe kamen zustande aus den Ähnlichkeiten gewisser Einzeldinge. Die Gemeinsamkeiten aller Menschen führten zum Begriff 'Mensch'. Das Problem war das Verhältnis zwischen Begriffen und Dingen. In den Sprachen gibt es Allgemeinbegriffe. Frage war, wie es zu ihnen gekommen war. Der Nominalismus wurde vertreten von dem um 1308 in Köln gestorbenen Franziskaner DUNS SCOTUS und wurde dann bekannt namentlich durch den aus England stammenden und 1347 in München gestorbenen Franzsikaner WILLIAM/WILHELM VON OCKHAM. Von Überlegungen über Sprache war WILHELM VON OCKHAM zu seinen Ünerlegungen gekommen. Allgemeinbegriffe sollten nicht außerhalb des Verstandes, als eigenständige Wesen-

heiten existieren (V. LEPPIN 2003, S. 69), als 'Ideen' im Sinne PLATO(N)s. Die Botaniker und Zoologen, um es vorwegzunehmen, konnten nicht beim Einzelindividuum stehenbleiben, mußten zu 'Arten' oder, damals, 'Genera', kommen. Aber es war ein Unterschied, ob eine Art eine Zusammenfassung war oder ob die Idee jeder 'Art' im Sein herumwaberte. Das einzelne zu sehen, die 'Singularien', die Einzelfakten, die "körperlichen Augenblicksempfindungen" (E. FRIEDELL 2009, S. 136) zu erfassen, wenigstens zuerst, war eine Grundlage moderner Wissenschaft. Der Nominalismus war auch Grundlage späterer englischer Philosophie. 1339 wurden die Schriften des WILHELM VON OCKHAM in Paris verboten (V. LEPPIN 2003, S. 274), kam hier am 29. Dezember 1340 das sogenannte 'Nominalistenstatut' (S. 275). In Deutschland gab es an den Universiäten, oft statutenmäßig festgelegt, im 15. Jh. die an THOMAS VON AQUIN angelegte Richtung des **via antiqua** und die an OCKHAM orientierte Richtung des **via moderna** (V. LEPPIN 2003, S. 277). An die oft eigenwilligen, ja falschen, aber anregenden Ansichten des Wiener jüdischen Amateurhistorikers EGON FRIEDELL (2009, S. 136) sollte man gewiß mit Skepsis herangehen, aber nachdenken sollte man schon, wenn er meinte: "Der Sieg des Nominalismus ist die wichtigste Tatsache der neueren Geschichte, viel bedeutsamer als die Reformation, das Schießpulver und der Buchdruck. Er kehrt das Weltbild des Mittelalters vollständig um und stellt die bisherige Weltordnung auf den Kopf." Die bisherigen "Kollektivvorstellungen", die "übergeorndeten Ideen" waren die "großen Lebensmächte, die das bisherige Dasein erfüllt und getragen haben." Diese, die 'universalia', verloren nun ihre Bedeutung. Der Nominalismus "legitimierte eine neue, von übernatürlichen Prämissen unbeeinträchtigte Suche nach den Naturgesetzen" (H. A. OBERMANN 2003, S. 25). Wie es WESSEL GANSFORT (in Formulierung von H. A. OBERMANN 2003, S. 61) im späten 15. Jh. sah: die alte Philosophie "verdunkelte" "die Wirklichkeit durch vorgefasste Ideen ..., anstatt die erlebte Wirklichkeit das Denken gestalten zu lassen." Irgendwie war Nominalismus auch Einschränkung der Erkenntnis, Einsicht, daß man gewisses Metaphysisches nicht fassen kann. Außen vor blieb nun die ungeprüfte, vielleicht aus Allgemeinvorstellungen abgeleitete Akzeptierung transzendentaler Ideen, voraussetzungsloser Vorstellungen vom Weltgeschehen. Immanenz statt Transzendenz. Mancher hat sich noch Gedanken über die möglichen sozialen und gesellschaftlichen Hintergründe der Herausbildung des Nominalismus gemacht, im Sinne der 'Sozialgeschichte von Ideen', und sah im Nominalismus einen Ausdruck der "Erfahrungen der Unordnung des spätmittelalterlichen Lebens" (H. A. OBERMANN 2003, S. 84). Die Zweifel an der Religion blieben im Mittelalter und auch bei WILHELM VON OCKHAM dennoch weitgehend begrenzt, jedenfalls redet er fortlaufend von Gott.

Eine für die Wissenschaft bis in unsere Tage viel diskutierte Allgemeinausage stanmt auch von WILHELM VON OCKHAMs, nämlich daß die Natur nach dem

"**Prinzip der Einfachheit**" wirkt, also bei der Wahl zwischen verschiedenen Aussagen rsp. Hypothesen der einfachsten der Vorzug zu geben ist. Man sprach von "**OCKHAMs Rasiermesser**".

Es wird gestritten, wieviel gerade von den physikalischen Vorstellungen zur Grundlage der Wissenschaft im 17. Jh. wurden. Manche sehen Unterbrechung, Diskontinuität, und knüpfen die neuere Wissenschaft direkt an die Antike an. Andere, so DUHEM und CROMBIE, sahen viel **Kontinuität** von der Antike durch das Mittelalter hinweg (D. C. LINDBERG 2000).

Wann endet das Mittelalter? Nicht von 'Renaissance', aber wegen seiner Kunst namentlich in Flandern schrieb dann HUIZINGA von einem aufregenden '**Herbst des Mittelalters',** der trotz vielem Neuem noch nicht 'Renaissance' sein sollte.

#bildOxford - Gelehrter

## Einzelwissenschaftliches im Hochmittelalter, namentlich dem 13. Jahrhundert

## Zoologie - von ARISTOTELES zu FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN

Eine Stellung in der Entwicklung der Zoologie und der Wissenschaft überhaupt gewann FRIEDRICH II. VON HOHENSTAUFEN, König von Sizilien und Kaiser. Der aus Posen stammende jüdische deutsch-nationale Historiker ERNST KANTOROWICZ (A. BOUREAU 1992), Weltkriegsteilnehmer und Freikorpskämpfer, brachte 1927 ein viel beachtetes Buch über den als Ausnahmepersönlichkeit und Deutschen gefeierten Kaiser heraus. Auch die Nazigrößen sollen das 1931 durch einen wissenschaftlichen Apparatr ergänzte Buch zustimmend gelesen haben. Die Emigration von KANTOROWICZ als Jude in die USA war dennoch nötig. Er verlor sogar seine zurückgebliebende Mutter und eine Cousine in der nazistischen Judenpolitik. FRIEDRICH II. war bei näherer Betrachtung eine harte, grausame, von seinem Recht auf Allmacht über Widersacher offenbar überzeugte Person und dann nicht die von manchen geschilderte Lichtgetalt, auch wenn er im Osten Frieden erreichte. In Sizilien ging er hart gegen die verbliebenen muslimischen Fürsten vor. Muslime siedelte er nach dem festländischen Lucera über. Im Reich machte er den Fürsten für die Reichseinheit gefährliche Zugeständnisse. Es war Kaiser FRIEDRICH II., der 1224 anordnete, daß jeder **der Ketzerei Überführte auf dem Scheiterhaufen** zu verbrennen sei (H.-G. BECK 1987, S. 63). Das damals,

als die Wissenschaft wieder aufgekommen waren, sich auch der Kaiser an Forschung beteiligte, aber mit dem Interesse mancher an AVERROES und den kaum besiegten Katharern Häresie drohte. Wen er der Widersätzlichkeit verdächtigte wie seinen Kanzler PETRUS DE VINEA, der kam in so grausame Kerkerhaft, daß er wie der einst gelobte Kanzler sich an einer Säule in der Dunkelhaft den Kopf zerschmetterte, etwa 50-jährig, 1249.

FRIEDRICH II. (E. KANTOROWICZ 1994, S. 241 u. a.) interessierte sich nicht nur für fremdartige Tiere, er führte sie auch bei seinen Zügen mit. Das muß ein eigenartiger Anblick gewesen sein, der wohl prächtige Kaiserzug und ihm zugehörig so etwas wie ein Wanderzirkus neuerer Zeit. Die Leute hatten mehr zu bestaunen als nur den Kaiser und sein Gefolge selbst. Die Rede ist von mitgeführten Kamelen mit ihrem Schmuck und ihren Lasten, von einer Giraffe, Elefanten "mit hölzernen Türmchen auf dem Rücken", von Leoporden, Luchsen, Bären, Panthern, Löwen, Affen, viele Hunde, Jagdfalken, Schleiereulen. Uhus, Adler, Bussarde, Pfauen, weiße indische Aras, Strauße. Außerdem ließ der Kaiser Wildgehege unterhalten, ein reiches in Lucera.

Die Zoologie, also die Tierkunde, war in bsonderem Maße geeignet und benutzt worden, um sich Beobachtungen, sich **einzelnen Naturdingen**, etwa den Tieren zuzuwenden. Dazu war die Bereitstellung der **tierkundlichen Werke des ARISTOTELES** nun in lateinischer Sprache (J. LEUSCHNER 1982) dem Abendland verfügbar eine gute und weiterführende Sache. Das geschah durch MICHAEL SCOTUS bei FRIEDRICH II. Begonnen hatte MICHAEL SCOTUS (A. HOTTINGER 1995) seine Übersetzerlaufbahn in Toledo ab 1217, übersetzte astronomische Schriften, galt als Magier und Zauberer, war im Dienste des Papstes und mag um 1227 zu FRIEDRICH II. gekommen sein. In Toledo übersetzte er des **ARISTOTELES 'De anima'** mit den Kommentaren des AVERROES und von AVICENNA zusammengefaßte zoologische Schriften, so die "Teile der Tiere", insgesamt 19 Schriften. 'De anima' wurde das entscheidende Werk am **Anfang der Zoologi**e. Ein Magister HEINRICH von KÖLN nahm 1232 von dem Exemplar des Kaisers eine Abschrift, die im 13. Jh. der dann wirkende ALBERTUS MAGNUS (s. d.) benutzt haben könnte (E. KANTOROWICZ 1994, S. 264), jedenfalls besaß ALBERTUS eine Kopie und diese, ein Autograph, blieb in Köln erhalten (CH. H. HASKINS 1927, S. 310).

### FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN verfaßt ein Buch über Vögel mit eigenen Beobachtungen

Hauptleidenschaft des Hohenstaufenkaisers FRIEDRICH II. war neben seiner Politik die ihm allein für würdig gehaltene Jagd mit Falken. Ihn berührten die hoch in die Lüfte aufsteigenden Falken, welche dennoch entsprechend dressiert auf die

Faust des Falkners zurückkehren. Aus verschiedensten Ländern werden ihm in seinem Auftrag Falken besorgt, aus Malta, aus dem Orient, über Lübeck aus der arktischen Region bis Grönland (D. ABULAFIA 1991, S. 260 ff.). Anlbenden Kranichen üben die Falken. Neben den Ausführungen über die Jagd mit Falken bringt das nach langem Datensammeln von FRIEDRICH II. (auch E. HORST 1989) in den 40er Jahren des 13. Jh. niedergeschriebene Werk "De arte venandi cum avibus" eigene **Beobachtungen** auch **über** andere **Vögel**, und wurde ein Tatsachen, eigene Beobachtungen darstellendes Werk, ein erstes Ornithologie-Buch, aber eben auch Beispiel eines auf Empirie beruhenden naturwissenschaftlichen Werkes. Es war gewiß nicht ohne Vorläufer im Orient, aber doch Vorgänger überragend. Es hieß die "Dinge zu zeigen, die da sind, und so, wie sie sind", "manifestare ea que sunt, sicut sunt" (zit. aus D. ABULAFIA 1991, S. 260). Und das war das Neue, die herausragende Leistung jener Zeit, in der in einem viel später unverstehbarem **Maße auf Autorität** gesetzt wurde,

Die Vögel werden klassifiziert, bei den Vögeln beschrieben Knochenbau und Organe, Nahrunsgsuche und Brut. Untersucht wurde, wie die Härte der Schwungfedern im Verhältnis zum Flügelschlag steht. Bekannt ist, daß Kuckucke in Nestern anderer Vögel aufgezogen werden. Die Wanderung der Zugvögel ist bekannt. Die Fabel von Wildgänsen, die im Norden aus Muscheln an Holz auskriechen sollen, läßt FRIEDRICH an mit Muscheln besetztem herbeigeführtem Holz überprüfen und findet keine Bestätigung der eigenartigen Sache. Nicht selbst geprüfte Dinge werden als solche benannt. Selbst zoologische **Experimente** wurden durchgeführt. Falken wurden die Augen vernäht und festgestellt, daß sie Fleisch nicht mit dem Geruchssinn auffinden, sondern dazu die Augen benötigen. Anders ist es bei Geiern, die bei zugenähten Augen sich vom Geruchssinn leiten lassen. Miniaturen ergänzen die Beschreibungen.

Original erhielten sich zwei Fassungen. Die eine, von FRIEDRICH, besteht aus 6 Büchern. Die andere Fassung enthält nur die Bücher eins und zwei und Zusätze und Anmerkungen von FRIEDRICHs Sohn MANFRED, dem nachfolgenden König. Die erste, die Luxusfassung des Falkenmanuskripts, war 1248 vor Parma nach einer für FRIEDRICH verlorenen Schlacht in die Hände der Sieger gefallen und wurde 1264 verkauft an einen Mailänder Bürger durch den Todfeind der Hohenstaufen, KARL VON ANJOU (D. ABULAFIA 1991), der Sizilien okkupierte. Diees Manuskirpt ist erhalten in der Pariser Nationalbibliothek. Die andere Handschrift, 111 Folioseiten, befindet sich im Vatikan. Das Manuskript wurde auch abgeschrieben und im Vatikan gibt es eine aus dem 15. Jh. stammende Fassung mit 589 Folioseiten (S. 263).

Von dem Interesse für Jagd und Natur bei FRIEDRICH II zeugt noch das kaum jemals genutzte Castell del Monte bei Andria in Apulien.



Abbildung 843: FRIEDRICH II. Lorch.



Abbildung 844: Castel del Monte. 1995.

Von FRIEDRICH II. Forscherdrang wird auch Schlimmes berichtet. Hoffentlich stimmt nicht, daß er "einen Menschen in einem hermetisch verschlosssenen Krug sterben ließ", um den Weg seiner Seele zu verfolgen (G. DUBY 1986, S. 157). Er, der einen Kreuzzug abwendete, indem er durch Verhandlungen erreichte, daß Jerusalem für Pilger wieder offen war. Noch nicht 56 Jahre alt starb FRIEDRICH II. am 13. Dezember 1250. An einer fiebrigen Dysenterie? Der Leichnam wurde nach Messina überführt, und kam dann in einen Sarkophag aus dunklerotem Porphyr in den Dom von Palermo. Für den gegenüber manchen so harten, ja grausamem Kaiser, der auch gottlos bezeichnet wurde, legen Leute auch heute noch frische Blumen auf den Sarkophag.

## Erforschung der Realität - dessen, was Gott geschaffen hat

Mit dem Falkenbuch von FRIEDRICH II. war also ein Beispiel dafür geschaffen worden, wie man die Wirklichkeit, die Realität erfaßt. Und das geschah in und auch etwas vor dieser Zeit auch anderswo, namentlich in der '**Schule von Chartres**' (J. LE GOFF 1987). Gott ist gewiß die primäre Ursache alles Seins. Ihm hat er seine Gesetze eingegeben. Und nun existiert die Welt nach den ihr innewohnenden sekundären Ursachen. Und Gott ist an diese seine Gesetze selbst gebunden. Etwas, das im 17. Jh., wohl ziemlich unabhängig vom Mittelalter, wieder zur Sprache kommt.

Für das 12. Jh.aber galt es schon einmal für den vernunftbegabten Menschen zu untersuchen, **was Gott geschaffen** hat. Es galt gegen jene häretische Lehre zu stehen, daß es zwei entgegengesetzte Wesenheiten gäbe, das Seelische und das davon ganz verschiedene Leibliche - die Auffassung der Dualisten, der Manichäer. Gott sollte ja sogar den Teufel geschaffen haben, und eben auch das Materielle. Die Materie sollte aber nicht gott-identlisch sein sollte, nicht mit Gott durchwoben im Sinne der Pantheisten, sondern gott-getrennt, aber sein zu ehrendes Werk (G. DUBY 1988, S. 256 u.a.) Wirklichkeitsforschung konnte also wie immer in der Geschichte einmal wieder als fast Gottesdient gelten.

Als einer der alten, schon vorchristlichen Wirklichkeitsforscher wird in mächenhafter Weise der Mazedonierkönig ALEXANDER DER GROSSE hervorgeholt, der, angeregt von seinem Lehrer ARISTOTELES, sich angeblich sogar in einer Art Taucherglocke, aus Glas, auf den Meeresgrund hinabsenken ließ. Ein Bericht des legendären Unternehmens wurde nicht überliefert. Der Mazedonier ALEXANDER - mehr als 1550 Jahre ist er tot, länger als um 1250 der legendäre Jesus. So sehr ALEXANDERs Taucherfahrt ein Märchen ist, immerhin geht es um Untersuchung unbekannter Natur durch Augenschein. Noch in SCHILLERs Gedicht "Der Taucher" wird deutlich, daß man von den Tiefen kaum etwas wußte.



Abbildung 845: ALBERTUS ...Lauingen.

## Beobachter, Naturforscher und Enzyklopädisten

In Form **enzyklopädischer** Werke wurden Naturdinge und Naturphänomene in antiker Manier mit eigenen Kommentaren und Zusätzen vorgestellt, wobei die vorhandenen Kenntnisse möglichst vollständig, als "Summa", vorgeführt werden sollten. Gottes Schöpfung zu untersuchen, sie darzustellen, war ja eine der Forderungen gegen die das Leibliche, das Körperliche ablehnenden Katharer (G. DUBY 1988) .

In der Darstellung der Dinge ging voran der Dominikaner THOMAS VON CANTIMPRÉ (Cambrai).

Der größte dieser Naturforscher war der 1280 gestorbene Dominikaner ALBERTUS MAGNUS, der eigene Beobachtungen etwa über Tiere und Mineralien mit solchen des ARISTOTELES verknüpfte. Die katholische Kirche rechnet ihn, den in Köln 1280 Gestorbenen und dort Begrabenen zu den ihrigen und verkündet mit seinem Namen ihre Wissenschaftsfreundlichkeit.

Als Dominkaner zu Fußreisen gezwungen, hatte er wohl genügend Gelegenheit zu Beobachtungen.

Von dem Dominikaner VINCENT VON BEAUVAIS stammt das Werk "Speculum maius", etwa 1244. Der lange in Regensburg tätige KONRAD VON MEGENBERG schuf mit dem "Buch der Natur" von etwa 1350 die **erste**, viel abgeschriebene und

bis 1500 auch 6-mal gedruckte **Naturgeschichte in deutscher Sprache**. Neben recht sachlichen Dingen etwa über das Leben von Tieren werden auch Legenden mitgeteilt, etwa vom Pelikan, der sich beim Hungern der Jungen die Brust aufreißt, um sein eigenes Blut zu spenden.

BARTHOLOMAEUS ANGLICUS im 13. Jh. machte die Ansichten der Griechen, Juden und Araber verfügbar, im 15. Jh. auch ins Englische übertragen und um 1495 gedruckt. Später wirkte JOHANN VON CUBE.

## Umfassendere Vorstellungen und Theorien in Astronomie und Physik

Die **Kugelgestalt der Erde** war im Mittelalter bei den Gelehrten **anerkannt**, In einem Nachtrag zu ADAM VON BREMEN (1928, S. 242) hieß es: "Denn infolge der Kugelgestalt der Erde muß der Umlauf der Sonne auf der einen Seite Tag bringen, auf der anderen Nacht ...", also die ungleiche Tageslänge im Norden erklären. Der Engländer JOHANNES DE SACRO BOSCO führte in der ersten Hälfte des 13. Jh. als Beweise an (O. GINGERICH 1993), daß bei Reisen nach dem Norden das Sternbild "Großer Bär" und der Polarstern immer höher am Himmel erschienen.

Das offensichtliche **mittelalterliche Weltbild** sieht man poetisch dargestellt in der wegen ihrer Sprache auf Italienisch und ihren 14.233 Versen bewunderten "Göttlichen Komödie" von DANTE ALIGHIERI (F. SCHNEIDER-JENA 1947). Geboren 1265 in Florenz, geriet der begnadete, DANTE genannte Dichter mit den politischen Mehrheitsvorstellungen in seiner Vaterstadt in Konflikt etwa durch seine Begrüßung des Zuges von Kaiser HEINRICH VII. nach Italien und lebte bescheiden fast 20 Jahre bis zu seinem Tode 1331 in der Verbannung in Ravenna. Hier befindet sich sein Grabmal. So wie die Maler Himmel und Hölle malten, schildert DANTE seine Vorstellung von der nicht durch Feuer vorgestellten Hölle/Inferno, von dem Fegefeuer/Purgatorium, dem Himmel. Hölle und Purgatorium durchwandert er mit dem römischen Dichter VERGIL, der ihn über manche der dort getroffenen Personen belehrt. Da dem Menschen 'Willensfreiheit' zugebillig ist, landeten diese Personen dort, wo sie es verdienten. Oben erwartet DANTE seine Jugendliebe Beatrice. Die Gestalt des **Weltalls** (S. 139) ist im wesentlichen die des PTOLEMAIOS. Um die Erde im Zentrum des Alls kreisen 9 Sphären, Wohnstätte der Seligen, aber die Sphären nicht als Gestalt sichtbar, sondern deutlich auf den mit ihnen sich drehenden Himmelskörpern, also Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn, Fixsternhimmel und dann noch der sich unvorstellbar rasch drehende Kristallhimmel, überwölbt vom 'Empyreum', dem Licht- und



Abbildung 846: Als Denkmal in Florenz: DANTE, St. Croce.

Flammenhimmel. Die Hölle sollte sich im hohen Norden befinden, wo sich Luzifer mit seinem Anhang nach seinem Sturz Platz schaffend in die Erde hineingebohrt hatte (S. 140). Dem Dichter wurde von der Kirche seine Vorstellung offensichtlich erlaubt wie die Einordnung der verschiedensten historischen Personen in Hölle, Fegefeuer, Himmel. Erhalten ist die 'Göttliche Komödie' nur in zahlreichen Abschriften anderer als dem Dichter selbst.

Eigenständig und von der aristotelischen Überlieferung abweichend war die "**Impetus-Theorie**" von der Bewegung der Körper, gemäß der ein in Bewegung gesetzter Körper bei fehlendem äußeren Widerstand in Bewegung bleibt. Für die Planeten erübrigte sich damit eine ständige Anstoßkraft.

Im 13. Jh. gab es einige bemerkenswerte Ansätze **experimenteller Forschung**. Herauszuheben ist eine Schrift des Franzosen PIERRE PÈLERIN DE MARICOURT, der latinisiert PETER PEREGRINUS heißt. Maricourt ist ein Ort in der Picardie. PETER PEREGRINUS beschrieb **1269** in der Schrift mit dem verkürzten Titel 'Epistola de magnete' Eigenschaften der **Magnetnadel** und ihre Anwendungen. PETER PEREGRINUS fand eine wichige Eigenschaften von Magneten (F. FRAUNBERGER 1967, S. 490). Er legte um einen zu einer Kugel geferigten Magnetstein Bruchstücke einer Nähnadel, markierte die Richtung dieser aus Eisen bestehenden Stückchen und fand sie auch beim Weiterrücken in Linien angeordnet ähnlich den Meridianen. Das war das, was später, etwa bei FARADAY, als 'Kraftinien', "magnetic lines of force" (S. 489) genannt wurde. Wegen



Abbildung 847: DANTE. Trient.



Abbildung 848: DANTE-Grabmal Ravenna.

der Merdianen ähnlichen Anordnung der Eisenstückchen um den Magneten benutzte PETER PEREGRINUS, und das erstmals, den Begriff "Pol" / "Pole" bei Magnetnadeln. Er beschrieb die abstoßende Wirkung gleicher und die anziehende Wirkung ungleicher Pole aufeinander. Nach seiner Schlußnotiz schrieb PETER PEREGRINUS das Manuskript im August 1269 während der Belagerung von Lucera in Apulien, wo er für Tunnel und Maschinen zuständig war, aber offenbar auch in solcher Lage Muße für das Niederlegen von Gedanken fand, vergleichbar ARCHIMEDES bei der Verteidigung, der von Syracus. Bekannt sind 37 Manuskripte von 'Epistola de magnete', davon 18 mit der Zeichnung eines erhofften Perpetuum mobile, dessen Verstehen ANDREAS KLEINERT (2011) aufklärte. Gedruckt (L. RUSSO 2004) wurde die 'Epistola de magnete' etwa 1558, besorgt von ACHILLES B. GASSER, der sich aber nur auf eine der Handschriften stützte (A. KLEINERT 2003, S. 157), und genannt wird 1562 (S. PUMFREY 2004, S. 199). Es beeinflußte die Forschungen von W. GILBERT um 1600 und ist ein Beispiel dafür, wie Werke des Mittelalters bis in die Neuzeit wirken.

Sehr geschätzt wurde PETER PEREGRINUS von dem englischen gelehrten Franziskaner ROGER BACO(N. Nicht alles, was dieser BACON als **Experimente** beschrieb, führte er jedoch selbst aus, wohl aber solche zur **Optik**.

## Alchemisten – Erkenntnisse aus Experimenten

Die "theoretischen Vorstellungen" der Alchemisten erscheinen Späteren abstrus. Die Suche nach der Umwandlung der Metalle in andere, gar der "unedlen" in "edle" wie vielleicht die Suche nach dem "Stein der Weisen" oder einem allgemeinen Gesundheitselixier erschien als Narretei. Auch moderne Chemiker haben sich bisweilen mit Interesse mit der Arbeit der Alchemisten befaßt. Die Alchemisten waren die im wesentlichen einzigen Personen im Mittelalter, die **experimentierten**. Sie gewannen dabei Erfahrungen im Umgang mit Substanzen und Apparaten, mit Feuer und Stofftrennung bei Flüssigkeiten. Das, ob sie nun Neues suchten oder lediglich bekannte Prozeduren nachahmen wollten. Im letzteren Falle dann wie heute jeder Chemiestudent im Praktikum. Wie der USA-Chemiker IRA REMSEN 1903 (S. 117) ausführte, hinterließen die Alchemisten ein für die spätere Chemie wichtiges Erbe, nämlich die **Kenntnis neuer Substanzen,** und in ihrem Tun legten sie die Grundlagen der "experimentellen Wissenschaft". Die "soul of alchemy was experiment" und sie lehrten der Welt, daß wir Kenntnis von den Dingen, wenn auch einst falsch gedeutet, nur in Kontakt mit ihnen erwerben können.

Die Vorstellungen, auch aus der arabischen Alchemie übernommen, waren anders als die der späteren Chemie. JABIR IBN HAYYAN wie auch AVICENNA etwa **dachten**, **alle Metalle aus Schwefel und Quecksilber bestehen** und bei

Gold in der besten Proportion sind. ALBERTUS MAGNUS dachte, daß Schwefel wie Quecksilber ihrerseits ebenfalls aus 2 Bestandteilen mit unterschiedlicher Flüchtigkeit bestehen (PH. BALL 2015). War überall die Rede von einer vom Körper losgelösten 'Seele', so sollte auch an den Stoffen '**spirit**' beteiligt sein, ihnen Prinzipien'/**principles** anhängen. Aber diese Ansicht sollte so allgemein nicht gewesen sein (PH. BALL 2015), fand sich aber bis ins 18. Jh..

Daß **"Feuer" Stoffe verändert**, Dampf liefert, etwa auch Stoffe oder Gemische trennt, war lange bekannt. Zu den Techniken der **Alchemisten** gehörte das **Destillieren**, **auch** die **fraktionierte** Destilllation (A. BITTEL 1959), die Trennung von Flüssigkeiten aus einem Flüssigkeitsgemisch durch Erhitzen, allmähliches Erhitzen.

Das am Deckel von Gefäßen beim Erhitzen von Flüssigkeiten sich ansammelnde Kondensat mag Anregung gegeben haben. Nachzuahmen, was die Sonne über Meer und See erreichte. Einfache Destillation war etwa das von den 'Alten' berichtete Verfahren, auf Seereisen nötigenfalls Meerwasser zu erhitzen, den auftsteigenden Dampf in Wollflocken aufzufangen und das hierin verdichtete Wasser auszuwringen (H. OLBRICH 1979). In der Praxis war etwa im arabischen Raum Rosenöl destilliert worden. Spätantike Alchemisten kannten wohl die Destillation. Einfaches Destilliergerät war eine in ein geneigten Anschlußrohr ausgehende Retorte. In dem nach unten offenen Seitenrohr kondensierte sich aufgestiegener Dampf.

Dann gab es Destilliergeräte mit Einzelteilen. Beim Destillieren etwa durch die Alchemisten wurde in einem Gefäß, der "**Cucurbita**", so genannt wegen ihrer kürbisähnlichen Form, das **zu trennende Flüssigkeitsgemisch erhitzt**, wobei gegen zu rasches Erhitzen das Gefäß auch in Wasser oder auf Sand, das **Sandbad**, gestellt wurde. Das Gefäß mit der erhitzten Flüssigkeit mündete nach oben zu einem bedeckenden helmartigen Gebilde, dem "**Alembik**", von dem ein seitliches geneigtes Rohr abwärts führte. Bei der zunehmenden Erwärmung stieg wenn mehrere vorhandene Substanzen fraktioniert getrennt werden sollten, zuerst die Substanz mit dem niedrigsten Siedepunkt empor. Beim weiterem Erhitzen folgten jeweils jene, deren Siedepunkt erreicht wurde. Der im Alembik angekommene Dampf kondensierte sich und floß wieder zur Flüssigkeit geworden in dem seitlich ansetzenden, zur längeren Kühlung manchmal schlangenförmig gebogenen Rohr in ein Auffanggefäß, den "**Rezipienten**". Dieses Auffanggefäß, die Vorlage, mußte gewechselt werden, wenn man die nach ihrem Siedepunkt getrennten Substanzen getrennt haben wollte. Es wurde auch wochelnag destilliert. Salzzugabe verminderte den Partialdruck der Flüssigkeiten.

Der **Destillationsapparat** wird zu recht als vielleicht **wichtigste Erfindung für die Chemie** gesehen (A. STREITWIESER jr, 1990, S. 2).



Abbildung 849: Destillationsapparat.

Der Straßburger Wundarzt HIERONYMUS BRUNSCHWYG/BRUNSCHWIG (G. EIS 1955(, mit Büchern über Chirurgie, Pest, , Hausapotheken hervorgetreten, verfaßte zwei viel beachtete Destillierbücher, 1500 und eines1512.

Das chemisch-stoffliche Erbe der Alchemie war immerhin der Einstieg in manche Stoffkenntnis. Durch **Destillation von Wein** wurde, eventuell im 8. Jh., höher **konzentrierterer Alkohol**, gewissermaßen die Essenz im Wein, der "**Weingeist**", erhalten, und öfters als Medikament betrachtet, von vielen in zu reichlicher Menge. Es schien eben der im Wein verdünnt vorhandene "Geist" zu sein, den man von Wasser trennte, die Isolierung eines 'Prinzips' in einem natürlichen Stoffgemisch. Dionysos oder Bacchus, der Weingott der Antike und seine Nachfolger, hatten sich für ihren Rausch mit dem geringeren Alkoholgehalt in Wein oder Bier begnügen müssen und mußten zur Trunkenheit größere Mengen zu sich nehmen als jene, die später "Hartes" tranken.

Die bei der Destillation abgetrennten Substanzen, die dampfförmig, als "spirits", abzogen, galten als das Wertvollere gegenüber dem verbleibendem Rest, waren etwa aggresiver.

Alchemisten glaubten noch lange, daß hundertfach wiederholtes Destillieren zum "Stein der Weisen" führen würde. Noch im frühen 18. Jh. hielt es BOERHAAVE für notwendig, die "multiplikative Mystik" zu widerlegen, daß immerfort derselbe Vorgang schließlich doch noch ein Ergebnis erzwingen ließ. Reines Quecksilber

500mal destilliert blieb aber Quecksilber (A. BITTEL 1959, S. 377), da kam kein anderer "spirit' heraus.

Zu der **"nassen"** Destillation von Flüssigkeitsgemischen traten im 16. Jh. Anfänge der "**trockenen" Destillation**, das Erhitzen von festen Substanzen, so von Harzen, unter mangelndem Luftzutritt.

Zum Teil bleibendes Ergebnis der alchemistischen Bemühungen waren vor allem **Einzelreaktionen**. Es **fehlte der Zusammenhang,** so wie sie die viel spätere Atom- und Elementen-Theorie brachte. GOETHE (in 1978, S. 576) hat einmal sehr richtig gesehen: "..., daß so vieles, was unsere Vorfahren in dunkeln Zeiten nur zerstückelt gewahr wurden und im ganzen trübsinnig ahneten, jetzt sich immer mehr an- und ineinander schließt, sich aufklärt, so daß vielleicht in keinem Fache mehr als im chemischen wissenschaftliche Übersicht das Ideelle in der Wirklichkeit darzustellen vermag." Das 'Ideelle mochte die allgemeine Theorie, der wie in der Organismenwelt etwa mit der Stufenleiten die Dinge verbindende Weltenplan sein.

Erhalten wurden, wohl um 1200, einige **mineralische Säuren**, so die Salpetersäure und die Salzsäure, wohl auch die Schwefelsäure. Erhalten wurden sie aus dem Erhitzen ihrer Salze, natürlich vorkommende Stoffe, also Mineralien, welche die "spirits" abgaben, die sich in Wasser zu Säuren lösten. Wurden bisher etwa bei Bergleuten chemische Prozesse im Feuer, im Schmelzfluß, durchgeführt, boten die starken Mineralsäuren neue Möglichkeiten für chemische Umsetzungen, wurde der "**nasse Weg**" für chemische Untersuchungen eröffnet, einbezogen die Untersuchung von Salzen (P. WALDEN 1931). Mit der als "**Scheidewasser**", "aqua separationis" bezeichneten Salpetersäure konnten das in ihr nicht lösliche Gold und das in ihr 'auflösbare' Silber getrennt werden. "Königswasser", das Gemisch von Salpetersäure und Salzsäurre löste beide. Metalle konnten auch 'beseitigt' werden, etwa durch Lösen in Essig (R. P. MULTHAUF 1996). Schwefelsäure wurde im 16. Jh. durch Erhitzen von Eisenvitriol, FeSO4, erzeugt.

Bekannt war die Herstellung des roten **Quecksilber-Sulfid**, dem 'cinnabar' , durch Erhitzen von Schwefel und Quecksilber (PH. BALL 2015). Spätestens im 13. Jh. war der "**Äther"** bekannt, der durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohol zustandekommt und durch seinen angenehmen 'ätherischen' Geruch auffiel.

**Behandlung des Körpers: Medizin-Studium und Medizin verbessert**

Wenn man bedenkt, welche körperlichen Leistungen damals und immerfort viele Menschen vollbringen mußten, bei Männern die Arbeit beim Transport bei Landfahrzeugen oder auf Schiffen, beim Holzfällen im Steinbruch, im Bau, bei den

irrsinnigen Kriegszügen und bei Frauen die oft immer wiederkehrenden Geburten, dann muß man vielen Menschen eine **wenigstens für etliche Jahre** oder Jahrzehnte ihres Lebens eine **robuste Gesundheit** zugestehen. Dann war man aber wohl oft schon im mittleren Alter verbraucht und wie viele schwere Arbeit wurde vollzogen unter Leiden. Man kann es nur immer wieder wiederholen: **Wenn Menschen in Massen zur Verfügung gestellt werden, dann werden sie zum Verbrauchsmaterial! Ihr Wohl fällt dann hintenherunter!** Viele schwere Arbeiten sind unvermeidbar, aber eine **Erleichterung sollte wo immer möglich angestrebt** werden, als herausragende Aufgabe von Wissenschaft und Technik. '**Humanisierung der Arbeitswelt**' war eine der Losungen im 20. Jh. - und das konnte zu Recht nicht groß genug sein.

Überall gab es mehr Menschen als Arbeitsplätze, "Entbehrliche", Kranke und Bettler (E. PITZ 1978, S. 33).

Waren Krankheiten gottgewollte Prüfungen, wie es im frühen Christetum ORIGINES, BASILIOS der GROßE oder GREGOR VON TOURS (K. BERGDOLT 2006, S. 114) vorbrachten, und war ein Entgegenwirken dann falsch? Den kurzlebigen sündigen Leib aber nicht einfach verderben lassen legten die Krankenheilungen von Christus nahe. Das Mittelalter war zwar eine ziemlich sportlose Periode. aber für Ritter und ihre Adepten geschah mit den Kampfspielen, namentlich den Turnieren, in voller Rüstung, eine Körperertüchtigung. Nichts mehr war jedoch mit antiker "gymnasialer" Nacktheit, es sei denn man traf sich im Bade. War das leibabgewandte Mönchstum eine unbewußte Vorbeugung gegen Übervölkerung? Der sündige war immerhin der Körper, das zeitweilige Haus des Menschen, die Umhüllung der Seele, die nicht von etwa Widerlichem umgeben sein mußte. Aber wer lebte, konnte krank werden und hohe Herren wandten sich an möglichst angesehene Mediziner. Einfache Leute mußten sich oft an weibliche und männliche 'Barfußärzte' wenden. Daß unter einfacheren Lebensbedingungen oder gar auf dem Dorfe gesünder gelebt wird ist eine noch nicht völlig ausgmerzte Legende. Krankheit befiel im Mittelalter die Menschen wohl oft und viel, wobei die Unsauberkeit, auch im Kindbett, und auch der bei manchen übermäßige Fleischkonsum das ihre zu Leiden beitrugen. Lebenserwartung - bei vielen war sie gering. Nur hohe Mortaliät, wie sie auch die vielen vielen Kriege brachten, beugte der Überbevölkerung vor. Wenige Uralte aber zeigten auch, daß die Potenz zu hohem Alter damals nicht geringer war als heute. Aber eben die Potenz! Die sich gegen eine krankmachende Umwelt durchsetzen mußte,

Die Mediziner der **Antike und ihre arabischen Nachfolger** waren die anerkannten **Autoritäte**n, nach denen gelehrt wurde. Am Rathaus in Lemgo sind diese Autoritäten plastisch vorgestellt: HIPPOKRATES, GALEN, AVICENNA. Dann gibt es die sagenhaften führenden Alchemisten.



Abbildung 850: Lemgo.Markt.



Abbildung 851: Lemgo.Rathaus.



Abbildung 852: Die Medizinautoritäten.




Abbildung 853: Die Alchemisten.



Abbildung 854: Harnschau.Landsberg a.L..

Durch ARNOLD VON VILLANOVA um 1300 und ergänzt durch eine päpstliche Bulle 1309 kam es in Montpellier zu einer gewissen Kanonisierung des **Medizin**-Studiums, mit 15 griechischen und arabischen Texten als Grundlage.

Diagnose von innerem Leiden war problematisch und blieb es noch lange, Mit **Harnschau** - und Harn ist immer einmal von anderer Farbe - sollte dem Säfteverhalten auf die Spur gekommen werden. Die Harnschau war also ein Versuch, körperinnere Vorgänge zu erkennen und **Diagnose** blieb immer ein **wesentlicher Teil der ärztlichen Tätigkeit** und wurde nicht ohne Erfolg immer weiter zu verbessern gesucht, bis hin zu den neuen technischen Möglicheiten und deren ständiger Verbesserung. **Therapie** blieb da manchmal zurück.

An der Stadtpfarrkirche von Landsberg am Lech gibt es eine besonders schöne plastische Darstellung der Harnschau.

Zahlreiche Pflanzen galten als **Heilpflanzen**, kaum experimentell ausreichend überprüft. Als Kennerin galt die auch als Mystikerin, Kirchenlehrerin und Dichterin hervorgetretene **HILDEGARD von BINGEN** (Wikipedia 2019, SWR), die später als bedeutendste Frau der Mittelalters und als Heilige verehrte Benediktinerin, die zunächst im Kloster Disbodenberg unweit Bad Kreuznach lebte und zwischen 1147 und 1150 das Kloster Rupersberg bei Bingen gründete.

Wie unantastbar war die Leiche im christlichen Mittelalter? Bei der Überführung hoher Personen wie König HEINRICH I. und OTTO I. in ihre Grüfte anderswo verblieben ihre Eingeweide am Sterbeort, bei den HEINRICH I. und OTTO I. in 'Memleben'. In einen Leichnam wurde also eingegriffen. Und nach blutigen Schlachten gab es bestimmt Eingeweide auch von Menschen zu sehen. Verboten



Abbildung 855: Krankenpflege. Ochsenfurt.

war Leichensektion bei Papst BONIFATIUS VIII. (Wikipedia 2014). Durch **Leichensektione**n betrieb MONDINO DE LUZZI (Lucca) um 1300 (etwa 1275 - 1326) wieder Anatomie, ohne sich von der Antike zu lösen. Der Professor sitzt der Leiche fern und der Prosektor schneidet auf seine Anweisung und man sieht nur, was man eben erwartet. Kaiser FRIEDRICH III. (H. KOLLER 2005, S. 233) hatte 1479 für Köln befohlen, jährlich "zwei Leichname von Hingerichteten "der "medizinischen Fakultär der Hohen Schule zur Verfügung zu stellen." Als das linke Bein des Kaisers schwarz wurde, konnten Anatomen mit einer gewissen Kenntnis am 8. Juni 1493 das kaiserliche Bein amputieren und der Operierte lebte bis zum 19. August.

Eine Pflegestätte für Kranke waren **Spitäler**. Sie waren Beherbergungsstätten für Reisende, Arme und Kranke, die zuerst an Klöstern und bei Bischofskirchen angesiedelt waren und bei denen etwa die Beginenhäuser eine wichtige Rolle spielten. Mit der Stadtentwicklung seit dem 12. Jh. wurden Spitäler auch eine städtische Angelegenheit (U. KNEFELKAMP 2000). Begründet wurden sie durch reiche Stifter, die damit oft etwas für ihr Seelenheil tun wollten. Manche Kaufleute und andere wurden so reich, daß sie wohl "mental" unsicher wurden und so etwas für die Armen ausgeben wollten. Unterhalten wurden sie durch immer wieder nötige "Zustiftungen" und dann auch durch die Abgaben von den Spitälern zugehörigen Dörfern oder auch Wäldern. Erhalten blieb als eine der seltenen erhaltenen Stiftungsurkunden die vom reichen KONRAD GROß für das "Heilige-Geist-Spital" in Nürnberg vom 13. Januar 1339, die größte Urkunde des Stadtarchis Nürnberg, 146,5 cm x 71,5 cm, aus 3 zusammengefügten Pergamentblättern. Die Städte übernahmen oft später die Spitäler und bezahlten die Pfleger. **"Heilige Geist"-Spital** heißen sie meistens, ob in Ravensburg, Nördlingen, Rottweil, Freiburg i. Br. und auch in Norddeutschland.



Abbildung 856: Heiligen Geist-Spital Templin.



Abbildung 857: Nürnberg: Heiliger Geist-Spital.



Abbildung 858: Augsburg: Fuggerei.

Alternde Handwerker kauften sich bei genügend Geldrücklage schon bei Lebzeiten in "Bruderhäuser" ein, die auch durch Stiftungen gefördert wurden. So stiftete 1388 in Nürnberg der Handelsherr KONRAD MENDEL ein Altersheim, das "Zwölfbrüderhaus", in dem gleichzeitig stets 12 alte Handwerker ihren Lebensabend verbringen konnten. Die "Brüder" wurden bei der wenigstens einstigen Arbeit gezeichnet wurden und das 'Mendelsche Hausbuch' (s. o.) ist eine einzigartige Bildquelle für das Handwerk der Zeit.

Ein Sozialunternehmen für Alte war auch die **FUGGER-Stiftung in Augsburg**.

In **Frankreich** war in **Paris** bis zur Renaissance das einzige Spital das **Hotel Dieu** nahe Notre Dame, das als modernes Krankenhaus unter dem alten Namen noch heute besteht. Heute ein Museum und genannt als eines von Frankreichs bedeutenden historischen Monumenten ist das 1443 von NICOLAS ROLIN, Kanzler von Burgund, gegründete Hospital in **Beaune**. VAN EYCK hat ROLIN gemalt.

## Pharmaka - Apotheker, Trennung Arzt - Apotheker

**Geheilt** werden sollte der Kranke durch vor allem **pflanzliche** Arzneimittel, **"Tees, Tinkturen, Extrakte, Trockenpulver**", gewonnen aus ganzen als heilkräftig geltenden Gewächsen oder aus verschiedenen Pflanzenteilen wie "Blätter, Blüten, Früchte, Knollen, Wurzeln, Zwiebeln, Samen u. ä." (A. KLEEMANN et al. 2012, S. 41). Therapie, Krankenbehandlung, versuchte Heilung, war Empirie resp. Angelegenheit zweifelhafter und dennoch nicht als solcher gesehenen Hypothesen wie der Säfte'lehre', Als **Universalheilmittel** galt der **Theriak** (Wikipedia



Abbildung 859: Hotel Dieu Paris. 2001.



Abbildung 860: Hospital Beaune.

2017). ein unter dem König MITHRIDATES VI: EUPATOR von Pontus im 1. Jh. v. Chr. entwickeltes Heilmittel, daß vor allem für vom König gefürchtete Vergiftungen schützen sollte und das 54 'Ingredienzien' enthielt, so Entenblut, Schlangen- und Krötenfleisch. Des Kaisers NERO Leibarzt ANDROMACHUS erweiterte es. Opium kam hinzu. Viel sollte viel helfen, und geholfen hat vielleicht das eine oder andere aus dem Gemisch, und Theriak blieb wichtig im Mittelalter und es wurde auch später benutzt.

Die Heilmittel bereitstellen sollte der Apotheker, in der Apotheke, und zwischen Arzt und Apotheker gab es auch Mißheligkeiten. Auf Kaiser FRIEDRICH II,, König von Sizilien, geht die gesetzliche strikte **Trennung** der Berufe **Arzt und Apotheker** zurück, wobei genannt wird **1241** das 'Edikt von Salerno'. Der Ort soll nicht unbedingt der für das Edikt zutreffende sein. Arzneimittel sollten zudem Festpreise haben. 1241, am 23. Mai (Deutsche Apothekerzeitung Internet) wird im Stadtarchiv Trier eine Apotheke genannt und gilt als die älteste Apotheke Deutschlands. Noch am Gründungsstandort steht die Ratsapotheke von Tallin/Reval von 1422, die als eine der ältesten europäischen Apotheken gilt und auch Museum ist. Die Löwenapotheke Leipzig geht auf den Einzug der deutschen Studenten aus Prag 1409 zurück (Wikipedia 2018), wechselte aber mehrfach ihren Standort.

**Seuchen - vor allem die Pest**

Für als **ansteckend** geltende **Krankheiten** gab es Extraspitäler, die "**Leprosorien**" namentich für die Aussätzigen, die Leprakranken, und in Pestzeiten die **Pesthäuser**, Lazarette, Pesthöfe.

## Ergotismus - das 'Heilige Feuer' unbekannter Ursache

Schwer traf manche das "**Heilige Feuer**", das "Sankt **Antonius-Feuer**", das Brandigwerden der Glieder, der Beine zumal, der '**Ergotismus**'. Amputation war oft erforderlich. Zeitgenössische Bilder zeigen die überlebenden Krüppel an ihren primitiven Prothesen oder mit Stöcken. Hier war es ein in Getreideähren schmarotzender Pilz, das **Mutterkorn**, *Claviceps*, etwa *purpurea*, das vor allem in feuchten Jahren auftrat und mit vermahlen wurde. Infekt und auch wieder nicht, denn der Pilz vermehrte sich nicht im Menschenkörper, bedeutete also eher Toxikologie.



Abbildung 861: Nachbau Heiliges Grab, Görlitz.

## Erdbild im Hohen und Späten Mittelalter

Viele mittelalterliche Menschen waren schollengebunden. Reisen konnten sie nur bei Spanndiensten in entferntere Regionen. Etwa zum Holz-oder Steintransport. Aber gereist wurde: **Pilgerreisen**, von Christen ins 'Heilige Land' oder Pilgerorten wie auf des Apostels Jacob angeblichen Spuren in das im nordwestlichen Teil der Iberischen Halbsinsel gelegene Santiaogo de Compostela oder wenigstens nach Rom. Solche Pilgerreisen geschahen durch wohl insgesamt friedliche Bürger. Für viele gab es auch nähergelegene Wallfahrtsorte. In Görlitz haben wohl bis ins 'Heilige Land' Gereiste die Grabeskirche nachbauen lassen.

Dazu kamen Missionsreisen zu den 'Heiden'. Und Kaufleute waren teilweise nicht nur Monate, sondern Jahre unterwegs, auf dem Lande oder auf See. Für Reichtum aus Handel mit wertvollen Produkten setzte man Jahre seines Lebens ein. War außer dem Krieger jemand wagemutiger als mancher Kaufmann? Rein wissenschaftliche Ziele gab es beim Reisen kaum. Reiseberichte waren und blieben eher Nebenprodukt von Reisen zu anderen Zwecken.

**Reisen benötigte Zeit**. Das Mittelmeer an einer breiten Stelle in Nord-Süd-Richtung zu durchqueren konnte 1 bis 2 Wochen dauern, es in ostwestlicher Richtung zu durchfahren 2 bis 3 Monate. Reiche Kulturen hatte es schon manche gegeben, ob das Römerreich oder China. Die gesamte Erde war von keiner befahren worden. Jede kannte nur einen begrenzten Teil. Die Bewohner der verschiedenen Gegenden Europas hatten teilweise anderen Europäern nicht oder kaum bekannte geographische Vorstellungen, das heißt Italiener wußten kaum etwas vom Norden.



Abbildung 862: Bis 870 n.Chr. unbesiedelt:Island.

Die **Wikinger**, die Nordmänner, "Normannen", aus Norwegen, hatten zunächst vor allem **Beutezüge nach dem Süden** unternommen, um ihr Leben mit geraubtem Gut aufzubessern. Was auch hieß, Ehre einzuheimsen. Seit dem 7. Jh. ließen sich Skaninavier auch auf Inseln im Atlantik nieder, auf den Hebriden, auch auf so landfernen wie den **Faröer,** (M. BLOCH 1939/1940). Im 9. Jh. waren erstmals Männer aus Norwegen nach **Island** gekommen oder verschlagen worden und 870 kamen nach dieser Insel Siedler, in ein Land, dessen Nordküste nur wenig südlich des Polarkreises liegt. Auch das war eine Landnahme, hier eine ohne Unterwerfung Fremder. Ein um 874 einsetzendes Landnahmebuch verzeichnete über 400 Siedler. Um 930 werden für Island etwa 60.000 Einwohner angesetzt (F. PETRICK 2002, S. 22).

Von Island aus fuhr 986 der verrufene ERIK TORVALSSON der ROTE (RAUDE) weiter nach Westen, mit 25 Schiffen, von denen 14 mit 400 Siedlern in dem um 980 erfaßten **Grönland** ankamen. Wikinger legten um das Jahr 1000 Siedlungen an der Südwestküste von Grönland an. E(I)RIKs Sohn LEIFUR kam gar mit etlichen Leuten am Anfang des 11. Jh. an die **Ostküste von Nordamerika**, wo aber Siedlungen sich nicht gegen die Einheimischen durchsetzen konnten. Das Erdbild in Europa wurde von diesen Reisen nicht beeinflußt.

Immerhin war COLUMBUS 1477 einmal in Island und hat eventuell von Land weit im Westen gehört.

Noch immer funktionierte die **Seidenstraße,** jene aus mehreren Zweigen bestehende Handeslroute zwischen China und Städten viel weiter im Westen. Der Ausdruck "Seidenstraße" stammt von dem deutschen Chinaforscher und Geographen RICHTHOFEN. Auf dieser "Seidenstraße" (H. W. HAUSSIG 1994) wurde aber nicht nur und wohl nicht einmal in erstem Rang Seide transportiert, die man dann



Abbildung 863: 1. Siedler INGOLFUR ARNARSON.



Abbildung 864: Rekonstruktion Gehöft Alt-Island.



Abbildung 865: LEIFUR EIRIKSSON. Reykjavik.

auch im Westen erzeugen konnte. Diese sich immer einmal auch verändernde Verbindung durch das nördliche Zentralasien war aber nicht nur ein Handelsweg, auf denen Karawanen oft jahrelang unterwegs ihren Benutzern hohe Gewinne bringen sollten, sondern sie war auch eine Route für **kulturellen Austausch**, für Bekanntschaft mit fremder Religion, für Austausch von Religionen. Über die 'Seidenstraße' fanden sich Einflüsse etwa aus dem Sassanidenreich in Persien bis Japan (Kodansha Encyclopedia of Japan, 7, S. 194 - 196, 1983). Bewegt haben sich auf der Seidenstraße Leute aus dem Westen, nicht so Chinesen. Und durch die Herrschaft einander sich ablösender Völker und dann der Mongolen hatte die Seidenstraße mit China selbst politisch nichts mehr tun. Aus China stammten viele der Waren. Städte und Stätten der gerade unter den Mongolen wiederbelebte "Seidenstraße" werden noch heute wegen ihrer kulturellen Hinterlassenschaften von Touristen aufgesucht, sowohl die Regionen als auch Städte des viel späteren West-China und Mittelasiens, also Kashgar, Fergana wie Samarkand, Buchara, Merw und hin bis zu den westlichen Endpunkten wie Edessa/Urfa, Antiochia, Bagdad, Palmyra, Damaskus.



Abbildung 866: An der Seidenstraße: Dshambul.

## Innerasien, Mongolen, Reisen in von Mongolen beherrschte Regionen

Kontakte, christliche, gab es nach der Mitte des 13. Jh. zum **Mongolenreich** und kam so weitere Länder- und Völkerkenntnis zustande. Es wurde erhofft, daß die Mongolen den bedrängten Kreuzfahrern von Osten her zu Hilfe kommen könnten. Papst INNOZENZ IV. sandte den Franziskanermönch GIOVANNI DE PIANO CARPINI (F. BAETHGEN 1960, S. 335) auf die monatelange Reise durch **Innerasien** zum Mongolenkhan, um diesen zum Bündnispartner gegen die Mohammedaner zu gewinnen. CARPINI reiste trotz seiner etwa 60 Jahre 1245 von Lyon ab und traf am 22. Juli 1246 in der im Norden der heutigen Mongolei gelegenen und als Stadt nicht erhaltenen **Hauptstadt der Mongolen, in Karakorum**, ein. Das geschah etwa 5 Jahre nach dem Rückzug der Mongolen bei Liegnitz 1241, jener Mongolen, welche bis dahin als große Bedrohung für Europa erschienen waren. Und es geschah 4 Jahre vor dem Tode Kaiser FRIEDRICH II. 1250. Der diplomatische Erfolg beim Mongolenkhan blieb aus. CARPINI aber verfaßte auf der Rückreise einen Reise- und Zustandsbericht über Mittelasien und die Mongolen, den man wegen des Interesses an den oft auch mit den Tataren verwechselten Mongolen stark beachtete und der vielmals abgeschrieben wurde. Für die neue Geschichtsschreibung des 19. Jh. wurde der Reisebericht 1838 auf Französisch in Paris veröffentlicht. CARPINI starb 1252, also wenige Jahre nach der großen Reise,



Abbildung 867: Mongolen-Pferde. 1963.



Abbildung 868: Hier lag die Mongolenresidenz. 1963.

aber immerhin ziemlich betagt.

Eher als individueller Missionar begab sich WILHELM VON RUYSBROECK (RUBRUK) (J. DENUCE´1942) 1253 - 1255 auf die lange Reise nach der Mongolenresidenz, nach der Stadt Karakorum, die er als erster und einziger Europäer betrat. Der Engländer HAKLUYT hat 1589 den noch unvollständig bekannten Bericht wiedergegeben. RUBRUK hatte erfahren, und das für Europa wenigstens neu, daß das **Kaspische "Meer" ein Binnen'see'** ist.

Jedoch wohl kaum Ärger mit den Mongolen und der nun eingetretenen Mongolenherrschaft über das seit **1264** unter dem Mongolenherrscher HUBILAI KHAN stehende **China** hatten MARCO POLO und seine zwei Onkels, sie, Sproß einer Handelsfamilie in Venedig MARCO POLO war nach der Niederlage der Flotte Venedigs gegen die von Genua 1298 ins Gefängnis der Genuesen gekommen und

hatte einem Mitgefangenen über seinen angeblichen langen Asien-Aufenthalt berichtet. Mit zwei Onkel war danach MARCO POLO 1271 auf die große Reise über die Seidenstraße gegangen, mit Last- und Reittieren natürlich. Im Winter 1275 ist MARCO POLO mit den Seinen in Peking. Der China regierende HUBILAI/KUBLAI-KHAN empfängt sie als Überbringer von päpstlichen Botschaften freundlich. In dem China unter Mongolenherrschaft steigt MARCO POLO bei seinem 17-jährigen Aufenthalt dort nach eigenen Angaben zu hohen Ämtern auf und lernt vieles von China kennen. Von seinem Bericht gibt es, auch illustriert, 140 Manuskript-Versionen. Es bestehen bis heute jedoch auch Zweifel an der Wahrheit oder aller Wahrheiten des Berichts. Immerhin aber wird im christlichen Abendland bewußt, wie es der französische Mittelalter-Historiker G. DUBY (1986, S. 129) formulierte: "Massen von Menschen leben anderswo, wohlhabend, in Frieden und Toleranz, unter anderen Gesetzen, in einem anderen Glauben. Im Glück ..." Galt das "Glück" für alle? Wie immer von MARCO POLO alles selbst erlebt oder nur übernommen, auf jeden Fall aber regte der Bericht des MARCO POLO zum **Nachdenken** über das ferne China an und ließ überlegen, **ob man**, bei einer Erdkugel, nicht auch per Schiff, **über den westlichen Ozean** anstatt über den langen Weg auf der Seidenstraße **mit China in Verbindung treten kann**. Und daran dachte auch COLUMBUS, obwohl er immer eher mit Indien in Verbindung gebracht wird.

Seit den Zeiten des MARCO POLO kamen bedeutende Kulturdenkmäler in China hinzu, welche auch im Geiste des Faszinosums China wirken.

Als COLUMBUS glaubte in Indien gelandet zu sein, schien ihm das, was er in der von ihm verkannten neuen Welt sah durch MARCO POLOs Bericht bekannt und er schrieb es gar nicht genau auf. Leser fanden auch phantasievolle, aus zusammengekratzten Berichten und Erzählungen erfundene Reisebeschreibungen, wie die des als Person wenig bekannten JOHN MANDEVILLE, um 1356. Immer weckte auch das Interesse an Erde und Erdbild bekunden. Nach mancher Meinung leistete MARCO POLO auch nicht mehr. MARCO POLOs Bericht, wie wahr auch immer und von MARCO POLO wirklich nach eigener Anschauung und nicht durch Übernahme zustandegekommen, hat für die Fahrt von Europa nach dem Westen und damit für die Entdeckung Amerikas auf jeden Fall mitgewirkt.

Ein 1330 in Padua diktierter und auch in etlichen davon abgeleiteten Manuskripten vorliegender Reisebericht stammt von dem jahrelang weitgereisten Franziskaner ODORIC DA PORDENONE (s. 1987). Er war gemäß dem in Trapezunt an der südlichen Schwarzmeerküste begonnenen Reisebericht über Persien, Indien, das von wohl als erstem Europäer geschilderte **Südost-Asien** mit Sumatra **nach China** gereist. Drei Jahre weilte er in Peking. Wie MARCO POLO beschrieb er eingehend das auch von ihm bewunder Hang-tschou.



Abbildung 869: Hangtschou. 1963.



Abbildung 870: Hangtschou. Brücke. 1963.

Auf den **Kanarischen Inseln** wurde 1341 ein eigenes Königreich gegründet.

In der Erfassung des Landes in Europa gingen der Kartographie die **Verzeichnisse** allen **Besitze**s, abgabepflichtigen etwa, voraus; so im 'Böhmischen Salbüchlein' 1366 - 1368 unter KARL IV., noch genauer, bis zu Wüstungen, im zeitweise böhmischen Nordbayern, sowie im Landbuch für die unter KARL IV gekommene Mark Brandenburg (F. SEIBT 1994).

## Die Erde im Kartenbild

Nicht mehr veränderbare geographische Karten hinsichtlich der Naturgegebenheitn, der Meere, Gebirge, Wüsten, gehören der späten Neuzeit an. Einst waren nicht nur politische Grenzen veränderbar, sondern wurde auch immer wieder Neues Land und Meer "entdeckt" und wurde das auf immer einmal neuen Erdkarten berücksichtigt.

Auf die Zeit zwischen 1240 und 1330 ist eine Erdkarte zu datieren, die im Nonnenkloster Ebstorf, zwischen Lüneburg und Uelzen, zusammengestellt wurde. Viel später wurde diese berühmte "**Ebstorfer Weltkarte**" (CHR. AUFFAHRT 2005, S. 50/51) nach Dresden gebracht und ist dort verbrannt. Eine Kopie von 1896 blieb glücklicherweise bewahrt. Die Ebstorfer Weltkarte hat die Maße von 3,60 x 3,60 m und in ihrem Mittelpunkt liegt in Erinnerung an die ausklingenden Kreuzzüge nach dem Nahen Osten Jerusalem. Zahlreiche Eintragungen weisen auf Kenntnisse über die Gegebenheiten auf der Erde, auch Tiere etwa.

## Für manche Christen wird es noch bedrohlicher: Ein weiteres Turkvolk, die Osmanen, rücken vor

Weitere türkische Stämme drangen zuerst als Nomaden wohl ziemlich friedlich vor, bevor sie auch zur Reichsgründung schritten, dem **Osmanischen Reich,** 1326 unter OSMAN mit **Bursa** als Hauptstadt, noch in Anatolien, 1361 mit **Adrianopel/Edirne**, schon in Europa, also westwärts der Dardanellen und mit 235 km Distanz zu Byzanz schon ziemlich nahe bei der bedrohten Hauptstadt. In Anatolien waren 1331 die vormalige Kaiserstadt Nikaia und 1337 Nikomedia an die Osmanen gefallen. Aber die türkischen Seldschuken kämpften auch gegen die Osmanen (H. HUNGER 1965, S. 32/33).

Im Westbalkan entsteht das Mazedonien, Epiros, Thessalien einbeziehende **Serbische Großreich** (M. W. WEITHMANN 2000, S. 93). Am 15. Juni **1389** wurden die Serben mit ihren Verbündeten auf dem Amselfeld entscheidend geschwächt und



Abbildung 871: Bursa: Sultan-Mausoleen.

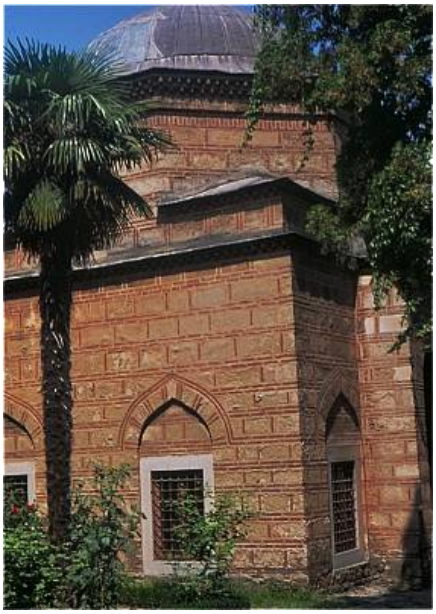

Abbildung 872: Bursa. Grabmal MURAD II..

waren den Osmanen ausgeliefert, ohne daß Serbien vor 1459 als eigener Staat verschwand. Der serbische Feldherr LAZAR wie der seit 1359 das Osmanische Reich regierende Sultan MURAD I. verlieren ihr Leben. Am 28./29. September **1396** verlor ein ungarisches und französisch-burgundisch Heer die Schlacht bei **Nicopolis**, heute in Bulgarien, gegen den Sultan BAYEZID I. Anschließend wurden viele Gefangene geköpft. Noch einmal wurde durch die **Niederlage** der Türken unter Sultan BAYEZID **1402 gegen TAMERLAN/TIMUR** dem schon stark verkleinertem Reich von Byzanz eine Gnadenfrist gewährt. Sultan BAYEZID starb 1403 in Gefangenschaft- BAYEZIDs Söhne teilten das Reich unter Anerkennung der Oberherrschaft von TIMUR (Wikipedia 2018). **Die Albaner** melden sich in der Mitte des 15. Jh. als eigenes Volk unter GEORG KASTRIOTA von Kruja, den die Osmanen in Vergleich mit ALEXANDER DEM GROSSEN 'SKANDERBEG' nennen, der noch heute verehrte albanische Nationalheld, der aber das Land in seinem 25-jährigen Freiheitskampf erschöpft (W. W. WEITHMANN 2000, S. 108/109). Die Eroberung von Skutari durch die Türken 1479 ist das Ende.

Unfreiwillig, nämlich als Gefangener lernte der Knappe JOHANNES **SCHILTBERGER** (M. TREMMEL. 2005, Wikipedia 2018) vieles vom Vorderen Orient und Transkaukasien kennen. 1385 von den Türken bei Nicopolis von den Türken gefangen, als unter 20-jähriger nicht hingerichtet und in das Heer einbezogen kam er nach 1402 in das Heer bei TIMUR und dessen Nachfolger und war 1417 - 1422 bei der Goldenen Horde, 1426, nach etwa 30 Jahren im Osten, gelang ihm 1426 die Flucht zurück nach Bayern. Von seinem Bericht, der nicht durchgehend sein Leben enthält, sondern eher auch Schildungen der Lande, sind 3 vollständige und 3 unvollständige Handschriften erhalten. Die 3 vollständigen liegen heute in Heidelberg, Karlsruhe, München. Um 1460 gab es in Augburg den ersten Druck.

Der Papst bot dem byzantinischen Kaiser JOHANNES VIII. militärischen Beistand an unter der Bedingung der kirchlichen Vereinigung und NIOLAUS VON KUSA reiste dazu nach Konstantinopel und 1439 auch JOHANNES VIII, nach Italien auf das Kirchenkonzil nach Florenz (Wikipedia 2019). Aber viele waren damit unzufrieden. Konstantinopel war immer mehr ringsum eingeschlossen, von der Versorgung abgeschnitten, war nur noch Kleinstaat, ja Stadtstaat, und viel Bausubstanz zerfiel. Für Wasser sorgte bei Ausfall des Valens-Aquädukt eine riesige unterirdische ZisterneAm 10. November **1444** wurde ein polnisch-ungarisches Kreuzfahrerheer bei **Warna** von den Osmanen unter MURAD II. vernichtend geschlagen, **1453** fiel unter dem 1432 in Edirne/Adrianopel geborenem MEHMED II. **Konstantinopel** unter die Osmanen. Nach der Eroberung gab es ein blutiges Gemetzel, und starb auch der letzte byzantinische Kaiser KONSTANTINOS XI. PALAILOGOS. Dann kam für die Überlebenden Ordnung.

Italienische Ingenieure hatten den Osmanen oft geholfen und halfen weiter, auch



Abbildung 873: Konstantinopels Stadtbefestigung.

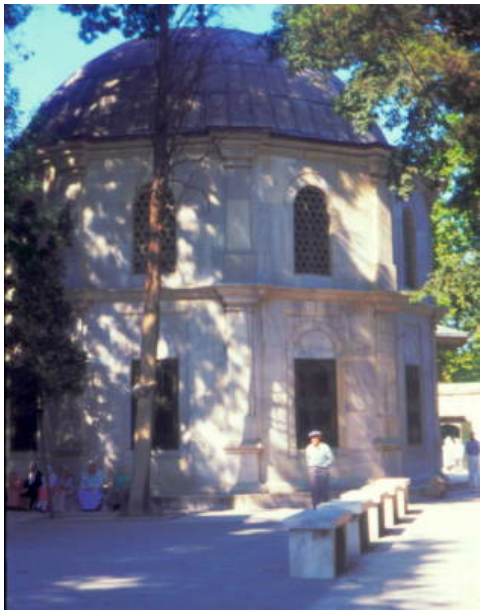

Abbildung 874: Istanbul: Türbe MEHMED II./Eroberer.



Abbildung 875: Istanbul: Denkmal für 1453.

durch die Konstruktion von Feuerwaffen. Und hatte die ausgepowerte Landbevölkerung Anatoliens noch Interesse an Byzanz gehabt? Jedoch mit der großartigen islamischen Wissenschaft war es schon mehr oder weniger vorbei. Verlust war der Osmanensieg vor allem für Venedig. Auf MEHMED II. folgte nicht unumstritten 1481 sein Sohn BAYEZID II. Als Kanzleisprache wurde das Griechische zugunsten des Türkischen ersetzt (Wikipedia). Serbien, Bulgarien, überhaupt der Balkan außer den Donaufürstentümern und zunächst Ungarn wurden osmanische fremdbestimmte Provinzen, aber ab dem Ende des 15. Jh. bringt die Konsolidierung der Sultansherrschaft, die inneren Verhältnisse beruhigen sich, "Die Masse der Landbevölkerung zieht die geregelte Verwaltung des Osmanenreichs der Willkürherrschaft ihrer ehemaligen Feudalherren bei weitem vor" (M. W. WEITHMANN 2000, S. 137). Der Balkanraum war im 15. und 16. Jh. erstmals seit der Römerzeit wieder als "Großraum vereinigt" (S, 145), die Steiterien zwischen den Nationen waren beendet. Konvertierung zum Islam geschieht vor allem in Bosnien, der Herzegowina, teilweise in Albanien und blieb bis heute. Armenier, Juden, Griechen beherrschen den Handel (S. 146), Jedoch es gab neue bedrückende, auch entehrende Lasten Bis ins 17. Jh. mußten die Balkanvölker den 10. Teil der männlichen Neugeborenen "eines gewissen Zeitraums" an den Sultanhof senden (S. 149) und wurden die Sondertruppe der also von Klein an gedrillten und auf den Sultan verschworenen Janitscharen. Die reichen Griechen wohnen in Istanbul im Wohnviertel 'Fanar'. Fanarioten werden von den Osmanen zu den neuen Fürsten der Moldau und der Walachei bestimmt (S. 146). Türkische Siedler gab es, aber doch in Maßen (S. 158). Aber das Zurückbleiben der Türkei von der Moderne im 19. J. und der aufkommende Nationalismus etwa in Serbien, Bulgarien, Griechland verändern die Beziehungen.

1

# 6. Auf dem Wege zur Renaissance – Die Renaissance - Europas Kultur im Wandel - Einiges darüberhinaus ins 17. Jahrhundert

## "Wiedergeburt" und Aufbruch – von "Renaissancen" zur 'Renaissance'

Der Aufbruch zu einem neuen Denken, teilweise gelöst von der Kirche, zu einer neuen Kunst und Kultur, neuer Menschengruppen, begann auch in einer starken Zuwendung zur Antike. Deshalb wurde später, viel später, im 19. Jh., von einer "**Renaissance**", "La Rinascita', "Wiedergeburt", der Wissenschaften und Künste, jener der Antike, gesprochen. Aber wie in Anlehnung an MICHELET der französische Historiker LUCIEN FEBVRE (1995, S. 176) sagte: "Die Renaissance, eine Auferstehung der Vergangenheit? Nein. Ein Aufstand gegen die Vergangenheit!" , wenigstens die vorangegangene. Ein **neues Denken**! Lange in Vorbereitung, bei so eigenständigen, aber teilweise antikensüchtigen und auch christlich-religiöse geformten Dichtern wie DANTE, PETRARCA, BOCCACCIO. Zur Renaissance kann man ebenso E. FRIEDELLs (2009, S. 245) Überlegung zustimmen, daß man sich fragen muß "wie war es möglich, daß ein Volk", das italienische, "gerade in dem Augenblick, wo ein neuer Lebensstrom durch seine Kultur ging, auf den Einfall kam, eine andere, längst versunkene Kultur nachzuahmen?" Aber auch FRIEDELL (S. 246) sah: "... die Zeitgenossen Petrarcas sind ebensowenig zur Antike zurückgekehrt wie die Zeitgenossen Rousseaus zur Natur." Die kulturelle Seite der Renaissance, unter Vernachläsigung der ökonomischen, betonte der Schweizer Historiker JAKOB BURCKHARDT, Ausgebreitet war die Renaissance dann in Regionen verschiedenster politischen Systeme, in Florenz, in Urbino und Ferrara, wie bei den Renaissancepäpsten mit dem Höheüunkt bei JULIUS II., vor allem anch dem Eindringen der französischen Armee in Italien in Frankreich und dann in England und Süddeutschland, verbunden mit dem Aufstieg der Stadtkultur. Der Begriff "Frühbürgerliche Revolution" wäre nicht unberechtigt, aber die Emanzipation des Stadtbürgertums war in großen Städten schon älter, während der Fürstenstaat das eher wieder einschränkte. .

Die Wiederanknüpfung an die Antike in der Renaissance war nicht nur und nicht einmal erstrangig Nostalgie. Dem eigenen Leben sollten neue Züge, neuer Sinn gegeben werden, war das Ziel, wieder mehr zu wissen. Sicherlich gab es mit Lei-

denschaft an den alten Texten und auch an der antiken Kultur und Kunst hängende Gelehrte. Aber das war nicht alles, war manchen vielleicht eher Mittel zum Zweck, zur Erschließung von Gedanken, die man selbst weiterführen wollte. Rationales Denken, das Kennzeichen der sich von der Kirche emanzipierenden und an die Antike anknüpfenden Wissenschaft, entstand offensichtlich in Verbindung mit Handel und Geldwirtschaft, mit dem Kapitalismus, die ohne Rationalität nicht gelingen konnten. Soziologen und Ökonomen, so SCHUMPETER (1946), aber auch schon FRIEDRICH ENGELS, verwiesen auf diese Zusammenhänge. SCHUMPETER (1946, S. 238) formulierte vielleicht etwas grob: "wenn das Kloster den Intellektuellen der mittelalterlichen Welt hervorgebracht hat, ist es der Kapitalismus gewesen, der ihn befreit und ihn mit der Druckerpresse beschenkt hat." Und der führende Chemiker LIEBIG hatte 1867 hervorgehoben, daß es die "Annäherung der intellectuellen und productiven Classe war", welche die Fortschritte und namentlich auch die schriftliche Fixierung von Produktionserfahrungen mit Buchdruck zu den Fortschritten führte. So sah es auch MARX. Der große Chemiker LIEBIG, der im nahenden Alter offensichtlich über die Stellung seiner Wissenschaft, der Chemie, reflektierte, hatte seinerzeit gemeint (S. 27):"... wissen jetzt, daß die Ideen der Menschen nach bestimmten Gesetzen der Natur und des menschlichen Geistes organisch sich entwickeln" – eine sicherlich recht unbestimmte vage Formulierung, die auf eine Art 'Zeitgeist' anzuspielen scheint, aber Wissenschaftsentwicklung ziemlich deterministisch betrachtet, wie es auch im 20. Jh. üblich wurde.

Daß wieder einmal Leute mit griechischen Sprachkenntnissen aus dem Osten kamen scheint mehr nur Zutat gewesen zu sein, wenn auch für die Erschließung der griechisch-sprachigen Werke wichtig.

Daß die antiken Autoren ihre Ideen in Schrift festgelegt hatten und die Sprache bekannt war oder erschlossen werden konnte war eine Voraussetzung dieser 'neuen ' "Renaissance". Aber 'ganz' "tot" war die Antike nie. Auch die Bibel war schließlich in der Antike entstanden und zunächst in Griechisch überliefert worden. Im **Mittelalter** waren zeitweise an manchen Orten wenigstens Teile der antiken Schriften stärker beachtet worden und kamen an manchen Orten und zu manchen Zeiten Bildung und Wissen zu höherem Ansehen. Historiker späterer Zeit sprachen von mancher "Renaissance", mancher "Wiedergeburt" antiker Kunst und Wissenschaft. Selbst die Tätigkeit etwa von GALEN und PTOLEMAIOS am Ende des 2. Jh. n. Chr. wird als eine Art "Renaissance" von Vorangegangenem angesprochen (L. RUSSO 2004). Der französische Historiker JEAN-JACQUES AMPE'RE, Sohn des bekannten Physikers ANDRE´-MARIE AMPE'RE, sprach, wohl erstmals 1839 (P. RICHE´1995, S. 378) von der "Karolingischen Renaissance" der Zeit von KARL dem GROSSEN. Gesprochen wurde dann von der "Ottonischen Renaissance" bei OTTO I. und OTTO III., durch den ersten bedeutenden USA-

Mediavisten HASKIN und Erforscher der Normannenstaaten von einer Renaissance im 12. Jh., und beredet wurde eine unmittelbar folgende 'Renaissance' der Zeit von FRIEDRICh II. von HOHENSTAUFEN, eine die alten klassischen Texte wiederaufnehmenden 'Palaiologen-Renaissance' im 14. Jh. in Konstantinopel (H. HUNGER 1965, S. 33). Aber bei diesen Renaissancen, die große Teile des Mittelalters einzunehmen drohten, fehlte der Bruch mit einem angeblich dunklen vorangegangenen Zeitalter (TH. E. MOMMSEN in R. BLACK 2006, I, S. 283). Die Versuchung, viele Renaissance-Merkmale schon im Mittelalter erkennen zu wollen, ließ die Epoche der "Renaissance" der späteren Historiker nach unten grundlos werden. Zwischen dam **"Herbst des Mittelalters"** von HUIZINGA **und der Renaissance** ist ein gleitender Übergang, ja eine Überschneidung vorhanden. Die Hussitenkriege etwa werden wohl zweifellos noch ins Mittelalter eingeordnet, trotzdem sie Gedanken der Neuzeit vorwegnehmen, etwa das Recht auf den 'Laienkelch'. HUIZINGA aus Belgien, dem gemäldereichen Flandern, mit Gent, mit dem "Realismus der französisch-burgundischen Kunst und Literatur des 15. Jahrhunderts" (E. HASSINGER 1964; S. 49) war wohl das ausgehende Mittelalter besonders ans Herz gewachsen. Der Begriff der 'Renaissance' erschien ihm wohl zu wenig umschreibbar (S. 49). "Übergangsperiode" ist immer ein eigenwilliger Begriff. Jede Zeit hat 'Übergänge'. Auch das 20. Jh. war voll damit. Es gab sogar die Ansicht, daß die 'Renaissance' eben weder 'Mittelalter' noch 'Neuzeit' ist, sondern sie eine eigenständige historische Großperiode darstellt. Dann müßte die Geschichte nach dem Ende der Römerzeit gegliedert werden in 'Mittelalter' - 'Renaissance' - 'Neuzeit'. Das käme dem Wissenschaftshistoriker vielleicht sogar entgegen. COPERNICUS und GALILEI wären dann ausreichend getrennt. Aber auch von einer zusammenhängenden Phase von PETRARCA bis GOETHE wurde gesprochen und die 'Renaissance' war dann ihr frühes Anhängsel (E. HASSINGER 1964, S. 50). Es erscheint eben problematisch so viele Dinge wie Kunst und Wirtschaft unter einen Begriff bringen zu wollen, Personen wie vielleicht gar GIOTTO, wie dann LEONARDO DA VINCI, wie RAFFAEL, COPERNICUS, AGRICOLA, LUTHER gemeinsam unterzubringen? Die Spätantike war sicherlich durch markantere kurzfristige politische und militärische Ereignisse einzugrenzen, denn eine Schlacht bei Adrianopel oder anderes war ein Tagesereignis. Bei all diesen Epochen-Debatten: wie viel Vereinfachung und Fakten-Subsummierung ist sinnvoll? Und der Außenstehende mag fragen, ob diese Debatten um Epochen viel bringen? Oder nur dem offenbaren Ehrgeiz von Historikern geschuldet sind, historische Epochen-Bezeichnungen mit ihrem Namen zu verbinden? Sinnvoll sind diese Epochen-Diskussionen dann, wenn mit ihnen eine stärkere Hinwendung zu den Fakten verbunden ist, also dabei Neues ans Tageslicht geholt wird und geholt werden muß. Eben beispielsweise etwa in der Vatikan-Bibliothek erschlossen wird, was man im Mittelalter entgegen vorangehenden landläufigen Vorstellungen doch



Abbildung 876: PETRARCA-Haus, Arezzo.

schon wußte!

Die Renaissance i. e. S., und so muß man sich wohl festlegen, begann in Italien im 14. Jh. etwa mit den Dichtern PETRARCA und BOCCACCIO. Wenn die europäische "Renaissance" mit PETRARCA beginnen soll und bis in die Zeit von GALILEI ausgedehnt wird, dann sind das über 250 Jahre, eine Zeit, in der sich viel änderte und ändern mußte. Die "Renaissance" des 14. Jh., das **Quattrocento**, die **Frührenaissance**, ist eben anders, und stark von Italien gepägt, als die der Zeit von COPERNICUS um 1543, im **Cinquecento**, das 16. Jh. Das 16. Jh. wurde für manche Gegenden Italiens eine durch Kriege bestimmte Leidenszeit und die zerstörenden Ereignisse erfaßten mit Bauern- und Religionskriegen auch andere europäische Länder.

PETRARCA und die "Humanisten" überhaupt sahen zwischen der Antike mit dem mächtigen und in der einst bekannten "Welt" führenden Rom und ihrer Gegenwart eine dunkle Zeit und priesen das Ende der "gotischen Nacht". Auch wenn der terminus "Mittelalter" noch fehlte, der Sache nach war die Vorstellung von einer anderen überwundenen Periode vorhanden. Bei PETRARCA und anderen gab es wieder den **Gedanken an "Zeitalter**" (in R. BLACK 2006). Nicht mehr jene Zeitalter der Antike, das "Goldene", "Silberne" und weitere.

Der Künstler und Künstlerbiograph GIORGIO VASARI aus Arezzo benutzte schon im 16. Jh. das Wort "Rinascita" (J. HUIZINGA 1953). Bei dem französischen Auf-



Abbildung 877: PETRARCA. Arezzo.

klärer CONDORCET war im späten 18. Jh. von "Wiedergeburt" der Wissenschaften und Künste die Rede. Die Vorstellung von "Renaissance" und die allgemeine Einführung dieses Terminus geht auf Historiker wie JULES MICHELET und den in Basel wirkenden JACOB BURCKHARDT (1904) zurück. In anderen Kulturen gab es nicht eine so stark empfundene oder auch künstlich gesetzte Diskontinuität zwischen altem und neueren Denken wie im spätmittelalterlichen Europa, das eine Wiederanknüpfung an das ganz Alte so prononciert erscheinen ließ. Die Kultur Chinas hatte ihre Klassiker nie so stark aufgegeben und es mußte hier keine Wiedererneuerung, keine "Renaissance", geben (E. J. HOBSBAWN 1996). Aber der **Epochenbegriff 'Renaissance'**, wie er in Europa verstanden wird, ist eine europäische Angelegenheit.

Wegen ihres Neuerungsreichtums hat jedoch der führende USA-Sinologe J. K. FAIRBANK (1992, S. 88) die Zeit der Nördlichen Sung in China, 960 bis 1126, mit der späteren europäischen Renaissance verglichen, aber wegen der vielen Dinge in der europäischen Renaissance, nicht wegen der Rückgriffe.

Gerade für Italien und auch anderswo wurde dieses 'Zeitalter der Renaissance' eines von **Kriegen**, und vor allem **in Italien mischte immer wieder Frankreich hinein**.

Die 'Wiedergeburt' wurde stark erleichtert und in vielem überhaupt erst möglich durch **neue technische Errungenschaften**. Umwälzende technische Errungen-

schaften seit dem Hochmittelalter, wichtig auch für die 'Renaissance', entstammten nicht der Antike, sondern **aus dem Osten,** Ursprungsland war vor allem **China**, waren also keine Wiederentdeckung von Uraltem, Da waren zunächst namentlich Schießpulver und Kompaß. **Inmitten die Renaissance**, also in die Zeit nach PETRARCA fällt die Ausbreitung von **Papier** und vor allem der **Buchdruck**, Die "Wiedergeburt" wurde also bald ganz entschieden von **Neuerfindungen** bestimmt. Der in der ersten Hälfte des 15. Jh. mit führende Beschaffer antiker Manuskripte, PETRARCA, gestorben 79-jährig im Jahre 1459, benötigte zur Textvervielfältigung noch Kopisten. Ohne Buchdruck hätten nur wenige die antiken Manuskripte und dann ihre Übersetzungen ins Lateinische oder andere Sprachen zur Kenntnis nehmen können. Und zum **Druck**, zur Vervielfältigung, benötigte es des **Verlegers**, des Unternehmers. Einer ersten großen und ganz vielseitigen Verleger wurde ALDUS MANUTIUS in Venedig, gestorben 1515. Eine griechische Grammatik, das Organon des ARISTOTELES, Schriften zu Ereignissen der damaligen Gegenwart, 1502 in Griechisch das Geschichtswerk des THUKYDIDES, DANTE, die Reden des DEMOSTHENES, PETRARCAs Sonette, Schriften des Kardinals und führenden Gelehrten PIETRO BEMBO (A. SEMRAU 1925, S. 138), antike medizinische Schriften - bei MANUTIUS erschienen sie, der Mann, der wegen des unterschiedlichen Absatzes große Risiken einging, aber sich auch großer Autorität unter den gebildeten Größen der Zeit erfreute.

Erst der Buchdruck ermöglichten auch erweiterte und verbesserte Schulbildung, auch in mittleren und kleineren Städten.

Und noch etwas **ganz Großes** fiel in all diese "Wiedergeburt" hinein, was **völlige "Neugeburt"** war: die **Entdeckung eines ganz neuen Kontinents**, "Amerika". Indien mochte ja noch Wiedergeburt von Kenntnissen aus der Zeit von ALEXANDER von Mazedonien sein. Aber für Amerika konnte das trotz der Wikinger, von denen man nichts wußte, nicht gelten. Amerika platzte regelrecht plötzlich in die Renaissancewelt hinein.

Und auch in der Renaissance-Kunst, gerade auch in der Architektur - da war das meiste neu. Die 'Alten' waren Anreger gewesen. Aber es gab auch ihre großartige Überwindung. Der Wissenschaftshistoriker HERBERT BUTTERFIELD (1960, S. 176) schrieb recht treffend, daß die Renaissance-Menschen schauten rückwärts, sahen den Gipfel der Zivilisation erreicht gewesen in einer fernen Vergangenheit und dann verlorengehen, aber das Handeln der Zeit war vorwärtsgewandt, in Bergbau und Metallurgie, in der Kunst, in den Entdeckungsfahrten. Bedeutende Errungenschaften der **Technik** waren allerdings bereits seit dem Mittelalter, namentlich dem Hochmittelalter, schon **nicht mehr Antike** gewesen, und die Antike bestimmte die Wirklichkeit gar nicht so stark wie vielleicht das Geisteslben glauben machen könnte. Von dem Historiker GUICCIARDINI im Florenz der ersten Hälfte

des 16. Jh. wird zitiert: 'Wir sind keine Römer', sondern "Italiener des Hier und Heute" (K. SIMON 1991, S. 81).

BUTTERFIELD (1960, S. 174) sah den 'Höhepunkt' der Renaissance im Jahre 1500, als "the West had begun to take the command of world history", als er sich konsolidierte "into something like nation-states". BUTTERFIELD sieht hier schon 'Scientific Revolution'/'Wissenschaftliche Revolution', die viele erst ins 17. Jh. verorten.

## Umfaßt vieles in der Renaissance: der Humanismus

In der 'Renaissance' wurde "für die nicht-theologischen Studienfächer die Bezeichnung 'humanae litterae' "geprägt und die darin wirkenden Gelehrten waren die '**humanista**' (D. MacCULLOCH 2008, S. 116) Die 'humanista' waren also jene Leute, die sich mit Texten befaßten, mit alten, neueren, auch eigene verfaßten. So wie der feststehende Begriff "Renaissance" erst aus späterer historischer Forschung stammt, so ist der von den Bezeichnungen 'humanae litterae' und 'humanista' stammende Begriff "**Humanismus**" eine der von späüteren Historikern stammende Epochenbezeichnung, Verwendet wurde der Begriff 1808 in Anlehnung an CICERO von dem in Frankens Schulwesen tätigen F. J. NIETHAMMER (Wikipedia 2014; A. E. McGRATH 1990, S. 28), der auch vom neuhumanistischen Gymnasium sprach. Die Humanisten befaßten sich mit dem Menschen, mit Ideen, religiösen und philosophischen, aber im Sinne von Menschenfreundlichkeit wurde der Begriff erst später benutzt. Wobei die 'Humanisten' nun nicht gerade Kriegsleute waren. KLABUND verkannte das Nichtvorhandensein des Terminus 'Humanismus' im 15. Jh. wenn er ansonsten richtig schrieb: "Der Kriegsgreuel, der Revolutions- und Religionskämpfe war kein Ende und der Humanismus kein Anfang, obwohl jedermann von Humanismus sprach." Von Humanisten, von Humanismus, spricht man über mehr als **250 Jahre** hindurch. Da b**lieben sich die Dinge nicht gleich.** Vom geistigen Aufbruch ging es in Unterwerfung fremder Völker, Ketzerverfolgung und Hexenverbrennung, mehr Aberglaube und Grausamkeit denn je. Die Zeit des Humanisten ERASMUS VON ROTTERDAM war nicht mehr die des PETRARCA und die des ERASMUS VON ROTTERDAM blieb nicht die von CALVIN oder unter den Gelehrten die von BODIN. Nicht nur der Buchdruck war dazwischengekommen, sondern auch die kirchliche Reformation und die Kenntnis von Teilen der Erde fern von Europa. Die Reformation stellte neue Anforderungen an die Überlegungen der Humanisten. Das ging über die Aneignung der Antike hinaus. Die 'Humanistengesellschaft', stets eine kleine Gruppe, tauschten ihre Gedanken und Schriften untereinander aus, behakelten sich auch, waren "durch ein Netzwerk der Kommunikation verbunden" (B. MOELLER 1988, S. 78).

Die Humanisten wandten sich der Antike zu, aber und in Verbindung mit ihrer Kenntnis der antiken Sprachen wurden sie auch **wichtig für die Theologie,** ja die mit dem Vatikan verknüpfte **Politik.** Sprachlich gereinigte **Texte** der Bibel und von Kirchenvätern wurden den religiösen Reformatoren wichtig. Und 1432/1433 der spätere Kardinal NIKOLAUS VON KUES, 1450 der englische Bischof REGINALD PECOCK und oft besonders hervorgehoben 1440 LORENZO VALLA in Italien wiesen das Dokument der sogenannten '**Konstantinischen Schenkung'** als **Fälschung** nach (D. MacCULLOCH 2008, S. 17). Dieses Dokument sollte vom römischen Kaiser KONSTANTIN aus dem 4. Jh. n. Chr. stammen, unter dem nicht nur das Christentum zu einer der anerkannten Religionen wurde, sondern der mit der 'Konstantnischen Schenkung' dem römischen Bischof, also dem Papst, ein größeres Territorium überlassen habe. Die genannten Humanisten, Kenner des Latein und dessen Unterschiede in verschiedenen Zeiten, fanden, daß der Stil des Dokumentes nicht in das 4. Jh., die Lebenszeit des Kaisers KONSTANTIN, paßt. Das mußte die Autorität des Papstes in starke Mitleidenschaft ziehen, wenn man denn wollte. Stilvergleiche enthüllten weiteres. Der spamische Humanist JUAN LUIS VIVES sah die Leben der Heiligen schildernde 'Legenda aurea' der Dominikaner als Machwerk. Und auch vor der Bibel wurde in der Textbegutachtung nicht Halt gemacht.

## Wirtschaftlich-ökonomischer Hintergrund - der oft nur in ihrer kulturell-geistigen Dimension gesehenen Renaissance

Im Spätmittelalter hatte sich in Städten Italiens und Flanderns **Großgewerbe** ausgebildet, wurde in Werkstätten, schon in einer Art Manufakturen, etwa aus **Wolle Tuch** in großen Stückzahlen erzeugt. Das geschah namentlich in **Florenz**. Diese Stadt war also keineswegs nur Kunststadt, sondern auch Gewerbestandort. Gesponnen wurde in Heimarbeit. Etliches an der Fabrikation geschah dann in Werkstätten, den 'bottega'. Zur **Wollindustrie** in Florenz (E. HASSINGER 1964, S. 54), der 'Arte della Lana', gehörten in Florenz im 14. Jh. und frühen 15. Jh. 200 - 300 Firmen. Im frühen 15. Jh. wurden pro Jahr über 30.000 Stück Tuch hergestellt. Nur wenige Firmen stellten mehr als 200 Stück Tuch pro Jahr her. Beste Bezahlung erhielten wegen ihrer nötigen Fachkenntnisse die Färber. Es kam dann ein Absinken, auch eine Konzentration der Firmen. Der Aufstand etlicher Tausend der ärmsten im Wollgewerbe beschäftigten Tagelöhner, der **'Ciompi'**, Wollkämmerer, **1378**, geschah nicht wegen zu viel, sondern wegen fehlender Arbeit infolge Absatzschwierigkeiten. Einer der führenden Florentiner Familie der Albizzi, PIERO DEGLI ALBIZZI wurde hingerichtet (Wikipedia 2017). Hinzu kam seit dem frühen 15. Jh. die **Seiden**-Industrie.

**Venedig** besaß vor allem seinen **Schiffsbau**, im Arsenal.

**Die Hochachtung vor den "Alten" - Wie nötig war die 'Antike' für die Herausbildung der neuzeitliche Wissenschaft? -**

Manche setzten ganz auf die Antike, in der Medizin die 'Humanistenärzte'. Jeder der zu den "Humanisten" gehören wollte, der schrieb, nahm auch wenn er Neues verkündete irgendwie Bezug auf antike Autoren. Auch der schließlich über ganz neue Dinge, nämlich über den Bergbau **seiner** Zeit schreibende AGRICOLA hatte sich zunächst mit antiken Überlieferungen beschäftigt, mit den antiken Medikamenten, den antiken Maßen und Gewichten, den in der Antike bekannten Mineralien. Und auch in seinen bergmännishcen Schriften knüpfte er an antike Größen an. Der studierte Gräzist und Arzt AGRICOLA blieb eben auch "Humanist". Und ebenso erstand das Werk der großen Naturforscher im 17. Jh., der GALILEI und HARVEY, in Auseinandersetzung mit antiken Autoren.

Der englische Philosoph HERBERT SPENCER (dtsch. 1905, S. 25) allerdings meinte einmal, daß man im 19. Jh. ohne das einstige Studium der antiken Autoren ebenso weit gekommen wäre, wie man gekommen war, und daß man sich "über die Verkehrtheit der Menschen wundern" müsse, "die Generation auf Generation ihre Studienjahre über den Irrtümern antiker Forscher vergeuden, welche ja keine zureichende Tatsachenkenntnis zum Beweise ihrer Behauptungen besaßen ..." Ähnlich überlegte einmal im 20. Jh. der Philosoph SCHELER (1960, S. 98).

SPENCER allerdings verkannte wohl, wie schwierig ein Beginn ist, wie nötig ein Fundament zum Weiterbau. Jahrhunderte lang unbekannte antike Werke wirkten zudem bei ihrer Wiederentdeckung als neu, brachten dem 15. und 16. Jh. unbekanntes Wissen. Wenn die sozialen und ökonomischen Zusammenhänge die Entwicklung von Wissenschaft bedingen, dann hätte im 15. und 16. Jh. Wissenschaft auf jeden Fall entstehen müssen. Das antike Wissen hat aber wohl nicht nur Richtungen gewiesen, sondern auch die Möglichkeit von Wissenschaft prinzipiell vorgeführt. Ein völliger wissenschaftlicher Neubeginn hätte nicht zu rascheren und noch lange nicht zu besseren Ergebnissen geführt.

Wohl alle Gelehrten und Erfinder wurden von der Antike angeregt, selbst wenn das gar nicht so vordergründig erscheint, auch der so neuartign wirkende LEONARDO DA VINCI (L. RUSSO 2004). Allein die Existenz weniger solcher Sätze wie die des PYTHAGORAS oder des EUKLID oder ein "Gesetz" wie das Hebelgesetz des ARCHIMEDES mußten Maßstäbe setzen. An ihnen konnte Diskussion ansetzen, die zugrundeliegenden Beobachtungen oder später gar die Experimente konnten wiederholt werden. Das war der Ansatz, auch zu noch unbekannten Dingen zu schreiten. Wenn POGGIO BRACCIOLINI im frühen 15. Jh. ein Manuskript von LUCRETIUS' Lehrgedicht "De rerum natura" (D. J. FURLEY 19)

fand und der Gelehrtenwelt bekannt machte, dann wurde auch eine andere als die Kosmologie des ARISTOTELES, die einer einzigen und begrenzten Welt, vorgestellt. Auch wurde deutlich, daß die Bewegung der Erde um die Sonne schon von antiken Autoren vertreten wurde. Die bekannt werdenden **Verschiedenheiten in den Vorstellungen verschiedener antiker Autoren**, die Verschiedenheit der Texte, die Texte gegen Texte (W.. KAMLAH 2003), zeigten Alternativen im Denken der antiken Autoren, und das regte zum eigenen Nachdenken an.

Nicht alle antiken Manuskripte, die man im 15. und 16. Jh. kennenlernte und nutzte, müssen allerdings auch bis in unsere Tage überliefert worden sein.

Die zuerst stark beachteten, besonders in Klosterbibliotheken gesammelten Texte waren antike historische oder die Rhetorik lehrende Texte. **Naturwissenschaften** und **auch** die **Medizin** wurden bis tief ins 15. Jh. von den 'Humanisten' eher **verachtet** (K. BERGDOLT 2006). Schmutzige Hände, auch blutige Arzthände, waren die Freude der frühen Humanisten nicht. In den beobachtenden Naturwissenschaften wie in der Beachtung der die Naturwissenschaften betreffenden Werke des ARISTOTELES war man hinter das Hochmittelalter mit ALBERTUS MAGNUS zurückgefallen. Hinwendung zur Vergangenheit wollte PETRARCA, weil er als Dichter den Stil seiner Zeitgenossen bedauerte und den ihm schöneren Stil der fernen Vergangenheit wiederbelebt sehen wollte. Erst in der Mitte des 15. Jh. erfreute sich auch die Medizin wieder mehr Anerkennung, um nach 1500 als 'humanisten-würdig' zu erscheinen. Zum 14. Jh. wird verwiesen auf die 1990 ins Deutsche übersetzte und damit auch bei deutschen Medizinhistorikern bekannt gewordene Schrift des hochgebildeten, auch des Hebräischen kundigen Humanisten GIANNOZZO MANETTI von 1452, die "De dignitate ex excellentia hominis", eine "umfassende Beschreibung der" natürlich vor allem überlieferten "menschlichen Anatomie" (K. BERGDOLT 2006, S. 116), also knapp 100 Jahre vor dem nun dann wirklich erneuernden VESAL(IUS). Der Körper wurde nicht mehr verachtet. Und Anatomie als nötig verstanden auch die **Künstler**. Bei PETRARCA im 14. Jh. galten PLATON und ARISTOTELES als Antipoden. Auf RAFFAELs berühmtem Gemälde im Vatikan "Die Schule von Athen" erscheinen sie als in ihrer Größe gleichwertig (S. 120).

Was das Wissen um die Natur und die Erde betrifft: Zunächst wurde auch hierfür angenommen, daß **die antiken Autoren** und auf den von ihnen bearbeiteten Gebieten die **arabischen Gelehrten im wesentlichen alles** überhaupt **erlangbare Wissen besaßen**. Die antiken und auch die arabischen Texte sollten ein richtiges und vollständiges Wissen vermitteln. Es mußte namentlich noch kommentiert werden. Das schloß allerdings auch früh schon Ergänzungen ein. Die unter den **antiken** Gelehrten vorhandenen **Meinungsunterschiede** wurden zunächst eher **übersehen** (TH. S. KUHN 1981), konnten doch sie anregen, auch Zweifel an der

Richtigkeit aller antiken Meinungen auszubilden.

Als auch als vorwiegender Naturforscher gleichwertiger großaertiger 'Humanist' erscheint der Züricher Gelehrte CONRAD **GESNER**, der 1545 in seiner **"Bibliotheca universalis"** etwa 1800 Autoren alphabetisch mit ihren Werken vorstellte.

Aber auf allen Gebieten: Nicht mehr vorwiegend Geistliche trugen die neue Wissenschaft. Es waren ungeachtet vielleicht mit-absolvierter theologischer Studien **Ärzte**, auch Apotheker, oder begüterte Enthusiasten. Nicht wenige Humanisten, gerade auch in Deutschland, waren Mediziner, und dieser Der weltliche Beruf des Mediziners ermöglichte ihm eine größere Unabhängigkeit von der Kirche. In den Reihen der Humanisten gab es denn auch am ehesten Forderungen nach geistiger Freiheit, gab es Satire und wurden Auseinandersetzungen darüber geführt, was den Gelehrten erlaubt sein durfte. Weite Wellen schlug der Streit um die Erhaltung **hebräischer Schriften** um REUCHLIN. Studierte Ärzte waren der mit seiner Weltkarte hervorgetretene TOSCANELLI, war der Kosmograph SCHEDEL, waren die großen Neubegründer ganzer Wissenschaften VESALIUS, GESNER, AGRICOLA, waren die Verfasser der Kräuterbücher, und ein Medizin-Studium gab es auch bei COPERNICUS – um vorweg auf wenige Namen zu verweisen. Ohne die akribische Beschäftigung mit den Texten des GALEN wäre VESALIUS nicht auf die Fehler gegenüber der Menschenanatomie gekommen, also lag der Grund seiner Leistung in der Verknüpfung von humanistischem Textstudium, von Philologie, und eigener anatomischer Forschung.

## Kunst, Architektur, Kultur

In vielem neu war ungeachtet von Anknüpfungen an die Vergangenheit ab dem Spätmittelater etwa die **Architektur** (etwa P. BURKE 1998, S. 55, 152). Da wurde errichtet in **Florenz** mit der großen Unterstützung des Bankiers und führenden Stadtpolitikers COSIMO DE MEDICI unter BRUNELLESCHI die gewaltige Kuppel des bisher unvollendeten 'Doms' errichtet, 107 m hoch, 45 m im Durchmesser, erbaut 1418 - 1434, nach langem Abwarten mit den 1296 von ARNOLFO DI CAMBIO gefaßten ersten Plänen (Wikipedia 2013), nachdem schon im 12. Jh. das Baptisterium, die Taufkirche, entstanden war. **1436** wurde die als Repräsentationsbau von Florenz gedachte Kathedrale, BRUNELLESCHIs **Dom** Santa Maria del Fiore, geweiht. BRUNELLESCHI hatte in Rom Bauten der Römerzeit, so den Kuppelbau des Pantheon studiert, um das Risiko der Kuppel in Florenz zu wagen. Zum Lastenheben hatte der auch als Ingenieur wirkende BRUNELLESCHIs einen großen Holzkran konstruiert und durch das von ihm erfundene Wechselgetriebe war das bisher nötige Umspannen der das Göpelwerk betreibenden Arbeitstiere, Och-



Abbildung 878: Dom von Florenz.

sen, nicht mehr nötig, was die Arbeiten beschleunigte. BRUNELLESCHIs Kirche Santa Maria degli Angel gilt in ihrem Stil als erste Renaissancekirche. BRUNELLESCHI fand 1410 die **mathematisch konstruierbare Perspektive**. In den 1560er-Jahren wurden unter VASARI im Auftrag von COSIMO DE MEDICI die **Uffizien** gebaut, für Kunstsammlungen und als Verwaltungsgebäude. VASARI hat die Künstler seiner Zeit auch biographisch dargestellt und so der Nachwelt vieles von dem Geschehen vermittelt. Die unter freiem Himmel stehenden Standbilder sind wie in Florenz und anderswo, in Görlitz in Ost-Sachsen etwa, Kopien, während die Originale in Museen kamen.

Für PHILIPP II. erstand westlich von Madrid in den 1560-er-Jahren der gewaltige, von außen kasernenartig wirkende **Escorial**.

Manche kleineren Fürstensitze und Administartionszentren wurden Sitz für Bildung und Kunst und architektonisch-technisches Können, durch etwa ALBERTI. Das galt für **Mantua** (K. SIMON 1991) unter den **Gonzaga** mit im 15. Jh. ANDREA MANTEGNA. Das galt für **Urbino,** vor allem unter FEDERICO DA MONTELTRO, hier wo RAFFAEL geboren wurde.

Das galt für den von GOETHE idelaisiert gepriesenen Musenhof von **Ferrara**, der aber 1598 an den Kirchenstaat kam und die **d'ESTE** besaßen nun als Residenz **Modena,** ein eigenes Herzogtum. Als aus der Adels-Familie **Farnese** ALESSANDRO FARNESE **1534** zum Papst gewählt wird und den Namen PAUL III.



Abbildung 879: Florenz: Campanile.



Abbildung 880: Florenz:Dom.



Abbildung 881: Florenz: BANDINELLI Herkules tötet Cacus.



Abbildung 882: VASARI: Arezzo.



Abbildung 883: Urbino.

annimmt, sorgte er sehr für seine Familie und gründet 1545 für seinen aber bald ermordeten, lange vor der Papstwahl geborenen Sohn PIER LUIGI FARNESE das erbliche Herzogtum **Piacenza-Parma**. Die Farnese herrschen bis 1731 und Reiter-Denkmäler in **Piacenza** aus dem 16. Jh. erinnern an die Dynastie (Wikipedia 2013).

Aber gerade in den kleineren Fürstentümern, wo bewundernswerte Architektur stand und erstand, dort bestand auch **Intrige** im Inneren und gegen die Nachbarn, saß öfters der tödlich zustoßende Degen locker, gab es **Mord** und auch Giftmord, Kerker und Hinrichtung, auch Militär gegen Feinde oder zum Mitmachen bei anderen. Kultur und Humanität, nicht Humanismus, standen in vielem Gegensatz. In diesem Sinne war Ferrara kein Weimar der GOETHE-Zeit. Nicht ohne Grund siedelte VERDI seine Oper 'Rigoletti' mit einem lüsternen Herzog bei den GONZAGA in Mantua an und ließ LESSING seine 'Emilia Galotti' bei einem anderen GONZAGA, bei dem in Guastalle, um ihre Jungfräulichkeit fürchten. Und immer wieder stand hinter den italienischen Fürstentümern die Bedrohung durch Frankreich. Mantua und die kleineren Gebiete der GONZAGA versackten schließlich, wurde Mantua Reichslehen.

Die Renaissance führt dann weiter bis zu dem Architekten PALLADIO, in dem seit 1404 zu Venedig gehörenden **Vicenza,** mit dem dortigen Palazzo, auch der später im Stil immer wieder nachgebauten **Villa Rotonda**. Eines der letzten Werke des 1580 gestorbenen PALLADIO war der Entwurf zum Teatro Olimpico in Vicenza,



Abbildung 884: Mantua: der Gonzaga Palazzo Ducale.



Abbildung 885: Ferrara: Stadtpalast der D' ESTE.



Abbildung 886: Ferrara. Palast der d'Este.



Abbildung 887: Ferrara: Am Palazzo Prosperi-Sacrati.



Abbildung 888: Piacenza: ALESSANDRO FARNESE.

dem ersten "freistehenden autonomen Theatergebäude seit der Antike in Europa", das am 3. März 1585 mit einer Aufführung des 'König Ödipus' von SOPHOKLES eröffnet wurde (Wikiepedia 2013), also mit einer Huldigung an die Antike

1591 wurde die dann von anderen projektierte großbogige **Rialto-Brücke** über den Canal Grande in Venedig für den Verkehr freigegeben.

Der großartigste Bau im **Rom** der Renaissance wurder der **Petersdom**, Unter Papst JULIUS II. wurde die alte Peterskirche abgerissen, Am 16 April 1506 der Grundstein für die neue Kirche gelegt. Mit einer Bauzeit von über 100 Jahren, im Mai 1590 wurde der letzte Stein eingesetzt und es folgte noch etwa 25 Jahre lang die Vollendung der barocken Fassade.20.000 Menschen faßt der grandiose Raum. Bis zu seinem Tode 1514 wirkte leitend BRAMANTE, dann kurz RAFFAEL; schließlich der endgültige Architekt **der Kuppel** mit einem Durchmesser von 42,34 m MICHELANGELO, gestorben 1564. Architekt, Bildhauer, Maler - bei einigen der Renaissance-Genies war das in einer Person vereint.

**Nördlich der Alpen** konnte man mancherorts mit den großartigsten Bauten in Italien mithalten, obwohl das manchmal übersehen wird. Aber Profanbauten, Rathäuser, Brunnen im Reanissancestil wurden schon nach der Mitte des 16. Jh. errichtet und auch Städte **in Deutschland** haben ihre Renaissance-Kunst. Residenzen der ernestinischen Wettiner war zum einen **Wittenberg**, mit dem Schloßbau 1489, und war dann Torgau. **Frührenaissance** ist das namentlich unter dem 1547



Abbildung 889: Teatro Olimpico Vicenza.




Abbildung 890: Venedig: Rialto-Brücke.



Abbildung 891: Kursächsische Residenz Torgau 2016.

von dort verdrängten sächsischen Kurfürsten JOHANN FRIEDRICH durch KONRAD KREBS prächtig ausgebaute **Residenzschloß** in **Torgau** (O. E. SCHMIDT 1928, S. 335 ff.). Später vernachlässig, benutzt für Sträflinge und einbezogen in die 1813 schwer in Mitleidenschaft gezogene sächsisch-napoleonische Festung hat das Torgauer Residenzschloß nach 1990 eine großartige Restaurierung erlebt, steht italienischen Residenzen der Zeit wohl nicht nach.

Als wohl schönstes Renaissance-Rathaus nördlich des Main gilt das 1559 - 1581 unter der Leitung von HIERONYMUS LOTTER errichtete heutige Alte Ratuhaus in **Leipzig**. Der auch gescholtene LOTTER, wohl wegen Baukostenüberschreitung als 'Lotter-Wirtschaft' angeprangert, war auch an erzgebirgischen Berkwerken beteiligt. Ein bemerkenswertes Renaisance-Rathaus ist das unter LOTTER und PAUL WIDEMANN erichtete in dem im Jahre 2011 mit 6432 Einwohnern als Kleinstadt zu sehenden **Pegau** (Wikipedia 2013).

Renaissance schmückt auch die Mittelstadt Grimma.

'Renaissance' gerade auch in **Görlitz**: die unter dem Ratsbaumeister WENZEL ROSKOPF dem **Älteren** zwischen 1537 und 1538 errichtete Rathaustreppe mit der Verkündigungskanzel und der später, 1591 ergänzten Justitia, und dem auf 1590 zurückzuführendem Brunnen mit dem Stadtknecht auf dem Obermarkt.

bildBürgerhaus-Renaissance: Telc/Mähren



Abbildung 892: Residenz Torgau, über dem Eingang.



Abbildung 893: Innenhof Residenz Torgau.



Abbildung 894: Torgau: Renaissance am Rathaus, 1563 . 1578.



Abbildung 895: Renaissance-Rathaus Pegau.



Abbildung 896: Grimma. Renaissance-Giebel Rathaus, 1538 - 85.



Abbildung 897: Görlitz: Rathaustreppe.



Abbildung 898: Görlitz; Brunnen Obermarkt.

**Augsburg** mit seinen reichen Kaufmannsgeschlechtern FUGGER und WELSER wurde zum Zentrum der Architektur der Renaissance oder Spätrenaissance und auf den aus Augsburg stammenden Architekten ELIAS HOLL geht das 1615 - 1620 erbaute dortige Rathaus zurück, das als bedeutendster profaner Renaissancebau nördlich der Alpen gilt (Wikipedia 2013).

Das besterhaltene Renaissance-Schloß des Nordens ist der düster wirkende Palast von **Kalmar,** damals gelegen an der Grenze Schwedens zu dem noch tief im heutigen Schweden sitzenden Dänemark. In der ersten Anlage begonnen 1180, zog hier der ein neues nationales Schweden gegen Dänemark begründende GUSTAV WASA hier ein und beendete die entgegen ihrer Begründerin MARGARETE meist nur lockere Kalmarer Union der nordischen Länder 1397 - 1523.

Das dänische Renaissanceschloß Frederiksborg wurde nach einem Brand 1859 rekonstruiert.

Renaissance gab es auch in **Polen**.

Dichter war **ARIOST**, in Ferrara, der das phantasievolle Epos vom 'Rasenden Roland" verfaßte. In Ferrare gab TORQUATO TASSO, Urbild von GOETHEs 'Tasso'. Aus einfachen Verhältnissen in Arezzo stanmte PIETRO **ARETINO** (A. SEMRAU 1925), der auch ohne humanistische Bildung und damit ohne Latein als Satiriker und Komödiendichter in der Volkssprache hohe Anerkennung von Potentaten fand, ob vom Herzog von Mantua, dem Franzosenkönig FRANZ I.,



Abbildung 899: Augsburg Rathaus.



Abbildung 900: Schloß von Kalmar.



Abbildung 901: Frederiksborg/Dänemark, um 1577/1859.



Abbildung 902: Renaissance-Polen: Barranow-Sandomierski, 1606.



Abbildung 903: Ferrara: ARIOST-Denkmal.

Päpsten und dem Kaiser KARL V. und hoch beachtet bis 1556 in Venedig lebte, Freund des Malers TIZIAN.

Gegenüber dem Latein der Humanisten hatten Dichter wie DANTE, BOCCACIO, PETRARCA ihre Dichtungen in **italienischer Volkssprache** verfaßt, schrieben auch ALBERTI und LEONARDO DA VINCI großenteils volkssprachlich, wobei es das **Toskanische** war, das sich als als die Verkehrssprache durchsetzte (K. SIMON 1991, S. 81).

Mehr denn je gestalteten als **Fresko** oder als transportierbares Gemälde **Maler** Themen aus der überlieferten **antiken** Geschichte oder aus den antiken Mythen, beraten von den die Antike kennenden Gelehrten, und einige der großartigsten Maler gehörte der Renaissance an. Vom **Naturgefühl** zeugt, wenn **Landschaft** erscheint zunehmend nicht nur als Hintergrund für Marien- oder Heiligenbilder, sondern auch in detaillierter Darstellung. Gärten um Villen sind auch Ziergärten. Von einem neuen Naturgefühl ist die Rede bei PETRARCA, der in Briefen italienische Landschaften schildert und in Süd-Frankreich 1336 den einsam in der Landschaft südlich von Avignon aufragenden rauhen, 1912 m hohen Mont Ventoux bestieg (J. BURCKHARDT 1904, S. 19). Waren andere schon oben gewesen? Jedenfalls gilt PETRARCAs Aufstieg als erster solche Wanderung zur Erbauung.

Und es erblühten, man sehe nach Mantua oder Urbino (K. SIMON 1991, bes. S. 270 ff.), **Theater,** gab es Neuerungen in der **Musik**, erstehen auch Vorfor-

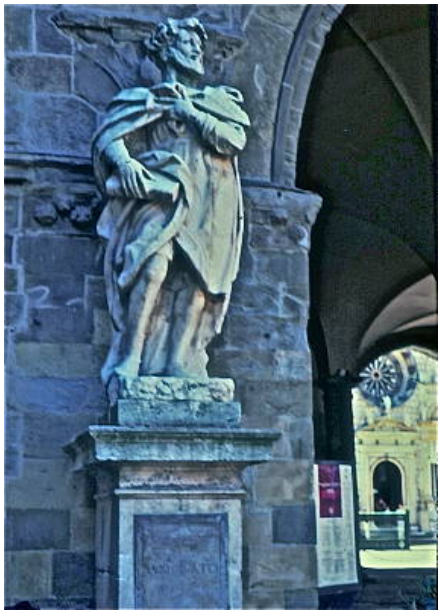

Abbildung 904: ARIOST. Bergamo.

men der **Oper** oder, mit MONTEVERDI, aus Cremona, die Oper im engeren Sinn. Die Fürsten gaben für Aufführungen oft viel Geld aus und aufwendige **Bühnendekorationen** werden geschaffen von talentierten Malern. Angesichts der Verweltlichung der Kunst wirkte für Musik für den Glauben im Sinne der katholischen Erneuerung von Trient als Neugestalter der Kirchenmusik der 1594 gestorbene GIOVANNI PIERLUIGI DA PALESTRINA.

## Die Verbreitung der Renaissance ab dem 14. und 15. Jahrhundert

Die Renaissance begann in **Italien** und blieb mit den dortigen Städten und Staaten in vielem verknüpft. Hervortraten **Florenz**, auch **Rom**, teilweise Venedig. Es wurde auch diskutiert, ob in Burgund, also Flandern und Brabant zumal, so etwas wie eine zweite Renaissance hervorbrachten (P. BURKE 1998, S. 71).

Was dann die **Vielgestalt** in Wirtschaft, Politik, Kultur, technischen Errungenschaften und dem Vordringen auf der Erde im Unterschied zu den asiatischen Großstaaten hevorbrachte wird auf die **Vielheit von oft kleinen europäischen Staaten** zurückgeführt. Es gab die unabhängigen Staaten in Italien, die nahezu auch unabhängigen Fürstentümer und Stadtstaaten in Deutschland, die Städte im Nordwesten. Mag sein, daß die Zahl von über 500 "Staaten, Stadtstaaten und



Abbildung 905: In Palestrina.



Abbildung 906: PALESTRINA. Palestrina. 1921.

Fürstentümern" um 1500 (F. ZAKARIA 2008, S. 91) übertrieben ist, eine große Zahl von mehr oder weniger unabhängigen politischen Einheiten erbrachte **Konkurrenz zwischen ihnen.** In Italien gab es einmal 70 bis 100 selbständige Stadtstaaten, die sich dann allerdings immer mehr gegenseitig auffraßen und von denen manche gerade im frühen 16. Jh. unter die Herrschaft von Staaten außerhalb Italiens gerieten. Es gab aber insgesamt keine europäische Zentralmacht, die etwa die Schiffahrt oder Waffenentwicklung aller oder auch nur vieler hätte unterbinden können. Kulturell war in aller seiner Zerrissenheit Italien aber im 14. Jh. wieder viel mehr als das Trümmerfeld von Rom und anderenorts. Aber an der Entwicklung der Renaissance waren bald auch andere Staaten als die in Italien beteiligt. Die **"Renaissance"** verlagerte sich **zunehmend nach dem Norden**. Italienisch war andererseits neben dem Latein erste Fremdsprache der nichtitalienischen gebildeten Europäer.

In Asien hat es mehr Zentralismus gegeben, aber wohl auch nicht nur. FRIEDRICH AUGUST HAYEK, der 1944 in seinem Buche "Der Weg zur Knechtschaft" für die Nichteinmischung des Staates in die ausschließlich privat zu betreibende Wirtschaft sprach, sah in der **individuellen Freiheit** die Voraussetzung auch für "die wunderbare Entfaltung der Wissenschaft" (s. 1971, S. 34). Erst "seit alles ausprobiert werden konnte", wofür in der Regel die das Bildungswesen reglementierenden Behörden nicht das Risiko übernahmen, "hat die Wissenschaft die riesigen Fortschritte gemacht, die das Aussehen der Welt in den letzten hundertfünfzig Jahren verwandelt haben", und, so möchte hinzugefügt sein, was in der Renaissance begann. Das antike Wissen wurde in einen "historischen Erfahrungsraum" (F. KRAFFT 1989) übernommen, der sich in der Zwischenzeit stark verändert hatte, namentlich durch das Christentum, und der sich nunmehr gerade durch Zuwendung zur Antike erneut wandelte.

## Was geschah im einzelnen: Die Aneignung der antiken Autoren in Wissenschaft und Technik – zunächst ins Latein

So gut wie alle aus der Antike noch heute bekannten Texte wurden in der Renaissance wiederentdeckt und sogar erschlossen.

Der 1341 in Rom auf dem Kapitol-Hügel zum "Poeta laurearus" gekrönte FRANCESCO PETRARCA war einer der ersten, die sich verstärkt wieder der Antike zuwandten, der von ihm zutiesft bewunderten. Geboren 1304 in Arezzo war er in dem zum Papstsitz gewordenen Avigon aufgwachsen, wo sein Vater als Jurist tätig war. PETRARCA suchte auf seinen Reisen etwa in Klosterbibiblioheken bewußt als einer der ersten nach antiken Texten, allerdings der Dichtkunst und der Retho-

rik. Briefe von CICERO, gefunden 1345 in Verona, waren einer der bejubelten Funde. Zuletzt manchmal verbittert, auch angesichts des Sterbens von Freunden durch die Pest 1348, wurde er in seinem Studiensitz Arqua bei Padua am Morgen des 19. Juli 1374 tot aufgefunden - den Kopf ruhend auf einem Manuskript des römischen Dichters VERGIL. Das war fast symbolhaft für den einen großen Begründer des "Humanismus".

Die Aneignung möglichst vieler, ja aller antiken Texte und deren Überprüfung auf Echtheit war das Ziel der "Humanisten". **"Humanismus"** meinte die Hinwendung zur Menschenwelt, zu den irdischen Dingen, wie sie die antike Wissenschaft bot. Ein wesentliches Ziel im Humanismus war, möglichst dem Original entsprechende, also gut editierte Texte zu erstellen und so die Meinung der Verfasser möglichst unverfälscht kennenzulernen. Daß bei Abschriften und mit Kommentaren auch ursprünglich nicht Vorhandenes in überlieferte Texte geraten war, wurde auch deutlich. Textanalyse, **Textkritik** wurde betrieben. **Editorische Veranwortung** kam auf. Textkritik begünstigte dann auch allgemeine kritische Haltung.

Daß

Die Wissenssprache des Mittelalters war Latein gewesen. Indem man das Latein des CICERO nun zum Maßstab erhob, wurde auch eine Wandlung des Latein verhindert, konnte Latein nicht eine erneuerte moderne Sprache werden (CH. H. HASKINS 1927, S. 129). Lateinische Texte wurden teilweise früher, in der Renaissance teilweise dann neben griechischen Texten erfaßt und erschlossen.

Auf **systematische Suche nach Handschriften**, lateinischen, auch etwa schon aus dem Griechischen ins Lateinische übersetzen, reiste im lateinischen Europa GIAN FRANCESCO POGGIO BRACCIOLOINI (E. STEIN 2006). Wie es heißt wegen seiner schönen Handschrift kam er 1403 durch Protektion an die römische Kurie, war zeitweilig Sekretär des Papstes. Zuletzt, 1453 bis 1458 war POGGIO Kanzler in Florenz. POGGIO schrieb selbst, so Anekdoten, Reden und hinterließ mehr als 550 Privatbriefe. Ein wichtiger Briefpartner war der auch Manuskripte sammelnde NICCOLI. Zur Handschriftensuche besuchte POGGIO etwa vom Konzil in Konstanz aus namentlich Klöster und fand in deren Bibliotheken etwa im Jahre 1416 Texte in St. Gallen, 1417 wohl in Fulda, später Manuskripte in Reichenau, Langres, Köln, Monte Cassino und anderswo. Wie POGGIO auf dem Maulesel zu Klöstern reitet schildert in dichterischer Freiheit CONRAD FERDINAND MEYER, der Pergamente der Texte des antiken Komödiendichters PLAUTUS in einem Nonnenkloster finden und mitgehen läßt, suchend nach MEYER in seiner "Begeisterung für die Trümmer einer niedergagngenen größeren Welt ..." (S. 127). Selbstverständlich waren die gefundenen Texte Abschriften. Die Kopisten und Textbewahrer des Mittelalters waren für die Renaissance damit wohl

mindestens so wichtig wie jene, welche die Manuskripte jetzt aufstöberten. Immerhin kamen sie nun zu breiterer Kenntnis unter Interessierten, wurden nach einem zeitgenössischen Ausspruch 'befreit aus den lichtlosen, schmutzstarrenden Kerkern der barbarischen Mönche und zurückgeführt in ihre italienische Heimat' (nach E. STEIN 2006, S. 97). Ein Werk, das des QUINTILIAN, fand sich in St. Gallen zu POGGIOs Entsetzen auf dem schmutzigen Boden in einem dunklen Turm (zit. nach W. SEYFARTH 1968, S.41). Enttäuscht war POGGIO vom Aufenthalt in England 1418 bis 1423. POGGIO war auch ein führender Kopist und leitete Kopisten an und führte die bei den Humanisten bald übliche, auf den karolingischen Minuskeln beruhende Schriftart ein.

POGGIO fand die Humanisten besonders begeisternden Reden von CICERO und 1416 in St. Gallen einem vollständigem Text des Rhetors QUINTILIAN aus dem 1. Jh. n.Chr., die "Institutio oratoria" (P. BURKE 1998, S. 47). Erhalten hat POGGIO eine im 9./10. Jh. in Fulda angefertigte Teilabschrift von AMMIANUS MARCELLINUS Römischer Geschichte aus dem 4. Jh. Von den lateinischen technischen Schriftstellern wurde des VITRUV **"De architectura"** im Mittelalter mehrfach handschriftlich kopiert, blieb jedoch ansonsten unbekannt. POGGIO fand 1414 bei einer Reise in der Schweiz (CH. L. SINGER 1998, S. 66) zwei Manuskripte und das Werk wurde nun als Sensation gefeiert. Ferner wurde durch POGGIO wieder bekannt das Werk "De aquaeductibus" **über die römischen Wasserleitungen** des FRONTINUS und das dem als römischen Feinschmecker gesehenen APICIUS zugeschriebene **Kochbuch**. Daß es bei der Auffindung antiker Werke um die letzte mögliche Rettung gehen konnte zeigte sich bei dem Lehrgedicht "**De rerum natura**" von LUCRETIUS/LUKREZ (Wikipedia), deren womöglich letzte erhaltene Abschrift POGGIO **1417** in einem nicht näher genannten deutschen Kloster auffand.

Fast ganz verloren war des TACITUS **"Germania**", mit vollem Titel einmal "De origine et moribus Germanorum", die nur in einer einzigen späteren Abschrift in die Neuzeit kam, gefunden von dem ebenfalls im Auftrag von Past NIKOLAUS V. nach Handschriften suchendem ENOCH VON ASCOLI im Kloster Hersfeld (L. MÖLLER in TACITUS 2012, S. 79). 1455 kam das Manuskript nach Rom.

Wie die genannten Titel anzeigen, wurde verschiedener Inhalt antiker Schriften zur Kenntnis genommen, nicht nur, ja oft nicht einmal vordergründig, aus historischen, sondern aus zeitgenössischen Gründen, für Architektur und philosophische Gedanken. Der griechisch schreibende Kriegsschriftstellers AELIAN (AELIANUS TACITUS), 2. Jh.n. Chr., fand größtes Interesse bei Militärs des 16. Jh. und später mit seiner Beschreibung von **Drill und Taktik** im mazedonischen Heer von ALEXANDER dem GROSSEN, was immerhin über 4 Jahrhunderte nach ALEXANDERs Tod festgehalen wurde. 1487 gab es eine lateinische Übersetzung.



Abbildung 907: PLINIUS. Como, Dom.

Nach Erfindung der Buchdruckerkunst um 1444 wurden die Schriften schließlich **gedruckt**. VITRUVs "De architectura", auch immer noch abgeschrieben, wurde 1486 gedruckt, auch weiterhin abgeschrieben. Die "Historia Naturalis" des PLINIUS wurde gedruckt 1469 in der Presse des J. SPIRA in Venedig. ine keineswegs vollständige Zählung ergab, daß Zwischen 1469 bis 1499 erschienen mindestens 39 Ausgaben dieses Werkes von PLINIUS (E. W. GUDGER 1934 - 35).

Der antike Atomismus wurde verbreiteter, als 1473 das Lehrgedicht "**Von der Natur der Dinge**" von LUCRETIUS in Brescia gedruckt erschien und bis um das Jahr 1600 ungefähr 30 weitere Ausgaben dieses Werkes folgten (J. R. JACOB 1998). Es regte das Denken mancher an und beeinflußte sie. Die "**Germania**" des TACITUS (2012, S. 82) wurde in Venedig gedruckt 1470 und 1473 und wirkte mit am deutschen Nationalbewußtsein.

## Griechisch und griechische Texte im katholisch-lateinischen Europa

Ein Großteil der antiken Texte war original in Griechisch verfaßt worden, auch die von GALEN, PTOLEMAIOS und anderen. Griechisch war im Süden Italiens und auf Sizilien im Hochmittelalter bekannt gewesen, aber dann im Norden wohl ziemlich in Vergessenheit geraten. Latein war immer präsent gewesen. Dank

griechischer Emigranten aus dem nunmehrigen Türkenreich namentlich nach der Eroberung von Konstantinopel 1453 unter Sultan MEHMED (MOHAMMED) II. konnte auch **in Italien und dann im europäischen Norden Griechisch gelernt** werden und mancher Humanist, der also alte Texte aus dem Original erschließen wollte, hat es getan, mit machem Schweiß und langjährigem Bemühen, wie auch POGGIO (P. BURKE 1998, S. 47). Das Erschließung des Griechischen war auch möglich geworden, weil nach der 'lateinischen' Eroberung 1204 in Byzanz nach der griechischen Wiederbesetztung Konstantinopels unter den Paläologen so etwas wie eine Parallelrenaissance stattgefunden hatte (D. J. GEANAKOPLOS in R. BLACK 2006, III, S. 3).

Nunmehr textkritisch eingestellt, wurde nach möglichst originalen **griechischsprachigen Texten** gestrebt und **von ihnen** lateinische Übersetzungen angefertigt, zuerst in der Zeit der **Humanistenpäpste**. Als erster Humanisten-Papst gilt NIKOLAUS V. (Wikipedia 2918), mit dem als Arztsohn 1447 erstmals ein Bürgerlicher auf den Papstthron kam. Bildung und Wissen sollten die Autorität des Papsttums stärken. Unter NIKOLAUS V. wurde die Vatikanische Bbibliothek gegründet, Der Wiederaufbau von christlichen Kirchen des alten Rom war auch geplant. Und Humanist war dann vor allem auch PIUS II. der vor seiner Wahl zum Papst 1458 ENEA SILVIO PICCOLOMINI hieß und das Entscheidungsrecht des Papstes in kirchlichen wie weltlichen Dingen betonte. Unter PIUS II, erstand 1460 auch die Universität Basel. Es gab Aufträge zur Übersetzung griechischer Werke ins Lateinische (S. 60). POGGIO hatte den XENOPHON zu übersetzen, LORENZO VALLA den für das Geschichtsverständnis so wichtigen THUKYDIDES, dies vollendet 1452, gedruckt 1513 (Wikipedia 2018) . Die Fälschung der "Konstantinischen Schenkung" wurde ihm deutlich, weil das Latein der Urkunde der "Konstantinischen Schenkung" nicht dem entsprach, das man aus der Zeit des Kaisers KONSTANTIN erwarten mußte. VALLA wurde ungeachtet der Aufdeckung dieser Fälschung nicht verfolgt. In Rom hielt er Vorlesungen über VERGIL und CICERO, wurde nach dem Tode in Rom 1457 hoch geehrt. Vieles im Sinne des Humanismus geschah in der Mitte des 15. Jh., also ein dreiviertel Jahrhundert vor LUTHER!

Auch nach der türkischen Okkupation von Konstantinopel gab es jedoch Gebiete mit griechisch-sprachiger Bevölkerung und christlich-östlicher Kultur, so Rhodos, Kreta, Cypern, Euböa und Morea (= der Peloponnes) standen noch lange unter venezianischer Herrschaft. Auch wurden Besuche im Lande der Türken durchaus wieder möglich. Trotz aller Veränderungen der griechischen Sprache seit der Antike hatten byzantinische Gelehrte zahlreiche klassische griechische Texte bewahrt und war damit auch die alte Sprache erhalten worden. Gerade in der byzantinischen Spätzeit, als das byzantinische Reich immer größere Gebietsverluste erlitt, wirkten

noch einmal bekannte Gelehrte, so in Mistra auf dem Peloponnes unter GEORGIUS GEMISTOS PLETHON. Es wurden auch lateinische Autoren wie CICERO, OVID, der heilige AUGUSTINUS und BOETHIUS in das Griechische übersetzt (P. O. KRISTELLER 1974). In der Zeit vor der türkischen Eroberung Konstantinopels ließ sich der Dichter PETRARCA von BAARLAM von KALABRIEN in Italien Unterricht im Griechischen erteilen und erwarb griechische Handschriften mit Texten von HOMER und PLATO(N). BOCCACCIO nahm LEONZIO PILATO in sein Haus auf und veranlaßte ihn, in Florenz Griechisch zu lehren und HOMER ins Lateinische zu übersetzen. Um 1355 in Konstantinopel geboren war MANUEL CHRYSOLORAS, welcher, etliche Zeit vor der Einführung des Buchdrucks, auf Einladung 1397 Griechisch in Florenz lehrte und bedeutende Humanisten in das Griechische einführte, die Grundlage für die Wiederentdeckung der griechischen Literatur legte. Lehrmaterial wurde seine griechische Grammatik "Erotemata sive quaetiones", die in Frage und Antwort lehrte. Tätiigauch in anderen Städten, starb CHRYSOLORAS 1415 auf dem Wege zum Konzil in Konstanz. Durch ihn wurde PLATO(N)s bedeutendes politisches Werk über den "Staat" ins Lateinische übersetzt. Trotzdem die angestrebte Vereinigung der griechischen und römischen Kirche schließlich fehlschlug, gab es immer neue Verbindungen von Gelehrten der griechisch-byzantinischen und der lateinischen Welt. In der letzten Zeit des noch bestehenden byzantinischen Reststaates wie dann nach Antritt der türkischen Herrschaft wurde durch Reisen aus dem griechischen Gebiet wie auch nach Italien gegangener oder von nach dem Osten reisenden Italienern Handschriften erschlossen. Auch Kaufleute brachten Manuskripte nach Italien, so 1423 GIOVANNI AURISPA 238 an Zahl, wurden sie doch entsprechend bezahlt (L. RUSSO 2004).

In Trapezunt war vor 1400 BESSARION geboren, der um 1410 nach Konstantinopel ging, hier Männer auch aus dem Westen unterrichtete, Abschriften griechischer Handschriften anfertigen ließ und später Kardinal in Italien war. Auch Papst NIKOLAUS V. war wie Kardinal BESSARION ein eifriger Sammler griechischer Handschriften (N. MANI 1956). Von Italien nach dem Osten reiste FRANCESCO FILELFO (PHILELPHUS) (1398 - 1481), der 1427 von Konstantinopel mit einer reichhaltigen Sammlung griechischen Handschriften zurückkehrte und in Bologna, Florenz, Siena und Mailand lehrte. Im Jahre 1430 war THEODOR von GAZA von Thessalonica (Saloniki) geflohen und wurde 1447 Professor des Griechischen an der Universität Ferrara, wirkte 1450 bis 1455 in Rom. An "Griechen" wirkte in Italien fernerhin KONSTANTIN LASCARIS, der nach dem Fall Konstantinopels zuerst nach Mailand ging, dort die Tochter des Herzogs IPPOLITA SFORZA unterrichtete, für sie die "Erotemata" schrieb, eine Grammatik, die, 1476 in Mailand gedruckt, das erste **ganz in Griechisch gedruckte Buch** war. KONSTANTIN LASCARIS war Professor in Neapel, dann in Messina. Der ebenfalls aus Konstantinopel stam-

mende JOHANNES ARGYROPOULOS lehrte ab 1456 in Florenz, dann in Rom. DEMETRIOS CHALCONDYLAS wirkte in Padua, Florenz und Pavia, MARCUS MUSURUS in Venedig und Padua (P. O. KRISTELLER 1974). Der noch um 1445 in Konstantinopel geborene JANOS (JOHN) LASKARIS, später Biblitohekar bei dem LORENZO den PRÄCHTIGEN in Florenz reiste 1491 / 1492 in den Orient und brachte etwa 200 griechische Handschriften mit, darunter solche des GALEN (N. MANI 1956).

Zunehmend konnten auch im Griechischen unterrichtete Westeuropäer als Lehrer dieser Sprache und als Übersetzer wirken. Im Osmanischen Reich selbst gab es eine Renaissance nicht.

Der Druck auf Griechisch sollte ermöglichen, daß Gelehrte in verschiedenen Orten sich an der Interpretation des Originaltextes beteiligen konnten. Nicht vollständig erschien 1499 das Werk des DIOSK(O)URIDES, von dem es wegen der alle Mediziner interessierenden Heilmittel und namentlich Pflanzen dann besonders viele Editionen gab. Gedruckt in Griechisch mit byzantinischen Minuskeln wurden die Werke der Mediziner GALEN und DIOSKORIDES bei MANUTIUS (E. STÜBLER 1928). Den GALEN-Text, 1525 gedruckt, überwachte der Arzt und Humanist GIOVANNI BATTISTA OPPIZZONI aus Pavia (N. MANI 1956). Im 16. Jh. ist die Rede von über 600 GALEN-Schriften in griechischer Sprache (J. HELM 1998).

Das die verschiedenen Meinungen der verschiedenen antiken Philosophen zitierende Werk "Das Leben der Philosophen" von DIOGENES LAERTES wurde um 1430 ins Lateinische übersetzt und erschien 1533 in Basel auf Griechisch (J. R. JACOB 1998). 1552 erschien auf Griechisch der Kriegsschriftsteller AELIAN TACTICUS.

**Gedruckt wurden auch die übersetzten Texte arabischer Autoren**, so die .Schriften des AVICENNA in Rom 1489 (ZEDLER Universal-Lexikon, 2. Band, 1732) und die des RHASES 1544 zu Basel. Auch auf Arabisch wurde gedruckt.

## Wie ging man bei der Auswertung der alten Texte vor

Einen Text richtig und im Sinne des Verfassers zu verstehen wurde meistens angestrebt. Die Schriftgelehrten konnten sich da gewaltig streiten. Bei Übersetzungen war es gar nicht einfach, die richtige Fassung in einer modernen Sprache herzustellen. Auch die Bedeutung der Worte von einst hatte sich verändert. Schlimm konnte es werden, wenn man "Gottes Wort" unterschiedlich interpretierte, hier, wo es auf bei all der Unbestimmtheit gar nicht darauf angekommen wäre, ob man es so oder so. Aber von ihrem gezänkt lebt die Theologie.

Bei **naturwissenschaftlichen oder auch historischen Texten** stand eine Realität dahinter. Wie sah man eben die Bewegung der Himmelskörper oder die Organe im menschlichen Körper? Und dieselben Texte konnten auch voneinander abweichen. Es gab also viel Bemühen um philologische Reinheit, die **Castigatio**. Weil der Anatom VESAL(IUS) genau wußte, was GALEN geschrieben hatte, konnte er auf die manchen gar nicht so auffallenden Abweichungen bei der Beschreibung von Affenorganen im Unterschied zu denen des Menschen gelangen.

## Toleranz gegenüber anderen Kulturen, auch gegenüber dem Hebräischen

In Paris wurde Griechisch seit 1470 gelehrt. Und hier begann auch der in Pforzheim gebürtige JOHANN REUCHLIN es zu erlernen, der dann lange ohne Universitätsstellung entscheidender Lehrer für Griechisch und Hebräisch in Deutschland wurde. **Hebräisch** erlernte REUCHLIN nach Bekanntschaft mit gelehrten Juden. Solche war für Christen damals nicht üblich. Um die Juden zur Konversion zum Christentum zu zwingen, sollten ihnen ihre hebräischen Bücher weggenommen werden. Dem voran stand ein getaufter Jude, JOHANN PFEFFERKORN, der also mit besonderer Aktivität seinen Übertritt zum Christentum glaubhaft machen wollte. REUCHLIN trat ihm mit der Schrift "Augenspiegel" 1511 entgegen. Bedroht auch vom Inquisitor JAKOB VON HOCHSTRATEN, wurde aber in Rom für REUCHLIN entschieden. CROTUS RUBEANUS und ULRICH VON HUTTEN machten in den 1515, 1517 erschienenen "**Dunkelmännerbriefen**", den "Epistolae Obscurorum Virorum", die Gegner der Kenntnisnahme von hebräischen Texten lächerlich zu machen. REUCHLIN hatte den Protest ausgelöst, war an den 'Dunkelmännerbriefen' direkt nicht beteiligt (D. MacCULLOCH 2008, S. 128) und die gegen ihn prozessiernden Dominikaner kamen in dem damals in Gelehrtenkreisen antirömisch eingestcllten Deutschland nicht durch (L. VON RANKE, I, S: 124 ff.). Das Eintreten für die hebräischen Schriften war aber bei REUCHLIN nicht auch Anerkennung der Juden (D. MacCULLOCH 2008, S. 129), und ihn als Proponent der **Toleranz** zu feiern darf seine Grenzen nicht unbeachtet lassen. Immerhin: Auch Toleranz anderen Kulturen, anderen Texten gegenüber, hier der jüdischen, war ein Zeichen der Renaissance.

## Antike Autoren weiter verbreitet

Mit der Erschließung der antiken Texte und deren Druck wurden die antiken, auch die griechischen Autoren, weiter verbreitet, manche erst jetzt erschlossen. **Von den**



Abbildung 908: REUCHLIN. Pforzheim.

**griechischsprachigen** Autoren wurden, wenn noch nicht geschehen oder verbesserungsbedürftig, **lateinische Übersetzungen** angefertigt. THEODOR von GAZA übersetzte ins Lateinische unter dem Patronat von Papst NICOLAUS V. ARISTOTELES, THEOPHRASTOS und andere Autoren (E. W. GUDGER 1934 - 1935). Gedruckt erschienen in Venedig 1476 etwa zoologische Werke des ARISTOTELES, 1483 Werke des THEOPHRAST. ARISTOTELES-Übersetzungen brachte auch ARGYROPOULOS. Stand im Mittelalter ARISTOTELES im Mittelpunkt, so rückte nun auch PLATO(N) auf. PLETHON, der in Italien auf dem Kirchenkonzil zur Vereinigung der Ost- und der Westkirche war, hatte vor seiner Rückkehr nach Griechenland 1441 den Anstoß zur Gründung der Platonischen Akademie in Florenz gegeben. Die lateinische Übersetzung PLATO(N)s von MARSILIO FICINO, Florenz, erschien zuerst 1484, gefolgt von mehr als 30 dieser gedruckten Übersetzungen im 16. Jh. (J. R. JACOB 1998). Werke des Arztes GALEN erschienen in Latein zuerst in Venedig 1490 bei DE CANETO (N. MANI 1956). Ein erstes lateinisches Gesamtwerk GALENs, "Opera omnia", folgte 1541. GALEN wurde die führende medizinische Autorität. Die "**Humanistenärzte**" sahen etwa in GALEN ihr Vorbild, so in England THOMAS LINACRE, Leibarzt des jungen Königs HEINRICH VIII. Werke des HIPPOKRATES erschienen 1525 in Rom (E. STÜBLER 1928).

Das Werk des DIOSKORIDES über die Heilmittel und damit viel über die antike Pflanzenkenntnis erschloß durch Überseetzung in gutes Latein der auch kommen-



Abbildung 909: TARTAGLIA. Brescia.

tierende JEAN RUEL(LL(IUS) von der Pariser medizinischen Fakultät, er, der "Adler der Interpreten", der auch fand, das manche der bei dem antiken Vorgänger genannten Pflanzen in Mitteleuropa offensichtlich fehlten und also hier eigene Forschung erfolgen mußte.

Im 15. Jh. und dann im frühen 16. Jh. wurden fast alle bedeutenden Texte der griechischen Antike, die im byzantinischen Mittelalter erhalten blieben, für westeuropäische Gelehrte zugänglich (P. O. KRISTELLER 1974).

Auch anspruchsvollere mathematische Werke nunmehr bekannt und gewürdigt wurden. Texte des ARCHIMEDES wurden in der "editio princeps" 1544 in Basel in der von TARTAGLIA gelieferten lateinischen Übersetzung gedruckt, weitere Werke des ARCHIMEDES geliefert von 1558 FREDERICI COMMANDINO erschienen 1558, und 1615 erschien DAVID RIVAULTs Ausgabe der sämtlichen Werke und antiken Kommentare. Das war eine bedeutende Anregung für die führenden Mathematiker des 17. Jh. GALILEI sprach von "superhuman Archimedes" (J. R. JACOB 1998). TARTAGLIA, der selbst Ballistik betrieb, übersetzte EUKLIDs "Elemente" aus einer lateinischen Fassung auch ins Italienische (Wikipedia).

## Texte auch auf Arabisch

Angeeignet und schließlich in deren Sprache und Schriftzeichen gedruckt wurden auch **arabische Werke**. Araber setzten die Texte.

1593 wurde der 'Canon', das zusammenfassende medizinische Werk des AVICENNA, in der mediceischen Buchdruckerei in Rom in Arabisch gedruckt. Die Werke des AVICENNA, also dessen 'Canon medicinae', die des HUNAIN IBN ISHAQ

(JOHANNITIUS) und des RHAZES waren die im Mittelalter benutzten Texte gewesen, so in Heidelberg (L. SCHUBA 1986). .

## Druck auch mittelalterlicher und neuerer Schriften

Buchdruck und Renaissance bedeuteten aber nicht nur Aneignung antiker **Schriften**, es wurden auch solche **aus dem Mittelalter**, gedruckt und damit weiter zugänglich. Die Schrift über den Magneten von PETER PEREGRINUS wurde etwa 1562 gedruckt. Der Bericht des Franziskaners ODORICOS DA PORDENONE (F. REICHERT 1999 nach Fernost von 1330 wurde mehr als 100mal in nicht immer gleichen Fassungen kopiert (S. 43) und dessen eher volkstümliche Fassung erstmals 1513 in Pesaro gedruckt (S.49).

Der Reisebericht vom Nahen Osten aus den Jahren 1547 bis 1549 des Naturforschers BELON (U. ILG 2005, S. 180) erschien 1553 gedruckt und ihm folgten im 16. Jh. um 15 Neuauflagen.

## Bibliophilie, Sammeln historischer Quellen und nicht nur der Antike und Humanismus

Die Humanisten übersetzten aber nicht nur alte Schriften und eigneten sich deren Inhalt an, und verbunden damit war auch eine grundsätzliche **hohe Einstellung zu Wissen und Bildung**. Diese wurden verbreitet. Die "Renaissance", sagte J. HUIZINGA (1953, S. 6), war ein "Proteus". Als "Renaissance"-Mensch zu leben war teuer, konnte sich nur eine zahlenmäßig geringe Elite leisten, obwohl andererseits Bildung selbst im Lateinischen und Griechischen für mehr Menschen als jemals zuvor möglich wurde. Viele Humanisten hatten viele Jahre oft an verschiedenen Universitäten studiert und hatten auf ihren Reisen Teile von Europa kennengelernt. Es gab in dieser Zeit des Humanismus auch nationale Bestrebungen, ein Bewußtwerden der **Eigenständigkeit der Nationen**. Die tschechischen Hussiten hatten es vorgelebt. Die Geschichte der eigenen, der deutschen Vergangenheit, sollte etwa unter CELTIS, zuletzt in Wien, jener der römischen Antike gleichwertig sein.

Manche, mit viel Geld, entwickelten eine regelrechte Liebe zu Büchern, wurden **Bibliophile**, richteten sich eigene, teilweise wertvolle Bibliotheken ein. Zunächst etwa bei bei dem 1437 gestorbenen NICCOLI und dem 1459 gestorbenem POGGIO, also noch vor dem Aufkommen des Buchdrucks, **Handschriften** auf Pergament. Gefundene wertvolle Handschriften waren also nicht öffentliches Gut, aber

sie wurden kopiert, kamen damit auch in andere Hände, und wurden später auch gedruckt.

Gesammelt wurden auch **verschiedenste Antiquitäten**, Abbildungen römischer Inschriften, die von Wappen, Münzen, Urkunden. In der **Geschichtsforschung** wurde auf Urkunden, Handschriften und die Werke älterer Historiographen zurückgegriffen.

Eine nur relativ kurze und eher von zweitrangigen Größen bestimmte Renaissance erlebte etwa das Königreich **Ungarn** (M. MOLNA'R 1999) unter dem 1443 geborenen und 1490 gestorbenen König MATTHIAS CORVINUS. Er war einer jener Herrscher, die eine Bibliothek einrichteten und durch weitere Werke und Kopien, auch Buchillustrationen, bereicherten. Es war die **Bibliotheca Corviniana.** Ihm vorangegangen war mit Kultur der Ungarnkönig LUDWIG I. (J. K. HOENSCH 1996) Der König von Polen und 1440 auch von Ungarn WLADISLAW III. fällt am 10. November 1444 in der Schlacht von Warna gegen die Osmanen unter MURAD II.. Der entkommene JANOS HUNYADI wird Reichsverweser, kann die Macht der Osmanen in einer 3-tägigen Schlacht auf dem von 1389 blutgetränkten Amselfeld hier nicht brechen. Aber er entkommt, und mit dem Sieg des Vaters von MATTHIAS CORVINUS, dem Reichsverweser JANOS HUNYADI, über die **Belgrad** belagernden Türken im Juli 1456, war das Vordringen der ab 1453 in Konstantinopel herrschenden Osmanen noch einmal abgeblockt worden. Der 'Türkei' wird als der große, gefährliche Bösewicht dargestellt. Das Läuten der Kirchenglocken in Europa wird als Mittagsgeläut bis zu Gegenwart bebeihalten. Die Venezianer sahen die Verbindung zur Türkei anders, als Handelsmacht, die liefern und einkaufen. Eigene Weg geht in der Beziehung zum Osmanenreich bald Frankreich.

Allerdings nur relativ kurz war die **spätmittelalterliche kulturelle Blütezeit Ungarns**, unter den Anjous und dann eben unter MATTHIAS, jenes Ungarn, das im frühen Mittelalter selbst schwer zerstörend auftrat, als zivilisiertes Land durch die Mongolen im 13. Jh. schwerste Verwüstungen erlitt und denen die Teilung, unter Verlust eines Teiles an die Türken nach 1526 bevorstand. Wird von Fürsten Transsilvaniens abgesehen, war MATTHIAS CORVINUS der letzte aus einem im wesentlichen ungarischen Geschlecht stammende Ungarn-König und versuchte sich auch als König von Böhmen, wobei er allerdings nur die Nebengebiete wie die Lausitzen besetzen konnte, Er auch als Eroberer eben ein Renaissanceherrscher. MATTHIAS eroberte aber große Teile der habsburgischen Erblande gegen Kaiser FRIEDRICH III., der MATTHIAS überlebte und die habsburgische Wiedergewinnung einleitete (Wikipedia 2017).

Ein Glanzzeit erlebte schon unter dem 1519 gestorbenem Kaiser MAXIMILIAN I. (H. WIESFLECKER 1986) die bedeutende Humanisten versammelnde Universität **Wien**. Studierten hier um 1515 gegen 7000 Studenten? Hier wirkte der Humanist



Abbildung 910: CORVINUS-Palast, Visegrad. 1975.




Abbildung 911: MATTHIAS CORVINUS. Bautzen Ortenburg, 1486.



Abbildung 912: Schloß Ambras b. Innsbruck.

CELTIS, mit einstigem Namen KONRAD PICKEL. Hier war auf CELTIS' Vorschlag 1501 das 'Collegium poetarum et mathematicorum" ins Leben gerufen worden.Hier wirkte JOACHIM VADIAN(US) (TH. MAISSEN 2001), der 1517 Rektor der Wiener Universität war, 1518 nach seiner Heimatstadt St. Gallen zurückkehrte und hier die Reformation vollzog, aber in geographisch-historischen Dingen auch mit dem katholisch gebliebenden TSCHUDI weiterhin zusammenarbeitete.

Als eine frühe Sammlung, schon als eine Art Museum, gründete Kurfürst AUGUST von SACHSEN 1560 eine **Kunstkammer** in Dresden und erstand hoch über Innsbruck die Sammlung im neuen Renaissanceschloß **Schloß Ambras** durch Erzherzog FERDINAND II. (P. BURKE 1998; S. 240; Wikipedia).

Ein Zentrum des Humanismus nördlich der Alpen wurde **Nürnberg**, die Stadt von DÜRER.

Manche Humanisten waren steinreich und konnten sich teure Bücher leisten. Der Nürnberger Patrizier PIRCKHEIMER (S. FISCHER-FABIAN 1988) konnte eine der größten Privatbibliotheken sein eigen nennen. Er aber besaß auch fast ungeheuren Grundbesitz, die Rede ist 1516 von 60 großen Lehnsgütern, 19 Eigengütern, dazu Besitzt von 5 Stadthäusern, 24 Hypotheken von Bargeld, außerdem Schmuck, Pelzen, Wagen, Pferden. Da blieb denn auch Geld für wertvolle Bücher. Viel andere mußten für PIRCKHEIMARs Bibliothek auf den Gütern körperlich arbeiten. Büchersammler war in Nürnberg auch SCHEDEL.

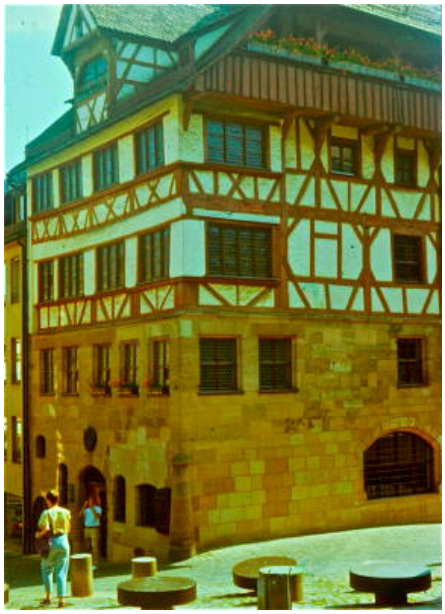

Abbildung 913: Nürnberg: DÜRER-Haus.

In Augsburg lebte der ebenso bibliophile und schwer reiche KONRAD PEUTINGER (vieles ais Wikipedia 2019), geboren in Augsburg 1465 und in Augsburg gestorben 1547 Er war einer der bedeutenden Politiker seiner Zeit, In Bologna und Padua war PEUTINGER Doktor beider Rechte geworden. Er war Berater der Kaiser MAXIMILIAN I. und KARL V., Von 1497 bis 1534, dem Jahr der Einführung der Reformation in Augsburg, war PEUTINGER Stadteschreiber in Augsburg. PEUTINGER war für freies Unternehmertum, da dieses die Wirtschaft voranbringt. Beachtlich war sein Interesse an der römsichen Vergangenheit. Etwa an Inschriften. PEUTINGER editierte die Gotengeschichte von JORDANES und die Langobardengeschichte von PAULUS DIAKONUS.

**Bildung** gab es in Nürnberg auch **unter Handwerkern**, wenigstens Kenntnis der Zeitgeschichte, also der Reformation, und der Volksmeinung und gab Volksschwänke, bewiesen durch HANS SACHS, Schuhmacher und Poet, der auch als Autor weiterhin für Schuhe sorgte. 'Der schreibende Handwerker', "Verachtet mit die Meister nicht!" (R. WAGNER).

Zur aufkommenden Maschinenarbeit im 18. Jh. wurde gemeint (EU. MATTHIAS 1944, S. 39): "Vor der absoluten Technisierung war es eigentlich allen Menschen vergönnt, mit ihrem Sinnen und Denken - ihrer Phantasie, ja auch ihrem Gefühl sich ihre Arbeit zu versenken, auch dann, wenn es ... nur ein selbstangefertigter Schuh war."



Abbildung 914: HANS SACHS. Nürnberg.

Wegen einer weithin bekannte Lateinschule und dem Wohnsitz des Humanisten BEATUS RHENANUS blieb eine Humanistenbibliothek erhalten in **Sélestat/Schlettstadt** im Elsaß. Der 1547 gestorbene BEATUS RHENANUS (Wikipedia, u. a. Internet) hinterließ faktisch seine gesamte **Privatbibliothek** mit etwa 670 in Leder gebundenen Bänden. Andere Privatbibliotheken, die von ERASMUS und REUCHLIN, wurden zerstreut.

Wie viele private Bücher besaß ein als Privatmann sammelnder Humanist? Von VADIAN(US) in **St, Gallen** wird eine mit dem Tod verwirklichte Schenkung von 1259 Titeln genannt (TH. MAISSEM 2001). Von antiken lateinischen Texten hatte VADIAN den Geographen POMPNIUS MELA herausgegeben (R. LAUTERBORN 1930, S. 116).

In Polen wurde im Osten, östlich von Lublin, durch den ab 1576 als Kanzler wirkenden JAN ZAMOYSKI unter dem italienischen Architekten BERNARDO MORANDO als Renaissance-Ideal-Stadt **Zamosc** mit einer Akademie aufgebaut (P. BURKE 1998, S. 205)..

## Humanistische Schulen

Städte gründeten neue, auch am Griechischen orientierte Schulen und neue Schüler wurden hier herangebildet. In Sachsen wurde 1515 in **Freiberg** ein erstes, wenn



Abbildung 915: Humanistenstadt Selestat/Schlettstadt.



Abbildung 916: VADIAN. St. Gallen.



Abbildung 917: Zwickau. 1961.

auch hier kurzlebiges humanistisches Gymnasium "auf sächsischem Boden eröffnet" (O. E. SCHMIDT 1928 b, S. 81). **Zwickau** wurde reich durch Silberfunde in seiner Nähe und hier erstand eine etliche Zeit **berühmte Schule**, Hier lerte auch AGRICOLA. Hier predigten dann THOMAS MÜNTZER, NIKOLAUS STORCH und andere den Aufruhr für Abschaffung der Obrigkeit, für Gütergemeinschaft und Zerschlagung der Bilder in der Kirche. LUTHER kam im April 1522 selbst nach Zwickau und predigte aus dem Rathausfenster "für die aus dem gesamten Gebirge zusammengelaufenen Massen (14 000 Menschen)" (O. E. SCHMIDT 1928, S. 138). Der Aufruhr ebbte hier, 3 Jahre vor 1525, nochmals ab. Aus der **städtischen Lateinschule** in **Zwickau** ging die noch bestehende Ratsschulbibliothek, mit zahlreichen Gelehrtennachlässen hervor (Internet Stadt Zwickau).

## Antikenverehrung und Humanismus im Vatikan und überhaupt in Rom

Päpste standen der Erneuerung oft aufgeschlossen gegenüber, unterstützten sie und auch die neuen Künste. Der Humanist ENEA SILVIO DE' PICCOLOMINI war 1458 - 1464 als PIUS II. Papst. Der 1471 - 1484 als Papst installierte SIXTUS IV. ließ die "Sixtinische Kapelle" erbauen und von MICHELANGELO ausmalen, eine unerhört realstische Darstellung von Weltschöpfung durch den gemalten



Abbildung 918: RAFFAEL. Urbino, von LUIGI BELLI 1894.

Gott und das Jüngste Gericht. Unter dem zwischen 1503 bis 1513 regierenden bedeutendsten Renaissance-Papst JULIUS II. malte der kaum 27-jährige RAFFAEL in der 'Stanza della Signatura' des Vatikan und damit verborgen vor der damaligen Öffentlichkeit 1509 bis 1511 das Fresko "Die Schule von Athen" mit der Darstellung disputierender antiker und damit christenferner Philosophen, so PYTHAGORAS, HERKALIT, PLATO, ARISTOTELES, EUKLID, PTOLEMÄUS. Vielleicht ist dieses Gemälde als geistvoller und für den Zeitgeist mancher aussagekräftiger einzuschätzen als etwa die später in die Dresdener Gemäldegalerie gekommene 'Sixtinische Madonna'. RAFFAEL, geboren 1483, starb 1520 mit 37 Jahren.

JULIUS II. lebte im Geheimen wohl bevorzugter in Athen als mit der Madonna. Seine Papstmacht gab ihm die Mittel, sich das zu erlauben.Mit 70 Jahren erschien JULIUS II. noch in Kriegerrüstung.

Durch zuerst vor allem LEON BATTISTA ALBERTI wurden **um 1440** Roms **Ruinen aus der Römerzeit** (CH. L. SINGER 1998, S. 66) erschlossen. Die Lage der alten Bauten, ihre Himmelsrichtung, wurden festgestellt und eine geographische Karte des alten Rom geschaffen, erstand die 'Descriptio Urbis Romae'. Es wurde eindeutig erkannt, daß das Kolosseum (S. 67) nicht ein Sonnentempel war, sondern ein Amphitheater. Dir Lustbarken des CALIGULA im Nemisee waren bekannt, abert ihre unter ALBERTI versuchte Hebung scheiterte. Der zum Architekten gewordene ALBERTI, der das Werk VITRUVs nutzte und verstand,



Abbildung 919: Rimini: Tempio Malatestiano.

übernahm Stilelemente aus der römischen ArchitekturALBERTI. In Rimini ließ ALBERTI im Auftrag des dortigen Herrschers SIGISMONDO PANDOLFO MALATESTA die Kirche San Francesco im äußeren Bild so umgestaltete, daß sie einem römischen Tempel glich - der Tempio Malatestiano. Über den als Mausoleum genutzten Bau war die Kirche nicht entzückt. Der Bauherr holte auch die Särge von Gelehrten, so des byzantinischen Philosophen PLETHON, mit hinein (u. a. Wikipedia 2013).

Im 16. Jh. nahm ANDREA PALLADIO antike Bauelemente auf.

Die Maler wurden überrascht, als **um 1480** ein Schafhirte in den Ruinen der Trajansthermen einbricht und in einen Raum gerät, dessen Decke voller Fresken war: Stillleben mit Schinken, Brot und Fisch, Landschaften, "dekoratives Miniaturdesign" (U. GEHRIGER 2014). Der Hirte wat in den überbauten **Palast des** so verteufelten Kaisers **NERO** geraten, dessen Domus Aurea. RAFFAEL und andere Maler ließen sich später abseilen, "ausgerüstet mit Kerzen und Notizpapier" und RAFFAEL malt davon angeregt im Vatikan (S. 43, auch Internet 2015).

C. F. MEYER dichtete im 19. Jh. über das Renaissance-Dasein etwa:

"In der Capuletti Vigna graben

Gärtner, finden einen Marmorknaben,

Meister Simon holen sie herbei,



Abbildung 920: Vatikan, Petersdom, umgesetzter Obelisk.

Der entscheide, welcher Gott es sei."

Besonderes Aufsehen erregte der am 14. Januar **1506** gestätigte Fund der marmornen, 2,4 Meter hohen **Laokoon-Statuen-**Gruppe, der gerade von Schlangen erwürgte trojanische Priester mit seinen 2 Söhnen, eventuell einer römischen Kopie, durch den Besitzer eines Weingutes über antiken römischen Bauten, NEROs Goldenem Haus, resp. den darüberliegenden Thermen des TITUS. Im 1. Jh. n. Chr. hatte PLINIUS von dem schon damals hochgeschätzten Kunstwerk geschrieben und das war bekannt– und nun konnte es real der Erde entnommen werden, nach der begeisternden Besichtigung durch MICHELANGELO noch im Erdreich vom Papst JULIUS II.gekauft. **1583** wurde die **Niobe-Gruppe** gefunden (E. FRIEDELL 2009, S. 481), eine Plastik jener Mutter der Sage, der aus Rache ihre 7 Söhne und 7 Töchter mit Pfeilen getötet wurden und die in unendlicher Trauer versteinte.

In Aix-en-Provence wirkte als vielseitiger Gelehrter, so als Astronom, der auch **antike Münzen und Gemmen** sammelnde NICOLAS-CLAUDE FABRI DE PEIRESC (Wikipedia 2017).

Bei allem Interesse an alten Manuskripten und Plastiken, das Material der Ruinen, auch in Rom, wurde viel zu neuen Bauten verwendet und altes Metall neu verwendet (A. SEMRAU 1925, s. 27/28).

Nach dem Tode von Papst LEO X. wurde nur 1522/1523 die Reihe der kunstliebenden Renaissance-Päpste unterbrochen durch den nüchternen kunstfernen, einstigem Erzieher von KARL V, dem HADRIAN VI. aus Utrecht. Ihm folgte



Abbildung 921: Laokoon. Vatikan.



Abbildung 922: PEIRESC. Aix-en-Provence.



Abbildung 923: Antikisierend: Neptun, Bologna 1563/1566.

1523 - 1534 CLEMENS VII., der das stolze Rom geplündert erlebte. "Der Papst erholte sich, Italien jedoch nicht. Es verlor seinen Schwung, seinen Enthusiasmus und seinen Platz als ein Mittelpinkt der Welt" (K. SIMON 1991, S. 226).

## Geistliche Fürsten übertreiben es auch anderswo, so ALBRECHT VON BRANDENBURG

Was Päpste und italienische Fürsten taten, das leistete sich auch **ALBRECHT** VON BRANDENBURG, **Erzbischof von Magdeburg** mit dem nach **Halle** verlegten Sitz, Bischof von Halberstadt und dann außerdem Erzbischof von Mainz und damit auch Kurfürst, "nach dem Kaiser ... der mächtigste Fürst des 'Heiligen Römischen Reiches deutscher Nation" (H.-J. MRUSEK 1960, S. 77/78). Freund der Wissenschaften und Künste, "weltliche und sakrale Prunkentfaltung", Bauherr, erotischer Überschwang, auch Justizmorde, massig Schulden, Der Reformation gab das Aufrieb. Zuletzt "zog er sich ruiniert und verbittert nach Aschaffenburg zurück" und starb 55-jährig nach seinem offenkundigen Lotterleben 1545 "machtlos in Mainz."



Abbildung 924: Carrara und sein Marmor.

## Geschichtswissenschaft und 'Politologie' in der Renaissance

Das Bewußtwerden von Veränderungen in der Geschichte und damit also auch der nicht möglichen völligen Rückkehr zur Antike wurde auch deutlich, wenn auf Gemälden mit biblischen oder überhaupt alten Themen die Gestalten nicht mehr in dem Aufzug der Zeit des Malers dargestellt werden, sondern versucht wird, sie in dem **Habit** zu **malen**, das **für die Zeit der Antike**, für die Zeit von Jesus anzunehmen war.

Die sich zu Geschichte und Politik unter historischem Vorzeichen teilweise wegweisend äußertn gehören Leute, die, wie manche antike Vorbilder, selbst politisch-diplomatisch tätig waren, und es nun für Florenz waren: NICCOLO MACHIAVELLI und FRANCESCO GUICCIARDINI. MACHIAVELLI (K. MITTERMAIER 1990, K. SIMON 1991, S. 236 ff.),, war der 1496 geborene Sohn einer Beamtenfamilie in Florenz. Allgemeine historische Gesichtspunke leiteten MACHIAVELLI, als er, vor allem nach Beratertätigkeit in Florenz in einer kurzen Zeit ohne MEDICI, wieder Privatmann war und seine Schriften verfaßte. Die antiklerikale Komödie 'Mandragola' hat er ebenso verfaßt wie das bis in die neueste Zeit aufwühlende politologische Werk '**Der Fürst'/'Il Principe'**, verfaßt zwischen 1513 und 1518, bekannt geworden nach päpstlicher Druckgenehmigung (Wikipedia 2017) **1532**. Ein 'Fürst', ein Herr, sollte die Gesellschaft und Italien hart beherrschen und damit retten und dazu sollte nach einer Formulierung in den Werk 'der Zweck



Abbildung 925: MACHIAVELLI. Uffizien Florenz.

die Mittel heiligen'/'si guarda al fine' (K. SIMON 1991, S. 240). Die Ruinen aus der römischen Vergangenheit schienen zu bezeugen, daß Italien einst mehr Größe besessen hatte. MACCHIAVELLI hatte mit dem grausamen Papstsohn CESARE BORGIA verhandelt, der sich unter Einverleibung der kleinen Fürstentümer in der Romagna ein eigenes größeres Reich schaffen wollte und so an die Grenzen der Toskana stieß. Und ebenfalls militärisch ausgreifend war der militarisierte Papst JULIUS II, mit dem MACHIAVELLI auch zeitweilig zu verhandeln hatte. 1527, CESARE BORGIA war seit 1507 tot, starb MACHIAVELLI, kurz vor der furchtbaren Plünderung von Rom, auf einem Tiefpunkt des unglücklich gewordenen Italien. Eine von MACHIAVELLIs Annahmen war, daß die Menschen sich nicht veränderten, sich durch die Zeiten gleich blieben und sich deshalb immer so gleichartig verhielten.Im Blickpunkt hatte MACHIAVELLI namentlich Herrscher. **Politische Geschichte** solle man **nicht** als **unter Gottes Führung betrachten**, nicht unter moralischem Gesichtspunkt interpretieren.

Von GUICCIARDINI stammt eine als 'meisterlich' gesehene, in Italienisch verfaßte 'Geschichte Italiens' (K. SIMON 1991). Statt Verherrlichung und nur Erzählung von Geschehenem suchte GUICCIARDINI nach verständlicher Erklärung, nach 'ratinaler Begründung der Ereignisse', geleitet auch von antiken Vorbild (R. ROMANO et al 1967, S. 171). Auch unter den weiteren Humanisten schrieben manche als Chronisten, so PEDRO MARTYR (MARTIR) über die Entdeckungen des COLUMBUS..

In jener Epoche, in der führende Geister so stark nach der fernen Vergangenheit zurückblickten und sich den vorangegangenen Jahrhunderten lösten und auch das Judentum beachteten sowie ferne Völker bekannt wurden, gab es auch Überlegungen zur **Menschheits - und damit Weltgeschichte**. Mit göttlicher Vorsehung rechnete beim Geschichtsablauf LOUIS LE ROY (U. ILG 2005, S. 190), von dem 1567 eine Betrachtung zur französischen und universellen Geschichte der Zeiten/'Consideration sur l'histoire francoise et universelle de ce temps', erschien in dem die Wechselwirkung der Dinge in der Welt, die **Verbundenheit der Dinge im historischen Geschehen** dargestellt wurden. 1575 veröffentlichte LE ROY eine "erste jemals verfaßte Universalgeschichte der Kultur'. Bis 1594 wurde das Werk siebenmal neu gedruckt und übersetzt ins Englische und Italienische. .

## Religiös-konfessionelle Reformation - Was ist daran Renaissance? - Der Schrecken SAVONAROLA

Die Renaissance des 16. Jh. war nicht nur reine Wissenschaft und Kunst, sondern eine **Zeit großer geistiger und** dabei **vor allem religiöser Auseinandersetzungen**, welche die für Entdeckungen maßgebenden Personen oft stark einbezog. In das 15., das der Renaissance oft am meisten zugeordnete Jahrhundert, fällt auch eine **Glaubenslässigkeit** vieler Renaissance-Persönlichkeiten bis hin zu den Päpsten und eine dem entgegenwirkende **Glaubenserneuerung**, die **Reformation** im 16. Jh.. Wie **säkular-weltoffen**, manchmal fast nur der Antike zugewandt, es in der Kunst sein konnte, zeigen Gemälde des sonst auch religiösen Malers SANDRO BOTTICELLI in Florenz. Junge, locker gekleidete Frauen tanzen den 'Frühling' /'Primavera' ein, von 1475, und die im Meer geborene Liebesgötting 'Venus' treibt auf einer Muschelschale völlig nackt in edler fraulicher Schönheit der Küste zu, gemalt um 1485/1486. Gewiß war dieses Bild nur Ausgwählten zugänglich (Wikipedia 2017). Aber die antikenfrohe Renaissance färbte sich in einer Stadt wie Florenz im Leben und den Sitten wohl vieler wider und rief dann Widertstand hervor. Auch BOTTICELLI, der 1510 Gestorbene, beugte sich dem, dem SAVONAROLA. Der Maler GIORGIONE malte 1510 die ebenfalls nackte 'Schlummernde Venus', die sich heute in der Gemäldegalerie Dresden befindet. Ihre Scham hält diese Venus mit der einen Hand züchtig zu.

Für die Kultur, das Denken und im weiteren Sinne auch für die Wissenschaft war auch die Reformation eine wichtige Ereignisfolge.

Die Reformation hatte ihre Vorläufer. Die Hussiten zumal. In Florenz war es am Ende des 15. Jh. der **Dominikaner**-Mönch und Klosterprior GIROLAMO **SAVONAROLA** (J. CLEUGH 1996). In einem Gedicht läßt der Dichter LENAU



Abbildung 926: SAVONAROLA, Ferrara.

(1970, S. 675) wohl nicht ungeschickt dichterisch nachempfunden den streng religiös-asketischen SAVONAROLA einem auch der Antike zugewandten Renaissancekleriker zurufen:

"Die Grenzen möchtest du vermischen

Der Christen und der Heiden gern

Und in ein Nebelbild verwischen

Des Glaubens fest gediegnen Kern."

Am 8. April 1492 war LORENZO MEDICI gestorben. Der noch junge Sohn PIETRO MEDICI konnte sich der vielen nun verhaßten Familie MEDICI nicht durchsetzen. Die MEDICI wurden vertrieben. Es gab eine neue Republik ohne die MEDICI. Als Berater in ihr wirkte MACHIAVELLI (K. SIMON 1991, S. 237). Die Franzosen waren in Italien. In der offensichtlich auch sozialen Unruhe gelang es dem Dominkaner SAVONAROLA, der auch eine Reform seines Ordens (J. BURCKHARDT 1904, S. 198) anstrebte in oberitalienischen Städten und zuletzt in Florenz mit heftigen Predigten, daß Buße und Abkehr von weltlichen Gütern von vielen befolgt wurde,

Zu Fastnacht 1497 konnte SAVONAROLA Jugendliche, ja Kinder dazu bringen, einer 'Kinderpolizei'/fanciulli in privaten Häusern als sündhaft geltende Gegentände für den Scheiterhaufen einzusammeln auch zu rauben, und zusammen

mit Büchern, von PETRARCA und BOCCACCIO und Manuskripten (J. BURCKHARDT 1904, S. 202) wurde alles in der Nacht zum Fastnachtsdienstag auf einem großen Scheiterthaufen verbrannt (J. CLEUGH 1996, S. 234) und Florentiner und ihren Schmuck wegwerfende Florentinerinnen waren mit von der Partie. BOTTICELLI ließ etliche seiner Gemälde verbrennen (Wikipedia 2028). Wie war so etwas möglich? Homosexuelle wurden bis zum Tode verfolgt. Die Ereignisse erscheinen als eine fast unerklärliche Unterbrechung der Renaissance , "der letzte heroische Versuch, den neuen Geist zu ersticken "(E. FRIEDELL 2009, S. 249 ff.), fast eine geistige Überrumpelung der Stadt der Medici, Herausgewachsen aus sozialen Gegensätzen? Viele fügten sich wohl in Angst. Aber nicht alle. Aber das letzte Aufbäumen des Glaubens war es keineswegs, die Glaubensdiktaturen verschiedener Coleur sollten noch kommen! SAVONAROLA wirkt **wie ein Menetekel**, sein Wirken als ein auch im 21. Jh. mögliches, ja vergleichbar stattfindendes Ereignis: **In eine sich sicher und großartig fühlende Kultur- und Wissenschaftswelt erfolgt der Einbruch irrationaler Gewalt**, erfolgt der Ausbruch der Vernachlässigten oder einfach jener, welche sich von einer Intellekt und Sinnesfreude kultivierenden Welt abgestoßen fühlen? Eine neue Kultur und Weltsicht reißt niemals alle Menschen mit sich, oft nicht einmal die Mehrzahl. Das wird von den Begründern und Trägern einer neuen Kultur und Weltsicht oft nicht wahrgenommen. Mit SAVONAROLA nahm es ein recht schnelles Ende und kam Florenz zu seiner Kulturwelt und dann auch zu den MEDICI zurück. Der 1497 schon vom Papst, dem Borgia ALEXANDER VI, exkommunizierte SAVONAROLA wurde von der Gegenbewegung von seiner Macht entfernt und am 23. Mai 1498 mit 2 Mönchen gehängt und dann verbrannt, die Überreste in den Arno geworfen (Internet Die Welt).

Die Menschen waren um ein warnendes Beispiel von '**Tugendterror'** reicher und 'Tugendterror' kam immer einmal wieder. War die zeitweilige geistige Machtergreifung SAVONAROLAS eine jener 'Kulturrevolutionen', die in Zeiten sozialer Unruhe ausbrechen, viel Schrecken anrichten und dann wegen ihrer Übertreibungen und dem Nichtgelingen einer neuen Ordnung zusammenbrechen? Es gab Gesellschaften, in denen solche Ausbrüche lange, Jahre und Jahrzehnte anhielten, gewaltige Opfer forderten, und manchmal erst Schritt für Schritt abgebaut wurden. Totalitäre und religiöse Systeme, wie schon die Diktatur ROBERSPIERREs 1794, die in der Sowjetunion vor allem unter STALIN, MAO TSE TUNGs Kulturrevolution 1966 - 1976 oder Kambodscha 1975 - 1979. Und das unter dem Schah mit schönen, kopftuchlosen Frauen prunkende Persien, das seine Armen, von den immer mehr geboren wurden, übersah und KHOMENEI den Weg bereitete. Kann eine Gesellschaft, auch eine neue, noch unerprobte, damit auch fehlerhafte und befeindete wirklich nur existieren, indem man gegen aller vermeintlichen Feinde, auch nur Verdächtige, vorgeht?

Etliche Jahre nach dem Ende von SAVONAROLA malte um 1508/1510 GIORGIONE nackte 'Schlummernde Venus', heute in Dresden.

## Die Reformation durch LUTHER - Deutschland und Europa

Die religiöse **Reformation** war die Abkehr von den Ansprüchen des Papstes und von vielen Lehren der katholische Kirche. **Enteignung von Kirchengütern** und eine **nicht vom Vatikan gelenkte Geistlichkei**t kam sicherlich **materiell-herrschaftlichem Interesse** von Fürsten, auch von Städten entgegen. LUTHER meinte anfangs sogar, daß jeder gläubige Laie Priester sein könne (O. CHADWICK 2003, S. 211). Die vielen Debatten um Religionsfragen, um Religiosität, welche die Reformatoren fortlaufend und bis zu wechselseitigen Verdammung führten, waren sicherlich nicht nur äußerliche Profilsuche und Theater, sondern es muß wohl **auch** tiefes **Glaubenringen** zugestanden werden - so fern es Leuten der Vernunft nunmehr liegt. Im einzelnen gab es sehr **unterschiedliche Ansichten**. Allgemein wurde nicht anerkannt, daß der Papst vom Apostel Petrus her das Recht habe, sich als oberster der Bischöfe zu sehen und über den Beschlüssen der Konzilien stehe (s. u. a. L: VON RANKE). Die Religion sollte sich nur auf das berufen, was in der Bibel und bei den frühen Kirchenvätern steht. Spätere und damit abzulehnende Zutat waren die Messe, der Beichtstuhl, das Zölibat, die Wallfahrten und Pilgerreisen, das Sakrament nur in einer Gestalt, also als Leib und damit Brot, waren die Reliquien und der Reliquienkult, der Marien-und Heiligenkult, Zentral war, daß nicht mit Verdiensten oder Ablaßgeld der Himmel erzwungen werden konnte, sondern durch Gottes Gnade Luther und Melanchthon ehrten die Jungfrau Maria auch, aber es kam, vor allem in Genf, auch die Entthronung der in der Kirche immer übermächtiger gewordenen, Gott und Jesus regelrecht konkurrierenden heiligen Jungfrau, der an vielen Orten mit Kirchen hinaufragenden "Notre Dame". Entthront wurden all die Heiligen mit ihren sagenhaften, guten oder auch gewaltsamen Leben. Für die Lutheraner wurde wieder "eine feste Burg ... unser Gott", also 'Gott' direkt, und benötigte für den an den Himmel sich Wendenden nicht mehr der Fürbitte der Maria, profan gesprochen: der Vorzimmerdame vor dem obersten Chef. Über die Bilder gingen die Meinungen unter den Reformierten auseinander. Teilweise waren auch Segnungen untersagt. Ohne dauernde Messe und Beichte konnte der einzelne viel Zeit sparen. Die dauernde Berufung auf die 'Schrift', also die Bibel, die dauernde Analyse nach dem Sinn von Textstellen zeugen von tiefgehender und die eigene Existenz oft in Frage stellende Frömmigkeit. Nach der 'Wahrheit' des in der Bibel Berichteten wurde offensichtlich nicht gefragt, ein Infragestellen der 'Schrift' überhaupt erscheint nicht. Ja, wenn man sieht, wie man

sich an die auf ihren Sinn immer wieder überprüften Worte der Bibel oder mancher akzeptierter Kirchenväter klammerte und oft dennoch nicht einig wurde, dann fragt man sich, ob nicht ein religionsfreies Selbstdenken sinnlos ausgeschaltet war, als 'heilig' angesehene alte Schinken von Schriften über all die Neues verkündenden Bücher gestellt wurden. Das sah anders im 17. Jh. SPINOZA. Die religiöse **Reformation war noch keine 'Aufklärung'**. Manche Leute sehen aber auch im 21. Jh. noch in der Bibel ein wertvolleres Buch als eine ordentliche politische Analyse der Gegenwart oder die Schriften etwa der modernen Geologen.

Die Reformation wurde **von sozial anderen Personen** getragen **als den Humanisten** im engeren Sinne, auch wenn Humanisten bereinigte Bibeltexte geliefert und manche Reformatoren bei ihnen gelernt hatten. Der Dichter C. F. MEYER läßt den todkranken HUTTEN vielleicht nicht unrichtig nachempfunden sagen:

"Wir Christen haben ein gewisses Licht,

Doch auch ein Heidensprüchlein schadet nicht."

Mit dieser Versöhnung Heidentum - Christentum schien eine Ende gekommen zu sein. 'Heidensprüchlein' sollten doch schaden und wurden von den Reformatoren wohl weniger geschätzt. Die **neue Frömmigkeit** der Protestanten war auch eine **Reaktion auf das neue 'Heidentum'**, die sich vom Christentum eher abwendende 'Renaissance'. **Reformation**, das mahnte auch: **Sünde, Sünde, Sünde**, Sünder - und immer wieder Sünde und kein lockerer Olymp!

Ein Dichter schreibt enthusiastischer als ein bloßer Fachhistoriker, aber STEFAN ZWEIG hat 1938 in 'Triumph und Tragik des Erasmus von Rotterdam' (1981, S. 99) wohl klar beschrieben, wie es um den bloßen Humanismus stand, der im Sinne des ERASMUS VON ROTTERDAM Ruhe und Frieden wünschte: "'Wird ein neues Cicero-Manuskript gefunden, so glaubt der humanistische Clan, das Weltall müsse in seinen Fugen vor Jubel erschallen, jedes kleine Pamphletchen versetzt sie in Feuer und Leidenschaft. Aber was die Menschen der Gasse bewegt, was in den Tiefen der Massen urgründig waltet, das wissen sie nicht und wollen sie nicht wissen, und weil sie in ihren Zimmern verschlossen bleiben, verliert ihr wohlgemeintes Wort jede Resonanz in die Wirklichkeit." LUTHER kam zu seinen Auffassungen auf theologischem Wege und stand den Masse wohl ziemlich fern, aber er brachte, mit Fürstenuntersützung, **Bewegung in die Gesellschaft** und diese Bewegung wuchs bald über ihn hinaus, wobei er den einst von ihm verehrten ERASMUS als einen Unentschiedenen heftig angriff. "Das griechisch-römische Neuheidentum der Humanisten" mit seinem freieren Denken, war andererseits auch "ein Wegbereiter für die kommende kirchliche Reformation" (H. WIESFLECKER 1986, S. 330), also durch die Humanisten kam in Gang, was sie so nicht erstrebt hatten. **Reformatoren wie neue Wissenschaft lösten sich beide von** den bestehenden

**Autoritäten** (J. HENRY 2002), beide mit vielen Rückgriffen auf Vergangenheit, ob Antike oder Bibel. Das noch nicht so benannte Mittelalter war es, daß die einen. die Humanisten als Unterbrechung der Antiken sahen, die Reformatoren, so CALVIN; als Weggang von den Lehren der frühen Kirche (A. E. McGRATH 1990, S. 196). Humanisten und religiöse Reformatoren gingen aber **nicht gemeinsame Wege** weiter. Die einen lösten sich aus der vielleicht übertrieben dargestellten Autoritätengläubigkeit gegenüber antiken Autoren, die anderen lösten sich vom Papst. Dabei mag es fast eigenwillig erscheinen, daß eine institutionalisierte Religion nicht überhaupt in Frage gestellt wurde, und der Komponist RICHARD WAGNER (1982, S. 237) hatte ihm 19. Jh. wohl nicht unrecht mit der Meinung: "Nur eine allgemeine Religion ist in Wahrheit Religion: verschiedene, politisch festgesetzte und staatskontraktlich neben oder untereinander gestellte Bekenntnisse derselben bekennen in Wahrheit nur, daß die Religion in ihrer Auflösung begriffen ist."

Der **Beginn der Reformation** wird auf den angeblichen Anschlag von 95 Thesen LUTHERs an der Schloßkirche von Wittenberg festgelegt, am 31. Oktober **1517.** Im gleichen Jahre 1517 malte RAFFAEL in Italien die "Sixtinische Madonna" (E. FRIEDELL 2009, S. 269). Er wandte sich vornehmlich gegen den **Ablaßhandel**, wonach mit Geld, dessen Spende als 'gute Tat' behauptet wurde, Sünden, auch von Verstorbenen, rasch vergeben werden. Der berühmte Ablaßhändler JOHANN TETZEL (Wikipedia 2017) war ein Dominikaner, vielleicht aus Pirna, um 1460, der in das Dominikanerkloster St. Pauli in Leipzig eingetreten war. 1487 hatte er den Grad eines Baccalaureus artium erworben und ein Jahr vor seinem Tode in Leipzig an der Pest 1519 war er durch Weisung von Papst LEO X. 1518 Doktor der Theologie geworden. Der TETZEL nachgesagte unsolide Lebenswandel, so unehelich Kinder, ist wenigstens auch Legende. In Innsbruck, wo er nach LUTHER besonders aufgefallen sein soll, war er nie. Auf dem Ablaßkasten war aufgemalt ein Teufel, der Seelen im Fegefeuer quält. Einige nahmen das alles nicht so ernst, kauften sich von einer noch zu begehenden Sünde frei und überfielen dann TETZEL unter Raub seines Geldkastens, ihm den Sünderablaßzettel entgegenhaltend. Legende? LUTHER habe TETZEL kurz vor seinem Tode noch einen Trostbrief geschickt.

Der am 10. November 1483 in Eisleben als Bergmannssohn geborene LUTHER war 1517 also 34 Jahre alt. Nicht das angeschlagene Papier war wohl entscheidend, sondern die Thesen vervielfältigende Flugschriften, weit herumgeschickt (B. MOELLER 1988). Wieso die große Wirkung? War die Papstkirche schon so aufgeschreckt gewesen, daß solehe Thesen eines bisher unbekannten Mönches und Predigers, Doktor der Theologie, ihre Aufmerksamkeit fanden, wie bei Großmächten im 20. Jh., welche durch bisher unbekannte Dissidenten aufgeschreckt wurden? War

die Stimmung bei vielen Menschen schon so, daß die Thesen LUTHERs wie die endlich gekommene Bestätigung von schon in Stillen gehegten Ansichten war und man sich bestätigt fühlte? HUS und SAVONAROLA hatten immerhin vor Tausenden gepredigt. SAVONAROLA konnte auf Florenz begrenzt werden. Aber LUTHER? Ein normaler Prediger und Professor eine relativ kleinen Universität? Es erscheint, als gäbe es **in der Gesellschaft bei wachsendem Unbehagen und damit steigender Unzufriedenheit eine** oft zunächst stille, **viele erfassende Meinungswandlung**, so etwas wie eine '**Tiefenströmung**'. Prediger konnten sie bestätigen oder auch versuchen sie zu dämpfen. Zur Zeit von HUS gab es noch keinen **Buchdruck**, wie jetzt bei LUTHER. Prediger oder andere Agitatoren waren die 'Medien', die ausreichenden Mediatoren, welche HUS und die Hussitenbewegung anheizten. In der stillen Meinungsbildung wäre nach neueren Erfahrungen auch an den 'Flüsterwitz' zu erinnern. Ein **geistiger Umbruch kann** also, und zwar auch einst, jedenfalls nach außen hin und vielleicht bei wenig erfaßter gesellschaftlich 'unterirdischer' Vorbereitung, **rasant** zustandekommen. LUTHER persönlich konnten weder der von LEO X. beuaftragte vatikanische Abgesandte Kardinal CAJETAN im Zusammenhang mit dem Reichstag in Augsburg im Sommer 1518 noch 1519 in einem aufsehenerregenden Streitgespräch in Leipzig der katholische Theologe ECK von seinen Ansichten abbringen. Mit der öffentlichen Verbrennung der päpstlichen Bannandrohungsbulle am 10. Dezember 1520 hatte sich LUTHER exkommuniziert , war ab 3. Januar **1521 im Kirchenbann** und somit vogelfrei (a. Internet 2019).

Aber LUTHER erlebte jedenfalls einen auch von ihm kaum vorhergesehen Erfolg, "wie ihn noch niemand vor ihm gekannt hatte" (B. MOELLER 1988, S. 66). LUTHER hat bekannt (B. MELLER 1988, S. 69), daß er sogar "unangenehm berührt" war, ja die Abfassung der Thesen gereue. Kam er also unbeabsichtig in die welthistorische Stellung, die er dann aber annahm? Er wechselte etwas später von der lateinischen in die von ihm dann beibehaltene deutsche Sprache sächsischen Dialekts, und brachte hier Wortschöpfungen, wie 'Denkzettel oder 'Sündenbock'.. und scheute jetzt und später noch weniger vor Grobheiten, ja Haß und Beleidungen je nach Stellung zu anderen nicht zurück. Viel von LUTHERs Texten (YouTube 2019) wurde gedruckt in Augsgburg. Schon im Oktober 1518, erschien bei FROBEN in Basel die erste Sammelausgabe der Schriften LUTHERS. Geht man von im Durchschnitt 1000 Buchexemplaren bei einer Druckauflage aus, so waren bis Jahresende 1519 "etwa 250.000 Exemplare von Luthers Schriften auf dem Markt" (B. MOELLER 1988, S. 82). Es war zweifellos auch ein einträgliches **Geschäft** für die **Verleger und Buchhändler** (S. 83). Und das beweist wohl, was in 2 Jahren an Bekanntheit LUTHERs zustandegekommen war. Und das bei einer nur begrenzten Schicht von Lesekundigen. Sicherlich wurde auch vorgelesen. LUTHERs neuartig derbe, ja teilweise obszöne Sprache trug zur Lesefreudigkeit sicherlich bei.

Auch wurden **satirische Holtschnitte** verbreitet**,** die etwa den Papst lächerlich machten, ihn mit seinem Gefolge bei der Fahrt in die Hölle oder dann in der Hölle zeigten. War man selbst überzeugt, daß man wegen seines neuen Glaubens von der der Hölle verschont war? Bereits 1519 hatten Schriften LUTHERs in Paris Interesse ausgelöst (B. MOELLER 1988, S. 77; A. E. McGRATH 1990, S. 72).

Etwa dreiundeinhalb Jahre nach der Tat von Wittenberg und der dann weiten Verbreitung seiner reiste im April 1521 also ein berühmter LUTHER zum Reichstag in Worms, wo seinetwegen viele Menschen auf den Straßen waren und LUTHER auch angesichts des jungen Kaisers KARL V. nach freitätiger Überlegung standfest blieb. Wichtig bei LUTHER war, daß maßgebliche Kreise in größeren Städten und schließlich auch einflußreiche Fürsten die Reformation aufgriffen, daß bei ihnen Prediger in den Kirchen in neuer Weise predigen durften, aus welchen ideellen oder wenigstens zunächst auch an den Kirchenbesitz denkenden materiellen Interessen auch immer. Es war eine geistige Revolution großen Ausmaßes und bezog bald die nordischen Länder, dann England, Schottland und andere Staaten mit ein. Es sonderte sich ein protestantisches Europa von einem später wieder katholischen. Der 1486 Kurfürst von Sachsen gewordene FRIEDRICH III. (M. BRECHT 1989, S. 182/183; Wikipedia 2016) war zunächst streng katholisch, hatte 19.000 Reliquien gesammelt, erhielt vom Papst LEO X. nach LUTHERs Auftreten die höchste zu vergebende päpstliche Auszeichnung 'Goldene Rose'. Den in der Torgau nahen, 1502 gegründeten Universität Wittenberg hat FRIEDRICH III. den von ihm eine Zeit lang auf der Wartburg geschützten, aber nie persönlich empfangenen LUTHER untergebracht. FRIEDRICH III. war gegen die Niederwerfung der nach seiner Meinung berechtigt aufständischen Bauern. Auf dem Totenbett, gestorben am 5. Mai 1525, nahm er das Abendmahl in protestantischer Weise und es unterblieb die altgläubige Totenmesse. LUTHERs Refomation wurde bald in vielem 'Fürstenreformation'. LUTHER wurde so geschützt und erlitt nicht das Ende von HUS oder SAVONAROLA. Und viele Menschen waren es zufrieden.

Von GOETHE wird zitiert (bei E. FRIEDELL 2009, S. 322). "Das einzige, was uns an der Reformation interessiert, ist Luthers Charakter, und er ist auch das einzige, was der Menge wirklich imponiert hat. Alles übrige ist nur ein verworrener Quark, wie er uns noch täglich zur Last fällt." Der Beitrag LUTHERs und seine Mitstreiter zum positiven Wissen ist Null. Die Ablehnung von COPERNICUS mag dabei Nebensache sein. Mit der Kritik an der katholischen Glaubenlehre hat er einerseits kritisch skeptisches Denken getätigt, aber durch seine Orthodoxie, so den verbindlichen Katechismus, solches Denken zerstört, also für die moderne Wissenschft negativ gewirkt. Was LUTHER (Internet: Die dunkle Seite von Martin Luther) in seinen Strafpredigten an Folterungen und grausamen tödlichen Strafen für Menschen forderte, die nicht seiner Meinung waren, die Juden waren



Abbildung 927: Eisleben. LUTHER-Stadt.



Abbildung 928: Eisleben LUTHER-Haus.




Abbildung 929: LUTHER im Protestantenland überall, Freiberg.

oder Wiedertäufer, die sich gegen die Obrigkeit erhoben wie die Bauern, oder ihm nicht paßten, oder angeblich Hexen waren, sollte Anlaß sein, sich von jeder Vererehrung für diesen Grausamkeitsprediger abzuwenden. Der Staat des 21. Jh. sollte auf jeden Fall keine Lutherehrung mittragen. Einst hatte der Papst gefordert, daß der Papst Gott verkündet. LUTHER hatte dem die Bibel als das einige Gotteswort entgegengehalten. Wenn LUTHER nun demjenigen, der im Kampf gegen die aufrührischen Bauern stirbt, die ewige Seligkeit verspricht, von wo in der ihm durch die Bibelübersetzung wohlbekannten Bibel übernimmt er das? Ist das nicht unverschämter als jedes Versprechen im Ablaßhandel? Aus seiner Bibelübersetzung hätte der dann sehr dem Alkohol zugewandte LUTHER wissen müssen, in welchen milden Worten Jesus von und zu Sündern und Sünderinnen gesprochen hat und nie Folterung und Todesstrafe forderte. LUTHER will an Abweichlern von seinen Auffassungen vollstrecken sehen, was ihm, dem Abweichler von einst, gedroht hat, und beruft sich immer auf Gott, der durch ihn spräche. In Predigt auf Predigt an verschiedenen Orten versucht LUTHER von der Kanzel aus seine Ansichten den Kirchenbesuchern einzuflößen, warnt auch gern mit dem Teufel, und bald erscheinen seine Gedanken in kleinen Druckschriften - eine Verbreitung bestimmter Meinung fast als Massenkommunikation, wenn diese auch nicht so weit reicht wie im Zeitalter von Rundfunk, Fernsehen, Film oder gar Internet. Gegner war besonders auch der LUTHER 'das sanftlebende Fleisch zu Wittenberg nennende' böse MÜNTZER, seine Anhänger waren des Teufels, wie die bösen Bauern (M. BRECHT 1989). Da die Menschen und gerade auch die Protestanten seinerzeit

wohl christlich-gläubig sich LUTHER zuwandten, hat LUTHER als der herausragende Proponent der Reformation **welthistorisch gewirkt,** trug bei zu der trennenden Konfessionalisierung der Gesellschaft. Auch, wenn heute Katholiken liebedienerisch herumdrucksen, Alle Haßpredigten von LUTHER nur 'zeitbedingt' ? Aber waren die gegen die Grausamkeiten malenden Künstler wie GRÜNEWALD oder RIEMENSCHNEIDER und die human denkenden Humanisten nicht auch Proponenten der 'Zeit', die in ihrer Härte also keinesfalls alle gleichermaßen erfaßte? LUTHER wurde noch im Alter bei Streitigkeiten unter Fürsten herangezogen und starb 63-jährig am 15. Februar 1546 in in seiner Geburtsstadt Eisleben, als er sich dort wegen eines Vermittelungversuchs unter Fürsten aufhielt. Wie sehr die Glaubenstrennung noch im 19. Jh. in das Volk wirkte, wird amüsant deutlich, wenn der im protestantische Württemberg aufgewachsene Sozialwissenschafler ALBERT SCHÄFFLE (1905, S. 7) sich an seine Kindheit erinnerrt, ".. daß ich ... mit Dutzenden anderer Kinder einer Geflügelhändlerin, die man uns als "Katholikin" bezeichnet hatte, gruselnd nachlief, ..."

In religiösen Fragen wurde immer wieder MELANCHTHON konsultiert. Die **Reformation** hat viel mehr Massen ergriffen als die 'Renaissance' und war wohl **die größere Revolution.** Einesteils befehdetetn sich die Gläubigen der verschiedenen Konfessionen, aber vor allem schritten immer wieder die Herrschenden ein, die oft mächtigeren katholischen gegen die protestantisch gewordenden Herrschenden und dann auch umgekehrt. Warum ließ man die Dinge nicht gewähren? Die **Religion bestimmte** das Verhalten, **die Loyalität der Menschen** in einem solchen Ausmaß, daß **Toleranz** gegen die jeweils 'Andersdenkenden' als **bedrohlich erschien**. Es war bewußt, wie man bei KARL V. annahm, daß eine "religiöse Reform sich früher oder später in eine politische verwandelt" (C. GIARDINI 1986, S. 152). LUTHER hat 'revoutionär' gewirkt, aber **auf einer weltanschaulich finsteren Grundlage**, in Verbreitung von Furcht vor einem willkürlich Gnade gebenden oder auch ohne ersichtlichen Grund Gnade verweigerndem Gott, den auch gute Taten, wie sie katholische Kirche zur Gewinnung der 'ewigen Seligkeit' lehrte, nicht berührten. LUTHER wirkte früh auch über Deutschland hinaus. Seine Auffassungen wurden anderswo sogar verstärkt.

In den **Städten** gab es bald Disputationen, bekannten sich gerade Städte, Freie **Reichsstädte** und diese im Südwesten vor allem, mit Mehrheit im Magistrat zur Reformation. Es wurde damit wohl auch Befriedung von 'unterirdischen' Protestbeweungen erhofft (A. E. McGRATH 1990, S- 116). Der **1525** gestorbene FRIEDRICH III. DER WEISE ließ die Reformation in dem von ihm seit 1486 regierten Kurfürstentum Sachsen, dem ernestinischen, zu. **1534** wurde das Land **Württemberg** evangelisch, was der 4. Herzog, CHRISTOPH, 1560 - 1568 vertiefte (Internet). Erst NAPOLEON fügte Württemberg wieder katholische Gebiete



Abbildung 930: Herzog CHRISTOPH. Stuttgart.

an.

**1549** hatte der mecklenburgische Ständetag in Sternberg den Protestantismus für **Mecklenburg** verbindlich gemacht (Wikipedia 2017).

### Milderes Christliches - Das Verbleiben der führenden Humanisten bei der Papstkirche und MELANCHTHONs Versöhnung von Reformation und Antike

Geistliche, Kardinäle, Katholiken - zu ihnen gehörten die großen Humanisten, die führenden Verfasser von eher philosophischen oder historischen Schriften wie in der Dichtung. Gegen viele von LUTHERs in deutscher Sprache polternde bis pöbelnde Traktate verkörpern die katholischen Humanisten mehr Kultiviertheit. Der sich mit Religionssoziologie befassende MAX WEBER (1920, S. 20) meinte: "Der Katholzismus wäre milder als der Protestantismus gewesen, hätte vieles nur formal gemacht, Sünden konnte man sich vergeben lassen, alles war nicht so ernst." Aber der Katholizismus mußte sich dann, gegenrefomatorisch, der protestantschen Rigidität anpassen.

Vielseitig war der 1547 gestorbene Venezianer **PIETRO BEMBO** (Wikipedia 2017), zeitweilig Kardinal bei der Kurie, nach dem sich das benutzte Latein richtete und durch den als Grundlage der italienischen Schriftsprach das Toskanische benutzt wurde. In Spanien wirkte der Humanist **PEDRO MARTIR** DE ANGLERIA aus Mailand, der 1487 mit dem aus Rom zurückkehrenden spani-



Abbildung 931: Sternberg, Meckl. Wappen.

schen Botschafter nach Spanien gekommen war, ab 1492 am Königshof lehrte und ein führender Chronst war, auch über COLUMBUS und die Entdeckungsreisen. Anders erging es dem aus Valencia von bekehrten Juden herkommenden **JUAN LUIS VIVES** (M. A. LADERO 1992, S. 211), geboren 1492, den ab 1500 (!) die Inquisition verfolgte. Er studierte in Paris, lebte in Brügge, lehrte in Löwen und Oxford und war 1522 - 1527 Lehrer der Prinzessin MARIA TUDOR, der Tochter von Englands König HEINRICH VIII. und seiner ersten Frau KATHARINA VON KASTILIEN. MARIA wurde dennoch strenge und als englische Königin ab 1553 Protestanten verfolgende Katholikin. 1524 hatte man in Spanien die Eltern und Onkel von VIVES "beziehungsweise deren Bildnisse auf dem Scheiterhaufen verbrannt.". Beobachtung und eigene Erfahrung, aber auch Inenschau bei unabhängiger Argumentation und Ablehnung von a priori sollten gemäß VIVES das Denken leiten.

Unzufrieden mit der Papstkirche und dem Klerus waren auch Humanisten, welche ungeachtet ihrer Liebe zur Antike ebenso für den christlichen Glauben bei den immer kritischeren Laien sorgten und die Beziehung zwischen antiken Denkens zum Christentum mit herausgearbeitet haben (A. E. McGRATH 1990, S. 87). Atheismus wurde nicht verkündet und man konnte und wollte auch nicht, "Die Renaisance war nicht die Aufklärung" (A. E. McGRATH 1990, S. 78). **ERASMUS VON ROTTERDAM** soll tief empört gewesen sein, als ihn LUTHER beschuldigte "Lukian oder sonst ... den Schweinen aus der Herde Epikurs" anzugehören



Abbildung 932: VIVES. Valencia.

(M. BRECHT 1989, S. 223). Gewiß war manche Humanisten in religiösen Dingen lässiger, "profan" (J. BURCKHARDT 1904, S. 226). Sie waren wie eine Alternative ohne Reformation und Gegenreformation (D. MAC CULLOCH 2010, S. 871). Modern ausgedrückt: die Humanisten waren oft mehr Kulturchristen als Glaubenschristen. Es betand eine Differenz "zwischen humanstiischem Traditionalisumus und reformatorischem Biblizismus" (M. BRECHT 1989; S. 218). Dabei haben die Humanisten wie manche späteren Intellektuellen-Eliten sozialen Fragen wohl zu wenig Aufmerksamkeit entgegenbracht, sich in ihre Gelehrsamkeit eingesponnen. Aber den Reformatoren haben sie Material geliefert, die Grundlage mitgeschaffen. Und gleichzeitg die Kenntnis der antiken Sprachen befördert. Solange vor dem Buchdruck die Bibel nur in Manuskripten vorlag, gab es in den Manuskripten Unterschiede. Die Kirchenväter hatten Anmerkungen, 'Glossen', beigesteuert. Sie wurden in die Bibel-Manuskripte mit aufgenommen (O. CHADWICK 2001, S. 13).

Da war der viel verehrte ERASMUS VON ROTTERDAM. Geboren wurde er 1467 als unehelicher Sohn eines Priesters in Gouda und seiner Haushälterin, eine Arzttochter, wohl in Rotterdam (s. Wikipedia 2016). Von dem gebildeten Augustiner erschien 1503 sein 'Enchiridion' oder 'Handbüchlein eines christlichen Streiters' (A. E. McGRATH 1990, S. 20). 1509 gab es eine 2., 1515 eine 3. Auflage und bis 1521 erfuhr das Werk 23 weitere Auflagen. Laien sollten die Kirche reformieren und erneuern. Innerer Glaube sollte entscheidend sein (S. 22), bei der Heiligen Schrift



Abbildung 933: ERASMUS.Rotterdam.

und den Kirchenvätern sollte wieder angeknüpft werden. Von seiner wenigkonfessionell bestimmten Haltung zeuge sein Ausspruch "Ich hätte es mit den Arianern gehalten, wenn es nur auch die Kirche getan hätte" (zit b. F. MAUTHNER 1989, S 196). ERASMUS besorgte auch eine neue Ausgabe der Werke des Kirchenvaters HIERONYMUS. **1516** veröffentlichte ERASMUS (O. CHADWICK 2001, S. 15; A. E. McGRATH 1990, S. 83) das **Neue Testament in griechischer Sprache**, also jenes Neue Testament, mit dem das Christentum zuerst auftrat. Die späteren Glossen ließ er weg. Der Vergleich mit der danach kommenden lateinischen Ausgabe, der Vulgata, war nun interessant und gab Neudeutung mancher Begriffe. ERASMUS Beziehung zur Antike erscheint in seiner SENECA-Ausgabe 1515 (A. E. McGRATH 1990, S. 88). ERASMUS aber stand vor allem ein **für den Frieden**, war wirkender Humanist. Krieg kann allenfalls jene erfreuen, die nicht daran teilnehmen müssen.

Auch Katholiken brachten neue verbesserte Bibeltexte. Der aus Lucca stammende Dominikaner und SAVONAROLA-Schüler SANTES PAGNINO/XANTHUS PAGNINUS (Wikipedia engl. 2015) studierte mit Ermunterung von Papst LEO X. orientalische Sprachen und gab 1527 in Lyon eine Übersetzung des Alten Testaments aus dem Hebräischen und des Neuen Testaments aus dem Griechischen heraus (O. CHADWICK 2003, S. 14). Das schwächte die Vulgata als einzig anerkannte Bibelausgabe. PAGNINO druckte die Bibel in Versen, aber erst durch die Numerierung der Verse durch den viel zensierten und deshalb von Paris nach

Genf gegangenen Drucker ROBERT ESTIENNE wurde die Vers-Gliederung der Bibel-Texte zur Norm.

**Humanisten** wie ERASMUS VON ROTTERDAM, die zentrale Figur der Renaissance im Norden, wie REUCHLIN, GEORGIUS AGRICOLA oder auch PIRCKHEIMER, bei dem LUTHER 1518 sogar einmal übernachtete, **brachen nicht mit der katholischen Kirche,** als mit LUTHER und anderen Reformatoren der Bruch kam. Dabei hatte viele die **Gebrechen** der katholischen Kirche **auch angeprangert**. Die Humanisten fürchteten nicht nur den Zerfall der Christenheit, sondern wohl auch den Verlust des weitgehend einigen geistigen Europa. **Illoyalität** der zur 'neuen Religion' Bekehrten mit ihren neuen Ritualen galt nicht nur gegenüber der Papstkirche, sondern Illoyalität befürchteten auch die katholisch gebliebenen Herrscher und Bürgerkriege drohten die Staaten und auch die in religiös unterschiedliche Gruppierungen gespaltenen Städte zu zerreißen. Es gab vielerorts keine Toleranz! Und etwa die Hugenotten in Frankeich und die Wiedertäufer in Deutschland hielten mit Rechthaberei und Gewaltaktionen nicht zurück.

Auch in der Theologie konnten viele Humanisten LUTHER nicht zustimmen, ERASMUS nicht in der Gnadenlehre und der Annahme, daß man mit guten Werken nichts erreichen könne (S. ZWEIG 1981, S. 155). Das 'gute Werk' des Kaufs von Ablaßbriefen hatte LUTHER ja streng bekämpft. Das Humanistenleben von ERASMUS endete bewegt: Er floh aus Basel, als dort 1529 die Kirchen gestürmt werden und deren Innenreinsichtung wüster Zerstörung anheimfällt. Aus seiner neuen Bleibe in Freiburg i. Br. will er 1535 nach seiner niederländischen Heimat zurück, aber muß die Reise in Basel unterbrechen und stirbt hier am 11./12. Juli 1536 um die 69 Jahre alt.

Auch **in Satiren** gegen LUTHER und die Reformatoren hervorgetretener Humanist war der Elsässer Franziskaner THOMAS MURNER (E. MARTIN 1886; Wikipedia 2018). Hochgebildeter Humanist war auch der 1564 als letzter katholischer Bischof von Naumburg-Zeitz in Zeitz gestorbene **JULIUS VON PFLUG** (Faltblatt Katholisches Pfarramt 'St. Peter und Paul' Zeitz). Er stammte aus einem alten sächsischen Adelsgeschlecht. Der 1499 Geborene studierte ab 11. Lebensjahr bis 1517 an der Universität Leipzig, dann noch in Bologna und Padua. Der Reformation stand er zunächst wohlwollend gegenüber, diente aber in Mainz. 1542 nahm er nach etlichem Zögern die Wahl zum Bischof von Naumburg-Zeitz an. Der 1547 siegreiche KARL V. beauftragte VON PFLUG zur Formulierung des 'Augsburger Interim'. 1555 holte VON PFLUG den Leichnam des 1555 gestorbenen Gelehrten und Wettiner-Chronisten GEORGIUS AGRICOLA in den Dom nach Zeitz, denn in dem protestantisch gewordenen Chemnitz wurde dem katholisch gebliebenen Bürgermeister AGRICOLA ein ehrenvolles Begräbnis verweigert. VON PFLUG war für Versöhnung, wollte nicht den Bruch in verschiedene Konfessionen.



Abbildung 934: ERASMUS-Haus.Freiburg.



Abbildung 935: JULIUS VON PFLUG. Zeitz, Dom.



Abbildung 936: MELANCHTHON: im Geburtsort Bretten.

In **England** büßte der nach einiger Anerkennung kirchlicher Veränderngen zum Katholizismus zurückgekehrte Humanist und Staatskanzler unter HEINRICH VIII. THOMAS MORE/**MORUS,** Verfasser der 'Utopia', am 7. Juli 1535 mit seiner Hinrichtung. Als zu 'utopisch'-humanistisch hatte in der Realität auch MORUS nicht gewirkt, auch Ketzerfolterungen veranlaßt. Aber dann blieb er standhafter Katholik, als HEINRICH VIII. sich **1534** zum Oberhaupt einer eigenständigen englischen Kirche erhob, verweigerte diesem den dazu geforderten Suprematseid. So entstand die von 'Rom' unabhängige **Anglikanische Kirche**. Rom verlor ein Land - und hatte mit MORUS einen Märtyrer mehr. HEINRICH VIII. brach mit dem Past, als dieser die Scheidung mit KATHARINA VON ARAGON ablehnte, weil der König die aus dem niederen Adel stammende ANNA BOLEYN heiraten wollte. HEINRICH VIII. ließ in England Klöster und überhaupt katholische Einrichungen mi allen Kunstschätzen zerstören, verfolgte seine Gegner grausamst.

Der sich schon als junger Mann LUTHER anschließende Reformator MELANCHTHON machte **das Griechische auch** in der Bildung **bei den Protestanten** hoffähig, versöhnte damit jedenfalls in gewisser Weise Humanismus und Reformation. MELANCHTHON (L. VON RANKE, I, S. 180) war REUCHLIN-Schüler, kam im August 1518 nach Wittenberg, wo das Griechische noch nicht bestand.

## Weitergehende theologische Reformierung und soziale Unruhen auch in Deutschland - Gewalt und Unruhen 1525: Aufruhr der Reichsritter und der Bauern

LUTHER hatte vielleicht gemeint, weiter als er könne eine Reformierung des Glaubens und der Kirche nicht getrieben werden. Er sah sich darin bald getäuscht. Andere wollten mehr, Etwa die Wiedertäufer. Auch die Schweizer Reformatoren sahen manches anders. Wie in allen Reformationen und Revolutionen: Man schritt bald über jene hinaus, die Revolutionäres eingeleitet hatten. Und es bestanden auch große soziale Probelme.

Wenige Jahrzehnte nach SAVONAROLA und auch mitgenährt durch LUTHERs Wirken gab es in Deutschland soziale Unruhen, geführt teilweise von Schwärmern, ja fast wahnsinnig Erscheinenden, die wie einst die Hussiten auch wieder totale Umsturzversuche anstrebten und ihre eigene schlimmere Diktatur gegenüber ihnen nicht Folgenden einrichteten. Es gab die Bewegung unter dem ebenfalls einmal in Wittenberg tätigen Prediger ANDREAS BODENSTEIN aus KARLSTADT, kurz KARLSTADT genannt, dem LUTHER zuerst noch mit Erfolg entgegenwirkte.

Berechtigung zum Aufstand - das war bei den aufstehenden Gruppen wohl sehr unterschiedlich, auch bei einigem Zusammengehen. Nicht zur Unterschicht gehörten die um ihren Einfluß fürchtenden **Reichsritter.** Und die erhoben sich auch. Manche vielleicht trotz ihrer Burgen von Verarnung bedroht. Sie setzten auf den abwesenden Kaiser, aber standen in Widerstreit zu den Fürsten und den reichen Städte, sahen sich zu Fehden gegen Städte befugt, wollten wieder das frühere Mittelalter. Was war nun so großartig an dem in GOETHEs durchaus bewegendem Schauspiel von deutscher Freiheit schwafelndem GÖTZ VON BERLICHINGEN, wenn er Transporte Nürnberger Kaufleute überfiel, dabei von deren reisige Begleitern welche tötete? Was war außer vielleicht nicht unberechigt hohen Preisen das Übel an Kaufleuten, wenn sie für die Schmackhaftigkeit von Speisen nun wirklich nötiges Salz oder Gewürze wie Pfeffer oder Muskatnuß einführten und Nürnberger Lebkuchen ausführten? 'Leere Läden' haben im 20.lh. hochherzige Ideen zum berechtigten Einsturz gebracht. Der wirkliche GÖTZ VON BERLICHINGEN wurde im Unterschied zu GOETHEs Drama und zu seinen Opfern uralt, gestorben 1562 mit etwa 82 Jahren. Der auch mit GÖTZ VON BERLICHINGEN verbundene **Ritteraufstand** unter FRANZ VON SICKINGEN **1523** brach jedoch bald zusammen und SICKINGEN starb, 42-jährig, bei der am 30. April 1523 begonnenen Beschießung der Burg Nanstein bei Landstuhl unweit Kaiserslautern. Der Ritter in der Burg war dem Beschuß mit Geschützen nicht mehr gewachsen. Siegreiche, bei der Belagerung anwesende Fürsten, der Kurfürst von Trier und der Landgraf

von Hessen, traten in die kapituierende Burg, umstanden den von ihnen durchaus geachteten sterbenden SICKINGEN (L. VON RANKE, I, S. 276). Er hatte zwar gefehlt, war aber immerhin fast noch einer der ihrigen. Manche sahen in SICKINGEN, der die sich wandelnden Zeitläufte aufhalten wollte, einen Vorkämpfer für ein nationales einheitliches Deutschland unter starker kaiserlicher Zentralgewalt und er hatte immerhin auch die Reformation unterstützt. Der geächtete, schwer an Syphilis erkrankte HUTTEN, den manche als großen Renaissance-Helden sehen, suchte auf der Insel Ufenau im Züricher See Zuflucht. Bis zum Herbst 1523 nahmen die siegreichen verbündeten Fürsten 27 weitere Burgen ein (L. VON RANKE, I, S, 277).

Keine solche Achtung wie die besiegten Reichsritter genossen dann **die aufständischen Bauern**. Schon zwischen 1463 und 1517 hatte es in Südwest-Deutschland Aufstände gegeben, welche unter dem Namen '**Bundschuh**' zusammengefaßt wurden. Ihr bedeutendster Führer war JOST FRITZ, ein Leibeigenen-Sohn, der als Landsknecht einiges gesehen hatte und des Lesens und Schreibens kundig war. In 14 Artikeln waren die Bauern-Forderungen zusammengefaßt und sie betrafen nach Wegfall von Abgaben den Bauern genommene Rechte bei der Waldnutzung, der Jagd, der Fischerei, also bei Eingriffen in die **Umwelt**. Wie viel man an Freiheit zulassen durfte ohne Schädigung der Nachhaltigkeit mag eine Frage sein. Nach Aufstand im Schwarzwald 1524 kam der **Bauernkrieg von 1525**. Es gab manche harte Abrechnung an Rittern, so Ostern 1525 in Weinsberg gegenüber dem mit seinen Anhängern durch die Spieße gejagten Graf von HELFENSTEIN wie Einbeziehung von Rittern als Führer. Die Bauernaufstände waren dennoch nicht Anarchie, sondern strebten eine neue soziale Ordnung an. Zerstörung war nur das eine. In den gegenüber dem Schwäbischen Bund propagierten 12 Artikel vom April 1525 von **Memmingen** wurden die geforderten **Rechte und Freiheiten für** eine angestrebte **neue Ordnung** verkündet, ja sie gelten (Wikipdedia 2015) als "erste Niederschrift der Menschen und Freiheitsrechte in Europa". LUTHER antwortete mit 'Ermahnung zum Frieden auf die Zwölf Artikel der Bauernschaft in Schwaben' (O. CHADWICK 2003, S. 357). Dann Aufstand in **Franken**. Ein Ritter, FLORIAN GEYER (s. auch Drama von GERHART HAPTMANN 1893), schloß sich an, als Mann aus dem Ritterstand als Führer auch mißtrauisch beäugt und wurden seine Anweisungen bald sinnlos übertreten. Den Bauern in ihrem regierenden Rat geneigte Städte schlossen sich den Bauern an, in.Franken Rothenburg o. T. und Kitzingen In **Würzburg** wurde die Veste Marienburg, gelegen hoch über der Stadt, schwer belagert. Aufstand in Thüringen, damit im Kurfürstentum Sachsen. In **Mühlhausen** in Thüringen half der vielfach nur als Schwärmer und fast Mystiker eingeschätzte THOMAS MÜN(T)ZER neben dem Zisterzienser-Exmönch HEINRICH PFEIFFER eine neue gleichmachende Gemeinschaft einzuführen. Geboren in Stolberg im Süd-Harz, fiel der in Leipzig und Frankfurt an der Oder

studierte Priester MÜNTZER durch seinen sozialen Radikalismus auf. Er mußte 1521 Zwickau verlassen und ebenso 1521 Prag. Als Pfarrer in Allstedt redete er 1523 in Deutsch in einer Predigt dem anwesenden Kurfürsten und dessen Sohn in seiner 'Fürtenpredigt den Fürsten überhaupt ins Gewissen, Vor 'Fürstenthronen' wich MÜNTZER also nicht zurück. Der Kurfürst FRIEDRICH III. der WEISE war großzügig, friedlich, kein Gegner der Bauern (M. BRECHT 1989, S. 182). Später wurde MÜNTZER im aufständischen Mühlhausen Pfarrer an der Marienkirche. Mit der Ausweitung des Aufstandes erließ LUTHER Anfang Mai 1525 seine zur Vernichtung der Aufständischen aufrufende Schrift '... wider die räuberischen und mörderischen Rotten der Bauern' herausgehen. LUTHER meinte, daß nur die Obrigkeit das Recht zum Herrschen habe, nur die Adligen das können, und "Gott will nicht, daß der gemeine Pöbel regier" (zit. b. M. BRECHT 1989, S. 183). Hätten die Bauern, für die Führungspersonen doch klare Forderungen formuliert hatten, genügend regierungsfähige Kräfte aus den eigenen Reihen hervorgebracht? In ihre Dienste getretenen Adligen mißtrauten sie nicht ohne Grund. GERHART HAUPTMANN in seinem Drama 'Florian Geyer' schildert andererseits auch eindrucksvoll, wie sich die Bauern von dem die militärische Lage übersehenden GEYER nicht abhalten lassen, den zur Niederlage verurteilten aussichtslosen Sturm auf die Feste Marienberg oberhalb Würzburgs dennoch durchführen. Etliche Fürsten, weltliche wie geistliche, und auch manche Städte rächten sich ohne Einbeziehung des eigentlich für Aufstände zuständigen Reichsregimes grausaum, vor allem unter Führung des GEORG TRUCHSEß VON WALDBURG mit seinen Söldnern, mit blutigsten Massakern an den zu Tausenden umkommenden Bauern, am 15. Mai 1525 bei Frankenhausen am Kyffhäuser, am 2. Juni bei Königshofen in Tauberfranken. Großes Gemetzel unter den geschlagenen Bauern gab es bei Zabern im Elsaß. Organisation der Söldner und wiederum geschickter Einsatz der Geschütze siegten über jene, die zwar auch nicht ohne alle Feuerwaffen, aber vielfach doch nur ausgerüstet mit Dreschflegel und Morgensterne waren. Mit ähnlichen Waffen wie die aufständischen Bauern führten hatten immer hin etwa 100 Jahre früher die Hussiten immer wieder gesiegt. Fürsten, feindliche Städte und der Schwäbische Bund hatten den Krieg geführt, und der Kaiser dankte von Toledo aus dem TRUCHSEß und Papst CLEMENS VII. in einem Breve dem Schwäbischen Bund für die Rettung des Abendlandes vor den Häretikern (P. BLICKLE 2015, S. 411, 415). Die Revolutionäre von Mühlhausen, PFEIFFER mit vielleicht nur 25 Jahren und MÜNTZER mit vielleicht um die 35 wurden am 27. Mai 1525 in Mühlhausen hingerichtet. Nicht nur LUTHER äußerte sich immert wieder abfällig über den für ihn gehaßten MÜNTZER. Von MELANCHTHON stammt eine 'Historie Thomas Müntzers': Die Geschichtsschreibung im Dienste der Eliten schmähten den Bauernkrieg noch lange und betonten die gewiß nicht hermlosen Übergriffe der Unteren. Es war der aus ärmlichen Verhältnissen stammende Theologie und Historiker

WILHELM ZIMMERMANN (Wikipedia 2015), gewählt in die Frankfurter Nationalversammlung und dort auf der äußersten Linken, der **für die Bauernseite** schrieb, in 3 Bänden 1841 - 1843, im Vorfeld schon von 1848 (P. BLICKLE 2015, S. 439). 1893 folgte G. HAUPTMANNs Drama über 'FLORIAN GEYER'.

## Renaissance und Reformation - die hatten auch schwere Schattenseiten

Das im 15. Jh. noch kulturell glänzende Italien erlitt schwere Einbußen mit dem Eindringen zuerst der Franzosen 1494 mit Ansprüchen auf das Königreich Neapel und folgenden Kriegen namentlich mit dem deutschen Kaiser. Das Franzosenheer verbreitete offensichtlich die neu aufgetretene Syphilis. Rom erlitt **1527** durch die am **6. Mai** eingedrungenen unbezahlten, ausgehungerten etwa 24.000 Söldner eine schreckliche wochenlange **Plünderung** ("**Sacco di Roma**") (s. a. Wikipedia 2016) durch gegen die katholische Bevölkerung aufgehetzte kaiserlichen Söldner, wobei von den 50.000 bis 60.000 Einwohnern Roms etwa 6000 bis 12.000 ermordet wurden. Vergewaltigungen waren Massenerscheinung. Der Söldnerführer GEORG VON FRUNDSBERG war krankheitshalber ausgefallen und sein Nachfolger CHARLES DE BOURBON konnte nicht zügeln, fiel beim Sturm auf die Mauern Roms. Papst CLEMENS VII. floh in die nicht einnehmbare Engelsburg, bevor er nach Konzession wieder in die Stadt zurückkehren konnte. Einwohner wie Söldner starben dann auch massenweise an Seuchen. Geplündert waren neben den Wertsachen der Bürger viele Kirchenschätze. Die erhoffte neue Zeit wurde dunkel. Pessismus siegte. Der Geist war den politischen Gewaltexzessen hilflos ausgesetzt gewesen.

## Aufstand der Wiedertäufer

Weithin im Untergrund wirkten die **Wiedertäufer**, die aber auch nicht nur eine rein geistliche Bewegung waren, sondern soziale Ziele verwirklichen wollten. In **Münster** waren sie 1534 an der Macht. Die in ihren Führern mit 'Vielweiberei' auch moralisch anfechtbaren Wiedertäufer Münsters hatten das Privateigentum abgeschafft und alle in ihr Gemeinwesen gezwungen, also eine Art kommunistische Diktatur geschaffen. So wie Zwang gegen die jeweils Unterlegenen die sozialen und religiösen Kämpfe stark auszeichnete. 'Münster', **das große Sozialexperiment**, bei dem **Ideen zu Handlungen wurden** - das war ein Schreckenssignal, denen wenigstens die Eliten nun unbedingt rechtzeitig begegnen wollten (a. D. MacCULLOCH 2008, S. 261). Gedanken der Wiedertäufer hatte es niicht nur in



Abbildung 937: Mindelheim, FRUNDSBERG, seine Söldner wüteten in Rom.

Münster gegeben, und Endzeitstimmugn war verbreitet. Straßburg hatte MARTIN BUCER reformiert und er mußte nun achtgeben, daß nicht Radikale wie in Münster die Oberhand bekamen (A. E. McGRATH 1990, S. 136). Französischer Einfluß machte sich in Straßburg ohnenhin bemerkbar (E. MARTIN 1886). LUTHER verurteilte die Schwarmgeister, die Bauern, die Wiedertäufer und vertraute seine Refomation den sie akzeptierenden Fürsten an. Das war um 1530/1540 keineswegs die Mehrheit (W. ZIEGLER 1990; S. 56). Lutherisch wurden große Städte, "der größte Teil der Reichsstädte von Straßburg bis Nürnberg, von Goslar bis Regensburg" und landesherrliche Städte fragte nicht nach der Erlaubnis (S. 56), und lutherisch wurden die Erzstifte Magdeburg und Bremen (S. 61).. Der seit 1535 regierende Kurfürst von Brandenburg JOACHIM II, will "weder Lutheraner noch Papsit sein" (S. 60). LUTHER ging es nur oder nur noch um die kirchliche, die religiöse Seite der Reformation, wenn man von Versuchen zur Schlichtung fürstlicher, also politischer Streitigkeiten absieht. Gesprochen wird von der '**Obrigkeitlichen Reformation**'.

KARL V. hielt sich 1546 zum Reichstag in Regensburg auf, wo sich seine Liebschaft mit der schönen Tochter eines Gürtlermeisters, der damals 19-jährigen BARBARA BLOMBERG abspielte und von ihr 1547 ein gemeinsamer Sohn geboren wird, der als illegtimer Sohn zwar nicht KARL V. Nachfolger werden kann, aber als **JUAN DE AUSTRIA** ein führender Feldherr wird, aber 1547 bei Namur 19 Jahre vor seiner Mutter stirbt. Der Sohn war der Mutter nach der Geburt weggenommen

worden, sie anderweitig verheiratet, aber konnte ihren nun aufgstiegenen Sohn in den Niederlanden sprechen und der sorgte für ihre Unterkunft in Spanien.

Im Unterschied zu Frankreich gab es in Deutschland im 16. Jh. unter religiösem Vorzeichen zwischen protestantischen und katholischen Fürsten nur den relativ kurzen, vor allem nach der Schlacht bei Mühlberg an der Elbe am 24. April **1547** mit kaiserlichem Sieg endendem Schmalkaldischen Krieg. Drohte der Reformation das Ende? Im **Südosten** drohte weiterhin die Armee der **Türken**, von **Nordafrika** drohten Europäer als Sklaven gefangennehmende **Korsaren** (D. MacCULLOCH 2008, S. 92). Es gab auch in Deutschland im 16. Jh. manche Hinrichtungen aus konfessionellen Gründen in katholischen Territorien, aber keine 'Bartholomäusnacht'.

**Reformationsbeginn in der Schweiz - Streit mit LUTHER**

In **Zürich** begann **HULDRYCH ZWINGLI** (W. KÖHLER 1945) 1520 mit Auseinandersetzungen mit den Chorherren am Großmünster in Zürich wegen der Zehntenabgabe (S. 81). Es wurde dann mit neuer Sittlichkeit argumentiert, gab es 1526 ein Ehegericht, ging es um Armenpflege, um die Pflege der Alten in den Familien, wurde in der Stadt mit neuer christlicher Zucht seit 1529 der Kirchenbesuch kontrolliert (S. 127). Friedlich war die Reformation unter VADIAN in **St. Gallen** zum Erfolg gekommen (A. E. McGRATH 1990, S. 163 ff.). Streit gab es mit LUTHER über das Abendmahl, die **Eucharistie**. Im von PHILIPP I. initiierten **Marburger Religionsgespräch** vom 1. bis 4. Oktober 1529, dem '**Abendmahlsstreit**' (Wikipedia 2017), war man sich einig, daß es keine Transsubstantiation, keine Stoffverwandlung, gibt und daß der Laienkelch erhalten bleibt. Aber LUTHER bestand darauf, daß beim Aufnehmen von Brot und Wein auch ohne Transsubstantiation Christus dennoch anwesend ist und nicht wie bei ZWINGLI nur symbolisch. 1531 erschien als Teamarbeit unter der Herausgeberschaft von ZWINLI die deutschsprachige Bibelübersetzung, die **'Zürcher Bibel'**. Nachdem Hessen 1567 zunächst unter die 4 Söhne des PHILIPP I. aufgeteilt wurde und nach dem Tode von 2 von ihnen ab 1604 Hessen.Kassel und Hessen-Darmstadt bestanden, war Hessen-Kassel, mit Marburg, die reformierte Linie.

Mit den **katholisch gebliebenen** Schweizer Orten kam es zum Krieg. In der Schlacht von Kappel ist ZWINGLI am 11. Oktober 1531 gefallen. Die Zweiteilung der blieb und bestimmte das Leben im Land stark, noch im 19. Jh., als noch ein katholischer Sonderbund niederzuringen war. Gwerbe- und dann Industrie entwicklung gab es vor allem in den reformierten Teilen. Aus Frankreich am Ende des 16. Jh. geflüchtete **Hugenotten** trugen zu mancher gwerblichen Neuerung bei. Mit neuen Gewerben wurde dem Druck der Zünfte ausgewichen (YouTube)..



Abbildung 938: Marburg.



Abbildung 939: In Marburg 1529 Religionsgespräche.

## In Deutschland der Fürstenstaat und immer weniger stark die Reichsstädte

Aus all den Kämpfen erstarkten in Deutschland die mächtigen Fürsten und konnten zu teilweise schon absolutistischen Herrschern ihrer Territorien werden. In der 'Fürstenrevolution' 1552, verjagt Kurfürst MORITZ aus dem albertinischen Sachsen Kaiser KARL V. schließlich zur Flucht von Innsbruck aus über den Brenner. Vom Sieg des Kaisers bei Mühlberg 1547 war nichts geblieben. So qwenig wie einst vom Sieg gegen die Moslems in Tunis. Es war deutlich, um 1553, daß sich die konfessionelle Spaltung nicht beheben ließ und durch des Kaisers Bruder FERDINAND in die Wege geleiteten (YouTube 2019) im **Augsburger Reichs- und Religionsfrieden** am 25. September **1555** wurden auch die konfessionellen Besitzstände festgeschrieben. Der neue Terriotrialismus siegte über das Reich (W. ZIEGLER 1990, S. 52). Es einigten sich die Fürsten und überhaupt die Stände mit unterschiedlicher Konfession **1555 im Augsburger Religionsfrieden**. 1563 kam mit dem Heidelberger Katechismus in der **Pfalz** auch der in Frankreich bestehende **Calvinismus** in einem deutsche Staate zum Zug (A. E. Mc GRATH 1990, S. 256). Der Landesherr, als Eigentümer seines Territoriums oder auch die Reichsstadt bestimmten, welcher Konfession alle ihre Untertanen anzuhängen hatten: '**Cuius regio, eius religio**'. Widerstrebende wurden bestraft, ausgewiesen oder gar hingerichtet. Aber in etlichen Territorien blieben auch religiöse Minderheiten, die mehr oder weniger geduldet wurden. KARL V., schwer gichtkrank, hatte sich in eine Villa nahe dem Kloster St. Yuste in der Extremadura zurückgezogen, der einzige Kaiserrücktrirr der deutschen Geschichte. KARL V. starb hier am 21. September 58-jährig.. Ein großer Trauerzug folgte in Brüssel und die Beisetzung später im Escorial (YouTube 2019).

Nach 1560 nahm die '**Konfessionaliierung**' zu, mit der Gegenreformation. Dem lutherischen Kursachsen und ebenso lutherischem ernestinischem Thüringen stand dann das streng katholisch ausgerichtete Fürstbistum Würzburg/Bamberg gegenüber, wo JULIUS ECHTER. Bischof von Würzburg, in dem "weithin unsicheren und gemischten Land" (W. ZIEGLER 1990, S. 63) schließlich mit aller Härte den Katholizismus durchsetzte. Verrückt war es in der Kurpfalz (Wikipedia 2016): Der ab 1556 regiernde Kurfürst OTTHEINRICH führte das Luthertum ein, sein Nachfolger ab 1559 FRIEDRICH III. den Calvinismus, dessen Nachfolger ab 1576, LUDWIG VI., wieder das Luthertum, und mit JOHANN CASIMIR kam 1576 wieder der Calvinismus. Unter die Untertanen mußten jedesmal wechseln. Inmitten des protestantischen Württemberg entschieden sich die Bewohner der kleinen Reichsstadt Weil der Stadt, die also nicht zu Württemberg gehörte, gegen die Reformation. Ja nach ihrem Standort in eiuem der Länder gab es dann katholische und protestantische Universitäten. Widersprüchlich war die Lage im

Königreich Böhmen, wo große Teile der Bevölkerung hussitisch, utraquistisch waren, und das auch die Stände. Und es gab auch den **Übertritt** eines katholischen deutschen Territorialfürsten und sogar geistlichen Fürsten zum Protestantismus, der Fall des Adiminstrators des Stiftes Magdeburg, des Markgrafen JOACHIM FRIEDRICH VON BRANDENBURG (G. VON SCHWARZENFELD 1979, S. 6$). Die katholischen Fürsten auf dem Reichstag in Regenburg verlangten von ihm die Niederlegung des Vorsitzes im Fürstenrat und hielt zu ihm gefährliche Distanz. Der **Calvinimus**, nicht im Reich entstanden, wurde angeordnete Religion 1578 - 1586 in Nassau, 1589/1595 in Anhalt-Zerbst, 1605 in Hessen-Kassel, 1613 in Brandenburg, so etwas wie eine "zweite Reformation" (W. ZIEGLER 1990, S. 72, 69),

.

Der 1552 gedemütigte Kaiser KARL V. **teilte 1555 das Habsburgerreich** dauerhaft auf. In **Österreich** und dazugehörenden Gebieten, Böhmen und Ungarn, regierte der Bruder FERDINAND. Hier gab es zunächst konfessionellen Frieden. In den "kaiserlichen Landen von Österreich" erfaßte der lutherische Glaube "teilweise über die Hälfte der Bevölkerung" und 1568/1571 "sogar eine halboffizielle Anerkennung durch den Kaiser errang" (W. ZIEGLER 1990, S. 66). Der Sohn des KARL V., PHILIPP, übernahm als PHILIPP II. **Spanien mitsamt den spanischen Niederlanden** und ebenso die **amerikanischen Kolonien**. Hier galt kein Augusburger Religionsfrieden. Und in PHILIPP II. auch große Teile Amerikas umfassenden Reich ging die Sonne immer noch nicht unter. Der lebenslang zu Völlerei und viel Bier neigende KARL V. zog sich schwer gicht- und asthmakrank und durch Hämorrhoiden am Reiten behindert, vielleicht auch seelisch bedrückt, in das spanische Kloster San Jeronimo de Yuste, in der Extremadura, zurück und starb hier am 21. September 1558. KARL V. hatte sein überdehntes und im Osten vom 'Türken' bedrohtes Reich aufgeteilt. Warum suchte PHILIPP wieder ein vergrößertes Reich, suchte dynastische Verbindung zu England, zu der katholischen Blutkönigin MARIA, die er ehelichte? PHILIPP konnte es nicht lassen, daß Erbe auch in Portugal anzutreten und Portugal war so bis zum Aufstand der Braganca 1640 mit Spanien vereint.

Ein Ende der Gegensätze in den Territorien war nicht zu erreichen.

Aber "Versöhnungsideologie" kamen zum Ende )S. 67) und die Katasrophe kam.



Abbildung 940: Schloß Augustusburg.

## Im deutschen Fürstenstaat - so im lutherischen Kursachsen

Das Korporetionswesen des Mittelalters wurde abgelöst vom "modernen Staat", in denen der nach Absolutismus strebende Fürst und herrschend mit seinen Beamten auch die 'Ideologie', die Konfession, vorgab (vgl. W. ZIEGLER 1990, S. 75). Auf den kriegsleichtinnigen MORITZ folgte in **Sachsen** Kurfürst AUGUST (K. CZOK 1987), der den Einfluß der Stände einschränkte und dafür als oberste Landesbehörde 1574 den 'Geheimen Rat' mit 4 'Geheimen Räten' einführte, der die Wirtschaft im Bergbau mit dem Direktionsprinzip, und der die Landwirtschaft und der Textilherstellung förderte, auch eigene Unternehmen betrieb, auf dem Landes zahlreiche Kammergüter und der im Bergbau Kuxe hielt. Auch Herzog JULIUS VON BRAUNSCHWEIG und Graf ALBRECHT VON MANSFELD waren unternehmerisch tätig. Von manchem Fürsten wurde in der zweiten Hälfte des 16. Jh. "zur Stärkung ihrer territorialstaatlichen Stellung" "die frühkapitalistische Entwicklung" gefördert (K. CZOK 1987, S. 6). Im mittleren Erzgebirge ließ Kurfürst AUGUST von Sachsen die nach ihm benannte 'Augustusburg' erbauen, ein teures Unternehmen, für die Jagd.



Abbildung 941: Rekonstrukt Geburtshaus CALVIN, Noyon.

## Reformation in England, Frankreich, in Genf und Schottland

In **England** erstand die Refomation 1534 aus einem privaten Krach des Königs HEINRICH VIII. mit dem Papst wegen seiner Ehescheidung von seiner ersten Gemahlin, KATHARINA VON ARAGON. .

## CALVIN - der Reformator des Westens

In **Frankreich** wurde 1519 an der Theologischen Fakultät über das Leipziger Gespräch beraten. 1524 wurde in Paris erstmals ein Lutheraner öffentlich verbrannt (A. E. McGRATH 1990, S. 253). Die weitere Reformation in Frankreich wurde vor allem durch CALVIN bestimmt. CALVIN (A. E. McGRATH 1990) wurde am 10. Juli 1506 in wohl nicht armen Verhältnissen in Noyon geboren, ausgebildet in Paris, studierte Rechstwissenschaft in Paris, Orleans und Bourges, erfuhr eine christliche Bekehrung, kam 1536 nach Genf, mußte 1538 nach Straßburg ausweichen. Nach machtpolitische Veränderungen in Genf 1541 wurde er nach dorthin zurückgerufen. Hier war der 1564 gestorbene CALVIN nicht politisch an maßgebender Stelle, im Rat, jedoch wohl ideologisch führend.

Vor allem nach CALVIN gab es, namentlich bei dem Reformator BEZA, die schon

bei AUGUSTINUS vorhandene Lehre von der **Prädestination** (A. E. McGRATH 1990, S. 263 ff.). Von vornherein habe Gott bestimmt, wer für die ewige Seligkeit überhaupt bestimmt ist. Und durch kein irdisches Verhalten sollte der einzelne daran etwas ändern können. Nur manche wären schließlich auch zu einem tiefen Glauben fähig. Das war noch mehr als die Gnadenauffassung bei LUTHER. **Wirtschaftlicher Erfolg**, so wurde dann gemeint, sollte zeigen, wer wohl zu den **Auserwählten** zählt und so wollten viele zeigen, daß sie wohl zu diesen gehören. Die **wirtschaftlich Schwachen** aber konnten **als 'unbegnadet'** in ihrem Selbstbewußtsein **schwer gedemütigt** werden. Auf die Prädestinationslehre wird sogar das moderne Arbeitsethos zurückgeührt, den damit für viele verbundenen Gelderwerb um seiner selbst willen und die folgende Investition. Kapital sollte vermehrt, nicht vergeudet werden (A. E. McGRATH 1990, S. 287). Erwerb sollte nicht mehr Schuldgefühle nach sich ziehen. **Arbeit** wie vorher bei ZWINGLI, galt **nicht mehr** als **entwürdigend**. Der Produktion, dem Gewerbe mußte das moralischen Auftrieb geben. Und bist tief ins 19. Jh folgte gewerblicher Fortschritt in der Schweiz in den protestantischen Kntonen, war die Schweiz deswegen tief gespalten. Etwa im 17. Jh. gab es im katholischen Teil der Schweiz 70 Feiertage und dazu kamen die Sonntage. Bei den Calvinisisten gab es 5 - 7 Feiertage. Ein Ergebnis der landwirtschaftlichen Arbeit und der Gelder aus der Söldnerentsendung zu fremden Mächten waren die reich geschmückten Kirchen im katholischen Bereich., Im protestantischen Teil blieb der Reichtum bevorzugt beim Individuum (YouTube Schweizer Fenrsehen). Die viel bestrittene Verknüpfung von Calvinismus und modernem Kapitalismus wurde besonders vom Soziologen MAX WEBER (so. 1920) vorgetragen. Wobei bei WEBER erst die Ideologie, die calvinistische Religion bestand und diese das Arbeistethos nach sich zog, Ideologie vor Wirtschaft - eine Komfrontation zu MARX. Es ist hier der betonte "Einfluß moralischer und religiöser Ideen auf den sozialen Wandel" (T. B. BOTTOMORE 1969, S. 56). Man kann es auch umgekehrt oder wenigstens in Wechselwirkung sehen. Koinzidenz, Gleichzeitigkeit von Calvinismus und Wirtschaftsaufschwung bedeutet nicht unbedingt Kausalität, jedenfalls nicht totale. Auch bei Abkehr vom Calvinismus blieb das Arbeitsethos vieler immerhin bestehen. Prädestination, sah M. WEBER (1920, S. 95) hätte auch das 'Gefühl unerhörter innere Vereinsamung des einzelnen Individuums'. bedeutet, schuf die 'sebstgewissen Heiligen, wie sie die stahlharten puritanischen Kaufleute verkörperten (S. 105). Der Calvinist lebe in dauernder Spannung (S. 114), Zeitvergeudung war schwere Sünde (S. 157). Und M. WEBER (1920, S. 204) sah das calvinistische Endbild kritisch: "Fachmenschen ohne Geist, Genußmenschen ohne Herz; dieses Nichts bildet sich ein, eine nie vorher erreichte Stufe des Menschentums erstiegen zu haben." Das neue Arbeitsethos zog die positive **Einstellung zur Wissenschaft** ein und hatte deshalb wohl auch seine Auswirkung auf das Ethos mancher Wissenschaftler. Im Zeitalter der Aufklärung



Abbildung 942: Amboise: Schloß.

verlor die religiöse Gesinnung bei vielen an Bedeutung und eher der Katholizismus hielt seine Gläubigen beisammen.

## Frankreich - zerstrittenes Land wegen der calvinistischen Hugenotten - Auch das war Renaissance

In Frankreich hatten sich unter anderem durch von Genf dorthin gegangene Pfarrer calvinistisch-reformierte Gemeinden, die der **Hugenotten**, gebildet, Von Mai 1547 bis März 1550 wurden in Paris 39 Ketzer verbrannt (A. E. McGRATH 1990, S. 154, 265). Aber CALVINs Hauptwerk 'Institutio Christianae Religionis" wurde immer wieder gedruckt (S. 178). Der Hof in Navarra stand auf Hugenottenseite. Von **Gewalt von Seiten der Hugenotten** zeugte, daß einige in einem Anschlag im Mai 1560 in Amboise den minderjährigen König FRANZ II. entführen wollten, Die Strafe für die gefaßten Straftäter war furchtbar und um das Schloß Amboise stanken die teilweise aufgespießten Leichen (I. MAHONEY 1994, S. 71 ff.).

In ihrer Rechthaberei, ihrer Vorstelung von nur ihrem richtigen Glauben gab es durch die Hugenotten in Troyes, Bayonne, Agen 'niedergebrannte Kirchen, zerstörte Statuen, belästigte Priester' (I. MAHONEY 1994, S. 77). Verwüstet durch Hugenotten wurde 1562 die Kathedrale von Tours (Wikipedia 2016). Ein im Februar 1569 tödlich ausgehendes Attentat auf FRANZ Herzog von GUISE,




Abbildung 943: Amboise, Stadt.

führend in der den Katholizismus kompromißlos verteidigenden hohen Familie GUISE wird dem Hugenorrenführer COLIGNY angelastet, Es wird immer wieder debattiert, wie sehr hier nur rein den Glauben betreffende Kämpfe vorliegen, die Beteiligten **von ihrer Konfession zum Tiefsten ergriffen waren**, oder dahinter soziale Auseinandersetzungen stehen (M. WAGNER 1987), jedenfalls herrschte gerade in Frankreich unter starker Bürgerbeteiligung **Bürgerkrieg** schlimmster Art und vergeblich versuchte die 'Königinmutter' KATHARINA VON MEDICI (I. MAHONEY 1994) im Namen des von ihr gelenkten königlichen Sohnes auszugleichen und PHILIPPP II. in Spanien zu beruhigen. Rouen war von den Königlichen gestürmt worden.

Anläßlich der als Versöhnung propagierten Hochzeit des protestantischen königlichen Nebenlinie der Boirbonen HEINRICH VON NAVARRA, des späteren Königs HEINRICH IV., mit der zu der Ehe gezwungenen Königstochter MARGARETE VON VALOIS, Geliebte des HEINRICH VON GUISE, am 18. August 1572, waren die Hugenottenführer auf Einladung nach Paris gekommen. Es waren protestantischer Kämpfer, auch Reiter, in der Nähe von Paris stationiert worden. Hugenottenführer und Admiral COLIGNY hatte Einfuß auf den jungen König gewonnen, suchte den Protestanten in den Niederlanden auch militärisch zu helfen. Am Morgen des 22. August wird der auf einer Straße gehende COLIGNY von 2 auf ihn aus einem Fenster auf ihn abgefeuerten Schüssen verwundet (I. MAHONEY 1994, S. 188 ff.). In der Nacht vom 23. zum 24. Auguste **1572** folgte in Paris das Massaker der



Abbildung 944: Königsschloß Fontainebleau. Stadtseite.



Abbildung 945: Schloß Fontainebleau. Gartenseite.




Abbildung 946: COLIGNY. Paris.

**Bartholomäusnacht**, und katholische Bürger brachten etwa 3000 protestantische Mitbürger um. Umgebracht der Hugenottenführer GASPARD DE COLIGNY. Wenigstens 5000 (M. WAGNER 1987, S. 98), vielleicht aber bis 15.000 Tote werden bei pogromartigen Ausschreitungen in anderen Städten in den folgenden Tagen und Wochen vermutet. Einer der Toten in Paris war der Philosoph und Humanist PETRUS RAMUS (Wikipedia 2014). Die mordenden Katholiken hatten so zusammengehalten, daß die Hugenotten nicht gewarnt worden waren. Papst GREGOR VIII., der bildungs-und wissenschaftsfreundliche und Papst der Kalenderreform, ließ ein Te Deum singen.

Ende 1584 stand unter Führung der immer schon den Katholizismus vertretenden Adelsfamilie der GUISE, jetzt mit Herzog HEINRICH GUISE, eine **ultrakatholische Adelsliga**, die 'Sainte Union', die von einem Großteil der Pariser Bevölkerung unterstützt wurde und auch gegen dem zwar katholischen, aber zögernden König HEINRICH III. agierte (M. WAGNER 1987). Im Oktober 1588 traten in Blois die Generalstände zusammen. Der immer gedemütigte König HEINRICH III. schlug am 23. Dezember zu (I. MAHONEY 1994, S. 404 ff.). Der König beorderte HEINRICH VON GUISE in sein Arbeitszimmer. Versteckte Leibgardisten schlossen die Tür. HEINRICH VON GUISE wurde ungebracht. Der Bruder, der Kardinal LOUIS, wurde hingerichtet. Am 5. Januar 1589 starb die Königenmutter KATHARINA VON MEDICI, welche die im Hintergrund wirkende Regentin Frankreichs war. Am 1. August 1589 brachte rächend der Dominikaner



Abbildung 947: Blois. Königsschloß.



Abbildung 948: Blois. LUDWIG XII..

JACQUES CLEMENT dem König HEINRICH III. einen Brief und erdolchte den als 'neuen Herodes' geschmähten König, als der den Brief sofort las. Sofort getötet, wurde CLEMENT von den katholischen Ultras als Märtyrer hoch gefeiert.

Der Bürgerkrieg ging weiter. Unter Frankreichs Humanisaten blieb beim Katholizismus der auch als Skeptiker aufgetretene MICHEL DE MONTAIGNE, der auch Bürgermeister von Bordeaux war. MONTAIGNE wird zitiert mit dem Ausspruch: "Der Mensch kann keinen Wurm schaffen, aber Götter macht er dutzendweise.!

Die Hugenotten konnten weder überzeugt noch alle ausgerottet werden. Nach Übertritt zum Katholizismus wurde der erbberechtigte HEINRICH VON NAVAR-



Abbildung 949: MONTAIGNE. Bordeaux.

RA im Februar 1594 in Chartres zum König gekrönt und Paris erkannte ihn an. In dem des Bürgerkrieges müden Frankreich erhielten die Hugenotten **1598 im Edikt von Nantes** erneut Rechtssicherheit. In Frankreich bestanden zumindestens an etlichen Orten zwei sich völlig gegensätzlich gegenüberstehende Gesellschaftsgruppen gegenüber, eine durch die Zeiten hindurch mahnende Zerrissenheit.

Nach RICHELIEUs Entwaffnung der Hugenotten machte 1685 machte LUDWIG XIV. dem Toleranzedikt wiederum ein Ende.

## Schottland, Niederlande

Der **schottische Reformator** KNOX war auch in Genf ausgebildet worden, kehrte im Mai 1559 nach Schottland zurück und führte dort die strenge Reformation. In Edinburgh predigte KNOX auch in der St. Giles-Kathedrale. KNOX' Anhänger wüteten zerstörend aber in St. Andrews. Das noch um 1600 so adelszerrüttete Schottland stieg in den Wissenschaften wenigstens im 18. Jh. mit beachtlichen Errungenschaften empor.

Zwei Jahrzehnte nach LUTHERs Tod 1546 begannen in den **Niederlanden** Reformierte etwa in **Antwerpen** am 20. und 21. August **1566** durch die 'Bilderstürmer' (F. BRAUDEL 1986, S. 164) wohl auch als Antwort auf die Gegenreformation die Kunstschätze in der Großen Kirche rückischtslos zu zerstören. Wie es sonst der den

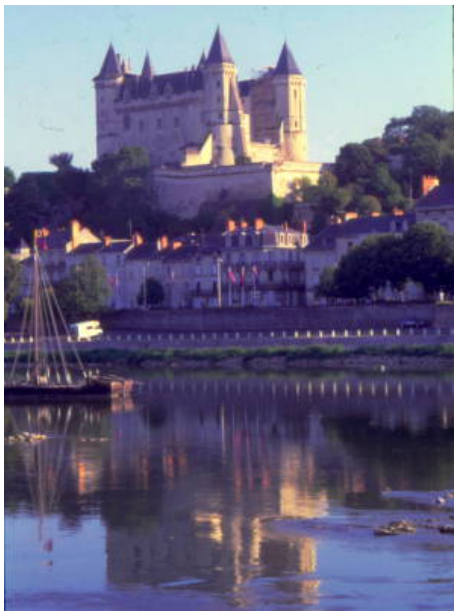

Abbildung 950: Hugenottenzentrum Saumur/Loire.




Abbildung 951: KNOX-Haus Edinburgh.



Abbildung 952: St. Andrews, wo die Reformation wütete.

Freiheitskampf der Niederlande lobende SCHILLER (zit, b. R. SAFRANSKI 2016, S. 277) sah: eine "rohe uahlreiche Menge, zusammengeflossen aus dem untersten Pöbel ... niedrigste Leidenschaften, denen sich hier eine reiche Befriedigung auftat, ..." Es wurden wohl Kunstschätzte vernichtet, die heute bewundert würden.

Die südlichen Niederlande, das heutige Belgien, blieb dennoch katholisch. Die tödliche Zweiteilung der Gesellschaft wütete auch hier und vielrorts bis heute. In den eiigentlichen, den nördlichen **Niederlanden** gibt es noch heute die Nüchternheit in den Kirchen, sollte sich die Religion fern aller Antike aller Pracht entkleiden. Die Vereinigten Provinzen der nördlichen Niederlande mit in ihren Kirchen bestehenden Nüchtenheit wurden eines der reichsten, ja den Handel beherrschenden Regionen Europas, das Land mit der zeitweilig größten Handelsflotte. Es blieben Maler. sogar großartige, und sie wandten sich dem Alltag zu, den Stillleben mit Blumen, Fischen, Schalen, Rindern, Pferden Schiffen, auch Seeschlachten, Meeresszenen, musizierenden oder streitenden Menschen, auch Landschaften ,und manche der Künstler wurden Spezialisten für eines dieser Sujets (E. FRIEDELL 2009, S. 525). Nur dem abstrakten 'Gott' durfte man nicht nähertreten. Für die Kultur- und auch Technikgeschichte sind etliche dieser oft kleinformatigen Gemälde eine interessante Quelle.

Die Reformationen und die mit ihnen auch verbundenen sozialen Probleme führten zu **grausamen, verheerenden Kämpfen und Kriegen**, bis zu zeitweiliger Unregierbarkeit (J. DARWIN 2010, S. 99 u. a.) der betroffenen Länder. Am schlimmsten betroffen war schließlich Deutschland im Dreißigjährigen Krieg, dann auch Polen. Trotzdem ging die Ausbreitung der nie einheitlichen europäischer Herrschaft oder wenigstens von europäischem Einfluß auch in dieser Zeit weiter. In den religiösen Auseinandersetzungen und den Religionskriegen starben Ungenannte in



Abbildung 953: Antwerpen: Kathedrale, RUBENS-Denkmal.

großer Zahl. Staatsoberhäupter wurden von Fanatikern der Gegenparteigemordet. Wenn man allein jene mit Namen in kirchlichen oder staatlichen Positionene nennt, welche wegen angenommener und tatsächlicher Widersetzlichkeit gegen religiöse Wünsche ihrer Staatsoberhäupter, der Könige vor allem, verbrannt oder geköpft wurden, dann erscheint die Zahl der Märtyrer von Christen durch Christen jene zu übersteigen, welche in den Christenverfolgungen der Antike ihr Leben verloren. **Religion war und ist Wahnsinn, ist eine Brutsätte von Justizmord, von Verbrechen!**. In Kursachsen wurden zweimal die '**Kryptocalvinisten**' verfolgt (K. CZOK 1987). und waren dabei höchste Staatsbeamte betroffen. 1574 wurde der Kanzler und damit vorher Vertraute des Kurfürsten AUGUST, der Wittenberger Professor GEORG CRACOW gefoltert und starb. NICOLAUS CRELLKRELL, reicher Großbürgerssohn und reich verheiratet, wurde in den 'Geheimen Rat' in Drseden berufen und war Prinzenerzieher und wollte nach des Kurfrüsten AUGUST Tod Sachsen in Richtung Absolutismus lenken. Am 9. Oktober 1601 wurde er im besten Alter von 51 Jahren wegen Kryptocalvinismus in dem nach CHRISTIAN I. Tod 1591 (W. ZIEGLER 1990, S. 69) wieder zur lutherischen Orthodoxie zurückkehrendem Sachsen in Dresden auf dem Schafott hingerichtet.

Der ab 1511 letzte Hochmeister des Deutschen Ordens ALBRECHT VON HOHENZOLERN, aus **Ansbach**, hatte in dem 1466 verbliebenen **Ordensstaat Preußen** 1519 - 1519 noch den vor allem von Söldnern getragenen, die Lande verwüstenden und ergebnislos endenden 'Reiterkrieg' gegen das von seinem Onkel SIGISMUND

I., als König regierte Polen geführt. **ALBRECHT** (Wikipedia 2017) reiste nach Deutschland, veränderte seine politische Sicht, besuchte auch LUTHER, wurde luthersisch und führte die lutherische Konfession gegen Widerstände in Preußen, also Ostpeußen, ein. Nur von 6 verbliebenden Ordensbrüdern ist die Rede /H: PÖLKING 2013, S. 159). Am 8. April 1525 leistete ALBRECHT in Krakau dem polnischen König den Lehnseid als **weltlicher erster Herzog von Preußen**, das also nicht zum Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation gehörte, und nun ein Erbherzogtum war - das alles ein staatsstzreichähnlicher Akt. 'Ostpreußen' war mit 12.000 Quadratkilometern wesentlich kleiner und unterentwickelter als 'Wetspreußen' mit etwa 23.900 Quadratkilometern (H. PÖLKING 2013, S. 162, 167), 1526 ging ALBRECHT eine erste Ehe ein, 1560 eine zweite, starb 1568. In seiner Hauptstadt Königsberg hatte er 1544 eine **Universität,** die 'Albertina'/'Albertusuniversität' gegründet. 1549 wurde hier der Nürnberger Reformator **ANDREAS OSIANDER** als Theologieprofessor berufen, aber starb schon 1552.

Am Anfang der **Reformation in den nordischen Ländern** stand eine schreckliche Tat. Der Dänenkönig CHRISTIAN II. wollte die Kalmarer Union der 3 nordischen Länder erneut begründen, siegte über Norwegen und dann auch über das widerstrebende **Schweden**. Am 8. und 9. November 1520 ließ er auf dem Großmarkt in Stockholm eine Großhinrichtung durchführen, bei der etwa 100 Menschen ihre Köpfe verloren: niedere Adlige, Reichräte, 2 Bischöfe, der Bürgermeister, Bürger (W. FROESE 2012, S. 207). Aber eine gegnerische Partei auf solche Weise zu vernichten, mißlingt meistens, da man nicht alle Gegner fassen kann und der Zorn auch bisher Außenstehende ergreift. Gegen CHRISTIAN II. erhob sich der Aufruhr unter GUSTAV WASA, der auch Verwandte zu rächen hatte. Mit Gegnern ging auch GUSTAV WASA nicht zimperlich um (S. 217). Im März 1523 marschierten GUSTAV WASAs Krieger Richtung Kopenhagen (S. 209). . CHRISTIAN II. hatte das Bürgertum hinter sich, floh aber dennoch nach Holland, blieb als königliche Reserve für interessierte Kreise. GUSTAV WASA wurde im Juni **1523** auf Beschluß eines Reichstags in Strängnäs zum König von Schweden gekrönt. Stockholm wurde eingenommen, Anfang Juli 1523 kapitulierte die letzte von Dänemark gehaltene Festung Kalmar (W. FROESE 2012, S. 209). Unter dem Wirken von dem in Wittenberg aufgebildeten und von GUSTAV WASA gestützten OLAUS PETRI wurde die Reformation, die 'Reformation von oben", schon im Interesse der Besitznahme der Güter der alten Kirche in **Schweden** eingeführt (S: 217). Die protestantische Glaubensauffassung erschien zunehmend siegreich seit 1525 **auch in Dänemark** selbst.

In **Livland** zerbrach der dortige Orden unter dem Ansturm des Protestantismus wie im Preußen des Deutschen Ordens. Die Forderungen nach Reformation waren

in den **Ostsee-Städten**, in Livland wie in Pommern, mit in Aufständen gipfelnden sozialen Veränderungen verbunden, blieben also nicht im rein Religiösen. Mit Ausschreitungen, etwa Kirchenverwüstungen verbunden waren die Forderungen nach Protestantismus 1522 in **Riga**, dann in **Reval**/Tallin und **Dorpat** (W. FROESE 2012, S. 211). 1524 wurde im pommerschen **Stralsund** (S. 214) das Rathaus gestürmt, erhielt die Bürgerschaft Anteil am Stadtregiment, und in der Karwoche 1525 wurden gar die Nikolaikirche verwüstet. Seit 1524 in **Wismar** und 1531 in **Rostock** und **Lübeck** wurde der evangelische Gottesdienst verbindlich (S. 214/215). 1533 kam es zu Aufruhr mit Bildersturm und Sturz des Patriziats in **Danzig** (S. 213), jedoch der polnische König SIGISMUND konnte das niederschlagen, 1534 wurde die Reformation offiziell eingeführt in ganz **Pommern**, 1549 in dem schon von lutherischen Städten geprägtem **Mecklenburg** ebenfalls ganz (W. FROESE 2012, S. 223). In **Finnland** reformierte namentlich der auch in Wittenberg ausgebildete MICHAEL AGRICOLA (W. FROESE 2012, S. 225), 1554. In den nordischen Kirchen blieben manche katholischen Formen erhalten, etwa in Finnland Abschaffunf der Heiligenverehrnung mit Beibehaltung der Heiligenbilder.

Neben der neuen Religion kam mit der Reformation auch Neues für die Volksbildung, die **Begründung auf einer Muttersprache aufbauenden Schriftsprachen**. Mit AGRICOLAs Bibelübersetzung, Neues und Teile des Alten Testaments, wurde er Begründer der **finnischen Schriftsprache** wie OLAUS PETRI 1541 für das '**Neuschwedische'** - und LUTHER für das Deutsche.

**Rußlands** Versuche, unter IWAN IV., in dem sich auflösenden livländischen Ordensstaat und dem Streit zwischen Schweden und Dänemark Fuß zu fassen, im Mai **1558** mit **Narva**, im Juli 1558 mit Dorpat, wurde 1582 von der **schwedischen Besetzung** bis in die Zeit von PETER I. abgewehrt, und das Stift Kurland kam 1585 an Polen. Mit **Archangelsk** erhielt Rußland einen Zugang zu den nördlichen Meeren. Der Wasa SIGISMUND III. wurde katholischer König von Polen, aber Schweden selbst lutherisch unter KARL IX. (W. FROESE 2012, S. 239).

Protestantismus breitete sich aus in Ungarn und Polen, gestützt von König HEINRICH VIII. in **England**, und erhob sich in großen Teilen von Österreich. Die Reformation erfaßte mit dem Prediger HONTERUS auch die Siebenbürger Sachsen.

## Neues Wissen - Bewußtwerden der Abkehr

Bei allen Übernahmen aus der Antike, allen von ihr angeregten Diskussionen, war das Ergebnis schließlich doch eine neue Wissenschaft und das war wohl auch an-

gestrebt. Die von PARACELSUS versuchte starke Abkehr von der Antike war übertrieben und kaum sinnvoll, aber sie zeigt, wie auch in Eigenständigkeit gedacht wurde. Der Baustil der Renaissance, die Paläste von Florenz oder Renaissance-Schlösser etwa, erinnern kaum an Bauten der Antike. Auch in neuerer Zeit hat Bildung, "humanistische" Bildung, aber oft anderes gewürdigt als die neuen Errungenschaften etwa des 19.Jh., was Schule manchmal lächerlich machte.

Schon ROGER BACON im 13. Jh. hatte betont, daß gewisse Erfindungen wie Schießpulver und Kompaß vom Übertreffen der Antike zeugen. Die großen geographischen Entdeckungen haben mehr als anderes die **Lückenhaftigkeit des aus der Antike übernommenen Wissens** vor Augen geführt, auch wenn die Seereisen bevorzugt wegen Handel und Siedlungen und nicht als Forschungsreisen unternommen wurden. Niemals wurde von einer einzigen Region aus in so kurzer Zeit so viel an unbekanntem Land entschleiert wie in der Zeit der großen Entdeckungen durch Europäer. Neue, ungeahnte Dinge traten vor die Augen der Entdecker: Völker mit anderen Sitten und Gebräuchen, fremdartige Pflanzen und Tiere, jenseits des Äquators ein Himmel mit vorher ungesehenen Sternen. Auch das führte zu skeptischer Weltbetrachung, mündete schließlich in die philosophische Aufklärung. Es wurde zunehmend bewußt, daß eigene Naturbeobachtung nötig war, daß überlieferte Angaben dabei korrigiert werden mußten, ja selbst die Richtigkeit antiker Texte gegenüber späteren Änderungen sollte an Hand von Naturbeobachtungen überprüft werden (S. SHAPIN 2001). Die im Mittelalter, besonders im späten, begonnene, so bisher nirgends erreichte, nie mehr völlig abbrechende, sich gegenseitig bedingende und wechselseitig fördernde, sich zeitweilig beschleunigende Welle von Inventionen und **Innovationen**, ob Schiffbau, Papier, Buchdruck, Brille, Waffen, war Voraussetzung für die nicht mehr aufhörende Erschließung der Erde und ihrer Güter und Lebewesen und damit für neues Wissen.

Nicht erst in der manchmal allein als "Wissenschaftliche Revolution" bezeichneten Wissensumgestaltung des 17. Jh., sondern schon im **16. Jh.** wurde große Gebiete des Wissens neugestaltet, ja neugeschaffen, und zwar in den Bereichen, in denen es nicht um neue Theorien ging, sondern um Beobachtung, um bisher unbekannte **Fakten** und deren Erfassung. Zu Recht kann man die **'Wissenschaftliche Revolution'** auch hier ansetzen, wenigstens einen ersten Teil von ihr. Das betraf das Erdbild mit seinen Kontinenten und Meeren, die Kenntnis der Pflanzen und Tiere, die Anatomie, auch Beobachtungsfakten über Himmelskörper. In diesen Bereichen nahm Kenntnis eindeutig zu, gab es Akkumulation von Kenntnis, gab es **Fortschritt**, "Progreß" (P. ROSSI 2000), zum Teil gewaltigen. A. KOYRÉ (1998, S. 59) faßte zusammen: "Auf allen Gebieten, wo das Anlegen einer Sammlung, die Akkumulation von Wissen ausreichte und wo es keiner Theorie bedurfte, hat das 16. Jahrhundert wahre Wunder vollbracht." Enzyklopädische Werke von teilweise

gewaltigen Umfang, so die zoologischen Schriften des ALDROVANDI, bezeugen das (W. KAMLAH 2003). Etwa der Wissenschaftshistoriker R. HOOKYAS rechnet auch das zur "wissenschaftlichen Revolution". Neues Wissen regte in zunehmenden Maße zur Suche nach weiterem Wissen an, was auch möglich war, weil immer mehr Gelehrte in wechselseitigem Gedankenaustausch und Wettbewerb standen. Bezeichnenderweise vielleicht stand der so erweiterten Kenntnis der Organe in der Anatomie noch immer die alte, vielfach auf GALEN zurückgehende Erklärung ihrer Funktion, ihrer Wirkungsweise gegenüber.

Die Personen, die sich um das neue Wissen kümmerten, es erweiterten, waren nicht mehr Kleriker, jedenfalls oftmals nicht mehr. Es waren begüterte Privatleute, auch Mediziner. Der Wissensoziologe MAX SCHELER (1960, S. 92/93; 1925) sah, daß die positive Wissenschaft als Grundlage hatte einen "Stand freier kontemplativer Menschen und" ein Stand von Menschen, der Arbeits- und Handwerkserfahrungen rationell gesammelt hat ..." "Die positive Wissenschaft ist und war überall, wo sie entstand, in Europa, Arabien, China usw., das Kind der *Vermählung von Philosophie und Arbeitserfahrung*."

## Naturphilosophie, Erklärung der Dinge der Welt

Neben der sich eher bescheiden auf die realen Dinge beschränkenden Forschung und Kenntniszunahme, die dennoch großartig war, gab es auch Versuche unter Einbeziehung antiker Autoren eigene Vorstellungen über die **Gesamtzusammenhänge** zu erhalten, grundlegende **Fragen nach Wissengewinnnung** zu stellen und Sicherung ihrer Richtigkeit zu gewinnen. Es wirkten und lehrten in der Renaissance also auch Menschen, welche als **Philosophen oder Naturphilosophen** zu sehen sind, Menschen der Hochrenaissance, welche auch von später und bis heute nie richtig lösbaren Fragen nicht loskamen und in vielem in Spekulation verharrten. Viel Grübeln und keine Lösung!

Noch im 15. Jh., 1462 geboren, in Mantua, war PIETRO POMPONAZZI (J. KRAYE 1999), Kenner des ARISTOTELES wie auch des AVERROES, der sich mit diesen auseinandersetzt, sie lehrt und dabei dann im Interesse der Übereinstimmung mit der christlichen Lehre auch bezweifeln muß, nur als Hypothese lehrt, so ab 1499 in Padua. Es wird spekuliert über die 'Seele', die von Gott geschaffene unsterbliche Seele, die wie alles Entstandene auch wieder vergehen muß, aber unsterblich wird. Manches erinnert an SIGER VON BRABANT. Das Denken gilt als immaterieller Akt, "den die Seele ohne ein körperliches Organ vollziehe", obwohl "der Körper für die Denkfähigkeit der Seele wesentlich notwendig sei" (so beschreibt es J. KRAYE 1999, S. 92). Wie sinnvoll waren solche Überlegungen? Immerhin Fragen anregend? Für das naturwissenschaftliche Denken interessant war das POMPONAZZI Stel-

lung zu '**Wundern**' (S. 94). Er schrieb das 1520 in einem Traktat nieder. der aber nur handschriftlich weitergegeben und erst ein Vierteljahr nach der Tode POMPONAZZIs 1525 gedruckt wurde. 1590 kam dieser Traktat als einziges von den Werken des POMPONAZZI auf den Index der verbotenen Bücher. Übernatürliche Erklärungen sollte es für die Natur nicht geben, für die vermeintlichen **Wunder oder für Geistererscheinungen** (H. TREVOR-ROPER 1967, S, 130) ließen sich **natürliche Ursachen** finden. Mit POMPONAZZIs Ansichten hätte nach Meinung von TREVOR-ROPER (1967, S. 130) der Hexenwahn vermieden werden können, aber eine Stimme war da sicherlich nicht ausreichend. POMPONAZZI kann man aber wohl schon als Frühaufklärer bezeichnen, auch wenn deren Zeit noch lange auf sich warten ließ. Aber einzelne 'Wunder', den Stillstand der Sonne auf Wunsch des Josua oder die ungewöhnlich lange Sonnenfinsternis während der Kreuzigung von Jesus habe es doch gegeben (J. KRAYE 1999,.96). Einen auch für die spätere Wissenschaft, für England etwa im 19. Jh., grundlegender Begriff war der von den '**Sekundären Ursachen**', der auch von ARISTOTELES hergeleitet werden konnte Die Erstursache alles Sein sollte 'Gott' sein. Aber er wirke nicht mehr direkt auf die materielle Welt, sondern nur über die von ihm der realen Welt eingegebenen Prinzipien, die 'Sekundären Ursachen', etwa auch "durch von himmlischen Intelligenzen gelenkten himmlischen Sphären. Und keine unsrere Handlungen, weder magische Praktiken noch christliche Fürbitten könnten diese gottgegebenen Sternenbewegungen ändern, die den Lauf der irdischen Ereignisse vollständig determiniere" (so formuiert durch J. KRAYE 1999, S.95). Damit wurde berührt auch das Problem der 'Willensfreiheit'. Im Jahre 1511 als Professor der für Naturphilosophie und Ethik an die Universität Bologna berufen, starb er hier 1525, der teilweise im Spannungsfeld zwischen Philsophie und Theologie gestanden hatte.

Ebenfalls mit ARISTOTELES setzte sich auseinander BERNARDINO **TELESIO** (C. LEIJENHORST 1999), der, 1509 geboren in einer adligen Familie in Cosenza später lernte und studierte er in Mailand, Venedig, Padua. Er zog sich dann zum Studieren der Texte der griechischen Naturphilosophen im Original in ein Benediktinerkloster in Kalabrien zurück Unter anderem als Sekretär wirkte TELESIO an größerem italienischen Höfen. In Neapel veröffentlichte TELESIO 1580 die "definitive" Fassung seines Werkes zur Naturphilosophie. eine neue 'De Rerum Natura ...' in dem er sich über eigene Grundprinzipien in der Natur äußert. Er sah 3 Grunddinge: **Wärme mit Licht** als eine Spezies der Wärme, **Kälte**, **Materie**. Wärme ist das aktive Prinzip in der Natur. das die Kälte mäßigt und Bewegung bewirkt und von dem spiritus ausgeht.

TELESIOs Werk wurde begrüßt von CAMPANELLA und BRUNO, aber angegriffen von scholastischen Philosophen und kam 1596, 8 Jahre nach seinem Tode,

auf den Index (S. 138). Philosophen des 17. Jh. schätzten ihn. BACON nannte TELESIO "den ersten Modernen" (S. 138).

## Beschreibungen von Technik und Kunst im 15. und beginnenden 16. Jahrhundert

Im 16. Jh. wurden zunehmend Gebiete der Produktion durch Gelehrte beschrieben, wobei die antiken Autoren Vorbildwirkung ausübten. An Technik interessiert waren Fürsten, auch Städte, denn mit Hilfe der Männer mit technischen Kenntnissen sollten Bauten errichtet und Kriegsgerät und Verteidigungsanlagen sowie Bergwerke erschlossen und ausgebeutet werden. Im 16. Jh. gab es etliche Bücher mit Ratgeber-Funktion, über das Regieren von NICCOLO MAC(C)HIAVELLI, über höfisches Benehmen, über Hososkope und eben über technisches "know how" (J. R. JACOB 1998). Mit der Beschreibung von Produktionsbereichen, etwa dem Bergbau, durch humanistisch gebildete, schreibgewandte Männer, wurde Erfahrung von Produzenten mit der Gelehrsamkeit der Renaissance verknüpft. Die Beschreiber der Produktion waren dabei keine Erfinder, aber ihre teilweise detaillierte Beschreibung und auch Systematisierung der Erfahrungen und Kenntnisse vermittelte wertvolle Erfahrungen weiter. Die "Praxis" hat dabei oft neue Anregungen, neues Material für die Wissenschaften geboten, gerade auch solche, die sich in den Texten der antiken Autoren nicht finden ließen. Die "Mechanisierung" des wissenschaftlichen Weltbildes hat in den Praktikern einen Grund.

Ein besonderer Typ von Künstlern und gleichzeitig frühen Ingenieuren waren die bereits im 15. Jh. und auch noch im 16. Jh. wirkenden oft vielseitigen "**Artefici**", "Künstleringenieure", Wegbereiter etwa im Bauwesen, der Malerei und auch der Technik.

LEON BATTISTA ALBERTI gilt als erster dieses Typs des "uomo universale", des **Universalmenschen der Renaissance**, der noch im "Herbst des Mittelalters" erschien. Ohne ALBERTIs hohe Bildung und seine Leistungen in Frage zu stellen, der nun plötzlich aus dem Dunkel des Mittelalters auftauchende 'Renaissancemensch' mit seiner 'Neugier' ist auch ein Konstrukt, des 19. Jh., und jener, welche gern Renaissancemenschen im Sinne BURCKHARDTs sein wollten, vermeintlich rechenschaftslos nur gegenüber sich selbst verantowrtlich.

Geboren wurde ALBERTI (M. BOENKE) am 14. Februar 1404 in Genua, wohin sein reicher Vater damals aus Florenz zur Zeit der Herrschaft der ALBIZZI emigrieren mußte. Nach dem Studium der Rechte in Bologna war er Sekretär beim Papst, kam 1434 mit dem geflohenen Papst EUGEN IV. nach Florenz und wirkte hier im Humanistenzirkel. In einer Abhandlung über Malerei/'De Pictura' 1435 behandel-



Abbildung 954: ALBERTI. Florenz.

te er die Perspektive, das Erwecken der **Dreidimensionalität** bei einem planen Gemälde. Der Traktat beeinflußte etwa die Malerei des ANDREA MANTEGNA im Herzogspalast in Mantua. 1436 folgte ein Manuskript über die Bilhauerei/De statua'. Wieder in Rom 1452 erfaßte er hier die antiken Bauten. Ab etwa 1450 wurde ALBERTI auch Architekt und Architektenberater, der Neues in die Renaissance-Architektur einbrachte. Er baute die tempelartige Kirche San Francesco in Rimini, den Rucellai-Palast in Florenz, wirkte in Mantua. Am Hof der ESTE in Ferrara wurde ALBERTI 1438 beauftragt, die Texte des durch POGGIO BRACCIOLINI erschlossenen römischen Technik-Schriftstellers **VITRUV wieder verfügbar** zu machen. ALBERTI verfaßte zwischen 1450 und 1452 die gewiß von VITRUV ausgehende, aber auch eigenständige Schrift "De re aedificatoria"/'Zehn Bücher vom Bauwesen', publiziert posthum 1485, zuerst in Latein, dann auch in Italienisch. Hier behandelt er die 'ideale Stadt', welche in einer klimatisch, ökonomisch und strategisch günstigen Gegend zu errichten ist und erörtert die Anordnung der Bauten für die verschiedenen gesellschaftlichen Klassen. ALBERTI beschrieb in dem Werk auch die verschiedenen Holzarten und deren Nutzung für Bauzwecke. So wird Erlenholz empfohlen als unübertrefflich für Pfahlgründungen in feuchtem Boden, während an Luft und Sonne das Holz dieses Baumes nicht dauerhaft ist. Oliven und Steineichen liefern ein vom Meerwasser kaum angreifbares Holz. Es wird vor Steinen gewarnt, die nach dem Eintauchen in Wasser beträchtlich an Gewicht zunehmen, da sie unter Einfluß von Feuchtigkeit rasch verwittern. Für die Bemessung steinerner Brücken bot er Erfahrungswerte an, so, daß die Stärke der Pfeiler ein



Abbildung 955: Fassade St. Andrea, Mantua.

Viertel der Brückenhöhe betragen sollte. Die Spannweite einer Brücke sollte nicht mehr als das 6-fache, nicht weniger als der 4-fache der Pfeilerstärke betragen. Die Gewölbesteine sollten eine Dicke von mindestens 1/10 der Spannweite aufweisen. Es gab keine mathematischen Formeln, keine Festigkeitstheorie, aber eben eine Fixierung von Erfahrungswerten, nach denen der Architekt sich orientieren sollte. Die meisten Brücken der Römer besitzen übrigens eine geringere Bogenweite in Relation zu den Pfeilern, waren also weniger kühn und verbrauchten mehr Material, als ALBERTI vorschlug. ALBERTI beginnt sein Werk mit einem leidenschaftlichen Lobgesang der Technik (H. GROSSMANN 1935). ALBERTIs letzte architektonische Leistung ist 1470 der Entwurf der **Basilika Sant'Andrea in Mantua** mit ihrer noch mehr als beim MALATESTA-Tempel in Rimini an Römisches anschließenden Fassade, gegenüber dem Palast des LUDOVICIO GONZAGA (z. T. Internet). Erst im 20. Jh. wurde ALBERTI auch als Satiriker wiederentdeckt. Gestorben ist ALBERTI am 25. April 1472 in Rom.

Der geniale Künstleringenieur **LEONARDO DA VINCI** wurde 1462 in sehr einfachen Verhältnissen in einer kleinen Stadt unweit von Florent geboren als illegitimer Sohn einer Magd, gezeugt von einem Florentiner Notar. Der junge LEONARDO DA VINCI genoß Ausbildung beim Maler A. VERROCCHIO in Florenz, war aber nie auf einer Universität. Er verwahrte seine späteren zahlreichen technischen Vorschläge mit vielleicht 100.000 Skizzen vor der Öffentlichkeit und schrieb in Spiegelschrift. Zu seinen Projekten gehören: Flugmaschinen, Fallschirm, Revol-



Abbildung 956: Amboise, Schloß.

vergeschütze, Bagger, kanalisierte Flüsse, Maschinen zum Feilenhauen und zum Sägen, Hygrometer und Anemometer. Verwirklicht war damals sicherlich die abgebildete Holländer-Mühle mit drehbarem Dach. Gemalt hat er fast nur nebenbei, wobei das großartige 'letzte Abendmahl' in Mailand und seine Porträtbilder von Frauen mehr in Anerkennung LEONARDOs bei der Nachwelt stehen. Mehrmals wechselte er die Auftraggeber, denen er seine nur selten verwirklichten Projekte anbot. Freundlich war das nicht unbedingt, so wenn er für Florenz den Plan ausarbeitete, den Fluß Arno so anzuleiten, daß er nicht mehr bei Pisa mündete und so der Hafen der mit Florenz konkurrierenden Stadt Pisa lahmlegte. LEONARDO LEONARDO war gewesen militärischer Berater von Venedig, stand im Dienste des CESARE BORGIA (K. SIMON 1991, S. 105), des Herzogs von Mailand und starb, zuletzt im Dienste des französischen Königs FRANZ I., 1519 auf dessen Landsitz Cloux bei Amboise an der Loire. Seine Manuskripte entdeckte 1797 VENTURI (H. GROSSMANN 1935).

Zu den Künstleringenieuren in Deutschland zählte ALBRECHT DÜRER, mit Gedanken ebenfalls zur Perspektive.

Von dem Chemiekundigen LIBAVIUS wird gesagt (F. REX in A. LIBAVIUS 1964, S. V): daß er "als gelehrter Humanist und erfahrener Praktiker griechisches Denken und zeitgenössisches Experimentieren in sich vereinigt."

## Zuerst durch Portugal und Spanien: Die Erschließung der Erde und schließlich überseeischen Eroberungen

Im Vergleich zu den Römern und den von Asien ausgehenden Großreichen, ob das der Araber, Perser, Mongolen, Türken, und auch im Vergleich zu Reichen in Amerika, haben sich europäische Staaten kaum und wenigstens nicht dauerhaft weit über die ihnen schließlich gegebenen Grenzen ausgedehnt (F. SEIBT 1987) und so ihre Vielfalt gegeneinander erhalten. Die Kreuzzüge brachten keinen bleibenden Landgewinn. Und auch bei den frühen Entdeckungsfahrten war das Ziel zunächst Handelsgewinn, auch die Errichtung eventuell dafür notwendiger Stützpunkte, aber nicht Massenauswanderung nach der Ferne.Aber es wurden dann in Übersee eigene Herrschaften, den Königreichen in Europa angegliederte Königreiche, eingerichtet.

## Entdeckungen der Portugiesen - schon im 15. Jahrhundert

Die schrittmachende Entdeckernation wurde **Portugal**, von dessen Hafen Lagos aus auf Anregung des Königsbruders HEINRICH DER SEEFAHRER ab 1418 Schiffe mit in Sagres an Portugals Südspitze ausgebildeten Kapitänen an der **Westküste Afrika** zunehmend nach dem **Süden** vordrangen, dabei Handel betrieben, sich auch dem Sklavenhandel zuwandten und dabei enstand keine längere Untebrechung der immer weiter vordringenden Reisen. Kumulativ wurde Wissen angehäuft. 1444 wird vom Sklavenmartk in Portugal berichtet (J. M. ROBERTS 1989, S. 181). HEINRICH er Seefahrer, der also hier fast mehr als köngliche Initiative ergreift, war der 5. Sohn des Königs JOHANN I.

Was durch und unter HEINRICH DER SEEFAHRER zustandekam beschrieb in Latein DIEGO GOMES, der Gouverneur auf den Kapverden (Wikipedia 2020).

In dem durch die Heirat von ISABELLA von Kastilien und FERDINAND von Aragonien zu Spanien werdendem Königreich und in dem mit Spanien oft bitter verfeindeten Portugal hatte sich im Gefolge der durch die Jahrhunderte währenden Reconquista, die oft lange unterbrochene Unterwerfung der Muslime, ein kriegerischer Geist herausgebildet, den gerade damit verbundene Leute nicht aufgeben wollten und es **wurde nach weiterer Eroberung gesucht.** Das, noch bevor Granada als letzte muslimische Bastion auf der Iberischen Halbinselgefallen war. Eroberung - das galt den Kanarischen Inseln, aber auch Nordafrika, wo **Ceuta** 1414 portugiesisch geworden war und **Melilla** zur Zeit der beginnenden Amerikafahrten 1497 spanisch. Stützpunkte im nordwestlichen Nordafrika, Ceuta etwa, das bedeutete, den Karawanenhandel durch die Sahara wenigstens teilweise in die



Abbildung 957: HEINRICH der Seefahrer. Porto.

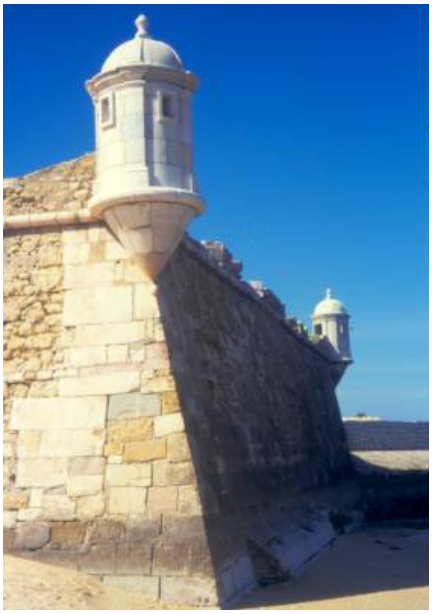

Abbildung 958: Lagos.

Hand zu bekommen, bedeutete Elfenbein, Gold, Sklaven (R. KONETZKE 1943). Bei den Kriegszügen der Portugiesen und Spanier galten nichtchristliche Völker wie vogelfrei. Bekehrung der besetzten Einheimischen zum Christentum, oft propagiert als ein Ziel der christlichen Krieger, wurde nicht einmal immer akzeptiert.

Im Jahre 1415 wurde von den Portugieren Kap Nun gegenüber den Kanarischen Inseln erreicht. Bis 1445 wurden 51 Karavellen nach Westafrika ausgesandt. **1446** war man unter DINIZ FERNANDEZ am **Kap Verde**. Und hier kam die große Überraschung: Die Wüsten- und Steppenlandschaft der Sahara war zu Ende und es gab bei der Weiterfahrt an der Küste zunehmend **Wald** – deshalb 'Kap Verde', das Grüne Kap - und das **entgegen den antiken Schriften**, wonach die Hitze und Öde nach dem Süden zunehmen sollten (H. PLISCHKE 1940), so viel, daß man die Region nicht durchfahren könne. Damit sollte auch die in der Antike angenommene Verbindungen zu Leuten in eventuell wieder gemäßigter südlicher Hemisphäre nicht möglich sein. Die Schlußfolgerung aus der Fahrt hinter Kap Verde war: Den eigenen Augen galt es also mehr zu vertrauen als antiken Autoren, auch wenn diese ARISTOTELES und PTOLEMÄUS waren. Der **geistige Befreiungsschlag von Kap Verde** wurde natürlich erst allmählich bekannt. Mit den neuen Kenntnissen von der Erde kam die von vielen bekämpfte "**Revolution der Erfahrung**" (OLIVEIRA MARQUES 2001, S. 124).

Nicht aus wissenschaftlichen Gründen, sondern um aus in der Ferne durch mit Handel oder Gewalt eingetriebenen Waren möglichst hohe Gewinne zu erzielen wurden Seefahrten unternommen auf Schiffen, denen die Seefahrzeuge anderer Völker kaum beikommen konnten. Europa jedoch erhielt erstmals ein Bild von großen Teilen der Erde. Ja erstmals gelang es Menschen einer Region, große Teile der Erde wenigstens in grobem Überblick zu erfassen. Wie eng war da die Welt des immerhin mächtigen Römerreichs gewesen! Auf die Weiten des Atlantik waren bisher im wesentlichen nur die Schiffe der Wikinger gelangt.

Zu einem Objekt der Auseinandersetzung zwischen europäischen Mächten wurde die Inbesitznahme der Inselgruppen, der **Archipele, vor der Westküste Afrikas,** die außer den Kanaren vorher unbewohnt (A. W. CROSBY 1991, S. 82) waren, wo tropische und subtropische Gewächse angebaut werden konnten (OLIVEIRA MARQUES 2001), und wo zunächst Portugal die Führung übernahm, das in Marokko scheiterte. Portugals Beginn überseeischer Expansion war **Madeira** und die Nachbarinsel Porto Santo, wo nach einem vergeblichen früheren Versuch der Inbesitznahme durch Kastilien1419 und 1420 unter JOAO GONCALVES ZARCO (Wikipedia 2020) auf Betreiben von HEINRICH DER SEEFAHRER eine portugiesische Expedition sich durchsetzte. Hauptanbaugewächs wurde nach einer lange schwelendem Brandrodung lange **Zuckerrohr**. 1452 gab es eine erste Wassermühle für die Zuckerrohr-Verarbeitung. Bewässerungskanäle, 'Levadas', führten Wasser

zu. Madeira deckte damals den Hauptbedarf an Zucker in Europa. Wegen der Bodenverschlechterung wurde dann auf Wein ausgewichen. 1514 wurde auf Madeira eine eigene Diözöse eingerichtet. Um 1515 gab es auf Madeira etwa 18.000 Einwohner, davon etwa 3000 Sklaven (Wikipedia 2020).

Die **Azoren,** 9 größere und mehrere kleine Inseln, insgesamt 2351 qkm, bekannt von Portolan-Seekarten, wurde im Auftrag von HEINRICH DER SEEFAHRER unter DIEGO DE SILVES bewußt aufgesucht und 1427 für Portugal besetzt. Es wurden nach 1430 Schafböcke und ander Haustiere ausgesetzt und folgte in den 1450er-Jahren die Besiedlung.

Die **Kapverden/Cabo Verde** (bes. Wikipedia 2020), genauer die Inseln vor Kap Verde, insgesamt 4033 qkm, fand 1456 ALVISE CADAMOSTO, ein Venezianer im Dienste Portugals. 1461 wurde DIEGO GOMES Gouverneur der von der portugiesischen Krone übernommenen Inseln, es entstand eine eigene Militärstation auf der Hauptinsel Santiago und auf der Insel Fogo. 1532 wurde ein eigenes Bistum gegründet. Auf den Kapverden wurde unter anderem gewonnen die den Lackmus liefernde Färberflechte *Roccella tinctoria* DC., der Name von AUG. PYR. DE CANDOLLE 1805. Die Hauptinsel Santiago war auch Zwischenstation für den Sklavenhandel. Die heutige Bevölkerung bietet eine Mischkultur zwischen Europäern und Nachkommen der Sklaven, eine kreolische Kultur, seit 5. Juli 1975 unabhängig, wobei manche einmal Ausgewanderten nunmehr zurückkehrten.

Um die **Kanarischen Inseln** dauerten die kriegerischen Auseinandersetzungen mit den Einheimischen, den nahe zur Ausrottung bestimmten Guanchen (A. W. CROSBY 1991, S. 84), wie zwischen den Portugiesen und Kastilien mehr als hundert Jahre. Nachdem vor allem kriegerische Privatunternehmer auf den Kanarischen Inseln gewütet hatten und Insel nach Insel, unterworfen wurde, so 1483 noch Gran Canaria, waren diese Inseln **1477** zur **ersten spanischen Kronkolonie** (R. KONETZKE 1943, S. 91) geworden. Auf **Teneriffa** landete nach der Unterwerfung von La Palma 1494 ALONSO DE LUGO mit einer Truppe, mußte aus einen Hinterhalt entweichen, und es wurde Tenriffa erst 1496 endgültig von den Guanchen genommen (A. W. CROSBY 1991, S. 86).

In den 50er Jahren war man am Senegal. 1460 starb HEINRICH DER SEEFAHRER. Die Fahrten und die Kolonisierung der erreichten afrikanischen Küsten gingen weiter. Mit Härte wirkte **JOAO II.** (Wikipedia 2016), der die Rechte der Krone gegen den Adel durchsetzte, ihm die Gerichtsbarkeit auf seinen Domänen nahm, auch verdächtige Verwandte hinrichten ließ, den **Absolutismus** schon im 16. Jh. verkörperte. Im August 1482 war DIEGO CÃO an der Mündung des Kongo, den er ein Stück stromaufwärts fuhr und dann an der Küste, wo er ein Steinmal gesetzt hatte, bis südlich Benguella. Im Jahre 1482/1483 gründete DIEGO CÃO



Abbildung 959: Kap der Stürme, der Guten Hoffnung.



Abbildung 960: Posthinterlegung.SO-Afrika.

die berüchtigte Küsten-Zwingburg Sao Jorge de Mina/Elmina, an der Goldküste, dem späteren Ghana. Auf einer zweiten Reise 1485/86 gelangte CÃO bis nördlich der Walfischbucht. Es wurde gelernt, daß es des Windes wegen besser war, im Atlantik weit nach dem Westen auszuschwingen und sich dann südostwärts zu wenden. BARTOLOMËU DIAZ (DIAS) wurde **1488** vom Sturm um die **Südspitze Afrikas** verschlagen, kam bis in die Algoa Bay, ankerte etwa an der Küste des heutigen Mosselbay, konnte aber seine Leute nicht zur Weiterfahrt bringen. Die Südausdehnung Afrikas war jedoch nunmehr bekannt, der nach dem Osten offenstehende Weg deutlich. Das Kap an der Südspitze Afrikas war umschifft.

Es hatte sich also erwiesen, daß **die Meere mtieinander in Verbindung** stehen. Wie weit im einzelnen? Der Plan des COLUMBUS für eine Fahrt nach dem Westen überzeugte ihn aber nicht,

Kenntnisse über den Osten und den Gewürzhandel zu erhalten wurde vom portugiesischen König JOHANN II. auch auf dem **Landweg** versucht, und er sandte 1487 PEDRO DE COVILHÃO und ALFONSO DE PAIVA über Kairo nach Aden, von wo DE COVILHÃO nach Calicut und Goa an der Westküste Indiens kam, also sich die Portugieren **vor** VASCO DA GAMA über Küstenorte in Indien informierten. Der nach Äthiopien gegangene DE PAIVA war gestorben und Gesandte aus Portugal beauftragten in Kairo den 1490 dort wieder eingetroffenen DE COVILHÃO nunmehr nach Äthiopien zu gehen, wo ein christlicher Fürst herrschte. DE COVILHÃO wurde gut aufgenommen, stieg auch zu einem Amte auf, wurde aber nicht zurückgelassen. Eine portugiesische Delegation nach Äthiopien fand ihn 1520 noch lebend.

Mit dem Vordringen portugiesischer Schiffe nach dem Süden wurden also Dinge bekannt, über Verteilung von Wüsten und Wald, über Klima und Organismen, die wegen ihrer Andersartigkeit gegenüber dem Überlieferten und Bekannten zur Kritik an dem Überlieferten und zu einem neuen Weltbild beitrugen. Der unstudierte Matrose gewann Kenntnisse, die dem studierten Universitätsgelehrten lange unbekannt blieben, ja die er bezweifelte, manchmal in gelehrtem Hochmut. Die Wirkung der portugiesischen Seefahrten für die fernere geschichtliche Entwicklung wurde mit der Wirkung von LUTHER im 16. Jh. verglichen (J. M. ROBERTS 1989). Mit Recht stellte später der Wissenschaftsphilosoph FRANCIS BACON seinem Werk "Instauratio magna scientiarum" als Frontispiece ein in den Ozean durch die Säulen des Herkules mit durch Westwind gewehten Segeln hineinfahrendes Schiff voran, das natürlich auch einmal ausgefahren sein mußte. BACON schildert bei dieser Deutung nicht das Ausfahren ins Unbekannte, sondern das Einbringen des nun schon bekannt Gewordenen.

## Geographie, Landes- und Weltbeschreibung vor den weiteren großen Entdeckungen

## Geographische Karten im 15. Jahrhundert

Von Bedeutung für die Geographie im abendländischen Europa war die "Entdeckung" und ins Lateinische erfolgten Übersetzung der von Konstantinopel mitgebrachten "Geographika" des PTOLEMAIOS (M. BOAS 1965) 1406 durch JACOPO D' ANGIOLO. Zahlreiche Abschriften folgten. Im Jahre 1475 wurde die "Geographika" des PTOLEMAIOS erstmals gedruckt. Der Dominikaner NICOLAUS GERMANUS gab 1482 PTOLEMAIOS in Holzschnitt heraus. Die dem Werk einstmals beigegebenen Karten waren zwar verloren, aber aus den zahlreichen Angaben über Entfernungen und Richtungen wurde eine Karte rekonstruiert,

wobei wegen der fehlerhaften Längenangaben die Entfernung von Westeuropa nach Ostasien kürzer schien, als es der Fall war, was die Fahrt nach Asien auf einer Westroute nahelegte. Mit der "Geographika" des PTOLEMAIOS veränderten sich die Karten gewaltig, wurden Karten in den Text eingefügt.

Erd - und Weltkenntnis wurde auch in eigenständigen Werken niedergelegt, so , noch in Unkenntnis der COLUMBUS-Entdeckungen 1493 in der von dem studierten Juristen, Nürnberger Stadtarzt und Humanisten HARTMANN SCHEDEL veröffentlichten und im Original lateinischen "Weltchronik", mit 1809 Holzschnitten auf den etwa 600 Buchseiten das bilderreichste Werk im Abendland. Es war Vorbild einer ganzen Literaturgattung, der "**Kosmographien**". GEORG ALT hat das Werk ins Deutsche übersetzt (K.-U. JASCHER 2007, S. 330). Von deutschen Städten gibt er 53 Ansichten, von denen 28 einigermaßen realistisch und erkennbar sind, während andere zum Teil Wiederholungsbilder vorstellen. SCHEDEL war 1440 in Nürnberg geborener Sohn einer Kaufmannsfamilie, studierte in Padua und Leipzig und starb 1514 in Nürnberg.

Im 15. Jh. wurden etliche **Weltkarten** mit den damaligen geographischen Kenntnissen erstellt, so 1459 von FRA MAURO, 1474 von TOSCANELLI. In der Bibliothek der Yale-Universität befindet sich die große Weltkarte von HENRICUS MARTELLUS GERMANUS von etwa 1480 bis 1496, welche das Erdbild der Europäer am Vorabend der Fahrt von COLUMBUS zeigt und möglicherweise als Vorlage für den ältesten **Erdglobus** bot, hergestellt von dem Nürnberger MARTIN BEHAIM zusammen mit dem Maler GLOCKENTHON 1491 - 1493, jetzt ausgestellt im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg. BEHAIM war Teilnehmer der zweiten Reise des DIEGO CÃO längs der Westküste Afrikas gewesen.

## Die weiteren großen geographischen Entdeckungen und die europäische Eroberung von Teilen der Erde bis weit ins 17. Jahrhundert und - ihre Folgen

### 'Zeitalter der Entdeckungen' 16. Jahrhundert

Die neuen Seefahrten der Europäer waren begleitet von Unterwerfung und Grausamkeiten, welche die Plünderungen der Wikinger im frühen Mittelalter wohl übertrafen. Dazu legten die Europäer befestigte Handelsplätze an und etwa Spanien und Portugal erklärten riesige Gebiete als zu ihren Staaten gehörig. Für die Ureinwohner Amerikas oder später Tasmaniens hatte, wie D. S. LANDES 2002 meinte, die Ankunft von Europäern die Wirkung einer Apokalypse. **Die Kanonen der europäischen Schiffe** waren so wirksam, daß sich etwa die Portugiesen

auch dort festsetzen konnten, wo ihnen durchaus hohe Zivilisationen wie in Indien gegenüberstanden. Die in die Seefahrt einsteigenden europäischen Staaten, erst Portugal und Spanien, dann Frankreich, Großbritannien und die Niederlande, bekämpften sich teilweise in Europa und auch an den überseeischen Stützpunkten und raubten sich auf den offenen Meeren oft gegenseitig aus. Relativ kleine Schiffe, begrenzte Stützpunkte - aber immer noch war die Erde für die Gier der Gierigen nicht groß genug. Die Seefahrten der Zeit waren in erster Linie sich selbst tragende und auf möglichst vielen Gewinn ausgerichtete Geschäfsreisen, nicht wissenschaftliche Entdeckerfahrten mit dem Ziel von Völkerverbindung. Forschungen, etwa über die Vegetation, kamen durch Einzelpersonen nur nebenbei und es gab noch keine Forschungen belobigende Akademien.

**Der Entdeckerstaat 'Spanien'**

Für Kastilien und Aragonien kam der große Aufbruch nach 1474, nachdem die **1469** mit ihrem Vetter, dem König FERDINAND von Aragonien vermählte ISABELLA, Schwester des zur Zeit der Hochzeit noch regierenden kastilischen Königs HEINRICH IV., den Thron von Kastilien bestieg. Nur eine Personalunion sollte es sein und bleiben (E. HINRICH 2000), zum Anfang eines **einheitlichen Spanien** wurde es. Die dem Papst 1482 abgehandelte eigenständige Spanische Inquisition war die erste beiden Staaten gemeinsame Einrichtung! Fühlten sich die nunmehrigen christlichen Herren von den verbliebenen Mauren und auch den Juden so bedroht, daß sie meinten, nur ein in einem einzigen Glauben, dem katholischen Glauben geeintes Volk könne die Nation bestehen? Die Tochter von ISABELLA von Kastilien und FERDINAND von Aragonien JUANA/JOHANNA heiratete 1496 PHILIPP, den Sohn des Kaisers MAXIMILIAN I. (J. BROUWER 1978). Dieser PHILIPP, genannt der 'SCHÖNE', war durch seine Mutter, die Ehefrau Kaiser MAXIMILIANs, die MARIA VON BURGUND, Erbe des Herzogtums Burgund, zu dem auch die Niederlande gehörten. Auf der Burg Gravensteen oberhalb von Gent wurde am 24. Februar 1500 dem Paar von der sich damals dort aufhaltenden JOHANNA/JUANA ihr ältester Sohn KARL, der spätere KARL V., geboren. 1504 stirbt Königin ISABELLA. Die kastilischen Stände erklären 1506 JOHANNA und ihren Gemahl PHILIPP zu Erben der Krone Kastiliens. Beide reisen per Schiff nach Spanien, aufgenommen mit gemischten Gefühlen. Bald stirbt, 1506, PHILIPP; und trotz seiner Liebeskapaden anderswo war er von seiner Gattin JOHANN offenbar so obsessiv bis pathologisch geliebt worden, daß sie nicht von seiner Leiche loslassen wollte. FERDIAND II. von Aragonien, Ehemann der verstorbenen ISABELLA, konnte die Regentschaft auch in Kastilien übernehmen, was also die Vereinigung von Kastilien und Aragonien unter einem Herrscher bedeutete. 1516 srirbt FERDINAND. Die Thronerbin ist **JOHANNA/JUANA**, das einzige überlebende der Kinder von ISABELLA von KASTILIEN und FERDINAND

von ARAGON. 1509 wird sie als die "**Wahnsinnige**" in Tordesillas interniert. Sie blieb als Internierte in Tordesillas bis zu ihrem 1555 erfolgten Tod mit 77 Jahren und einer fast 46-jährigen Gefangenschaft. Waren es nur äußere Umstände, der Tod es angeblich über alles geliebten und begehrten Gatten, PHILIPP DES SCHÖNEN, der sie psychisch zerstörte? Oder war es erblicher Wahnsinn, Schizophrenie, der die spanischen Vorfahren belastet hatte und noch manche letzlich von ihr stammendenHabsburger belastete? Zeichen von manchen komischen Handlungen bei KARL V.? Irrsinn später auch bei dem zu Unrecht von SCHILLER verklärtem 'Don CARLOS', Sohn von PHILIPP II. in seiner ersten Ehe mit MARIA VON PORTUGAL, die kurz nach der Geburt des DON CARLOS starb, 17-jährig. SCHILLER gab in seinen 'Briefen über Don Carlos' bald selbst zu,, was hier nur Dichtung wae, aber nötig für ein von "aktuellen politischen Ideen erfülltes Drama" (R. VOM BRUCH in C. GIARDINI 1986, S. 261), im nötigen verallgemeinerndem historischen Gewand.

Der Sohn der als 'Wahnsinnige' internierten JUANA, der Enkel FERDINANDs, KARL, kann, zunächst minderjährig, als KARL I, im nun vereinten Königreich Spanien den Thron einnehmen und wird, gewählt am 27. Juni 1519 in Frankfurt am Main, auch **deutscher Kaiser als KARL V.** Es gab in **Spanien** eine zeitweise recht **eigenständige städtische Entwicklung**. 1518 wurden die **Cortes, das Städteparlament**, einberufen. 18 Städte hatten um 1500 das Recht zur Entsendung stimmberechtigter Delegierter (J. BROUWER 1978, S. 152). Aber **1520** gab es den großen **Aufstand der 'Communidades'** (J. BROUWER 1978, S. 150 ff.; H. PIETSCHMANN 1989), der verbündeten kastilischen Städte, nach dem Signal in Toledo, mit Avila, Valladolid, in Verteidigung ihrer Demokratie gegen die unter dem neuen König, in Spanien KARL I. KARL V. erhöhten Steuern, der Bevorzugung der Ausländer in Staatsstellen und in der Forderung nach Mitbestimmung. Die in Tordesillas eingesperrte spanische Erbin JOHANNA hätte mit ihrer Hilfe die Macht ergreifen können, aber war dazu wohl psychisch nicht in der Lage. Die königlichen Truppen KARLs zerstörten die kaum noch in Resten verbleibende Stadt Medina del Campo, die Stadt der Waffen- und Munitionsproduktion (J. BROUWER 1978, S. 155). Gewalttätigkeiten veranlaßten die anfangs sympathisierenden höheren Schichten, Adel, höhere Geistlichkeit, Patriziat sich abzuwenden und am 23 April 1521 erlitten die Aufständischen eine Niederlage bei Villalar. Es folgten zahlreiche Hinrichtungen. auch die des Führers der Städtebewegung JUAN DE PADILLA. 1523 gab es einen Generalpardon. KARL I./V. hatte wohl mehr gesiegt als etwa 100 Jahre vorher SIGISMUND in Böhmen gegen die Hussiten. Mit einer eigenständischen städtischen Bewegung in Spanien war es ähnlich vorbei wie in Rußland unter IWAN IV. 1539 droht KARL V. dem aufständischen Gent mit der Auslöschung, will aber auf die von ihm geschlagene gedemütigte Stadt wegen der Einnahmen nicht verzichten.

ISABELLA hatte den von der sten Reise heimgekehrten COLUMBUS in Barcelona empfangen und er hatte dort berichtet. Die inneren Wirren im Spanien nach 1500 lassen kaum erkennen, daß eine mächtige Regierung hier an Überseereisen und überseeische Eroberungen herangeht. Es sind dann auch private Unternehmen, **auf eigene Faust erobernde Konquistadoren**, die in Amerika wirken und hier und mit von der Krone ziemlich eigenständig handelnden Vizekönigen ein spanisches Weltreich schufen. Auch das ähnelt den russischen Verhältnissen. Formell blieb Aragonien von den amerikanischen Territorien weiterhin getrennt (N. DAVIES 2015, S. 248(, sie galten für Kastilien. Der 1556 zur Herrschaft gekommene Sohn von KARL V., **PHILIPP II.,** nannte sich 'König von Spanien' und sein Reich umfaßte auch die Niederlande. Den Kaisertitel behielten aber die österreichischen Habsburger.

Auf der Iberischen Halbinsel bestand neben dem neuen Spanien dann nur das vergeblich den Thron von Kastilien anstrebende **Portugal**, und auch das nur bis 1580.

Mit ihren überseeischen Besitzungen, für wie lange auch immer, begründeten Spanien und auch Portugal, erste unter einer Herrschaft stehende **Staatengebilde**, deren Teile nicht nur durch so etwas wie das Mittelmeer, sondern auch **durch** weite **Ozeane getrennt** waren (R. KONETZKE 1943). Häufigere Truppenverschiffung über Ozeane wurde notwendig-

## Die Entdeckungen des COLUMBUS

**Kastilien/Spanien** trat mit einer der folgenreichsten geographischen Entdeckungen auf, nämlich 1492 mit der Fahrt von 3 Schiffen des vermutlich aus Genua stammenden COLUMBUS über den Atlantischen Ozean nach Westen, die zur Entdeckung von Inseln vor **Zentralamerika**, auch von Haiti und Kuba, führte. Kastilien besaß im Unterschied zu Portugal keine seemännische Tradition und nahm daher fremde Seefahrer in Dienst. Es war eher außergewöhnlich, daß ein Staat, der ansonsten Kriegsschiffe ausrüstete, mit COLUMBUS eine Erkundungsfahrt finanzierte. Aber sie konnte eventuell viel einbringen. Ausgelacht wurde er wohl nicht, denn die Lage war klar, das Unternehmen erschien sinnvoll. Daß man seine Rückkehr nicht unbedingt erwarete wird wohl ersichtlich aus den hohen Titeln, die man ihm anstandslos gewährte, wie man Helden, die zur Aufopferung bereit sind, auch im 20. Jh. 'prähum' geehrt hat. Wie bald dem COLUMBUS andere nach Westen bald folgten, war nicht klar vorauszusehen und so der Kampf um Würden und Titel dann die Folge. Ziel von COLUMBUS war das von MARCO POLO beschriebene China, und COLUMBUS hatte einen Brief des spanischen Königspaars an den "Großen Khan", den man noch als Herrscher China annahm, bei sich. Hier

mußte man erwarten, sich anständig benehmen zu müssen. COLUMBUS hat bis zu seinem Tode 1506 nicht gewußt, Entdecker eines neuen Kontinentes zu sein, sondern meinte, auf Indien vorgelagerten Inseln gewesen zu sein. Man suchte nach einer Durchfahrt nach Indien selbst. Das Gesehene, die geschmückten Eingeborenen etwa, schien dem von MARCO POLO her Gewußten leidlich genug zu entsprechen (F. REICHERT 1988). Von den 3 ausgesandten Schiffen kam nur eines, die kleine 'Nina', nach Europa zurück. Zurückgekehrt hat COLUMBUS in Barcelona dem Königspaar berichtet. Für 1892, 400 Jahr nach 1492, wurde in Barcelona eine COLUMBUS gewidmete Säule errichtet, auf welcher die Entdeckung eher als Freundschaftsbesuch im Indianerland dargestellt. Wer auch immer vor 1492 von Land im Westen des Atlantik wußte, Wikinger und wohl ebenso Basken, erst mit der COLUMBUS-Reise kam das Land im Westen ins Gesichtsfeld europäischer Mächte, auch, wenn es vielleicht das auf anderem Wege schon erreichte Indien war.

Die Reise des COLUMBUS war Anregung genug, um COLUMBUS mit 17 Schiffen, auf denen sich 1500 Mann befanden, auch Missionare, 1493, im September, erneut auszusenden. Wenn COLUMBUS bald in Ungnade fiel, als Vizekönig abgesetzt wurde ja 1500 in Ketten nach Spanien zurücktransportiert wurde, dann soll das nach neueren Archivfunden wegen fast grenzenloser Grausamkeit des COLUMBUS gegenüber den Indianern wie spanischen Siedlern durchaus berechtigt gewesen sein (R. ZAPPERI 2006) – auch wenn es das geschönte Bild des Entdeckers wieder verdunkelt.

Schon **1494** war in der spanischen Stadt **Tordesillas** die außereuropäischen von den Weltmeeeren umschlossenen Territorien der Erde in einem Vertrag unter 'Spanien' und Portugal aufgeteilt worden, jene Erde, von der man zur Zeit des Vertragsabschlusses noch wenig kannte. Wenn der Vertrag einen Sinn haben sollte, mußte die **weitere Erschließung der Erde vorgesehen sein**, und zwar in absehbarer Zeit. Andere Mächte erkannten diese Aufteilung der Erde natürlich nicht an.

Wie erfuhr nun Europa von den Entdeckungen? Viele Humanisten sparten sie eher aus. COLUMBUS hatte in Barcelona dem Königspaar FERDINAND und ISABELLA Bericht erstattet und Produkte mitgebracht. Der im Indienrat wohlinformierte Humanist PERDO MARTYR lieferte seit 1494 Berichte. COLUMBUS veröffentlichte Briefe. 1497 erschienen sie in deutscher Übersetzung in Straßburg. Entscheidend für das Bild der Neuen Welt werden dann die Berichte von AMERIGO VESPUCCI (H.-J. KÖNIG 1991). Nach seinem Vornamen wurde der Name Amerika geprägt.

Aber bald nach den ersten Berichten geschieht weiteres. Ein aus Italien stam-




Abbildung 961: COLUMBUS.Genua.



Abbildung 962: COLUMBUS/ISABELLA.Granada.



Abbildung 963: COLUMBUS. Barcelona.



Abbildung 964: Darlegung der Reise.



Abbildung 965: Empfang in Übersee.



Abbildung 966: Ritter und Indianer.

mender Seefahrer in englischen Diensten, GIOVANNI CABOTO (geb. um 1455), anglisiert JOHN CABOT, erreichte im Auftrag von Kaufleuten in Bristol am 24. Juni 1497 von der westenglischen Stadt Bristol aus das Festland von Nord-Amerika wohl im Gebiete von Labrador. England schien in Konkurrenz zu Spanien zu treten und beanspruchte, sich um die Weltaufteilung einen Teufel zu scheren, sah die Besitzrechte nördlich der von COLUMBUS erschlossenen Regionen. Wie COLUMBUS von den spanischen Königen hatte CABOTO in England von König HEINRICH VII. große Zusagen für seine Person im Falle erfolgreicher Entdeckung erhalten (R. KONETZKE 1943). Aber der König schien nicht viel zu erwarten und so fiel es ihm nicht schwer, ungelegte Eier zu verteilen. Auf einer zweiten Reise 1498 mitgenommene Waren fanden keine Ostasiaten als Käufer. Im Westen war man nach COLUMBUS auch anderer Stelle an eine Barriere gestoßen, die nicht dem Erwarteten entprach. Die Entdeckung im Westen lag im Zuge der Zeit und war nicht aufzuhalten.

Mehr Erkenntnis über die von COLUMBUS gesehenen Gebiete erlangte **AMERIGO VESPUCCI**, ein Florentiner, der im Geschäftsinteresse der Medici nach Spanien gelangt war. Auf eventuell 4, sicher aber zwei Reisen, kam er nach der Neuen Welt. Die umstrittene erste Reise fand möglicherweise kurz vor COLUMBUS erster Reise statt, die zwei sicheren Reisen folgten 1499/1500 und 1501/1502. Dabei fuhr er namentlich auf der letzten Reise östlich von Südamerika weit nach Süden, möglicherweise bis über die Mündung des La Plata. Ihm wurde klar, daß er nicht die Ostküste Asiens befuhr. Aber noch war das nicht die Entdeckung von Amerika. Das wurde endgültig deutlich, als der riesige Stille Ozean durchfahren war und das neue Westland nicht mit dem bisher bekannt gewordenen Asien als verbunden erkannt war.

Von deutschen Handelsunternehmen beteiligten sich die WELSER in Augsburg beraten von PEUTINGER 1505/1506 mit 3 Schiffen an Amerikafahrten (D. WUTTKE 1991, S. 29). KONRAD PEUTINGER war dann ein Humaniste, der mit Gewährsleuten in Lissabon alle **Berichte** von den Entdeckungen zu **sammeln** suchte. HANS BURGKMAIR hat sie nach den Augenzeugenberichten zu illustrieren versucht - ein etwas umwegiges Unternehmen.

## Britische Seefahrer, dann in Spaniens Diensten, in Nordamerika

Der auf See verschollene und urkundlich nur unzureichend erfaßte GIOVANNI **CABOTO** wird von den Briten als der eigentliche Entdecker Amerikas gesehen, ja sollte später die Besitzansprüche Englands auf Nordamerika bekräftigen. 1508

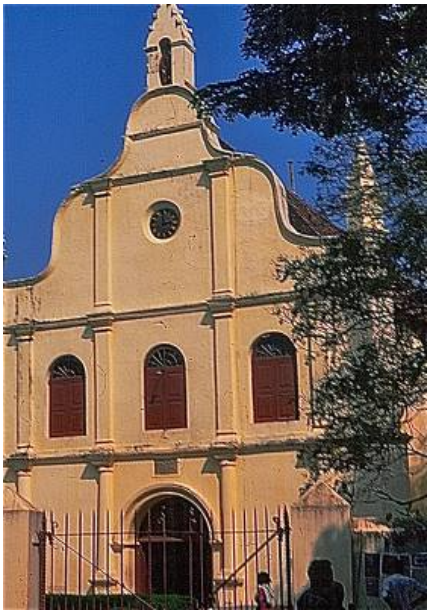

Abbildung 967: Cochin.VASCO DA GAMA-Kirche.

oder 1509 fuhr GIOVANNI CABOTOs Sohn SEBASTIAN über Grönland nach der Küste Nordamerikas. Wegen des damals in England verschwindendem Interesse an solchen Seefahrten trat SEABASTIAN CABOTO 1512 in spanische Dienste.Der US-amerikanische COLUMBUS-Biograph WASHINGTON IRVING hat in noch bestehenden Ressentiments in den USA gegen die einstige Kolonialmacht Großbritannien COLUMBUS die größere Anerkennung gegenüber CABOT zurückgegeben (O. GINGERICH 1993).

**Portugal in Indien und Südost-Asien und anderswo - und Umsturz in Indien durch die Mogulkaiser**

Es erstaunt, wie oft kleine Nationen mit keiner allzu großen Bevölkerung aufgewinnbringenden Handel mit Unterjochung fremder Völker gingen. Etwa die Niederlande hatten einmal die größte Flotte in Europa und gewannen ihr Geld auch aus zahlreichen Transportfahrten für andere Staaten, also als Zwischenhändler.

Für **Portugal,** unter König JOHANN III., erreichte VASCO DA GAMA die Westküste **Indien**s nach der Umrundung des südlichen Afrika um die Jahreswende zu 1498 am 20. Mai **1498** bei Kalikut. Mit dieser Reise von 84 Tagen übertraf VASCO DA GAME die längste Reise des COLUMBUS hinsichtlich Entfernung und Dauer (A. W. CROSBY 1991, S. 120).

Amerika wäre um 1500 wohl ohnehin entdeckt worden, denn die zum energischen Auftreten nach Ostindien entsandte portugiesische Flotille unter PEDRO ALVA-

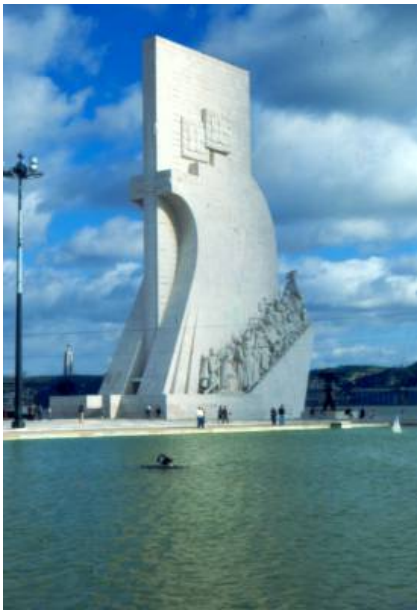

Abbildung 968: Lissabon.Entdeckerdenkmal.

REZ CABRAL wurde durch einen Sturm an die Küste des späteren **Brasilien** verschlagen. Das Gebiet wurde dann Portugal zugeschlagen. An Portugals Leistungen der Entdecker sollte erinnern das Entdecker-Denkmal, errichtet unter dem SALAZAR-Regime 1960 zum 500. Todestag von HEINRICH DER SEEFAHRER (Wikipedia).

Die portugiesische Krone betrieb zuerst eine 'einzigartige Form von **Staatskapitalismus'** , bevor auch Private in den Handel zugelassen wurden (N. TARLING 1992, S. 354). Der von Indien zurückkehrende portugiesische Navigator JOAO DE NOVA entdeckte am 21. Mai 1502 die mitten im Atlanik gelegene **Insel St. Helena**, die bestens geeignet war, Kranke zur Rekonvaleszenz dort zu stationieren und nach Ausbau zur Versorgungsbasis sich mit frischem Proviant zu versorgen. Nach einem holländischen Zwischenspiel etwa 1645 - 1661 kam die Insel zu England.

Der nördliche Indische Ozean war eine Region, in der reicher Handel von den verschiedensten Staaten und Küstenorten aus längst betrieben wurde (J. DARWIN 2010, S. 24 u. a.) und Portugals Schiffe waren zunächst nur ein Handelspartner mehr. Portugals Schiffe haben nicht nur oder manchmal sogar relativ wenig lediglich in Asien eingehandelte Güter nach Europa transportiert, sie waren auch Zwischenhändler, die etwa indische Textilien in Asien vermarkteten, eingebunden in den Handel zwischen den asiatischen Höfen (N. TARLING 1992, S. 355). Gegen die kanonenbestückten portugiesischen Schiffe waren die anderen Schiffe



Abbildung 969: Lissabon. Entdeckerdenkmal 2.



Abbildung 970: Lissabon. Entdeckerdenkmal 3.



Abbildung 971: Entdeckerpoet CAMOES.

machtlos. Die Portugiesen konnten in Südasien nicht wie bald in Brasilien ein zusammenhängendes Reich errichten, aber doch zahlreiche befestigte Stützpunkte errichten, von dort aus Macht ausüben, viele dieser Stützpunkte aber etliche Zeit später zu einem Teil nicht gegen ihre Konkurrenten aus Europa halten. Von Portugiesen erobert unter Admiral ALFONSO DE ALBUQUERQUE wurde **1510 Goa** an der Westküste Indiens und Goa wurde die Portugals Macht im östlichen Arabischen Meer beherrschende Festung. DE ALBUQUERQUE wurde Vizekönig in Portugals indischen Gebieten, ihrem 'Estata da India'.

Das wurde nicht davon berührt, daß **von Nordwesten** her **1519** große Teile des Indischen Subkontinents von dem Timuridennachfolger BABUR erobert wurden und das angesehene, in seinem Gebiet mächtige **Mogul-Reich** (I. HEISS 2007, S. 159 u. a.) begründete. Da es große Teile Indiens umfaßte, kam es mit dem Mogul-Reich wieder zu einem ziemlich vereinigten Indien. Hofsprache war Persisch. Während die Portugiesen an der Westküste Fuß faßten begann also von Norden her, wieder einmal, eine **neue Periode in Indiens Geschichte**. Der erste der **Großmoguln**, ZAHIR al-DIN BABUR, der 1526 das zersplitterte Sultanat von Delhi eroberte, war ein später Nachkomme von TIMUR, ebenfalls grausam. Der zweite Mogul-Herrscher HUMAYUN regierte 1530 - 1540 und nach Unterbrechung der Mogulherrschaft kurz wieder ab 1555, vor seinem Tode 1556. Der bedeutendste Mogulkaiser wae AKBAR der Große. Grausam im Krieg, dem die Maharadschas die Macht nicht überlassen wollten. AKBAR strebte nach einem

Reich der Toleranz der Religionen und suchte vergleichend die verschiedenen Religonen zu beurteilen. Der Lebensstandard auch der Bauern war höher als später. Auch in der Verwaltung gilt das damalige Mogulreich als Europa überlegen. Eine zeitweilige **Hauptstadt Fatehpur Sikri** gab er wieder auf und verlegte dann die Hauptstadt nach **Agra**. Der 1542 geborene AKBAR regierte ab 1556 und starb 1605 also 63-jährig, ein Herrscher, dessen Leben von manchen Frauen und auch von Opium mitbestimmt wurde. Unter dem Mogul-Kaiser SCHAH JAHAN wurde wie reichlich einhundert Jahre vorher für die Verbotene Stadt in Peking auch **bei Agra** mit Tausenden von Arbeitern, die Rede ist von 20.000, mit Arbeit bei Tag und Nacht eines der beeindruckendsten Architekturwerke der Welt geschaffen, das **Tadsch** (Taj)-**Mahal** (F. ZAKARIA 2008, S. 88), das ein besonders herausragendes Symbol einer Kunst- und Kulturblüte Indiens bildet. Auf einer 16 Kilometer langen aufgeschütteten Rampe wurden die Baumaterialien zu der 57 m hohen Kuppel hinausgeschafft (S. 88). Geld bringen die Touristen der Gegenwart - und mit Knüppel wurden jedenfalls im Jahre 1999 die bettelnden Armen beiseitegedrängt, die den Besuchern den Weg versperrten. Trotz der Kunstleistung wie des Tadj-Mahal-Indien und vieler Paläste wurde Indien dann für viele arm. Das Mogulreich mit einer Bevölkerung von 60 - 100 Millionen, mit seinen fruchtbaren Schwemmlandböden, mit reicher Ausfuhr von Textilien, Zucker, Indigo, Nahrungsmitteln, Tabak besaß "eine größere und reichere Wirtschaft als die Osmanen oder Safawiden" (J. DARWIN 2010, S. 90), war in der Mitte des 17. Jh. "der reichste und dynamischste Teil der islamischen Welt" (S. 143).

**England** fand den Weg nach Indien durch seinen Diplomaten THOMAS ROE (Wikipedia 2019, YouTube Imperium 16), der 1615 - 1619 Botschafter **am Mogulhof** war und dem es gelang, einen Handelsvertrag mit Handelsfreiheiten für die Britische Ostindien Compagnie zu erhalten. Mit einem mitgebrachten Pflanzenbuch mit Holzschnitten soll er das Interesse des Mogukaisers für sich geweckt haben.

1640 wurde **Delhi** wieder die Hauptstadt. Mit der Eroberung von Bengalen wurden Urwälder und Sümpfe Kulturland.(S. 144, 149) und entstand mit vielleicht einer Million und mehr Webern und Spinnern eine riesige Textilindustrie. Der europäische Kaufmann bezahlte die von dort importierten Baumwoll- und Seidentuche mit Silber (S, 149).

Als in Indien seine dem europäische Barock nur wenig vorangehenden bewunderten Paläste entstanden, waren es indische Textilien, die im Handel mit der East Indian Company diese Company reich machten, und kam in Teilen von Europa jedoch eine neue Produktivität auf den Weg. Mit der Industriellen Revolution konnte **England** die indische Konkurrenz überflügeln und sich schließlich in Indien auch machtpolitisch festsetzen. Während sich die Europäer und auch die Engländer ab



Abbildung 972: Grabmal HUMAYUN, Delhi.

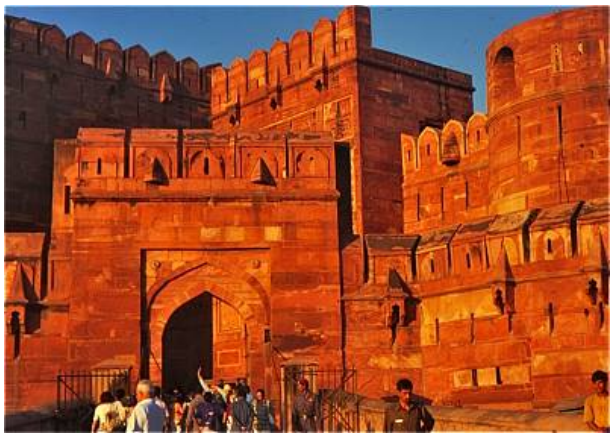

Abbildung 973: Mogul-Residenz Rotes Fort Agra.



Abbildung 974: Mogul-Indien: Agra, Taj Mahal.



Abbildung 975: Schwarzer Pfeffer.

der Mitte des 20. Jh. wegen des Kolonialismus selbstgeißeln, bleibt die Frage, ob denn die Mogulherrschaft, nach AKBAR, für viele normale Inder nicht ebenso eine Fremdherrschaft wurde. England, das all die Teile Europas zerstörenden religiösen Kämpfe hinter sich lassen konnte, brachte später im Unterschied zu den Mogulkaisern mit ihrer prunkvollen Kultur neue technische Errungenschaften, so Eisenbahnen und große Zweckbauten, englische Naturforscher erforschten Indien, seine Flora und seine Natur, es kam für Höhergestellte moderne säkulare Bildung, die Möglichkeit für Reisen nach Europa. Ohne England hätte es kein modernes vereintes Indien gegeben.

Die **Gewürze**, deretwegen die Portugiesen vor allem ausgefahren war, sollten aber noch weiter im Südosten liegen.

Nach dem Südosten weiter strebten deshalb die portugiesischen Seefahrer vor allem. 1509 hatten Portugiesen **Malakka**/Malacca erreicht. Am 10. August 1511 wurde es unter Führung von d'ALBUQUERQUE, erobert und setzten sich Europäer also gewaltsam in einem wirtschaftliche durchaus entwickelten Gebiet als Herren nieder.

Malakka - das lag nahe jenen Regionen, in denen man die **Molukken**, die Heimat der Gewürze, die "**Gewürzinseln**" vermuten durfte und Portuagl erreichte sie um 1512. Malakka wurde auch in den folgenden Jahrhunderten die von verschiedenen europäischen Nationen fast am meisten umkämpfte Region in Übersee, eben wegen



Abbildung 976: ALBUQUERQUE.Lissabon.

des Zugangs zu den Reichtümern Südost-Asiens. Spricht man im 20. Jahrhundert von "Ölktieg", gab es also einst Kämpfe, die man als "Gewürzkrieg" bezeichnen kann. Die spanische Erdumseglung des MAGALHÃES /MAGELLAN hatte wohl das Ziel von der anderen Seite her, von Osten, zu den Gewürzinseln zu kommen, nicht, jedenfalls nicht allein, die Erde zu erkunden. Vor Malakka erschienen 1592 auch Engländer. 1606 belagerten Malakka erstmals Niederländer und übernahmen die Stadt 1641. 1795 wurde Malakka von Engländern erobert, 1818 wurde Malakka nochmals niederländisch. 1824 aber bis ins 20. Jh. endgültig englisch..

Das andere Kolonialziel, **Edelmetalle**, Gold, wurde vor allem in Afrika und Amerika gesucht.

1515 waren Portugiesen in einem anderen Teil des Indischen Ozeans, in Hormus am Südende des Persischen Golfes. 1514 waren Portugiesen in Kanton in **China**, 1542 oder 1543 kurz an der Südspitze von Japan. 1557 besetzten Portugiesen Macao unweit Kanton an der Mündung des Perlflusses, und um diesen für China unsicheren Leuten eine Einhegung für ihren Handel zu geben wurde Macao portugiesisches Pachtgebiet. Es war bald klar, daß man sich gegenüber China und Japan besser benehmen mußte als gegenüber manchen anderen Völkern, wie etwa die Spanier gegenüber den Inka. Austausch von Geandten gab es mit **Äthiopien**.

## Spanien in Zentral- und Südamerika

An der Küste Zentralamerikas erschienen bald nach 1500 die Schiffe weiterer Konquistadoren aus **Spanien**. Im Jahre 1501 erschienen Spanier an der Atlantik-Küste des späteren Panama, 1510 wurde eine Siedlung gegründet, die bald verlegt wurde und dann die Siedlung Santa Maria la Antigua del Darién. Fast unglaublich erscheint, mit wie wenigen Mann und indianischen Helfern in der ersten Hälfte des 16. Jh. riesige Gebiete unter Herrscht gestellt wurden. Weshalb fügten sich die weit zahlreicheren Einheimischen? Eine Mannschaft unter dem gegen Indianer besonders grausamen spanischen Konquistador VASCO NUÑEZ BALBOA stand nach einem Marsch von 120 Tagen durch die Landenge von Darién im heutigen Panama am 29. September **1513 am Stillen Ozean**, damals "Mar del Sur", "Südsee", getauft. Wo war nun China, war Japan? Denn das Land, auf dem man sich befand, war es offenbar nicht? Die Welt ging also jenseits des bisher bekannten neuen Kontinents weiter. Neue Weiten waren eröffnet. Haben solche grausamen Leute wie BALBOA irgendeine Empfindung auch für die Schönheiten, die neuartige Natur, die fremden Kulturen ausbilden können -oder waren sie, wie es scheint, nur auf Schätze aus, kaltschnäuzig und gefühllos, letztlich wie Bombenflieger im 20. Jahrhundert? Der vom König für die Region, Tierra Firma, ernannte PEDRO ARIAS DE AVILA ließ den ihm gefährlich erscheinenden BALBOA jedoch 1517 hinrichten. Es gab keine Gnade für Entdecker, die ohnehin als Krieger, als Eroberer galten. PEDRO ARIAS DE AVILA gründete aber 1519 die Stadt Panama, die älteste derartige Siedlung von Europäern auf dem amerikanischen Festland, und das 1524 Hauptstadt der Provinz wurde. Der **Isthmus von Panama**, die Landenge zwischen Atlantischem und Stillen Ozean wurde wichtiger **Transportweg** zwischen der Küste am Atlantik und der am Pazifik. Von dort aus ging es an die Eroberung des Inkareiches und anderer Regionen an der Westküste von Südamerika und über die Landenge wurden die Silber- und Goldschätze von Peru an den Atlantik überführt, bis auch dieser Weg wegen Seeräuberei zu gefährlich wurde.

## Die erste Weltumseglung, die unter MAGALHÃES

Was hinter dem neu entdeckten Ozean lag, berührte die Phantasie anderer. Europäer begannen in Amerika zu siedeln. Andere Europäer legten Handeslstützüpunkte in Süd-Asien und Südost-Asien an. Was lag dazwischen, zwischen Amerika und Asien? Jene Lücke? Der Ozean, und nur dieser, an dem BALBOA an der Westküste des heutigen Panama gestanden hatte?

Am 10. August 1519 hatte von Sevilla aus unter dem Portugiesen im spanischen

Dienst FERNÃO MAGALHÃES (MAGELLAN) (E. OBERHUMMER 1921/1922, YouTube 2019) die **Umseglung der Erde** begonnen. Ziel waren die Gewürzinseln, die von Westen her zu Portugal gehörten. MAGALHÃES -ein Portugiese im Dienste des spansichen Königs KARL V., ließ immer wieder Zweifel an seiner Loyalität aufkommen und führten auf der Reise zu Streit und Aufruhr zwischen den Angehörigen der zwei miteinander konkurrirenden Nationen, Ein lieber geduldeter Fremdling war der gebildete und abenteuergeneigte Italiener aus hochstehendem Haus in Vicenza ANTONIO PIGAFETTA, der 1491 geboren damals 28 Jahre alt war und sich als Chronist anbot. Ziel war, auf dem Wege von Westen her die Molukken zu erreichen, was erforderte eine Route vom Atlantik nach dem Stillen Ozean zu finden. Die breite La Plata-Mündung an der südlichen Ostküste von Südamerika wurde als mögliche Durchfahrt erprobt. Sie war eine solche nicht. Nur Süßwasser fand sich, also eine sehr breite Flußmündung und es wurde umgekehrt. Die Suche durch Südamerika in den Pazifik zu gelangen wurde weiter nach Süden fortgesetzt. Es mußte überwintert werden. Meuterei und Desertation eines Schiffes mit Lebensmitteln erschwerten die Lage. MAGALHÃES setzte mit 3 Schiffen die Fahrt durch ein Inselgewirr fort. Da hier Salzwasser war, ließ sich auf eine Verbindung zum Meer hoffen. Es wurde die später nach MAGELLAN benannte Meerestraße zwischen Patagonien und Feuerland und erreichte nach der Fahrt durch sie in dieser unwirtlichen Region den Pazifik. An der Westküste Südamerikas folgte MAGALHÃES bis etwa 32° südliche Breite nach Norden. Dann schlug er den Kurs nach Westen ein. Er ahnte nicht, welcher weite Ozean vor ihm lag. Trotzdem schon in der Antike der Erdumfang angenähert bestimmt worden war, schien das asiatische Festland nicht so weit entfernt zu liegen, wie es dann lag. MAGALHÃES ging es wie COLUMBUS mit der Westfahrt durch den Atlantik, die auch mit unterschätzter Entfernung unternommen wurde. MAGALHÃES' verbliebene Mannschaft aber erlebte 40 Tage lang nur Wasser und Himmel. Meer, Meer, Meer, wie weit! Dabei keine Stürme, Nichts von 'Ozean, Du Ungeheuer!' Bis Guam und die für den spanischen König in Besitz genommenen Inseln, die später Philippinen genannt wurden, sah man lediglich ganz wenige kleine unbewohnte Eilande. Von dem, was innerhalb der "Südsee" lag, so das ganze Australien und Neuguinea sowie die Inselgruppen, wurde nichts wahrgenommen. Und noch der Gulliver des Schriftstellers SWIFT konnte viel später in einer Phantasie-Südsee auf unmögliche Reiche stoßen.

Auf den Molukken jedoch begegneten sich nach hier von Osten über den Pazifik gekommene Europäer, die Spanier unter dem in ihren Diensten stehenden MAGALHÃES, mit solchen, den Portugiesen, die von Westen über den Indischen Ozean herangesegelt waren. "Der Ring um die Erde war geschlossen" (S. 39) MAGALHÃES starb bei einem provozierten Gefecht auf der Insel Mactan am 27. April 1521. Nur eines der 5 unter MAGALHÃES ausgefahrenen Schiffe, die "Victoria",



Abbildung 977: PIGAFETTA-Haus l., Vicenza.

kehrte am 10. September 1522 nach Sevilla zurück, unter dem Basken SEBASTIÁN DE EL CANO (ELCANO). 1526 starb er, 40 Jahre alt. Unter den 18 von einstmals ausgefahrenen 265 an Bord befand sich noch der aus Vicenza in Nord-Italien stammende Reisechronist PIGAFETTA, von dem wir überhaupt über den Verlauf der Reise informiert sind. PIGAFETTA lebte noch 12 Jahre und starb 1534 43 Jahre alt.

Wie es heißt, deckten die mitgebrachten Gewürze von Tidore die Kosten der verlustreichen Fahrt. Weniger geschäftsmäßig könnte man mit dem Physiker LUDIWG BOLTZMANN (1905, S. 7) würzig sagen: "... die Kunst des Menschen, welcher in dem seit der Zeit der Phönizier und noch viel länger geführten Kampf mit diesem unendlichen Meere so vollständig siegte ...

Fürwahr, das höchste Wunder der Natur, das ist der kunstfertige Geist des Menschen!"

Erstmals hatten wenige Menschen einer Region, solche aus dem südwestlichen Europa, wenigstens auf einer Route die gesamte Erde kennengelernt, war alles, was vorher als "Welt", "Weltreich" oder dergleichen bezeichnet wurde, relatviert. Man kann natürlich nachträglich bedauern, daß es um Gewinn aus Waren ging und die wissenshaftliche Seite nur randlich abfiel.




Abbildung 978: PIGAFETTA.Vicenza.

## Spanien entdeckt und besetzt immer mehr in Amerika

Immer mehr drängten Seefahrer aus der von den zuerst besetzten Karibik hinaus. PONCE DE LEON fand 1513 die Halbinsel **Florida** (A. W. CROSBY 1991, S. 128). Nach einigen Vorläufern kam 1517 FRANCISCO HERNANDEZ DE CORDOBA mit Schiffen an die Küste von **Yukatan**. Er **entdeckte** dort die **Maya-Zivilisation**. Die Fahrt von DE CORDOABA sollte dem Sklavenfang dienen. Bei einem Gefecht mit den Einheimischen wurden viele Spanier getötet oder verwundet. Der ebenfalls verwundete DE CORDOBA starb 1518 auf Kuba. Dem Geschlagenen folgte 1518 folgte JUAN DE GRIJALVA, der bis in das Aztekenreich vordrang. Von ihm wurde nach der Rückkehr HERNAN CORTEZ informiert und in einem Privatunternehmen, also auf seine Kosten und nicht mit Geld des Königs, suchte CORTEZ 1519 das **Aztekenreich** zu erobern. CORTEZ erreichte im November 1519 die Hauptstadt des Aztekenreiches, Tenochtitlan. hier. Die Zahl der Menschenopfer, war, wie der führende Amerikanist EDUARD SELER (B. RIESE 2010, Doku auf YouTube, gesehen 2018) aus in Mexico-City eingesehenen Bilderhandschriften ersah und wie das Fehlen von großen Massen von Menschenknochen bei neueren Ausgrbaungen erkennen ließ von den Spaniern weit überrieben worden, aber ein hart Tribut forderndes Herrschervolk ware die Aztleken schon. Nach einem Massaker durch die Spanier., folgte ein Aufstand der Azteken und in der Nacht des 30. Juni 1520, der 'noche triste'. konnte er nur mit einem Teil der Mannschaft den Azteken entkommen. Nach seiner Rückkehr konnte CORTEZ am

13, August **1521** Tenochtitlan einnehmen und dann zerstören. Das war die bis dahin größte europäische territoriale Besitzunahme in der Neuen Welt. Bis **Nikaragua** kam GIL GONZALEZ DAVILA und das wurde in den 1520-er-Jahren das Okkupationsgebiet von FRANCISCO FERNANDEZ DE CORDOBA, ein anderer dieses Namens als der Entdecker von Yukatan. Er sah als erster Europäer den **Nikaragua-See**. Am 8. Dezember 1524 gründete er am Ufer die erste Stadt von Zentralamerike Granada (Wikipedia 2018, u. a. im Internet) und diese konnte über den Nikuragua-See vielseitige Handelsbeziehungen aufbauen. Auch die Stadt Leon ging auf FRANCISCO FERNANDEZ DE CORDOBA zurück. Sein Bestreben nach einem eigenen Herrschaftsgebiet führte zum Streit mit CORTEZ und endete 1526 mit seiner Hinrichtung auf Befehl seines Chefs, des Gouverneurs von Panama.

Nach Vorerkundigungen ab 1524 eroberte FRANCISCO PIZARRO ab 1531 das **Inkareich** im westlichen Südamerika, in den Anden. Das war noch mehr eine handstreichartige Eroberung eines von außen gefestigt erscheinenden Gemeinwesens wie das der Azteken.War alles nur auf Sand gebaut? Mit dem Wegfall der Herrscher, des MONTEZUMA/MOCTEZUMA in Mexico und des ATAHUALPA schien eine ernstzunehmende Widerstandsfähigkeit der doch noch vorhandenen überlebenden Großen gebrochen. Waren hier einmalige auf eine einzige, göttlich verehrte Person zugeschnittene Gemeinwesen entstanden, die auf Grund innerer Differenzen trotz aller technischen Errungenschaftenn keine wirklichen, auf dem Vertrauen der Mehrzahl ihrer Bewohner bestehenden Gemeinwesen waren? Sah viele Befreier? Die Bewaffnung der Eroberer, ihre Pferden, ihre Eisenrüstung, ihre Feuerwaffen, vielleicht auch ihre Bluthunden, ließ sie wie 'Aliens' erscheinen, Und in Mexico mag der Glaube an einmal da gewesene und wieder erscheinende weiße Götter eine Rolle gespielt zu haben. Als man mehr sah. war es zu spät. Weder CORTEZ noch andere Spanier hinderte es, die immer wieder verwitwete Tochter des MONTEZUMA TECUIOPOCH/ISABEL MOCTEZUMA zu heiraten (Internet).

1535/1536 war der als Anwalt lese- und schreibkundige GONZALO JIMENEZ DE QUESADADIEGI den **Magdalenenstrom** im heutigen Kolumbien emporgefahren im Reiche der **Chibcha**, wo sich endlich das Goldland ElDorado zu öffnen schien. Die Stadt Bogota geht auf ihn zurück. Der windige Deutsche FEDERMANN folgte ihm im Auftrag der Welser. DE ALMAGRO gelangte 1535 bis in das heutige **Chile**, VALDIVIA kämpfte 1544 und 1551 mit den Araukanern im südlichen Chile, und etwa DE ULLOA gelangte noch weiter nach Süden. In etwa 4000 m Höhe, nahe dem Titicacasee, trafen Spanier auch auf längst verschwundene Kultur, die seit etwa 1200 n. Chr. aufgegebene Aymara-Kultur mit der Ruinenstadt **Tiahuanaco**.

In den 30-er-Jahren des 16. Jh. siedelten Spanier auch in Acapulco an der **Westküste**

**Mexicos** und von hier sandten sie Schiffe über den Pazifik nach Westen.

Im Namen des Christentums wurden die Länder in Besitz genommen. Etliche der harten Konquistadoren verkündeten, daß ihre Eroberungen der christlichen Religion, ihrer Ausbreitung, dienten, ja Prophezeiungen erfüllten (E. FLORESCANO 1994). Das hatte COLUMBUS gemeint. In der auf seiner dritten Reise angefahrenen Orinoco-Mündung meinte er die Mündung des 4. Flusses der irdischen Paradieses zu sehen. Religiöse Motive, Recht auf Unterwerfung der Azteken, verkündete CORTEZ:

## Kolonialisierung in der Geschichte, Kolonialisierung im 16. Jahrhundert

Manche Völker haben sich weit in benachbarte Gebiete ausgebreitet. Die Chinesen, die Araber, die Mongolen, die Türken, auch die Russen. Im wesentlichen unangefochten durch Einheimische **Kolonien in fernen Regionen** anzulegen, vom Mutterland **getrennt durch weite Ozeane**, das gelang zuerst und einmalig etlichen europäischen Mächten. Zunächst wurden eher nur Handelsposten gegründet, wenn auch oft schwer befestigt. Innere Regionen wurden nicht besetzt, ja von dort kamen etwa Erntegüter. Italienische Seestädte haben das Kolonisieren getrennt vom eigenen Territorium auf dem noch harmlosen Mittelmeer mit Kreta, Zypern, Ägäisinseln wie Chios, Teilen der Krim, begonnen. Mit dem Besetzen der Kanaren und Azoren sowie Stützpunkten an Westküste Afrikas durch Portugal oder Spanien wurde das fortgesetzt. Portugal begrenzte sich mehr auf Handelsposten. Aber das war Vorgeplänkel gegenüber Indien, den beiden Amerika, Südafrika, Australien und Neuseeland. Eine hochentwickelte Schiffahrt und einsatzfähige Bestückung der Schiffe mit Kanonen waren Voraussetzung. **Die "Welt" wurde 'Welt', und die Geschichte wurde 'Weltgeschichte'.** Mit der zunehmenden Macht des "Westens" begann eine **neue Ära der Weltgeschichte** (PH. D. CURTIS 2000). Im 20. Jh. wird sie enden.

Die **Beherrschung der Seewege** (W. G. LERCH 1993) ging im 16. Jh. aber erst einmal an Europäer über. Das Osmanische Reich war trotz Ausgreifens bis Indien zunehmend auf Nordafrika und Vorderasien begrenzt, eingeschlossen in die von Europäern beherrschten Handelswege. Mit dem **dauernden Schiffsverkehr** traten **entfernte Teile der Erde in ständige Kommunikation**, es konnte von der "Welt" gesprochen werden (E. J. HOBSBAWN 1996), entstanden "Weltreiche" über Ozeane hinweg. Die eher persönlichen Kontakte von Franziskanern oder der POLOs im Mittelalter mit den Mongolen oder in China blieben politisch folgenlos. Die weiteren Eroberungen der Spanier im 16. Jh., im Pazifik vor allem, wur-

den möglich, weil **in Amerika** selbst **unter den Konquistadoren seetüchtige Schiffe erbaut** wurden, größer als die 'Santa Maria' des COLUMBUS und erbaut von Leuten, die kaum von Werften kamen (G. ARCINIEGAS 1966, S. 76). Aber dennoch die Technik meisterten.

**Europa** wurde **sich seiner Sonderstellung** bewußt (J. M. ROBERTS 2002), bei aller Bewunderung bis in das 18. Jahhrundert. für Chinas Porzellan und Seide und für China überhaupt. Noch konnte neben den Reichen europäischer Staaten, Spaniens zuerst, etwa Ming- und dann Mandschu-China oder Mogul-Indien gleichberechtigt bestehen. Im 19. Jh. wird sich auch das ändern.

Und Regionen weit hinter den Ozeanen **bestimmten immer mehr im politischen und wirtschaftlichen Geschehen der Alten Welt.** Vor dem 16. Jh. war für Europa völlig gleichgültig, was bei den Azteken, Maya oder Inkas geschah. Nun änderte Mais die Landwirtschaft diesseits des Atlanik und wirkte Silber aus den Anden, aus Potosi, auf das Münzwesen und den nicht mehr so hochrentablen Bergbau in Deutschland.

Kolonialisierung und Ausbeutung Fremder durch Europäer wurden einst moralisch gerechtfertigt vor allem mit dem Heidentum der Unterjochten, viel später auch mit technischer und angeblich dadurch intellektueller Überlegenheit. Zivilisation im europäischen Sinne war zu verbreiten. Armut kam nach vielen Regionen, gerade auch Indien, übrigens nicht mit den Europäern. Andererseits wurden bedeutende technische Errungenschaften Europas über die ganze Erde verbreitet. Für viele Nichteuropäer bedeutete das Ankommen der Europäer gewaltige auch 'ideologische' Veränderungen. Bisherige Glaubensüberzeugungen wankten. Es "besaß die westlich-abendländische Kultur die Kraft, wie keine andere die Welt zu formen. Sie war der stärkste Anspruch, der je auf den einzigartigen Status des Menschen als ein Veränderung bewirkendes Wesen erhoben worden ist" (J. M. ROBERTS 1989, S. 434). Missionare und Lehrer und auch Politiker handelten oft gegenüber den Kolonialisierten auch in gutem Glauben. Und mancherorts wurde manchen das Leben abwechslungsreicher. Aber vielen bis heute auch nicht. Und der rationale Geist, der auch Geburtenkontrolle einschließen müßte, konnte sich bei vielen, selbst in Europa, nicht durchsetzen. Dürfte das "Abendland" sich nun in mancher Schuld sühneeifrig aufgeben? Der 'Geist des Abendlandes' - von der Erde wieder verschwunden, wäre das besser?

Die Russen sollten bald in Sibirien der raschen Durchdringung eines riesigen Gebietes den Spaniern und Portugiesen nicht nachstehen.

## Portugals und Spaniens Siedlungskolonien

## Das Spanische Kolonialreich in Amerika

Eine erste befestigte kleine Siedlung, die Seeleute des COLUMBUS auf dessen erster Reise wegen Verlust eines Schiffes auf Haiti anlegten, wurde zerstört. Mit 17 Schiffen und 1500 Mann wurde der erfolgreiche COLUMBUS schon 1493 erneut ausgesandt.

Namentlich ab 1530 wurden von Portugal und Spanien aus **größere Flotten mit Leuten** ausgesandt, **die in den entdeckten Gebieten auch siedeln sollten**. Eine Eroberung von angrenzenden Landregionen war außer für Rußland zu einem Ende gekommen, für Spanien mit dem Sieg über Granada und für England überhaupt. Afrikanisches Land war schwierig zu besetzen. Die 'Neue Welt' im Westen schien das ersehnte Land für weitere Besitznahme zu sein. Im Handel hatte man die Übermacht italienischer Handelsmetropolen gebrochen, den Südosten Europas mit der Osmanenmacht hinter sich gelassen, was, wie Lepanto zeigte, nicht alles Interesse am östlichen Mittelmeer erlöschen ließ. **"Neuspanien"**, im wesentlichen das spätere Mexico, wurden das **erste** einer europäischen Macht, nämlich Spanien, zugehörige **transozeanische Kolonialreich**. Der Staat bemächtigte sich dessen, was Privatutunternehme wie CORTEZ erobert hatten und konnte als Staat dann gegen die Grausamkeiten der dann im Staatsnamen Herrschenden dennoch nur wenig unternehmen. Noch nie in der Menschheitsgeschichte hatte sich eine Macht so über Ozeane ausgebreitet. Die Wikinger begingen mehr ein Inselhüpfen über Island und Grönland an nicht zu haltende Küsten Nordamerikas. Spanien gehörte in dem Sinne wirklich zu jenen Habsburgern, in deren "Reich", amerikanische Besitzungen einschließend, "die Sonne nicht unterging". Es erscheint aber eher erstaunlich, wie wenige Europäer zunächst wirklich auswanderten und dennoch die Herrschaftselite in Übersee wurden. Im 16. Jh. kamen geschätzte **250.000 Spanier** nach der Neuen Welt (D. ROCK 1987). Nie seit den Wikingern und Polynesiern hatten sich Menschen so weit von ihren Küsten entfernt und im Unterschied zur Kolonisierung an Landesgrenzen so viele Brücken hinter sich abgebrochen. Diese relativ wenigen von der Iberischen Halbsinel haben einen ganzen Kontinent in vielen Teilen umgekrempelt. Größte Katastrophe für die in Mexico einheimische Bevölkerung wurde die 'epidemologische Katastrophe'. der fehlende immunologische Widerstand der Einheimischen gegen aus Europa eingeführten Infektionskrankheiten. Zwischen CORTEZ Ankunft und dem Ende des 16. Jh. starben etwa 90% der Einwohner, blieben von etwa 12 Millionen nur etwas über 1 Million (J. DARWIN 2010, S. 56). Das ließ jeden Widerstand unmöglich werden. Aber nicht nur, daß die europäischen Ankömmlinge die einheimische Bevölkerung dezimierten und ausbeuteten, es schien der Kontinent auch noch zu klein zu sein, um sich

nicht noch untereinander dauernd zu befehden, bis zu Hinrichtungen. Es war angesichts der relativ begrenzten Zahl der Übersiedler kaum der rasche Abfluß von Bevölkerungsüberschuß in Europa, der diese Übersiedlung veranlaßt haben kann. Ihr Machtstreben, ihr sinnloser Ehrgeiz gegeneinander in reichen Ländern lassen einen bedenklichen Blick auf die Psyche mancher Menschen werfen!

Aber was die Abenteurer eroberten, wurde schließlich doch Madrid unterstellt (J. DARWIN 2010, S. 57) und die Kirche spielte wie bei der im frühen Mittelalter in Europa geschaffenen Ordnung eine große Rolle. Die **Kirche** errichtete wie im frühmittelalterlichen Europa auch in den Neuen Welt ihre **Organisation**, mit Erzdiözösen, Diözösen, Pfarreien, Schulen und vor allem auch Klöstern. Wie in Europa erstand die kirchliche Organisation und Verwaltung neben der staatlich.weltlichen. Was sollte mit den Indianern geschehen? Die Frage wurde auch unterschiedlich beantwortet. Manche Franziskaner glaubten in den Indianern Menschen zu sehen, mit denen sich ein wirklich christliches Reich, mit Klostermoral und Verachtung von Reichtum aufbauen ließ (E. FLORESCANO 1994). Die Mönche aus dem von Europäern oft als korrupt gesehenen Europa wollten die Erzieher sein, die Einheimischen ein Art formbare, Idealen anzupassende menschliche Knetmasse. Neu-Spanien erschien manchen als Versuchsstätte von christliche geprägten Gesellschaftsexperimenten. Jesuiten haben das später teilweise in Paraguay verwirklicht.

Vielen, den **Weltlichen**, die aus Spanien kamen, ging es wohl erstrangig um Bereicherung, um Herrschaft ohne schwere Arbeit. Ob hier, bei der Erschließung von Sibirien, von Australien, spät im 19. Jh. im Kongo-Staat, die Regionen wurden vielfach **von Verbrechern erschlossen, von Mördern und Räubern, Ausbeutern der Einheimischen ohnehin**. Man argumentiert bei Kriminellen heute gern mit der schlimmen Jugend, und vielleicht stammten die Konquistadoren nicht ohne Grund aus einer bis in die neue Zeit ärmsten, härtesten Regionen Spaniens, der Estremadura: CORTEZ aus Meddelin, die PIZARROs aus Trujillo, BALBOA und DE SOTO aus Jerez de los Caballeros (J. A. MICHENER 1979). In ihren Herkunftsländern waren jene, welche die Ausbeutung leiteten, natürlich meistens Ehrenmänner. Reich wurden gerade in Spanien selbst viele über die Jahrhunderte trotzdem nicht. Gold und Silber ersetzten nicht die Industrialisierung.

**Die spanische Krone**, bis um 1714 bei den Habsburgern, suchte ihre Macht in Abschaffung von Privatunternehmen in Amerika zu festigen, also zu einer wirklichen, auch militärische gesicherten Kolonialherrschaft zu kommen, mit großen Vergünstigungen für das Mutterland (A. KNIGHT 2002), auch Schutz für die Indios. Aber so wenig Europäer zunächst etwa in den Anden waren, so gab es untereinander gewaltige Konkurrenz, Privatunternehmen, ja Bürgerkrieg mit Hinrichtung führender Konquistadoren, Versuche zur Schaffung eigener Reiche. KARL

V., als König von Spanien KARL I,, ernannte ANTONIO DE MENDOZA 1535 zum Vizekönig von **"Neu-Spanien"**, mit der Hauptstadt Mexico, also das spätere Mexico-City. In 15-jähriger Amtsausübung, länger als jeder seiner Nachfolger bis zur Unabhängigkeit Mexicos, hat DE MENDOZA das Land Aufstände unterdrückend beruhigt, die spanische Kolonialmacht befestigt und regte Expeditionen in noch unbekannte Gebiete an, so nach dem Norden, weit in die heutigen USA. Verwaltungsmann, Entdeckungs-Anreger und Entdecker verschwimmen also auch. Neue, vorher nicht bestehende Siedlungen entstanden. Als Mexicos zeitweise zweitgrößt Städte Puebla und Zacatecas. Viele der Einheimischen jedoch starben, die überwiegende Zahl an eingeführten Krankheiten, gegen die sie keine Abwehrkräfte besaßen. Von Mexico, jedenfalls von Teilen, wird geschätzt, daß von vorher 25 Millionen einheimischen Bewohnern nur etwa 1 (!) Million überlebte, was die Todesrate während der Pest in Europa prozentual erheblich übertraf (J. H. PARRY et al. 1987). Ihren Tiefpunkt erreichte Mexicos indianische Bevölkerung um 1650. Gerade in Mexico/Neu-Spanien ging es zahlreichen Indianern jedenfalls aber mit der Zeit auch besser (A. KNIGHT 2002) als etwa unter der für viele grausamen Aztekenherrschaft und sie produzierten auf eigenen Anwesen für den nahen Markt. Vorteilhaft war auch die Einführung von einer Getreidepflanze wie Weizen aus Europa und vor allem die Übernahme der Haustiere der Alten Welt. Bergbau war Kronenmomopol und es gab Silberfunde zuerst in Zacatecas. Aufstände gab es namentlich in Regionen, die nicht unter den Azteken gestanden hatten, im Norden (E. FLORESCANO 1994).

Es erstand eine **neue Bevölkerung**. Aus Europa kamen viel mehr Männer als Frauen und diese Männer mußten sich an einheimische Frauen wenden, wie es auch CORTEZ getan hatte. Vermehrt wurde vielerorts die Bevölkerung auch durch zahlreiche Sklaven aus Afrika, allerdings das in Mexico weniger als auf den Westindischen Inseln und in Brasilien. Kaum afrikanische Sklaven führte man in die Andenländer ein. Hier mußten einheimische Indianer Zwangsarbeit leisten. Es bildete sich in wachsender Zahl eine **neue Mischbevölkerung** heraus, aus Spaniern und Indianern **Mestizen**, aus Indianern und Negern **Mulatten**. Nachdem man oberste Herrscher im Aztekenreich wie bei den Inkas beseitigt hatte, einigte man sich vor allem in den Anden, aber auch in Neu-Spanien mit dem einheimischen Adel, und es heirateten die ohne Frauen nach Südamerika gekommenen besseren spanischen Männer Frauen aus der Oberschicht der Inka, auch der Azteken. Von Rassenhaß konnte keine große Rede sein, eher von Standedünkel. Die erstrangige Stellung in der Gesellschaft forderten die **Kreolen**, die Nachkommen der in Amerika geborenen Spanier und auch mit indianischer Einmischung, also auch Mestizen. Gerade die Frauen waren oft beeindruckende Schönheiten, ja sind ihre weiblichen Nachkommen noch heute. Mit schließlich abreißender Verbindung zu Spanien suchten sie im frühen 19. Jh. Unabhängigkeit, aber auch in Furcht vor an-

deren gesellschaftlichen Kräften und zogen denen Spanien vor (L. BROOKS 2004, S. 241). An Menschen, die als "Spanier" zu bezeichnen waren, als aus Spanien gekommene neue Zuwanderer und dann Kreolen gab es 1570 weniger als 20.000. 1646 180.000, 1742 400.000 (A. KNIGHT 2002, S. 182). Bisherige "Völkerwanderungen" wurden schließlich doch übertroffen. Mexicos totale Bevölkerung betrug 1743 3,3 Millionen, 1808 6 Millionen, und ist heute bedenklich hoch und steigend. Der **Transport im Inand** erfolgte mit von Maultieren gezoenen Karren oder durch Lastenträger mit an der Stirn befestigter Last. Die **Schiff-Fahrt** von Sevilla nach Veracruz in Mexico wird mit durchschnittlich 75 Tagen angegeben, zurück mit 130. Was Wunder, das die Verbindung der Kolonie Neu-Spanien mit Spanien nicht immer fester wurde.

Unter A. DE MENDOZA wurde in Mexico um 1535 durch die Filiale eines deutschen Druckunternehmens in Sevilla gedruckt (H. KELLENBENZ 1991), gab es Schulen auch für Indianer-Kinder. 1551 wurde die durchaus bald leistungsfähige **Universität von Mexico** gegründet. Aber es gab für viele Manuskripte auch Verbote (E. FLORESCANO 1994).

Um das **1535** gegründete **Lima** aufzubauen, wurden Indianer noch aus 500 km Entfernung herangepreßt (O. SCHMIEDER 1929) und wurde Zehntausendfach gestorben, um diese nachmalige Stadt der Kunst und Wissenschaft zu errichten. Und am grausamsten wurde es nach den Silberfunden von **Potosi** im heutigen Bolivien.

In den nächsten Jahrzehnten und Jahrhunderten errichteten die Spanier und die Portugiesen teilweise gewaltige, vor allem aber auch schöne "**Kolonialbauten**", Barock oder Rokoko, etwa die Kathedralen in Mexico-City, Puebla, und in 'Bolivien' Potosi, heute denkmalgeschützt. Sie wie anderswo konnten ohne Zwang gegenüber den Einheimischen nicht zustandekommen. Der dem Marxismus nahetstehende Schriftsteller und Filmemacher ALFONS GOLDSCHMIDT (in 1985, S. 236) wird von Mexico formulieren: "Unzählbar fast sind die Häuser für Christus, Maria und die Heiligen. Auf tausend Hügeln und Bergen stehen sie, in allen Ebenen, an Waldrändern, an Abgründen, wo sich nur der Klerus festsetzen konnte ... Hunderte von Klosterbauten gibt es in Mexico." Und (S. 235) unter dem **massenweisen Kirchenbau** litt der Ackerbau, denn die Kleriker "machten nur die Pläne, während der Indio die Arbeit tat. Der Indio holte aus den Minen stöhnend das Silber und das Gold für den Kirchenbau, und dann schleppte er auch noch die Steine, dann mörtelte er auch noch, ließ sich antreiben und peitschen, mußte froh sein, das wenige Maiskorn zu bauen, das er brauchte, um nicht zu sterben." Aber viele kamen wohl auch auf dem Bau um. So wurde also noch im Zeitalter der Renaissance ein Land missioniert, eine Liebesreligion durchgesetzt. Oder war es manchmal auch milder? Was die einheimischen, die Indianer, nicht schafften,



Abbildung 979: Kathedrale Mexico-City. 1997.

sollen 'Neger'-**Sklaven aus Afrika** leisten, deren Einfuhr LAS CASAS, erster Bischof von Chiapas in Mexico, empfahl und was Kaiser KARL V. begann.

Als eindrucksvolle Stadt, eine der größten im spanischen Weltreich, wird geschildert Santo Domingo. Einheimische Bauten wurden teilweise zerstört. Etwa die riesige Kathedrale von Mexico-City dann über Aztekenbauten errichtet.

Im Interesse ihrer **Missionierung** wandten sich Missionare, Mönche und Priester, den Einheimischen oft auch mit Interesse zu, so durch Erlernen und Festhalten von deren **Sprachen**.

Nichts bei den Spaniern soll unbedingt beschönigt werden. Aber wer die Propaganda beherrscht, der schreibt die Geschichte. Und so ließ sich von England und den Niederlanden aus alles Spanische schlecht machen, konnte die "Schwarze Legende", die **Black legend**" über alles Spanische in die Welt gesetzt werden und wirkt bis heute. PHILIPP II. wurde zum Gewaltherrscher par excellence. Bei SCHILLER wie bei VERDI. Bei den Spaniern wird PHILIPP II. auch anders gesehen, bei CALDERON DE LA BARCA, als der gerechte 'Richter von Zalamea'. Gewiß, in den 1770er und 1780er Jahren gab es den großen Bauernaufstand in den Anden und trotz Niederschlagung mußte Spanien seine Herrschaftspraxis überdenken (L. BROOKE 2004). Aber nicht in der ehemals spnaischen heutigen Dominikanischen Republik, im französischen Haiti geschah der grausamste Sklavenaufstand, der Haiti durch dann gescheiterten Regierungen von ehemaligen Sklaven bis heute in seiner Härte prägt.

Hart war es in Südamerika zunächst im Süden. Am **Rio de la Plata**. Hier, wo das Klima nicht mehr tropisch war. Der Portugiese JUAN DIAZ DE SOLIS sollte sich nach einer südlichen Durchfahrt erkundigen, wurde aber mit seiner Mannschaft von Indianern getötet . MAGALHÃES war nur auf der Durchfahrt zur



Abbildung 980: In Mexico-City.



Abbildung 981: Neu-Spanien: San Cristobal de las Casas.



Abbildung 982: Puebla: Kathedrale. 1997.



Abbildung 983: Mexiko: Campeche. 1997.

Weltumseglung, Der in spanische Dienste übergetretenen SEBASTIAN CABOT, der Sohn des in englischen Diensten gewesenen GIOVANNI CABOT(O), erkundete **1527** das Gebiet um die riesige Mündung des La Plata. Er brachte die Legende von einem 'Silberreich'. Namensgeber des späteren 'Argentinien' mit, argentum = Silber. Im Jahre **1536**, mit Abfahrt **im Februar,** wurde von Spanien aus unter dem baskischen Adligen PEDRO DE MENDOZA (D. ROCK 1987) die bis dahin größte Expedition in die Neue Welt ausgesandt, Auf 16 Schiffen waren 1600 oder gar 2500 Mann angeheuert. Es sollte in dem klimatisch zuträglichen Gebiet an der Mündung des La Plata und Zuflüssen stromaufwärts gesiedelt werden. Aber der Südsommer war bei der Ankunft schon vorbei. Eine Getreideansaat war nicht mehr möglich. Nach etwa einem Jahr lebten von der Mannschaft kaum noch 500. Die Indianer, zum Teil Maisbauern, hatten unter den Ankömmlingen durchaus auch aufgeräumt. Die erste Siedlung an der Stelle des heutigen Buenos Aires konnte nicht gehalten werden. Landeinwärts konnte **1537** durch einen unter PEDRO DE AYOLA stehenden Trupp die später zu **Asuncion** führende Siedlung am Parana gegründet werden, die erste permanente spanische Siedlung im Landesinneren von Südamerika. Ein Genralkapitän, zuerst DOMINGOS MARTINEZ DE IRALA, wurde für die Provinz La Plata gewählt. Um 1580 war nicht nur Buenos Aires wiedererrichtet, sondern wurden auch Siedlungen im Inneren der Pampas angelegt, 1565 Tucuman, 1573 **Cordoba**. Verbindungen zu Peru wurden gekmüpft. Rinder und Pferde, die sich selbständig gemacht hatten, gediehen auf der Pampas prächtig. Die Entwicklung im Süden dauerte etwas länger als in Neu-Spanien, aber 1618 wurden in Cordoba eine erste Kathedrale errichtet und eine Universität gegründet (D. ROCK 1987).

Zu den gegenüber der einheimischen Bevölkerung grausamsten Konquistadoren gehört JUAN DE ONATE (Internet), auf den **New Mexico** zurückgeht und von dem in dem 1706 als spanische Kolonie gegründeten **Albuquerque** ein von Anfang an umstrittenes Reiterdenkmal errichtet wurde.

## Portugal in Brasilien

CABRAL war mit seiner Flotte auf seiner Reise nach Indien an die **Küste Brasiliens** gelangt und sandte ein Schiff mit der Botschaft von der Entdeckung an den König von Portugal, nunmehr JOHANN III., zurück. An der Küste Brasiliens wurden bald Landbesitztümer gegründet, im Januar 1531 das Gebiet um das spätere Rio de Janeiro erkundet und gründete MARTIN AFONSO DE SOUSA 1532 die ersten 2 Dauersiedlungen. Landbau, vor allem auch für Zuckerrohr, nicht Edelmetall-Gewinnung, bestimmte hier. Als Hauptstadt Brasiliens wurde 1545 Salvador da Bahia gegründet. 1549 wurde TOME´DE SOUSA erster Gene-



Abbildung 984: JOHANN/JOAO III. Coimbra.

ralgouverneur der portugiesischen Kolonie Brasilien.

Unter dem von 1521 bis 1567 regierenden König JOHANN/JOAO III. (a. Wikipedia 2016) erreichte das **portugiesische Kolonialreich** seine **größte Ausdehnung**. Hatte ein solcher Herrscher es nötig, die Inquisition nach Portugal zu holen und die Juden als nur äußerlich bekehrt zu verfolgen, wie es es tat?

## Entdeckungen seit etwa 1540

GONZARO PIZARRO, Bruder des Eroberers des Inka-Reiches FRANCISCO PIZARRO, unternahm 1541 mit anfangs über 3000 Mann von Quito aus eine Expedition in Richtung Anden und darüber hinaus in die Urwald-Region. Wegen Nahrungsmangel wurde eine Sondergruppe zur Lebensmittelbeschaffung ausgesandt, die aber nicht zurück konnte. Die kleine Sondergruppe unter ihrem Anführer FRANCISCO DE ORELLANA fuhr in einem selbstgebauten Boot und noch mit noch einigen Indianern flußabwärts und den gewaltigen **Amazonenstrom** (J-SOENTGEN et al. 2012, S. 322) bis zu dessen Mündung herab. Ein begleitender Dominikaner, GASPAR DE CARJAVAL, hat darüber berichtet. Erstmals durchfuhren Europäer in seinem Herzland das riesige, etwa 7,9 Millionen qkm große Amazonien. Das Land längs des Amazonenstroms erschien CARJAVAL reich besiedelt. Nunmehr wird gestritten, wie weit das zutraf und warum die eventuel-

le Bevölkerunsgdichte sich verminderte. Bei einem Anlegen am Ufer nahe der Mündung beschossen die Anwohner die Gelandeten nicht nur mit Giftpfeilen und töteten dabei zwei Spanier, es erschienen auch besonders kampfstarke Frauen. Da sie an die Amazonen des antiken Sagenschatzes erinnerten, hat der in der Antike wohl nicht ganz unbelesene Dominikaner CARJAVAL den ganzen Strom 'Amazonas' genannt.

Zumindestens Erkundungen untenahmen Spanier auch in Nordamerika, von Süden aus. Um 1540 war eine Expedition unter SOTO **bis zum Mississippi** gekommen und eine unter CORONADO weit in den Westen Nordamerikas, und der zu der CORONADO-Expedition gehörende grausame GARCIA LOPEZ DE CARDENAS war der erste Eurepäer den in den **Grand Canyon** hinabblickte (O. ABEL 1926, S. 196; Wikipedia 2019) .

**Japan** erreichte 1542 der Portugiese MENDEZ PINTO.

Mit Häfen an der Westküste Mexicos drangen spanische Kapitäne von dort aus, von Westen, in den Stillen Ozean vor, dessen Weite MAGELLAN so entsetzlich erschienen war. 1564 wurden die Philippinen erreicht.

ALVARO MENDAÑA gelangte 1567 von Peru aus auch auf die **südlichen Salomonen**. Geheimgehalten wurde die von L. V. DE TORRES 1605 gefundene Torresstraße zwischen Australien und Neuguinea.

## Siedlungen auch im West-Pazifik

Die am 21. November 1564 von Acapulco an der West-Küste Mexicos im Auftrag des Vizekönigs von Neu-Spanien unter dem baskischen Adligen MIGUEL LO´PEZ DE LEGAZPI mit 5 Schiffen nach den **Philippinen** ausgesandte Flotte landete 1566 auf Cebu. Die Philippinen gehörten zwar zum portugiesischen Teil der Erde, aber Spanien setzte sich auf ihnen dennoch fest. Es entstand dort eine spanische Siedlung, 1571 gab es die Anfänge von **Manila**. Durch den Navigator der Flotte, FRAY ANDRE´S DE URDANETA wurde auch die Rückroute mit günstigem Wind gefunden. Im Stillen Ozean nördlich des Äquator fuhren zwischen den Philippinen und **Acapulco** an der Westküste von Mexico bald regelmäßig **Schiffe**, bei einer Reisedauer von hin etwa 3 Monaten, zurück bis 7 Monaten. Es war die längste ohne Unterbrechung bestehende Schiffsverbindung durch Europäer im 16. und 17. Jh. (A. KNIGHT 2002). Auch der Pazifik wurde somit ein Ozean des Handels. Und Handel getrieben wurde von der Westküste Mexicoa aus auch mit Kaufleuten in China, sowie später Engländer Pelze aus dem nördlichen Nordameirka nach China brachten, Aber trotz der Nordpazifik-Route blieb der Süden des Pazifik noch lange fast unberührt.

## Mächte außerhalb der Iberischen Halbinsel holen auf

Spanien und Portugal, noch nicht vereinigt, hatten die Erde unter sich aufgeteilt. Sollte das nun für immer sein? Die seefahrenden Mächte weiter im Norden, England, die sich von Spanien lösenden Niederlande und Frankreich, erkannten die Aufteilung nicht an. Zunächst versuchten diese zu kurz gekommenen Mächte in Gebiete zu kommen, die nicht besetzt waren und wo es vielleicht auch einen Weg nach Ostasien gab. Als dies als nicht möglich erschien, drangen sie in die Gebiete der Spanier und Portugiesen ein, als Eroberer, 'gerechtfertigt' mit aus irgendwelchen Gründen meistens in Europa ausgelösten Kriegen. '**Neuankömmlinge**' waren stets eine Gefahr im Weltgeschehen. Und das setzte sich auch im 20. Jh. fort. Macht ging über das vermeintlich Recht der Priorität. Krieg Englands gegen Spanien gab es in den 1580er-Jahren. Als Spanien wegen der dauernden Plünderungen seiner Schiffe England mit einer gewaltigen Flotte, der Armada, besetzen wolle, stand die Macht Englands in ernster Gefahr, Aber nicht nur Englands kleine Schiffe, auch Unwetter retteten das England der Königin ELISABETH. Nachdem 1588 die spanische Armada verlorenging, drangen englische Schiffe in Westindien ein.

Die Welt schien voll zu sein von Abenteurern und Desperados. Und die Führer solcher wurden und werden bis heute geehrt, wenigstens in England, FRANCIS DRAKE oder mit einem Standbild in London RALEIGH. Im Zusammenhang mit Kriegen oder auch darüber hinaus sandte England namentlich unter Königin ELISABETH I. hart zugreifende Seefahrer und Krieger in die spanischen Kolonien, ausgestattet mit Kaperbtiefen, die spanische Schiffe, die mit Schätzen beladen nach Europa fuhren, **auszurauben**.. DRAKE plünderte das schöne Santo Domingo und Cartagena (J. H. PARRY et al. 1987). Einer Kaperfahrt in spanischen Häfen an der Westküste von Südamerika führte zu einer Weltumseglung 1577 - 1580., der zweiten nach MAGELLANs fast 60 Jahre früher. Englands Staatsfinanzen ruhten auf Raubgut, das vorher auch, von den Spaniern, geraubt worden war, und stammtebald auch aus Sklavenhandel. Spanien befestigte aufs stärkste Puerto Rico. 1625/1626 war **Barbados** von England erobert worden. Ein bleibender Besitz für England wurde dann ebenso das unter CROMWELL 1656/1657 nach weniger erfolgreichen Plünderungen anderswo eroberte **Jamaica**. Jedoch auch England, Frankreich und die Niederlande führten bald fortlaufend Krieg miteinander, Das Ringen um das östliche Indien folgte im 18. Jahrhundert.

## Handelskompagnien und Erderschließung

Andere Staaten als Spanien und Portugal wollten sich bald an den Produkten der fernen Regionen beteiligen. Namentlich in den Handelsstaaten England, den Niederlanden und Frankreich wurden Handelskompagnien gegründet. Es waren Einrichtungen, in die Privatleute Kapital einzahlten, um dann aus den Handelserfolgen in Übersee Gewinn zu erzielen. Im Bergwesen gab es schon zur AGRICOLA-Zeit die Möglichkeit, sich mit dem was später Aktien hieß und damals "Kuxen" an Bergewerken zu beteiligen. Wie bei den Übersee-Unternehmen war auch im Bergbau Verlust ebenso möglich wie hoher Gewinn. 'Hinter der Hacke ist es dunkel' hieß ein alter Spruch im Bergbau. Man konnte also auch und ebenso angesichts von Zusammenstürzen gewaltig fehlinvestieren. Und bei der Seefahrt hatte der Kaufmann des "Sturms und Windstille" (BRECHT) zu bedenken. Wenn Handelskompagnien nach möglichst vielen Kapitalgebern mit nicht einem zu hohen Einsatz von dessen Kapital strebten, sollten das die hier immer wieder auftretenden Verluste für den einzelnen mildern. **Eigentümer und Unternehmensleitung** waren **getrennt**. Das heißt, die im Namen der Kompagnie in die Ferne fahrenden Kapitäne und Offizieren waren nicht die Inhaber der Kapitalien. Die Kompagnien waren ziemlich regierungsunabhänig, aber es gab auch königliche Anteilseigner, auch staatlichen Schutz. Handelskompagnien sandten eigene Schiffe aus, erklärten fremde Regionen zum Besitz, legten Festungen an, hatte teilweise eigenes Militär. Gegründet wurden, wo es angebracht war, auch botanische Gärten, um mit verwertbaren Gewächsen vertraut zu werden.

In England war mit als erste 1555 für den Handel mit Rußland über Archangelsk die **Muscovy Company** entstanden. **Ostindischen Kompagnien** wurden gegründet nach der in **England** im Jahre **1600**, im Jahre **1602 in den Niederlanden**, in Frankreich 1662, in Schweden 1741. Mehrere miteinander im Südostasienhandel konkurrierende Gesellschaften der Niederlande wurden durch JOHAN VAN OLDENBARNEVELT 1602 in Hoorn zur **Vereinigten Ostindischen Kompagnie** (VOC) der Niederlande zusammengeschlossen (J. ISRAEL 1995, H. LADEMACHER 1983).

Diese Gesellschaft besaß obrigkeitliche Befugnisse, besaß Schiffahrts-und Handelsmonopol im südlichen Atlantik, konnte in diesem Gebiet Gegner bekämpfen. Der größte Teil desen, was einmal das große Canada werden sollte, gehörte der **1670** in England gegründeten **Hudson Bay Company.** Pelze sollten wie bei den Russen in Sibirien den Reichtum hervorbringen.

In der Geschichte der Handelskompanien gab es auch Versager, so die die niederländische Westindische Kompagnie. Royal African Company, die South Sea Company (J. DARWIN 2010, S. 111).



Abbildung 985: Hoorn, Niederlande. 1992.

**England, die Niederlande, Frankreich mit ihren Handelskompagnien ziehen nach - Vergebliche Suche nach Meeresdurchfahrten im Norden**

Gewiß gehörte es auch zu den Entdeckungen des Zeitalters der Entdeckungen, daß die **Meere,** mit ihrem Salzwasser, **zusammenhängen**, also wenigstens irgendwo von einem Meer in ein anderes gesegelt werden konnte. Der Riegel der verbundenen beiden Amerika war allerdings ein beträchtliches Hindernis. Die einzige **geeignete** Route in den Indischen Ozean lag **um die Südspitze Afrikas**, was schon die Portugiesen gefunden hatten. Und im Süden Afrikas konnte am Kap der Guten Hoffnung eine Ruhepause eingelegt werden. Kapstadt war also eine fast unumgängliche Gründung. Der Weg nach Asien um die Südspitze Südamerikas, um **Kap Hoorn**, war nicht nur länger, sondern auch gefährlicher, oft stürmischer noch als um Afrikas südliches 'Kap der Stürme'. Zwischen Kap Hoorn lag auch der gesamte Pazifik. Der nach Reichtum strebende Mensch 'wünscht', aber die Geographie der Erde ist wie sie ist. Und die Geographie, welche eine Fahrt in mittleren Breiten nach Ostasien nicht zuließ, konnte erst nach Jahrhunderten durch den Panama-Kanal gemildert werden.

Engländer, Niederländer und wie vorher schon die Franzosen suchten zum einen nach Gebieten in denen noch nicht Spanier und Protugiesen sich in Stützpunkten eingenistet hatten. Dann wurde aber auch der kriegerische Weg beschritten und wurden den Kolonialmächten Spanien und Portugal Gebiete zu entreißen versucht. Das gelang, abgesehen von einigen Karibikinseln, vor allem im fernen Asien. Einen



Abbildung 986: CARTIER. St. Malo.

**eigenen Weg** vor allem **nach dem Osten Asiens**, nach China zumal, suchten Niederländer, England und Frankreich **im Norden**, entweder um den Norden Nordamerikas oder den um den Norden Eurasiens.

Der aus St. Malo stammende JEAN CARTIER war vom französischen König mit der Suche nach einer Durchfahrt durch Nordamerika beauftragt worden und drang 1535 auf dem **Sankt-Lorenz-Strom** ein Stück in das Innere von Kanda bis in die Gegend des späteren Quebec ein. Französische Siedlungsversuche mißlangen damals. Das östliche Kanada weist im Sommer Temperaturen und Bedingungen wie in Westeuropa auf, wirkt also recht angenehm. Aber wehe, wenn der Winter kommt, in diesem weit nach Norden offenen Land. Und darauf mußte man vorbereitet sein.

Einen Weg **um den Norden Eurasiens nach Osten** suchten lange **die Niederländer**. Zuerst 1594 und nochmals mit 7 Schiffen 1595 fuhren WILLIAM BARENTS mit JAN HUYGHEN VAN LINSCHOTEN nach dem Nordosten aus. Das Eis der Karasee setzte ihnen Grenzen. Bei einer dritten Nordfahrt von BARENTS 1596 mit nur einem Schiff, wobei auch das den Isländern bekannte Spitzbergen / Svalbard, berührt wurde, war das Schiff bereits am 26. August am Nordende von **Nowaja Semlja** vom Eis eingeschlossen und wurde zerpreßt. Die Männer mußten **als erste Mitteleuropäer in der Arktis überwintern**. Mitte Juni 1597 fuhren sie mit zwei kleinen Booten nach der Halbinsel Kola und wurden von russischen Walfängern aufgenommen. Der entkräftete BARENTS starb am 20. Juni

1597.

Da eine **Nordost-Durchfahrt offensichtlich nicht möglich** war, richteten trotz des französischen Mißerfolgs englische Kaufleute ihren Blick wieder nach dem Nordwesten und veranlaßten und finanzierten öfters in den Sommermonaten Seereisen für eine Suche **um den Norden Nordamerikas,** nach einer **Nordwest-Passage**, ausgeführt von Haudegen und sich auch als Seeräuber gegenüber den Spaniern betätigenden Männern. Eine damals mögliche Handeslroute wurde zwar nicht gefunden, aber bdeutende Erkundungen gelangen. MARTIN FROBISHER (A. VIAN et. al. 2004) und GEORGE WEYMOUTH kamen 1578 resp. 1602 bis in den später Hudson-Straße genannten Meeresteil. Ab 1585 leitete JOHN DAVIS (A. McCONNELL 2004) 3 solcher Reisen. GEORGE WAYMOUTH (WEYMOUTH) (D. R. RANSOME 2004) hatte 1602 wie einst COLUMBUS sogar einen Brief an den Kaiser von China bei sich. Am weitesten in die tiefe Arktis kam wohl HENRY HUDSON (J. McDERMOTT 2004), nach dem die riesige Meereseinbuchtung im Norden des heutigen Kanada benannt wurde. Am 3. September 1609 landete HUDSON an der Mündung jenes Flusses, der nach ihm später **Hudson River** genannt wurde und wo 1624, nahe der Mündung, durch Niederländer ein ständiger Sitz, Neu-Amsterdam, das baldige New York entstand. HUDSON fuhr 1609 den Fluß aufwärts und kam bis in die Gegend des heutigen Albany. Nein - eine Durchfahrt war es nicht, nur ein ganz normaler, in das Innere eines neuen Landes führende Fluß. HUDSON fuhr also weiter hoch in den Norden. Mit ihm loyal gebliebenen Anhängern wurde HUDSON am 22. Juni 1611 nach der durchaus überstandenen Überwinterung an der südlichen **Hudson-Bay** von meuternden Teilnehmern ausgesetzt und blieb seitdem verschollen. Auch das riesige Becken der Hudson-Bay war nicht die Durchfahrt. Ab 1612 suchte gemäß seinen Berichten im Nordwesten auch WILLIAM BAFFIN (W. K. D. DAVIES 2004). Über die später nach ihm benannte Baffin-See wurde der nach einem Sponsor benannte düstere schmale Smith-Sund erreicht, der den Norden Grönlands von den Inseln im Westen trennt. BAFFIN starb nicht im Norden, sondern 1621 bei kriegerischen Auseinandersetzungen mit Portugiesen im Persischen Golf.

Neben diesen mehr offiziellen und in Berichten überlieferten Fahrten haben angefangen im Mittelalter mit den wohl bis in die Fischgründe von Neufundland vorstoßenden Basken Fischerfahrzeuge und **Walfänger** vorher unbekannte Gebiete erreicht, bis an den Rand arktischer und manchmal gar antarktischer Gewässer. Was die in Berichten niedergelegten Seefahrten festhielten war nur ein Teil dessen, was irgendwelche Menschenaugen sahen, wenn sie denn trotz vieler Geschäftsgier "Augen" hatten.

Auch Indien wurde zunächst für die East India Company verwaltet, wenn auch gerade auch militärisch mit Untersützung vom Mutterland. "**Kronkolonien**" wur-



Abbildung 987: Land der Hudson Bay Company.

den viele Gebiete erst später. Es wurden aber auch spanische Schiffe unter nur teilweiser Kriegserklärung gekapert.

Franzosen erschienen um 1550 als Händler auch an der **Südküste Brasiliens**, versuchten sich in einer Kolonie Rio de Janeiro festzusetzen (F. OBERMEIER 2010).

## Engländer und Franzosen in Nordamerika

Im Jahre **1607** war Jamestown als **erste englische Siedlung an der Ostküste Nordamerikas**, im späteren **Virginia**, entstanden. Die ersten Siedler gingen zwar großenteiles zugrunde, so wie die Pioniersiedler am La Plata oder am St. Lorenz-Strom. In Betrachtung der gleichen Breitenlage wie Südeuropa hatte man etwa in Virginia von England aus ein eher mildes Klima erwartet und mußte entsetzt feststellen, das wenigstens im Winter dem nicht so war. Indianer retteten die Überlebenden. Weitere Kolonisten, welche den Umgekommenen nachrückten, konnten sich in dieser Kolonie und dann auch im benachbarten Maryland mit dem **Tabak** (L- JAMES 1994, S. 7) als Handelsgut retten, also einem vielfach als Laster angesehenem Produkt. 'Virginia' wurde den Rauchern so im Namen wohlbekannt.

Der Franzose SAMUEL DE CHAMPLAIN gründete **1608** am St. Lorenz-Strom eine erste bleibende **französische Kolonie** in Nordamerika, **Quebec**, der Beginn eines erstrebten "Neu-Frankreich".

Frankreich hatte aber nie jene Massenauswanderung nach Übersee wie England.




Abbildung 988: CHAMPLAIN. Quebec.

An der nördlichen Küste der späteren USA setzten aus England stammend **1620** die ersten "**Pilgerväter**" ihren Fuß auf das nordamerikanische Festland. Die amerikanischen Kolonien sollten bei aller Selbstverwaltung **Rohstoff-Lieferanten** sein, die möglichst nichts Eigenes herstellten und Fertigwaren aus England mit den Rohstoffen bezahlten. Das ging später gründlich daneben. Vor Neufundland fischten englische Fischer.

Namentlich die Franzosen drangen von Osten her nach dem Westen des heutigen südlichen Canada und der heutigen nördlichen USA vor. Die nach dem Westen ausgesandten Jesuiten LOUIS JOLLIET und JACQUES MARQUETTE kamen mit Begleitern am 15. Juni **1673** von Nordosten her **zum Mississippi**. Der paranoide ROBERT Chevalier DE LA SALLE trieb das Vordringen voran. 1678 ließ DE LA SALLE (L. P. K. 1960) in Fort Frontenac ein Schiff bauen und fuhr auf ihm wie auf einem weiteren Schiff 1679 auf den großen Seen, 1678 auch auf dem Niagara River oberhalb der Fälle. Der flußabwärts gesandte Kaplan LOUIS HENNEPIN stand schließlich als erster bekannter Europäer vor den **Niagarafällen**.

Die Beschreibung seiner Reisen 1683 nach der Rückkehr nach Frankreich gilt als sehr lebendig, aber er legt sich auch Taten zu, die ihm nicht zukamen. 1682 fuhr DE LA SALLE stromabwärts bis zur Mündung des Mississippi. Das riesige Stromgebiet des Mississippi erklärte er dabei zum Besitz von Frankreich, taufte es zu Ehren von König LOUIS XIV. "Louisiana". Im 18. Jh. war jeder größere Krieg in Europa manchmal fast Nebenschaupltz von Kriegen zwischen Frankreich und



Abbildung 989: Niagarafall. Kanada. 2006.

England um Kolonien in Übersee, namentlich in Kanada und Indien. 1759 siegten die Engländer bei Quebec. Eine wirkliche Inbesitznahme des riesigen "Louisiana" genannten Mittelwesten Nordamerikas war Frankreich nie möglich und das auch im Süden gewonnene und zeitweilig Spanien übereignete "Louisiana" im späteren Sinn wurde mitsamt den Ansprüchen an den Mittelwesten von dem auf Haiti geschlagenen NAPOLEON 1803 billig an die jungen, zunächst ja auf die Ostküste beschränkten USA verkauft. Sie bekamen damit ein riesiges, auch erst noch zu erforschendes Territorium.

Nordamerika wurde **gründlich verändert.** Schon durch das **Pferd**, Verwilderte durcheilten das Land. Auch Indianer wurden beritten. Die schriftlosen Indianer, einst um die 500 Stämme, auch oft in blutiger Dauerfehde, oft in Kriegen nur um Ehre, wurden immer weiter zurückgedrängt.

## Ausdehnungen islamischer Mächte im und nach dem 'Zeitalter der Entdeckungen' - im Südosten Europas und im Nahen Osten und in Asien. Die Osmanen, 1529 (und 1683) bis Wien

Während westliche Staaten in die verschiedensten Teile der Welt vordringen, neue katholische Teilreiche in Amerika entstehen und Rußland weit nach Osten vorrückt, können **auch islamische Staaten sich ausdehnen**, bestehen außer europäischen Staaten auch China und Japan unangefochten weiter. 'Europa' ist längst noch nicht Herr der Erde, ist nur ein Teilnehmer am Welthandel (J. DARWIN 2010, S. 105 u. a.). Auf dem Indischen Subkontinent wird in weiten Teilen das **Mogulreich**



Abbildung 990: Haynburg, Türkenschutz vor Wien.

bestimmend.

Vor allem für Europas Geschicke im Zeitlater der Renaisance stark mitbestimmend war das **Reich der Osmanen**. Vor allem unter dem seit 1520 regiernden Sultan SÜLEYMAN I. werden die Grenzen des **Osmanischen Reiches** nach den verschiedenen Seiten ausgedehnt, entsteht **ein neues der mächtigsten Imperien der Geschichte**. Das **Vordringen der Osmanen** nach Nordwesten **setzte sich fort**, als westeuropäische Staaten weit ausholten nach Südasien, Ostasien und vor allem Amerika.

Schon vor SÜLEYMANs Regentschaft war Mekka dem Osmanischen Reich eingegliedert worden. Im Jahre 1521 erobert SÜLEYMAN Belgrad, 1522 Rhodos. Die Johanniter weichen nach Malta aus. **1526 besiegt** SÜLEYMAN bei **Mohacs** die Ungarn. Pest wurde 1526 von den Osmanen eingenommen, das durch seine Burg geschützte Buda 1541. Minarette werden in der Folgezeit das Stadtbild von Pest, Buda und den türkisch gewordenen ungarischen Städten bestimmen. 1529 muß SÜLEYMAN aber vor Wien zurückweichen. Hat er gemeint, daß die Wiener Bevölkerung bei einer Besetzung nur vor der Wahl gestanden habe, sich zum Islam zu bekennen oder umgebracht zu werden?

Das ehemalige Königreich **Ungarn** war nun **3-geteilt**: Ein großer Teil, vor allem, der **Osten und Süden,** war **türkisch** geworden. Der **Westen** gehörte zu **Habsburg** und der katholische habsburgische Kaiser ließ sich **auch** zum **König von**

**Ungarn** krönen. Hauptstadt dieses **Restungarn** wurde 1536 Bratislav/**Preßburg**. Von den Ungarn noch heute als große Heldentat gefeiert wird die Abwehr des am 13. Oktober 1552 nach 38-tägiger Belagerung erfolgten Sturms auf die nordungarische Festung Eger (I. BARTA et al. 1971, S. 138), unter Führung von ISTVAN DOBO, in der Abwehr unter Beteiligung der 'Frauen von Eger'. Der dann wegen des Herbste erfolgte Rückzug der osmanischen Truppen konnte das weitere Schicksal Ungarns nicht verändern. Das seit 1541 autonome, protestantische, die bald kommende habsburgische Gegenreformation ablehnende **Transsilvanien** steht unter Verzicht auf den Königstitel als osmanischer Satellitenstastaat auf türkischer Seite.

Nun greift SÜLEYMAN nach dem Osten aus. 1534 besetzt er die persische Hauptstadt Täbris, besetzt Bagdad. Der Einmarsch fremder Krieger ist meistens schrecklich. Aber auch das Ungarn unter den Osmanen hatte seine wirtschaftliche Entwicklung (M. W. WEIHTMANN 2000, S. 135 ff.).

Eine Frau, eine aufgekaufte Sklavin, wohl eine Ukrainerin, Tochter eines orthodoxen Priesterpaares, ROXELANE, wird allen Gepflogenheiten zum Trotz die angeheiratete Ehefrau SÜLEYMANs. Sie bestimmte in der Politik im Hintergrunde entscheiden mit. Ihretwegen soll der Großwesir, lange Freund des Sultans, umgebracht worden sein und der zur Nachfolge berechtigte erste Sohn einer Frau vor ROXELANE. Die 1558 gestorbene Frau, ROXELANE, hat also eine enorme Durchsetzungskraft bewiesen, rücksichtlos in einer harten und grausamen Zeit, angepaßt an die Gepflogenheiten. Noch einmal im Krieg gegen die Habsburger in Ungarn stirbt SÜLEYMAN am 7. November 1566 vor der ungarischen Festung Szigetvar, im südlichen Tiefland. Vorher, am 8. September, hatten die Verteidiger unter dem kroatischen Ban NIKOLA SUBIC ZRINYI aus der zertrümmerten Burg einen Ausfall unternommen und waren dabei alle ums Leben gekommen (I. BARTA et al. 1971, S. 140/142). SÜLEYMANs bei Szigetvar zu vermutendes Grab wurde von ungarischen Archäologen gesucht und wohl auch gefunden (doku Geschichte im Internet). Das ungarische Heer zur Zeit des versoffenen, blondbärtigen (Wikipedia) SELIM II., zog sich hier zurück und im Friedensvertrag mit dem unter dem Habsburger MAXIMILIAN II. in Adrianopel 1568 wurde Ungarns 3-Teilung zementiert (I. BARTA et al. 1971, S. 141/142). Trotzdem wird **1570/1571 Zypern türkisch**. Nun drohen die Türken auch mit der Eroberung des Mittelmeeres. Die christlichen Seemächte schließen sich endlich zusammen. Venedig liefert einige neuartige Galeeren, Galeassen, die nicht nur an den Enden, sondern ringsum mit Kanonen bestückt sind. Am 7. Oktober **1571** wird eine türkische Flotte durch eine vereinte europäische Flotte unter dem 24-jährigen Feldherrn JUAN DE AUSTRIA, dem illegitimen Sohn des Kaisers KARL V., bei **Lepanto** besiegt. Das weitere Vordringen der Osmanen ist erst einmal abgeschlagen, wenigstens auf See.



Abbildung 991: JUAN D'AUSTRIA. Regensburg.

Von Deck zu Deck wurde gemetzelt. Tausende von Gefallenen färben mit ihrem Blut das Meerwasser rot.

Dem bei der spanischen Marine dienenden späteren Dichter CERVANTES wird in der Schlacht von Lepanto der linke Arm unbrauchbar geschossen. 1575 - 1580 gerät CERVANTES in Gefangenschaft von Korsaren und wird so zeitweilig Sklave in Algier. Erst 1605 wird der in Spanien in finanzielle Konflikte geratene CERVANTES zu dem berühmten Dichter des 'Don Quichote', der eine den Bezug zur veränderten Zeit verlierenden traurigen Helden beschreibt, Don Quichote, der nicht begreift, daß das Zeitalter der Renaissance nicht mehr das der Mittelalters mit den damaligen Rittern ist.

1596 eroberten die Osmanen auch die ungarische Festung **Eger**, die Heldenstadt von 1552 .

Es wirkte unter den Sultanen SELIM I., SÜLEYMAN I., SELIM II., MURAD III. als führender **Architekt** YUSUF SINAN, genannt manchmal der "Michelangelo der Osmanen" (Wikipedia 2017). Woher? Europäer? Als Krieger war er weit umhergekommen, muß mit seinen Fähigkeiten aufgefallen sein und als Militäringenieur und späterem Städtebauer entstanden unter SINAN außer etwa Brücken großartige Moscheen, so die große Moschee in Edirne/Adrianopel, die 'Blaue Moschee' in Istanbul, die im Autrag von Sultan SÜLEYMAN 1550 - 1557 ebenso in Istanbul erbaute Süleyman-Moschee (Wikipedia 2916), Moscheen auch

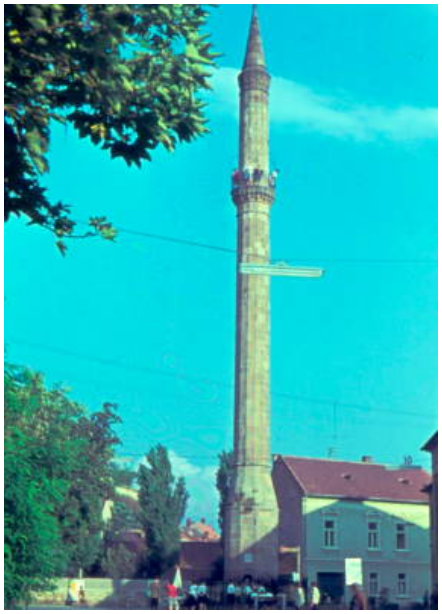

Abbildung 992: Aus Ungarns Türkenzeit: Eger.

in Asien.

Durch **Anatolien** waren die Kreuzfahrer gezogen, gab es ab 1204 Kleinreiche westlicher Feudaler, aber nun war die unter einem neuen Regime stehende Region, und waren die Osmanischen Lande von Europa fernergerückt als etwa die Kanaren. Im Gefolge französischer Gesandter in Konstantimopel, so des 1546 - 1553 dort in Frankreichs Auftrag tätigen Spaniers GABRIEL D' ARAMONT (U. ILG 179 ff.), gab es begleitende kulturell und wissenschaftlich Interessierte. Schließlich suchte man auch noch alte Manuskripte, so im Auftrag des Königs FRANZ I. der auch als Naturforscher wirkende PIERRE GILLES. Naturforscher war PIERRE BELON , der 1547 - 1549 mit D'ARAMONT auf Orientreise gegangen war und dessen 1553 erstmalsgedruckte Werk 'Observations de plusieurs singularitez et choses memorables trouve´es en Gre´ce, Judee, Egypte, Arabie et autres pays estarnges' im 16. Jh. noch etwa 16 Neuauflagen erfuhr (U. ILG 2005, S. 180). Der 1517 geborene BELON (M. WONG 1970) wurde 1564 im Alter von 47 Jahren im Wald von Boulogne bei Paris ermordet.

100 Jahre nach der osmanischen Eroberung von Konstantinopel drohte einerseits immer noch türkisch-osmanischer Vorstoß gegen Wien, aber man hatte etwa in Frankreich auch mit der Osmanenherschaft im Osten abgefunden und Europäer erkundeten in Kleinasien Land und Kultur (U. ILG 2005). ANGERIUS GHISLAIN DE BUSBEQ/BUSBECK/BUSBECQ), der aus Frankreich stammte, war der langjärige Gesandte des Kaisers FERDINAND I. in Konstantinopel, brachte



Abbildung 993: Edirne: Selim-Moschee. 1995.



Abbildung 994: Istanbul: Blaue Moschee.



Abbildung 995: Istanbul: Sultan Süleyman-Moschee.

auch den Frieden mit der Türken zuwege und ließ Zierpflanzen (s. u.) nach Wien einführen. In seinen Briefen aus der Türkei 1598 in Latein hat BUSBECQ vorurteilsfrei die Sitten und das normale Leben in der Türkei beschrieben, jener Leute also, die eben aus Gewohnheit unsere Kleidung ebenso merkwürdig andersartig finden wie wir die ihre - um BUSBECQ zu zitieren (Wikipedia).

Von den unter dem Schatten der Osmanen stehehenden **Safawiden** in **Persien** konnte der 5. **Schah**, **ABBAS,** ab 1587 die Türken zurückdrängen und begündet ein **neues Persisches Reich** , mit wieder **persischer Kultur** (J. DARWIN 2010, S. 86), das heißt mit der Staatsreligion des **schiitischen** Islam, Wiedereinführung des Persischen als Regierungssprache, und mit Ausdehnung bis Eriwan, Kars, Bagdad. **Isfahan** wird zur neuen Hauptstadt.

Die islamischen Ostreiche wiesen eine der europäischen Kultur mindesten vergleichbare, wenn nicht überragendere Kultur auf, und waren einst auch in Technik und Wisseschaft vorangegangen. Was hat Europa dann gerettet? Der Wettstreit der Staaten untereinander mit den hochgerüsteten nationalen Flotten? Die Inbesitznahme der westlichen Hemisphäre mit ihren Schätzen? Eine Geschichte mit unbeabsichtigten Folgen (W. REINHARD 1990, S. 204) für die Weltgeschichte der Zukunft.

Das von Venedig verwaltete **Kreta** wird 1645 bis **1648 von den Osmanen besetzt**, die Stadt Candia nach lange Belagerung und großem Elend bei den Belagerten 1665. **1683 scheitern die Osmanen** mit einer großen Armee **vor Wien** und das beendet ihr Vordringen nach dem Westen. Die Habsburger dehnen sich mit Rückschlägen nach dem Südosten aus. Das Osmanische Reich ist trotz mancher

noch folgenden Vorstöße im Rückbau.

**Wirtschaftliche und auch wissenschaftliche Folgen der Reisen in viele Weltteile**

## Berichte von den Fahrten nach Übersee und über die neu erschlossenen Regionen

Berichterstatter der Fahrten und Feldzüge waren teilweise die Reisenden selbst oder Teilnehmer, 'Chronisten', auch Geistliche, in Spanien die Berichte aufzeichnende Historiographen. Unter den berichtenden Konquistadoren waren COLUMBUS und CORTEZ. Über frühe Berichte ist schon einiges gesagt worden. Aber es kamen schließlich auch Berichte, ja Bücher zustande, die als Beginn der Amerikanistik anzusehen sind und noch von Augenzeugen der Zeit der Eroberungen und Besiedlungen stammen.

Über Yucatan und die Eroberung des Aztekenreiches berichtete aus eigener Teilnahme an dem Eindringen neben CORTEZ selbst etwa BERNAL DIAZ DEL CASTILLO. Über die Eroberung des Inkareiches hat berichtet PEDRO SANCHEZ, PIZARROs Sekretär (A. SCHNAPP 2010). Über die gewaltigen Leiden der Expedition und auch ihren Untaten unter MENDOZA am La Plata kann man nachlesen bei dem überlebenden, aus einer angesehenen Straubinger Familie stammende ULRICH SCHMID(E)L (M. HÄBERLEIN 2007, D. ROCK 1987). 20 Jahre, von 1535 - 1554, war SCHMIDL unterwegs. Er war bei der ersten Gründung von Buenos Aires ebenso dabei wie bei der von Ascuncion und war beteiligt an einem Zug durch den Gran Chaco. Rund 1000 km zog SCHMIDL 1552 mit 20 Guarani-Indianern von Asuncion über Land nach der Küste von Brasilien. Sein Bericht erschien 1567 in einem Sammelwerk, posthum allein 1597 und 1599 und wurde in andere Sprachen übersetzt. Zweimal in Brasilien, 1548/1549 und wieder 1550 - 1555, war als Landsknecht HANS STADEN (F. OBERMAIER 2010). Beim zweiten Mal war er Gefangener bei den mit den Franzosen verbündeten Tupinamba-Indianern. Hier hat er, jedenfalls nach eigenem Bericht, auch rituelle Tötung und Verspeisung von Gefangenen gesehen. Ein Marburger Arzt, Anatom und Astronom, JOHANNES DRYANDER, hat STADEN zur Abfassung seines 1567 in Marburg erstmals im Druck erschienenen einmaligen Berichtes von seinen Erlebnissen veranlaßt. Es war das erste in Europa gedruckte Buch über Brasilien, wurde mit Abbildungen versehen, öfters nachgedruckt, bestimmte lange das Brasilienbild jener, die selbst nicht hinreisten.

Nur wenige auch gebildete Europäer waren bereit, die Gebräuche und Sitten der Fremden nicht einfach nur zu verurteilen. Es fehlten zunächst naturwissenschaftlich



Abbildung 996: Chizen-Itza. 1997.

Gebildete.

Zur Erkundung der Naturprodukte **Mexicos** sandte der spanische König PHILIPP II. 1570 - 1577 seinen Leibarzt FRANCISCO HERNANDEZ nach dorthin (E. STRESEMANN 1951), jedoch fanden die Befunde, auch Abbildungen, erst im 17. Jh. den Weg in die Öffentlichkeit. Was das Indianische in Mexico betraf, so wurde einerseits zu vernichten gesucht, was unchristlich war. Andererseits wurde erfaßt, registriert und beschrieben, was die Geschichte auch der Indianerreiche erhellen konnte, wurden auch etliche ihrer Bauten bekannt.

Über **Yukatan** stammt einer der nunmehr bekanntesten Berichte eines dort wirkenden Spaniers, der von 1566 des Franziskaners DIEGO DE LANDA, 1572 Bischof von Yucatan. Er war einerseits Beschützer der Indianer, aber wohl zu Recht auch abgestoßen von Menschenopfer-Ritualen der Mayas. Er reagierte mit Zwang bei der Bekehrung und verbrannte in Reaktion auf Aufruhr bei einem Autodafe 1562 bis auf wenige auch die Schriften der Maya, ein unersetzlicher Verlust. Er suchte, später auch angeklagt, zu rekonstruieren, was ihm an Geschichte bekannt geworden war, zumal von ihm auch etliche der Hieroglyphen übersetzt werden konnten. DE LANDA waren indianische Großbauten auf Yucatan bekannt, Chizen Itza etwa.

Gedruck wurde der Bericht 1864. Der Dominikaner DIEGO DURAN (A. SCHNAPP 2010) wurde um 1537 in Sevilla geboren, kam schon als Kind mit seiner Familie nach Mexico, wurde Dominkaner und lernte die Nahuatl-Sprache. Er vollendete eine Schrift über seine neue Heimat 1581. Detailliertere, nicht nur auf den Verlauf von Reisen gerichtete **Berichte aus Süd-Amerika** lieferte neben etwa PEDRO CIEZA DE LEÓN und GONZALO FERNANDEZ DE OVIEDO Y VALDÉS namentlich JOSE DE ACOSTA (G. KISH 1970, L. PYENSON et al. 1999, J. WRIGHT



Abbildung 997: Regengott. Museum Mexico-City.



Abbildung 998: Opferteich Chichen Itza 1997.

2005/2006). ACOSTA bezeichnet man als den ersten "Amerikanisten". Nachdem er mit 15 Jahren in den Jesuitenorden eingetreten war, schlug er wegen seines Interesses für Süd-Amerika einen Theologielehrstuhl in Rom aus, weilte ab 1570 für 14 Jahre in Peru, im Jesuiten-College am Titicaca-See. Er lernte die einheimischen Sprachen Aymera und Quechua. Drei Jahre verbrachte er bis 1587 noch in Mexico. In seinem Werk "Historia natural y moral de las Indios" berichtete er unter anderem über die Höhen-Krankheit, die Coca-Pflanze, die südamerikanischen Haustiere, das Postsystem der Inkas sowie deren Religion und Sitten. Endlich wurde mehr über ein Gebiet bekannt, daß bisher vor allem der Ausbeutung gedient hatte.

**Überführung von Nutz-und Zierpflanzen von Kontinent zu Kontinent**

## Wechselseitige Überführung von Ackerbaugewächsen, Gewächsen überhaupt, und von Haustieren

Sowohl in der Alten Welt wie in der Neuen Welt hatte sich seit Jahrtausenden die Land- und Gartenwirtschaft entwickelt. Die völlige **Verschiedenheit** der **kultivierten Pflanzen-Arten und domestizierten Tier-Arten** sprechen dafür, daß sich die Landwirtschaft gerade zwischen Eurasien und dem amerikanischen Doppelkontinent **unabhängig voneinander**, ohne vorkolumbianischen Austausch, ausgebildet hat (E. D. MERRILL 1938/1946). Nun aber setzte ein für alle Seiten **wechselseitiger Austausch** ein. Bisher ungeahnte Bereicherungen des Speisezettels, unvorhergesehene Gaumenfreuden, Mittel gegen Gebrechen gab es hüben wie drüben. Wurde der Austausch betrieben zuerst zum Nutzen der Kolonisatoren, so kamen bald Bewohner verschiedenster Länder und eben auch die Bewohner Amerikas zu den ausgetauschten Dingen. Der Austausch von Pflanzen und vor allem auch Zier- und Gartenpflanzen endete nicht mit dem Zeitalter der großen Entdeckungen.

## Der Alten Welt Gaben an die Neue Welt

Amerika erhielt von der Alten Welt deren **Getreide**-Arten, in absehbarer Zeit die Futtergräser und alle die domestizieten großen fleisch- und rohstofffliefernden **Haustiere**, wie **Rind, Schaf, Schwein, Ziege, Pferd** und auch das wichtige viel kleinere Haustier **Haushuhn**. Konnte man beim Pflanzenaustausch von einer sich ziemlich ausgleichenden Bilanz sprechen, so waren die aus der Alten Welt kommenden Haustiere eine wahrhaft gewaltige einseitige Bereicherung in der Neuen Welt. Etwa Pferde und auch Rinder sowie Hunde entwichen **auch freilebend** in



Abbildung 999: Banane, tropenweit.

die Ebenen, in die Pampas im Süden und später in die Prärien Nordamerikas und **vermehrten sich** dort stark (G. ARCINIEGAS 1966). Mit den großen Haustieren kam die bisher in Alt-Amerika nur in Ausnahmen übliche Benutzung von **Leder** (S. 73). Sioux-Indianer auf Pferden - das war nur infolge der Pferdeeinfuhr aus Europa möglich. Noch bis heute läßt sich ein Teil angenehmer Früchte der Tropen wegen fehlender Haltbarkeit nicht in den internationalen Handel bringen.

## Die Neuwelt-Tropen bereichern die Altwelt-Tropen

Vor allem in den **Tropenländern näherte sich** der Bestand an angebauten **Gewächsen** infolge des Austausches in den verschiedensten Regionen **einander an**. ja war die Vereinheitlichung mindestens so groß wie in Südeuropa.

Bei neuen Früchten mußte auch die Bekömmlichkeit erst einmal festgestellt werden, so wie es in Urzeiten einmal gewesen sein mag. Gewiß gab der Genuß dieser Früchte bei den Einheimischen Anlaß zum Probieren. Aber wie bekömmlich waren Bananen, Tee, Kaffee, und in welchen Mengen?

Die **Banane** kaum aus den altwetlichen Tropen wie die **Kaffee-Pflanze**. Aus Südostasien, auch dem tropischen Indien, stammt der **Mangobaum, *Mangifera indica L.***, der aber wohl wegen des problematischen Samentransports kam er erst im 18. Jh. auch in die westliche Hemisphäre der Tropenregionen. Um 1700 wird der Mangobaum für Brasilien angegeben.

Noch bis heute läßt sich ein Teil angenehmer Früchte der Tropen wegen fehlender Haltbarkeit nicht in den internationalen Handel bringen. Mönche brachten aus Europa Küchenkräuter und Heilpflanzen.



Abbildung 1000: Mango-Früchte. Singapur.



Abbildung 1001: Mango blühend. S-Indien.



Abbildung 1002: Mango reifend.

Zu dem bewußten Austausch der Nutzpflanzen und Nutztiere trat die **unbeabsichtigte Überführung zahlreicher Wildpflamzen**, gerade auch von Unkräutern, einem wesentlichen Bestandteil der **Neophyten**, der erst seit jüngeren Zeiten in einem Land vorkommenden Gewächse. Das hatte nicht immer begrüßte Folgen.

**Amerika bereichert die Alte Welt**

Erstaunlich mag wirken, wie rasch manche amerikanische **Kulturpflanzen** (Wikipedia, Lexika) manchmal innerhalb von Jahren nach Europa und viele andere Teile der Erde verbreitet und dort angebaut wurden. Und wer konnte sie bald noch missen, den **Mais** und die **Kartoffel**. Aber **tropische Kulturpflanzen** wurden auch schon **ohne Europaer** weit verbreitet, die Süßkartoffel, Taro und andere.

Vor allem auch 'Pfeffer' hatten die Seefahrer gesucht, und mindestens von der zweiten Reise brachte COLUMBUS eine scharf schmeckende Frucht. die **Paprika, *Capsicum*** (K. ROTH 2010. Wikipedia u.a.), den "Roten Pfeffer",. mit nach Spanien In Deutschland wird sie durch FUCHS erwähnt 1543. In seinen Varianten wurde auch dieses Gewächs, eine uralte Kulturpflanzen, weit über die Erde verbreitet, über Nordafrika, Teile von Asien, bis Japan, und das Osmanische Reich, die im späten 16. Jahrhundert von den Türken nach Ungarn kam und dort zum Nationalgewürz wurde. Daß es sich bei den schließlich bei den Nachtschattengewächsen / Solanaceae einzuordnenden Gewächsen um eine andere Pflanzengattung als den bekannten und gesuchten Schwarzen Pfeffer handelte erkannte vor 1700 TOURNEFORT, der den bleibenden Gattungsnamen ***Capsicum*** gab.

Schon 1494 wurde der damals auf das tropische Amerika beschränkte, nur als Kulturpflanze bekannte **Maniok/*Maniot esculenta*,** ein Wolfsmilchgewächs,



Abbildung 1003: Paprika.



Abbildung 1004: Süßkartoffel/Batate.

beschrieben (Wikipedia 2018). Älteste Reste in Mexico werden auf 2800 Jahre zurückliegend genannt. Von den Portugiesen wurde Maniok als Sklavennahrung nach Westafrika verfrachtet. Mancher Maniok ist wegen zu viel Blausäure im Preßsaft giftig und muß vor dem Verzehr behandelt werden. Weit verbreitet war in Amerika die **Süßkartoffel/Batate/*Ipomoea batatas***, ein Windengewächs, das ursprünglich aus Asien stammen soll.

Eine uralte, in ihren Anfängen wohl bis 5000, ja 7000 v. Chr. zurückreichende Kulturpflanze Mittelamerkas ist der Garten-**Kürbis/*Cucurbita pepo*** L., die COLUMBUS wohl schon 1492 von Kuba mit nach Europa brachte. Die Empfindlichkeit des Kürbis gegen absinkende Temperatur auch im Sommer weist noch auf seine Herkunft.



Abbildung 1005: Kürbis. Hier Spreewald.



Abbildung 1006: Ananas-Plantage. Mexico 1997.

Im tropische Amerika gab es die **Erdnuß**/***Arachis hypogaea***, deren Anbauheimat wohl ind in den Anden lag und die schon auf Jahrtausende des Anbaus zurückgeht, auch in Brasilien, und die Erdnuß überführten Portugiesen kurz nach 1500 nach Afrika und die dann auch nach den Philippinen gebracht wurde. Die **Ananas**-Pflanze/***Ananas Comosus***/*A. sativus*, erwähnte COLUMBUS und der in das von den Chibcha-Indianern bewohnte Hochland des späteren Kolumbien vorgedrungene Jurist G. JIMENEZ DE QUESADA. Portugiesen sollen sie 1502 nach Sankt Helena überführt haben, 1514 wird sie von Spanien gemeldet, 1550 in Indien, bis Ende des 16. Jh. in den erreichbaren tropischen Gebieten der Welt angebaut.

Hatten die Getreide zur Seßhaftigkeit vieler in der Alten Welt geführt, so hatte **Mais**/***Zea Mays*** L. die Grundlage für die Kulturreiche der Seßhaften in Alt-



Abbildung 1007: Kakao-Frucht. Indien 1997.

Amerika bedeutet (G. ARCINIEGAS 1966). Mais, der bald weite Ackerflächen in Südeuropa einnahm, war 1530 in Madrid bekannt. Manchmal ging die Kenntnis der Herkunft so verloren, daß Mais "Türkisch Korn" hieß. 25 Jahre nach der Einführung in Spanien soll der Mais auch schon in China angebaut worden sein (E. D. MERRILL 1938 / 1946).

Der offensichtlich in den Regenwäldern des oberen Amazonas-Gebietes heimische schon von den Maya angebaute und im aztekischen Mexico verbreitete **Kakaobaum**/*Theobroma cacao L.*. wurde von den Spaniern 1525 nach Venezuela und Trinidad gebracht, wird Mitte des 16. Jh. auf den Philippinen angebaut.

In Mexico wurde als den Kakao verfeinertes Gewürz auch die **Vanille** gezogen, die erst nach der Unabhängigkeit Mexicos 1810 auch nach anderswohin geführt werden konnte (Wikipedia 2018).

Aus dem tropischen Amerika, den Küstenländern, stammt die nunmehr tropenweit verbreitete **Papaya**, *Carica papaya*. Die Spanier sollen sie schon im 16. Jh. auf den Antillen und dann den Philippinen angebaut haben. Ihr rasch erweichenden und Transport nicht gut überstehenden Früchte ließen sie zunächst nicht zu einem Handelsgut für Europa werden.

Als Heimat der **Tomate** / ***Lycopersicon esculentum*** gelten die Anden, vor Ankunft der Europäer wurde sie in Mexiko angebaut, kam in der Mitte des 16. Jh. nach Spanien. In Italien aß man Tomaten um 1554 und um 1580 in England, Frankreich, Deutschland. In Teilen der USA galt sie später einmal als giftig und mußte dann als eßbar neu entdeckt werden. Der Züricher Gelehrte GESNER kultivierte ab Juli 1554 den grünlich blühenden **Bauerntabak** / ***Nicotiana*** *rustica*, seit 1558 den Kaktus ***Opuntia***, die Tomate, Kürbis und Pfeffer. Die durch eßbare



Abbildung 1008: So klein: Kakaoblüten.



Abbildung 1009: Papaya, Mexico 1997.



Abbildung 1010: Papaya, fruchtend.

rote Früchte ausgezeichnete Kaktee **Opuntie** war im Mittelmeerraum nach einiger Zeit so verbreitet, daß ihre amerikanische Herkunft bezweifelt wurde. Aus Amerika kam fernerhin die **Sonnenblume**/*Helianthus tuberosus L.*. **,** die in Spanien nach 1510 im Botanischen Garten von Madrid bekannt wurde und in der Mitte des 19. Jh. im weniger kühlen Europa angebaut wurde (S. BICKEL 2012, S. 225).

Die **Kartoffel** wurde bald nach der Eroberung von Peru bekannt, kam um 1570 nach Spanien, um 1600 in europäische Gärten, noch nicht als Nahrungspflanze.

Schon lange wichtige Nahrungspflanzen in Amerika waren die **Bohnen**/***Phaseolus***, von denen die **Gartenbohne**/***Phaseolus vulgaris*** L. im 16. Jh. nach Europa kam und von FUCHS 1543 abgebildet wurde und der im 17. Jh. die **Feuerbohne**/***Phaseolus coccineus*** L. folgte.

In europäische Gärten hielten fremde **Zierpflanzen** Einzug. Um 1570 kam die ***Canna*** von Südamerika nach Europa.

## Pflanzen-Einfuhr nach Europa auch aus dem Orient

Mitteleuropa wurde bereichert ebenso durch Zierpflanzen und Zierbäume aus der östlichen Mittelmeerregion. Zuerst nach Wien sandte ANGERIUS GHISLAIN DE



Abbildung 1011: Sonnenblume.



Abbildung 1012: Feuerbohne.



Abbildung 1013: Saint Die.

BUSBECK (BUSBECQ), langjäriger Gesandte des Kaisers FERDINAND I. in Konstantinopel, **Tulpen**-Zwiebeln, führte ein **Levkoje** und **Flieder**/*Syringa vulgaris*, der "türkische Holler" des Wiener Volksmundes. Man spricht gar von einer "**Orientalischen Phase** der Zierpflanzeneinführung" von 1560 - 1620 (Wikipedia 2013 bei *Muscari*). Aus dem Vorderen Orient kamen **Roßkastanie**/*Aesculus hippocastanum L.*, und **Orientalische Platane**/*Platana orientalis*.

## Erweiterte Kartographie, Kosmographie und Weltbeschreibung

Die großen **geographischen Entdeckungen** wurden auch von Nichtmitgereisten zu einem neuen Erdbild verwertet, **in geographische Karten** eingearbeitet. Diese geographischen Karten mußten wegen der immer neuen Entdeckungen bald wieder verbessert werden.

## Weltkarte mit der Neuen Welt

Die Stadt Saint Dié, westlich der Vogesen, rühmt sich der Entdeckung Amerikas und ein Hotel dort heißt 'Amerika'. Nicht das Festland Amerika wurde von einem Mann aus Saint Die entdeckt, aber was die Seefahrer nicht nahebrachten war die geschehene geistig-wissenschaftliche Erkenntnis, daß etwas Neues gefunden wurde.

Dort am Gymnasium wirkte MARTIN WALDSEEMÜLLER, ein Geistlicher, der sich HYLACOMUS nannte, der im Jahre 1507 Teile der Neuen Welt, damals Südamerika, unter dem Namen "America" nach dem Vornamen des AMERIGO VESPUCCI, von dem er einen Bericht lesen konnte, in eine kleinere, nicht aber seine große Erdkarte eingetrug. Mit WALDSEEMÜLLER zusammen arbeitete der vielseitige Humanist MATTHIAS RINGMANN (W. KÜHLMANN 2003), der den Namen 'Amerika' vorschlug. Der Name "Amerika" setzte sich durch, obwohl in WALDSEEMÜLLER also in seiner großen Erdkarte wieder tilgte. Der Name 'Amerika' wurde bei MERCATOR 1538 auch für den Norden der Neuen Welt verwendet. Die neuentdeckten Gebiet westlich des Atlantik waren zunächst nicht als ein neuer Kontinent gesehen worden, sondern eher als ein Insel-und Landgewirr vor Ostasien. Frage blieb, wieso WALDSEEMÜLLER 1507 "America" als Insel einzeichnete (P. DITTMAR 2008), damals, bevor BALBOA 1513 den Stillen Ozean an der Westküste des heutigen Panama erreichte und MAGELLANs Erdumrundung, ohne MAGELLAN selbst, erst 1522 beendet wurde. Vielleicht hatte er Nachricht von Portugiesischen Seefahrern. Die Umrisse von Afrika sind sehr genau und ist die Frage, woher hatten WALDSEEMÜLLER und RINGMANN die Kenntnisse für ihre Karte von 1507 (D. GÖRLTZ in YouTube). Auf seiner größeren Karte, der "Carta Marina", gedruckt 1516, war Amerika ein Teil des östlichen Asien. WALDSEEMÜLLER nahm nach RINGMANNs Tod manches von seinen Ansichten von 1507 auch wieder zurück (Internet 2018).

WALDSEEMÜLLER (P. KUNKEL 2006) wurde zwischen 1470 und 1475 in einem Dorfe nahe Freiburg i. Br. geboren. Die "Welt"karte von 1507 besteht aus 12 Holzschnitt-Tafeln und ist aufgefaltet fast 3 Quadratmeter groß. Seinerzeit wurden etwa 1000 Exemplare hergestellt. Es gab auch Raubkopien. Erst ALEXANDER VON HUMBOLDT wußte wieder, daß der Name "Amerika" von WALDSEEMÜLLER stammte. Von all den 1000 gedruckten Exemplaren der Karte mit der Bezeichnung "Amerika" erhielt sich ein einziges Exemplar. Pater JOSEPH FISCHER, der mehrere Kinder des Besitzers von Schloß Waldegg in Württemberg und anderswo, in Österreicht, unterrichtete, durfte auf Schloß Waldegg in der Bibliothek herumstöbern und fand 1901 in einem herausgezogenen Buchdeckel eine Mappe mit 12 gefalteten Kartenbögen von jeweils 55 mal 41 Zentimeter, ein erhaltenes Exemplar der WALDSEEMÜLLER-Karte, mit deren Beschreibung "Cosmographia introductio" (U. KULKE 2007). 1903 wurde das Karten-Material publiziert. Im Jahre 2001 wurde die Karte jedoch, die deshalb von der deutschen Kulturgutliste gestrichen werden mußte, an die USA, nach Washington, verkauft. Die Stadt St. Dié rühmt sich heute als die Stadt, eine relativ kleine, in der "Amerika" getauft wurde.

Mit der Fahrt durch den Stillen Ozean war deutlich, daß mit dem den Atlantik

trennenden mit 'Amerika' ein ganz neuer, **vorher unbekannter Kontinent** für Europa **entdeckt** worden war, eine neue Welt, die keines der alten sogenannten 'Weltreiche' auch nur ahnte. Und umgekehrt hatten die wenigstens bei den Inka auch an ein 'Weltreich' erinnernden Reiche in Amerika offensichtlich keine Ahnung von einer Welt außer der ihren. War der neue nach VESPUCCIs Vornamen genannte Kontinent **'Amerika'** nicht Indien, dann waren die '**Indianer**' auch nicht Inder. Und **woher kamen sie**, fern dem von der Bibel angenommenen Ursprüngen der Menschheit? Und offensichtlich war ihnen keinerlei neutestamentliche Erleuchtung und war ihnen auch nicht der Islam gebracht worden. GROTIUS in den Niederlanden wollte sie im 17. Jh. als Nachkommen von Wikingern sehen (A. SCHNAPP et al. 1999, S. 17).

In Portugal wirkte als Professor in **Lissabon** und Coimbra, 1529 als königlicher Kosmograph, und zeitweise auch in Spanien, für die Erfassung der neuen portugiesischen und spaanischen Entdeckungen PEDRO NUNES.

Weltkarten entstanden in dieser Zeit auch in der islamischen Welt. Der **türkische** Admiral PIRI REIS erstellte Weltkarten, von denen die von einem europäischen Theologen in der Bibliothek des Istanbuler Serail 1929 wiederentdeckte von **1513** als bedeutendste gilt und (Wikipedia 2019) in der außer den Küsten Amrikas, auch der westlichen, Antarktika umgenzt ist. Waren arabische Seefahrer schon seit langem in Amerika gewesen, auch vom Osten her? (über Buch von SUSANNE BILLIG im Tagesspiegel 15. 3. 2018 online, D. GÖRLITZ auf YouTube). Oder fielen den Türlen portugiesische Karten in die Hände? PIRI REIS wurde 1554 in Kairo auf Befehl von Sultan SULEIMAN II: hingerichtet (Wikipedia 2019).

## Erdgloben

Einen beachteten und erhaltenen Erdglobus stellte 1520 JOHANN(ES) SCHÖNER (GÜNTHER 1891a) in Nürnberg her. Südamerika ist eingezeichnet. Südlich von Brasilien ist eine Meerenge eingezeichnet und südlich von ihr, also antarktisch wirkend, erscheint "Brasilia inferio". Das ließ einige vermuten, daß schon vor der Fahrt des MAGALHÃES der Südteil Südamerikas bekannt war. Aber es ist ebenso wahrscheinlich, daß die Meereseinbuchtung südlich von Brasilien die La Plata-Mündung ist. Jedenfalls geben manche der alten Erdgloben und auch Karten Rätsel zur Entdeckungsgeschichte.

## Kosmographie(n)

Eine Weltbeschreibung, fast ein Universalbuch, eine Summierung der Weltkenntnisse, wie einst bei SCHEDEL, war die erstmals 1544 in Basel erschienene "**Cosmographia**" des SEBASTIAN MÜNSTER (MCLEAN 2007, H. WILSDORF 1954), geboren 1488 in Ingelheim, eines ehemaligen Franziskanermönches, der, 1529 zum Protestantismus übergetreten, an der ihm schon geläufigen Universität Basel Hebräisch lehrte und dann stark mit Kosmographie befaßte, allerdings kaum mit dem Himmel und fast allein mit der Erde. Geschichte und Geographie, Menschen und Land, geben ein wechselvolles Bild. Renaissance-Wissenschaft - das war also zuerst auch Beschreibung der Dinge der heutigen und der vergangenen Menschen-Welt. Zahlreiche Zeitgenossen hatte MÜNSTER erfolgreich um Angaben und Material gebeten, also ein - nach moderner Terminologie - "Netzwerk" von Mitarbeitern geschaffen. In den 1540-er-Jahren unternahm MÜNSTER Reisen in verschiedene Gebiete namentlich in Südwest-Deutschland und der Schweiz. Germanien sollte den Fremden schon in Kritik an TACITUS 'Germania' als schönes und reiches Land vorgestellt werden. Als nunmehr bekannter Mann fand der reisende MÜNSTER manche hohen Gastgeber. Er las in Klöstern Gründungsurkunden und Chroniken und Manuskripte und Bücher ihrer Bibliotheken, las bei Adligen dazu Genealogien, besuchte Stadtarchive, exzerpierte, besuchte römische Ruinen und erfaßte römische Inschriften. Er war also auch ein Historiker, der Quellen, Zeugnisse der Vergangenheit selbst suchte und auswertete. Die letzte noch in MÜNSTERs Lebenszeit fallende und stark verbesserte Ausgabe der "Cosmographia" von 1550, in Deutsch und Latein, hatte 1233 Seiten. 910 Holzschnitte. Neben einer Abbildung vom Bergbau gibt es in der "Cosmographia" die wohl erste Abbildung eines Fossils, eines Fisches, und seine 1540 vollendete Afrika-Karte, "Africa Tabula Nova". Nach dem Pesttod von MÜNSTER 1552 gab es bis 1628 noch etliche weitere Auflagen un d vor allem auch weitere Übersetzungen, in Französisch, Italienisch und 1554 auch Tschechisch,

## Regionalbeschreibungen in Europa

Mit dem Humanismus und der wachsenden Bildung erstand ein stärkeres Bewußtsein für die eigene Nation. Regionalbeschreibungen auch nach dem Vorbild antiker Schriften folgten, berücksichtigten Land und Geschichte, und auch die Denkmäler der Vergangenheit. In der Antike hatte PAUSANIAS im 2. Jh. n. Chr. mit der Beschreibung Grichenlands dafür eine Art Muster geliefert.

Der beim Papst angestellt FLAVIO BIONDI aus Forli beschrieb die antiken Architekturdenkmale von Rom in seiner "De Roma restaurata" und auch landeskundlic

ausgerichtet sonstiges **Italien**, in "De Italia illustrata" von 1453 (P. BURKE 1998, S. 60/61). Es erstand die "Chorographie"/**Länderkunde**. Für **Deutschland** versuchte sich CELTIS an einer unvollendeten "Germania illustrata". CUSPINIAN folgte mit einer "Austria". COCHLÄUS mit einer "Germaniaedescription" (H. WIESFLECKER 1986).

Eine den nicht dort wohnenden Europäern unbekannte Region war **Nordeuropa**, und es war OLAUS MAGNUS (K. BÖLDI 2007, TH. FECHNER-SMARSLY 2007), der in seinem Buch "Historia de gentibus septentrionalibus"/Geschichte der Völker in den nördlichen Regionen **1558** die Kenntnis davon bot. Beispiel eines bewegten Lebens wie bewegten Schicksal eines Buches: Als junger Kanonikus hatte er 1518 mit einem päpstlichen Gesandten in Ablaßangelegenheiten die nördlichen Gebiete Skandinaviens und Finnlands bereist. Mit seinem Bruder JOHANNES MAGNUS, dem Erzbischof von Uppsala, floh er vor der Reformation unter GUSTAV WASA, König ab 1523, aus Schweden nach Danzig und dann nach Rom. Papst PAUL III. weihte ihn nach dem Tode von JOHANNES MAGNUS zu dessen Nachfolger, aber er konnte nie den Bischofssitz in Schweden einnehmen. Mit seinem Buch wollte OLAUS MAGNUS wohl auch den Blick der Katholiken in seine ihm verlorene Heimat lenken. Die Bekanntheit des 1550 in 772 Kapiteln in Rom gedruckten Buches geht zurück auf dessen Bearbeiter CORNELIUS SCRIBONIUS, Stadtschreiber von Antwerpen, der viel wegließ, auch von den Holzschnitten. Von dieser so stark verkürzten Druckausgabe von 1558 erschien 1567 auch eine deutsche Übersetzung. Von den moralisch integren Menschen unter der Mitternachtssonne, Seeungeheuern, Kriegsführung, der Kälte, der Mitternachtssonne, den ski-ähnlichen Holzbrettern zum Gleiten im Schnee ist die Rede. Der am 1. August 1557 in Rom als Vorsteher des Stifts der heiligen Brigitta gestorbene OLAUS MAGNUS bot ebenso eine 1527 in Danzig begonnene erste Karte des nördlichen Europa sowie eine 1886 in München wiederentdeckte Meereskarte, "Carta Marina".

Für **Großbritanniens** Selbstbewußtsein wirkte der hoch geehrte höhere Lehrer WILLIAM CAMDEN (W. H. HERENDEEN 2004) mit seiner "Britannica" von 1586, vor allem einem Geschichtswerk, immer wieder herausgegeben und in andere Sprachen übersetzt. Der ihm bekannte und auch in England gereiste ORTELIUS hatte in seinem Kartenwerk ja auch schon historische Sachverhalte dargestellt. Und auch CAMDEN war durch beträchtliche Teile Englands und darüberhinaus gereist. Er zeigte, ähnlich wie MÜNSTER, wie man auch aus sachlichen Zeugnissen, aus Baudenkmälern, auch Ruinen, aus Münzen und Archivmaterial zu zur Geschichtekommt und auch er bot die Ergänzung der Geographie, hier der lokalen, durch die Geschichte.

Für die **Schweiz** schuf AEGIDIUS TSCHUDI (TH. MAISSEN 2005) die historisch-

geographische Richtung. Eher aristokratisch gesinnt sah er nicht den revolutionären Bauernaufstand als Kern der Schweizer Geschichte, sondern den Kampf auch der Schweizer Oberschicht gegen Usurpatoren.

## Großmaßstäbliche Landesvermessung, Grundlage auch für Karten-Sammelwerke

Eine Kosmographie wie bei MÜNSTER steht in Gegensatz zu den streng mathematisch-geographischen Werken im Stile des PTOLEMAIOS, die es auch gab. Landschaften erscheinen stilisiert, ohne Individualität.

Zu den großen Errungenschaften der Kartographie etwa für Deutschland im 16. Jh. gehört die Erstellung **großmaßstäblicher Karten** für etliche Territorien, die auf immer besserer **Landesvermessung**, also auf einer viel genaueren Grundlage beruhten und nicht mehr eher Handskizzen glichen.

PHILIPP APIAN erstellte 1554 bis 1561 die 1568 veröffentlichten Landtafeln von **Bayern**, "das geographische Meisterwerk des 16. Jahrhunderts" (W. GÜTHLING 1950). Sie entstanden noch auf dem Wege von sorgfältigen Erkundungen und Besichtigungen, nicht aber von genauen Messungen. Am Anfang der 1560er-Jahre schuf JOHANNES KENTMANN eine Spezialkarte des **Elbelaufs** und trägt namentlich um Dresden auch einmündende kleine Nebenflüsse und Bäche ein (J. HELM 1979, a. folg.). Ein Lehrer, der "dritte College", an der Fürsten- und Landschule S. Afra in Meißen HIOB MAGDEBURG verfaßte mit seinen Schülern die noch in Dresden in der Landesbibliothek verwahrte "Thüringische und Meisnische Landcharte", die erste kartenmäßige Darstellung von **Kursachsen**. Ihm folgt JOHANN CRIGINGER 1568 mit einer in Prag gedruckten Karte von Böhmen, Meißen und Thüringen. Die erste große Landvermessung, die von Kursachsen, führte auf Befehl von Kurfürst CHRISTIAN I. der Freiberger Markscheider MATTHIAS OEDER 1586 bis 1607 aus (S. RUGE 1899). Die Karte war nicht für die Öffentlichkeit bestimmt, wurde als Federzeichnung im späten 19. Jh. von SOPHUS RUGE (1899) im Kgl. sächsischen Hauptstaatsarchiv wiederentdeckt. Sie zeigt unter anderem Ortschaften, in ihrer vergleichbaren Größe etwa proportional, zeigt die Waldverteilung, auch Produktionsstätten, etwa Mühlen, auch die Zugehörigkeit von Fluren zu Besitzern. Eine Karte von **Mecklenburg** lieferte der aus Siegen stammende TILEMANN STELLA (W. GÜTHLING 1950) im Auftrag von Herzog JOHANN ALBRECHT von Mecklenburg. Vom STELLA stammt auch die Karte der Grafschaft Mansfeld, erstmals 1571. STELLA verbesserte MÜNSTERs "Die gemeine Landtafel des deutschen Landes". Eine Karte von **Württemberg** erstellte ab etwa 1587 GEORG GADNER von GARNECK, eine des Hohenloher

Landes MICHEL HOSPEIN. Der vielseitige EILHARD LUBIN (H. EWE 1975, S. 19; Wikipedia 2017), schließlich Theologie-Professor an der Universität Rostock, erstellt auf Grund eigener Begehungen eine nicht fehlerfreie Karte der Insel **Rügen**, die als Kupferstich **1609** bei MERCATOR und HONDIUS in den Niederlanden erschien und vermaß für eine Karte in herzoglichem Auftrag ab 1610 eine Karte des Herzigtums **Pommern**, die ebenfalls HONDIUS druckte.

## Geographische Karten vereinigt in Kartensammelwerken: "Atlanten"

Eine weitere Errungenschaft der Kartographie war die **Vereinigung geograpischer Karten** verschiedener Herkunft in einem Werk. Das **erste Kartensammelwerk**, das "Theatrum orbis terrarum", Mai 1570, schuf ABRAHAM ORTELIUS in Antwerpen, Hofgeograph des spanischen Königs PHILIPP II. (O. PEDERSEN 1974). Im Alter von 20 Jahren war ORTELIUS als Kartenzeichner in die St. Lukas-Gilde in Antwerpen eingetreten. Er brachte auch eine erste ausführliche Bibliographie der damaligen geographischen wissenschaftlichen Literatur zustande und nennt darin 87 Kartenhersteller. Etliche dieser Namen sind nur noch durch diesen "Catalogus cartographorum" bekannt. ORTELIUS befaßte sich fernerhin mit antiker Geographie und veröffentlichte auch eine Karten zur Illustration antiker Geschichte, in spätere Ausgaben des "Theatrum orbis terrarum" eingefügt. Das 1570 auf Lateinisch erschienene "Theatrum orbis terrarum" lag 1608 in 6 Sprachen übersetzt vor (P. BURKE 1998, S. 267).

Die Urheberrechte an dem Werke von ORTELIUS erwarb 1625 WILLEM BLAEU, der 1634 sein eigenes "Theatrum orbis terrarum sive atlas novus" herausgab. Der Name "**Atlas**" von 1595 für solche Kartensammlungen stammt von RUMOLD MERCATOR, der die Kartensammlung seines Vaters, des Duisburger Kartographen GERARDUS MERCATOR, unter diesem Titel herausgab. Auch ohne die genauen späteren Vermessungen nahmen die Küsten ferner Gebiete allmählich die richtige Gestalt an, wurden auch die von den Portugiesen möglichst geheim gehaltenen Entdeckungen bekannt und in den Niederlanden aufgezeichnet (L. PYENSON 1999). Wichtige Karten lieferte den Niderländern PETRUS PLANCIUS, von dem 1594 ein "Orbis Terrarum" erschien. Das Erbe des MERCATOR trat 1604 der Niederländer JODOCUS HONDIUS an. Neben den BLAEU wurde führender niederländischer Kartenherausgeber JOHANNES JANSSONIUS d. Ältere, Schwiegersohn von HONDIUS, der 1628 seinen immer wieder ergänzten "Atlas Novus" veröffentlichte. Der "Atlas Maior sive Cosmographia Blaviana" in 11 Bänden von JOAN BLAEU wurde das umfangreichste niederländische Kartenwerk.

Unter den Herstellern von **Erdgloben** ragen im 16. Jh. JOHANN SCHÖNER und im 17. Jh. der Venezianer VINCENZO CORONELLI, ein Mönch, heraus. CORONELLI begleitete den Feldzug der Venezianer unter dem schwedischen General KÖNIGSMARCK 1685 - 1687 gegen die Osmanen auf dem Peloponnes / Morea, und CORONELLI erstellte Bilder griechischer Orte (M. W. WEITHMANN 1994)).

## Sammlungen von Reiseberichten

Über Reisen sollte man nicht nur auf Einzelberichte angewiesen sein. Erfaßbare Berichte über in der seinerzeitigen Gegenwart wie in der Vergangenheit durchgeführte Reisen sammelte und veröffentlichte unter Förderung auch hoher Beamter in England RICHARD HAKLUYT (A. PAYNE 2004). 1589 erschien die erste Auflage seiner "The principal navigations, voyages, traffiques and discoveries of the English nation made by sea or over-land, to the remote and farthest distant quaerters of the earth." 1598 - 1609 folgte eine dreibändige Zweitauflage. HAKLUYT gab auch einzelne Reisebeschreibungen heraus, auch Übersetzungen aus dem Französischen, so über die Fahrt von CARTIER nach Nordamerika, dies und weitere Berichte anderer, die durch HAKLUYT in der Kulturgeschichte bekannt wurden und blieben. HAKLUYT kannte auch die bedeutenden englischen Seefahrer seiner Zeit, die DRAKE und RALEIGH. Interessierten und vor allem dem Hof wurde durch HAKLUYTs Wirken viel von der damals erfaßten Erdoberfläche bekannt und er beriet auch Handelskompagnien.

Aber zunehmend und namentlich auch im späten 18. Jh. und dem 19. Jh., in der 'Goethezeit', wurden **Reiseberichte** eine **Vorzugslektüre** und bestimmten das 'Weltgeschichtsbild' und Religionsgeschichtsbild der 'Gebildeten'. Erfundene Reiseberichte ließen geschichtsphilosophische Fragen aufwerfen, etwa SWIFTs Roman von 'Gullivers Reisen'.

DE BRY veröffentlichte **Illustrationen über Amerika** (P. BURKE 1998).

## Mit Bevölkerung und Geographie verbundene Daten - BOTERO

GIOVANNI BOTERO, Erzieher des Sohnes des Herzogs von Savoyen stellte am Ende des 16. Jh. auch Daten über die Größe von Staaten, ihre Städte, Schlösser , Militärkapazitäten und, besonders interessant, über **Einwohnerzahlen** zusammen (F. BETHENCOURT 2007, S. 130)

## Naturkörper und Naturphänomene aus vielen Regionen und von den Meeren werden bekannt - Europäern, die damit ihr Wissen und dessen 'Macht' gewaltig erweitern

Für die Entwicklung der Naturwissenschaften in Europa und gerade hier und nicht anderswo war die Zugänglichkeit zu so vielen Naturkörpern und Naturphänomenen, auch solchen, die nicht unbedingt das Geldvermögen erhöhen, eine **ungeheuer bereichernde und den Vorsprung stark sichernde** Angelegenheit. Europäer sammelten in Asien und Amerika, nicht aber Asiaten und Indianer in Europa.

Man erhielt durch die Reisen und dann auch durch an der Natur interessierte und auf Korrespondenz ausgehende Siedler Kenntnis über bisher nicht bekannte **Naturphänomene**. Die Seefahrer fanden Phänomene, welche mit dem Kompaß, der Magnetnadel, zusammenhängen. Edelsteine, bisher Luxusgegenstand der Reichen, wurden untersuchbar von europäischen Gelehrten. Und immer mehr erhielten Forscher in Europa und dann Nordamerika Kenntnis von vorher nur lokal bekannten Dingen , so, um bis ins 19. Jahrhundert weiterzugehen, Pflanzen von den Anden oder dem Amazonasbecken, Mineralien aus Ceylon (Sri Lanka) oder, wie der Kryolith von Grönland, auch südamerikanische und südafrkianische Fossilien. Auch nicht oder nicht mehr reisende Gelehrten erhielten zu Hause zur Untersuchung bisher ihnen unbekannte **Naturkörper**, Mineralien wie Lebewesen, Schon in der ersten Hälfte des 17. Jh. brachten in England JOHN TRADESCANT (J. EWAN 1981) und sein gleichnamiger Sohn sowie vor allem ASHMOLE Sammlungen mit Dingen aus den damals erreichbaren Weltregionen zusammen und wurden von zahlreichen Leuten mit Dingen versorgt. Vater TRADESCANT hatte für sein Zusammentragen von Gewächsen an einer diplomatischen Mission nach Rußland, über Archangelsk, teilgenommen und sogar an einer Militäroperation gegen die Barbaresken in Nord-Afrika. TRADESCANTs des Älteren Gartenkatalog, "Catalogus", in einem einzigen Exemplar im Magdalen College in Oxford erhalten, listet in alphabetischer Reihenfolge 750 Pflanzen in seinem Garten auf. 40 Arten werden aus Virginia genannt, ja solche in England eingeführt. JOHN TRADESCANT der Jüngere reiste zweimal, 1637 und 1642, nach Virginia. ASHMOLE konnte 1674 die Sammlung der TRADESCANTs, von denen der Ältere 1638 und der Jüngere 1662 gestorben waren, in seinen Besitz bringen und in Oxford in einem von CHRISTOPHER WREN entworfenen Bau unterbringen. Heute eine der Sehenswürdigkeiten von Oxford. Der britische Gelehrte WOODWARD sammelt am Ende des 17. Jh. bewußt Angaben über möglichst alle Naturdinge. Das 18. Jh. setzt das in großem Maße fort und geendet hat das nie.

Viele der gesammelten Gesteinsproben, präparierten Tiere oder Pflanzen brachten der Region, wo gesammelt wurde, keinen direkten finanziellen Verlust. Aber mit der

Auswertung ließen sich dann Bergbau oder Planatgenwirtschaft in Angriff nehmen. Reiche Sammlungen entstanden schließlich in allen an Wissenschaft beteiligten Länder, in England wie in Portugal, in Dänemark, in Städten wie Paris und in St. Petersburg und in vielen anderen Orten.

Später hat etwa der Blick auf Hochgebirge durchbrechende Täler oder uralte Gesteine in neu erschlossenen Regionen neue Vorstellungen angeregt. Nicht Einheimische, Europäer waren es, die zuerst etwa die 'Geologie' auch einer Insel wie Java kartierten - hier war es JUNGHUHN. Europäer vermaßen die Körper von Eingeborenen in Afrika oder auf Neuguinea. Was hätte man in Europa gesagt, wenn Afrikaner etwa in Hamburg mit Instrumenten zur Schädelmessung erschienen wären, um bei Straßenpassanten Kopfvermessungen vorzunehmen?

Neue Erfahrungen boten etwa Landbautechnikern anderswo, und das auch heute, und boten die anfangs gar nicht so beachtete oft **andersartige 'Geschichte**' anderer (J. HUIZINGA 1954). Die alten Kulturdenkmäler der tropischen Länder, selbst in Indien, wurden oft erst von Europäern erschlossen und restauriert, wenn auch erst viel später.

Manche bedauerten später, daß "Amerika" oder überhaupt die Welt nur einmal entdeckt werden konnte. Der Biologe ADOLF PORTMANN schrieb einmal (1967, S. 50), daß als die Seefahrer die gesante Erde enthüllt hatten, es wird "nun ... nie mehr die räumliche Ferne einen Menschen mit allen tiefsten Schauern des Unbekanntem erfüllen können, wie die Entdedker früherer Zeiten sie noch kannten."

Aber in den Einzelheiten, die gewiß weniger Ansehen und Ruhm bringen, war noch viel zu erledigen. Und für sich persönlich konnten Menschen bei recht hohem Lebensstandard große Teile der "Welt" recht bequem sich aneignen.

# Wissenschaften in Europa

### Faktenbereinigung

In den Schriften der verschiedensten Gelehrten erscheint das Bemühen um eine Faktenbereinigung, um die **Überprüfung des Überlieferten** und die Abgrenzung von Falschberichten. Schließlich hatten die geographischen Entdeckungen das alte Erdbild in vielem korrigiert. Der große Tierbeschreiber GESNER bildete auch riesige Wale ab, die ganze Schiffe samt Mannschaft verschlingen, übernommen aus einem Buche und von einer Meereskarte von OLAUS MAGNUS, der als nach Rom übergesiedelter katholischer Bischof des protestantisch gewordenen Norwegen ein

erstes Buch über Nordeuropa veröffentlichte. Wollte GESNER die Tierwelt der Erde möglichst vollständig vorführen, durfte er die Angaben von OLAUS MAGNUS nicht einfach weglassen, konnte sie aber andererseits von Zürich aus nicht überprüfen und mußte sich damit begnügen, sie sekptisch vorzuführen. Dem Gelehrten geht es heute mit vielen von anderen übernommenen Fakten nicht anders. Manchmal betraf die Faktenbereinigung kleinere Dinge, so wenn der Anatom GABRIELE FALLOPPIO an Löwenknochen aus der Menagerie in Florenz die Meinung des ARISTOTELES widerlegte, daß alle Knochen der Löwen im Inneren solide und nicht wie die großen Knochen des Menschen mit Hohlräumen versehen sind. FRANCESO REDI im Florenz des 17. Jh. widerlegte 1693 die alte Legende, daß Chamäleons allein von Luft leben können. Erfahrung ersetzte zunehmend Überlieferung. Aber etwa der so erfolgreiche Naturforscher ROBERT BOYLE akzeptierte im späten 17. Jh. noch etliche bald nicht mehr haltbare Dinge, so die Pflanzenwiedergeburt aus ihrer Asche und war regelrecht gläubig gegenüber Alchemisten und Wunderheilern (s. A. M. ROOS 2011).

Bei Schriftstellern in entfernteren Gebieten war es augenscheinlich oft noch schwerer, sich von Fehlannahmen zu trennen: jedenfalls CHRISTIAN LEHMANN Sen., Pastor in Scheibenberg in Sächsischen Erzgebirge, meinte 1699 in seinem Folianten über das Erzgebirge (S. 188), daß nach dem Durchwühlen des Gebirges "niemahls Einig Zwärglein / wohl aber Bergmänngen / Bergmönche / Cobalds und andere Teufels-Larven angetroffen."

**Was gibt es? Was gibt es nicht? Wie kann man Angenommenes sicher begründen oder ausschließen?**

Ein besonderes Problem blieben **die in der Bibel berichteten Fakten**, der Marsch der Juden durch das trockengefallene Rote Meer, der Stern über dem Stall von Bethlehem, die Auferstehung von Jesus, ja der in der Diskussion um GALILEI erörterte angebliche, von Gott bewerkstelligte zeitweise Stillstand der Sonne zugunsten des Schlachtsieges von Josuah.

## Mathematik - Neoplatonismus

Mit Zuwendung zu PLATO(N), der den Ideen das Primat gab, mit der Würdigung von PYTHAGORAS, wurde der Mathematik zunehmend größerer Wert beigemessen. Das verstärkte sich im 17. Jh., in der weiteren "Wissenschaftlichen Revolution"(J. HENRY 2002). Der "Neo-Platonismus" erschien als eine Gegenauffassung zu dem an den Universitäten gelehrten Aristotelismus. Bevorzugt mathematisch war etwa das Werk des COPERNICUS, das unabhängig von seinem neuen Weltbild wegen seiner mathematischen Forderungen als "revolutionär" gelten kann (J.

HENRY 2002).

Es hieß, etwa bei KANT, daß von Wissenschaft nur gesprochen werden kann, wo Mathematik maßgebend ist. Allerdings stimmt es so nicht ganz, die Erdgeschichtsforschung und auch die beschreibende Zoologie und Botanik gewannen wohl auch wichtige **Erkenntnisse** und das **ohne** vielen schwer verständliche **Mathematik**, wohl aber auch mit Zählen, Messen und Wägen.

## Astronomie – Heliozentrisches Weltbild: Von der Wiederbelebung von Altem zum ganz Neuen – von COPERNICUS zu BRAHE und KEPLER

## Astrologie - mißratene Schwester der Astronomie?

Neben der exakten, beobachtenden und aufczeichnenden und interpertierenden Astronomie bestand schon seit langem oft die "Sterndeutung", die Astrologie, die versuchte Ergründung irdischer Schicksale, einzelner wie ganzer Reiche, aus bestimmten Konstellationen von Himmelskörpern. Ja, durch die Beobachtungen des Himmels, welche für den Astronomie nötig waren, sollte auch die Astrologie bedient werden. Umgekehrt war, daß die Astrologie Beobachtungen fordertediente auch der Astronomie Es gab dabei die Auffassung, daß die Gestirne **Schicksale** auf der Erde lenken, **bestimmen**, also aktive Faktoren sind. Dann gab es also neben politische Ursachen einen weiteren geschichtsbestimmenden Faktor, eine von den Gestirnen mitbestimmte Kausalität der Geschichte. Oder die Konstellation von Gestirnen lieferte **nur ein Zeichen** für irdische Ereignisse, welche die Gestirne aber nicht ursächlich beeinflußten. Mancher Herrscher unternahm nichts ohne vorherige Sternenbefragung. Vorausgesagte Weltuntergänge blieben glücklicherweise immer wieder aus. Bis heute!

PTOLEMAIOS (G. BLUMENTHAL 2014, S. 10) nannte die Astronomie in ihrer Exaktheit eine Wissenschaft für sich selbst und unterschied sie von der Astrologie mit iher Unasicherheit in der Vorhersage individueller Dinge. Zur gleichen Zeit Geborene, also **geboren unter gleicher Sternenkonstallation**, entwickelten sich doch ganz **unterschiedlich**. Die Sternenkonstallation sollte sehr wichtig sein, aber andere Faktoren griffen dann auch ein. Aber auch die Lebensdauer sollte mit von der Sternenkonstellation zur Zeit der Geburt bestimmt werden. Sich ausbreitende Krankheiten sollten bei PTOLEMAIOS auch von Sternkonstellationen bestimmt werden, so der Saturn als Abendstern führte zu 'Dysenterie'.

Neben den Sternenkonstellationen wurden auch andere, vor allem von oben kom-

mende Zeichen, "**Prodigien**", als göttliche Zeichen, vor allem des Zorns, gedeutet: Kometen wie Meteorite, Mißgeburten wie Seuchen (H. WIESFLECKER 1986, S. 334). Ein bei **Ensisheim** im Elsaß am 16. November 1492 niedergegangener Me**teorstein**, "der erste beobachtete und dokumentierte Fall eines Metoeriten", ein 127 kg schwerer Steinmeteorit (M. SCHMIDER et al. 2013, S. 388), wurde als gutes Zeichen für König MAXIMLIAN gegen Frankreich gedeutet (H. WIESFLECKER 1986, S. 456). Spätere Zeiten haben die kosmische Herkunft des Steines wieder bezweifelt.

## Der Weg des COPERNICUS

Himmelserscheinungen bewegten die Menschen früherer Zeit oft stark. Aufsehen erregte, als 1492 bei Egisheim im Elsaß **Steinmeteorit** herabfiel, was der junge ALBRECHT DÜRER während seines Aufenthaltes in Colmar beobachtete (O. GINGERICH 1991). Der nunmehr im Rathaus von Egisheim aufbewahrte Meteorit ist der erste exakt datierbare Meteorit Europas.

Die bessere Übersetzung antiker Werke wurde die Grundlage für neue Erkenntnisse. Im 15. Jh. wurde der "Almagest" des PTOLEMÄUS von dem einst JOHANNES MÜLLER heißenden REGIOMONTANUS und GEORG VON PEUERBACH gemeinsam gekürzt übersetzt, damit erst richtig verstanden und wurde über frühere Kommentaroren hinausgegangen (O. GINGERICH 1993). REGIOMONTANUS baute auch die Trigonometrie aus (Wikipedia)

Mit dem neuen Bild der Erde wurde die Autorität des PTOLEMÄUS in der Geographie aufgegeben wurde und konnte dann auch der "Almagest" nicht gegen Kritik gefeit gesehen werden.

Bekannt war auch das von ARCHIMEDES überlieferte heliozentrische Weltbild des ARISTARCH. COPERNICUS habe im Originalmanuskript ARISTARCH angeführt, aber durchgestrichen und nicht in den Druck übernommen (H. GRÖSSING 2000, S. 30). NIKOLAUS von CUSA hatte schon die Achsenrotation der Erde gekannt. Es gab manche Diskussion um die Bewegung der Himmelskörper. COPERNICUS erhob sich wie andere Entdecker kaum plötzlich aus einem Milieu einem Milieu, wo die Fragen gar nicht gestanden hatten.

Zuerst namentlich NICOLAUS COPERNICUS (F. KRAFFT 1989) erörterte, ja nahm als gültig, die auch in der Antike diskutierte Ansicht, daß die Erde nicht stillsteht, sondern um die Sonne kreist: das **Heliozentrische Weltbild**. Es waren 2 Bewegungen, die für die Erde anzunehmen waren: 1. die **tägliche Umdrehung** der Erde um sich selbst, 2. die **jährliche Umkreisung um die Sonne**, wobei das Erdjahr nach der Umkreisung der Sonne eingerichtet war. Drehte sich die Erde



Abbildung 1014: REGIOMONTANUS-Geburtshaus Königsberg.




Abbildung 1015: Gedenktafel REGIOMONTANUS - Königsberg.



Abbildung 1016: REGIOMONTANUS-Brunnen Königsberg.

täglich um sich selbst, verschwand die schwierige Vorstellung, daß sich das riesige Weltall mit der Sonne und all den Fixsternen einmal am Tage um die demgegenüber kleine Erde drehte. Kein Sonnegott Helios mußte es schaffen, mit seinem Sonnenwagen über den Himmel zu fahren - was ohnehin schon lange obsolet war. Auch bei der Erdumdrehung um sich selbst ging die Sonne "auf und unter", scheinbar. Die Planeten mit ihrer Eigenbewegung paßten in die vermeintliche tägliche Umdrehung des Fixsternhimmels ohnehin nicht hinein.

Aus vielen vertrauten Daten wurde der Lebensweg des COPERNICUS/KOPERNIKUS zu rekonstruieren versucht (G. BLUMENTHAL 2014). Geboren wurde COPERNICUS am 19. Februar 1473 in Thorn/Torun an der Weichsel, das vom Deutschen Ritterorden gegründet sich 1454 zusammen mit anderen Städten vom Orden löste und bei weitgehender städtischer Autonomie dem polnischen König unterstellte.

Nach dem Tode seine Vaters wird der zehnjährige KOPERNIGK aufgenommen und erzogen von LUCAS WATZENRODE, der seit 1489 Füstbischof des reichsfürstlichen, "exemten", katholisch gebliebenen Ermland ist und zudem für COPERNICUS ein Onkel von Seiten der Mutter ( a. H. PÖLKING 2013, S. 48). Das autonome Fürstbistum **Ermland**/Warmia lag zwar bis auf die Küste mit Frauenburg umgeben vom Territorium Polens, betrieb aber seine eigene Politik. Hauptsatdt mit der Bischofsburg war Heilsberg, heute Lidzbark Warminski.



Abbildung 1017: Geburtshaus COPERNICUS Torun. 1969.



Abbildung 1018: Heilsberg: Sitz des Fürstbischofs von Ermland.

COPERNICUS studierte dann 1491/1492 an der damals auf einer geistigen Höhe stehenden Artistenfakultät der Universität **Krakau**. Die Universität Krakau galt als eine Hochburg der Astronomie, wie 1493 HARTMANN SCHEDEL verlauten ließ auch der Astrologie (G. BLUMENTHAL 2014, S. 3). Ab HERBST 1496 studierte COPERNICUS beide Rechte, weltliches und kirchliches Recht, an der Universität **Bologna**. Hier kam er durch den REGIOMONTANUS-Schüler DOMINICO MARIA DI NOVARA auch zu astronomischen Studien. DI NOVARA war Lehrstuhlinhaber für Astronomie an der Universität Bologna und COPERNICUS wohnte wohl in dessen Haus. Wie schon in Krakau kam COPERNICUS in Bologna zur Bekanntschaft mit der **Astrologie**, der DI NOVARA (G. BLUMENTHAL 2014, S. 14/15) anhing. Schlechte Prophezeiungen waren unerwünscht, nicht eintretende diskreditierten den Astrologen. Der Astrologe lebte also nicht ungefährlich und dennoch wollte man politische Prognosen auch über baldige Ereignisse haben. In den Werken des COPERNICUS gibt es keine Astrologie, nicht im 'Commentariolus' noch in 'De Revolutionibus ...', und es gibt auch die Vermutung, daß mit der Neuschaffung der zunächst reinen Astronomie aber auch nach der Gültigkeit der Astrologie gefragt werden sollte, getrennt Astrologie und Astronomie wie bei PTOLEMAIOS. Der Vatikan stand der Astrologie skeptisch gegenüber. Vielleicht besteht die Größe des COPERNICUS auch darin, die mathematische reine Astronomie von jeder Astrologie zu lösen und war das ebenso und gar mehr sein Weltbild wie die neue Auffassung von der Stellung der Gestirne im Sonnensystem, COPERNICUS lernte auch Griechisch. Er studierte in Padua noch Medizin. promovierte 1502 in Ferrara zum medizinischen Doktor (H. GRÖSSING 2000), erhielt am 31. Mai 1503 in Ferrara das Doktorat des Kirchenrechts. So schuf COPENICUS seine Voraussetzungen für höhere geistliche Ämter, Immer wieder studierten damals Leute, die es zu etwas brachten, auch Medizin, neben ihren sonstigen Interessen. Etwa 8 Jahre hatte sich COPERNICUS in Italien aufgehalten. Hatte COPERNICUS in Padua auch von TUS(S)I in Persien gehört ? (G. BLUMENTHAL 2014, S. 21), der lange vorher die Erdumdrehung gelehrt hat. COPERNICUS wurde dann Generaladministrator des Bistums Ermland/Warmia, wo der mit der Familie des COPERNICUS durch einen in die Familie eingeheirateten Bruder verbundene TIEDEMANN GIESE (Wikipedia 2013) Bischof war. Fürstbischof LUCAS WATZENRODE starb 1512, TIEDEAMNN GIESE wurde das erst 1549 nach des COPERNICUS Tod. COPERNICUS wurde Domherr in dem zum Fürstbstum Ermland gehörenden Frauenburg. Nicht jede Berufung aus Nepotismus muß ein Fehlgriff sein! Eine erste Äußerung seiner Auffassung legte COPERNICUS zuerst in kurzer Fassung nieder, in einer später "Commentariolus" genannten Schrift, zwischen 1506 und 1514. Die im Weltsystem des PTOLEMÄUS schwer verstehbaren komplizierten Rückwärtsbewegungen der Planeten, auf Epizyklen laufend, wurden im heliozentrischen Weltbild deutlich, wenn eben die Erde auf einer sonnenäheren

Bahn als etwa der Mars läuft. Außer für die unvollkommene Erde wurden Kreisbahnen, die vollendete Bewegung bei ARISTOTELES, angenommen. COPERNICUS hatte bei antiken Autoren nach der Annahme einer Bewegung der Erde gesucht und dafür etwa, und das ist bemerkenswert, CICERO, HIKETAS, PLUTARCH angeführt (U. HOYER 1973), Leute, die keine Astronomen waren und bei denen COPERNICUS also annahm fündig zu werden. Auf antiken Autoren aufbauend suchte er dem heliozentrischen Weltbild Akzeptanz zu verschaffen, ja ihr Bestehen bei Autoren der Antike schien es zu rechtfertigen. COPERNICUS stellte auch Überlegungen zur Schwere an, wobei ein Problem war, warum sich nicht alle Himmelskörper zu einer Kugel zusammenballen. Über die Ursachen der Bewegung der Planeten um die Sonne gab er keine Hypothese, bezog das auf die Kraft ihrer Natur. Daß bei der Erdrotation die Oberfläche der Erde wegen der Zentrifugalkraft auseinanderfallen müßte, wies er mit dem Hinweis auf die bei angenommener Umdrehung des viel umfassenderen Fixsternhimmels viel stärker zu erwartende Zentrifugalkraft zurück. Was in der Natur geschieht, bleibt im festen Zusammenhang.

Trotzdem der allerdings immerhin in Italien ausgebildete COPERNICUS in Frauenburg fern den damaligen Wissenschaftszentren wirkte und etwa die Universität Königsberg noch nicht bestand, drang, fast ein Wunder in der Entwicklung der Wissenschaft, der Ruf dieses fernen Mannes COPERNICUS, der Ruf seiner Ideen, tief nach Italien und Deutschland, nach Nürnberg und Wittenberg (mdl. etliches von R. KREMER, Hanover/USA 2011). 1533 hielt der Humanist, auch Orientalist JOHANN ALBRECHT WIDMANNSSTETTER eine Vorlesungsreihe in Rom, für dei sich neben Kardinälen auch Papst CLEMENS VII. interessierte und WIDMANNSSTETTER auch die Ansicht das COPERNICUS vortrug, damals nach dessen Kurzfassung, dem 'Commentariolus' (alles Wikipedia 2019), Für die also bekannt gewordenen Ideen des COPERNICUS interessierten sich der Nürnberger Prediger ANDREAS OSIANDER wie der seinerzeit etwa 25-jährige, nämlich 1514 geborene GEORG JOACHIM RHETICUS (RHÄTICUS), Mathematiklehrer, Protestant, in Wittenberg. Am 1. November 1536 schrieb NIKOLAUS KARDINAL VON SCHÖNBERG; Erzbischof von Capua, bei dem WIDMANNSSTETTER wirkte, einen Brief an COPERNICUS und forderte ihn zur Vollendung seines geplanten größeren Werkes auf und bot auch die Übernahme der Kosten an (Wikipedia 2019). RHETICUS, 1538 in Nürnberg, wurde dort von JOHANNES SCHÖNER und JOHANNES PETREIUS zu einer Reise nach Frauenburg aufgefordert (Wikipedia 2017) und hielt sich längere Zeit bei COPERNICUS in Frauenburg auf. COPERNICUS erlaubte ihm den Druck einer ersten vorläufigen Version seines heliozentrischen Weltbildes, die "Narratio Prima" von 1540, und vertraute ihm die Handschrift seines Hauptwerkes "De revolutionibus orbium coelestium" an. Nach den Worten des L: VON RANKE (II, S. 633) "gereicht" es

"der Schule von Wittenberg zur Ehre", daß aus ihr mit RHETICUS der Mann hervorging, durch den die Ideen des COPERNICUS bekannt und sein großes Werk gesichert wurden. Der große Meister benötigte den begeisterten Helfer. Wittenberg wurde also nicht nur von den protestantschen Reformatoren geprägt. Den frühen Anhängern des COPERNICUS ging es nicht um eine Herausforderung der christlichen Lehre insgesamt, sondern eher um eine höhere Ansicht vom Weltenbau, von Gott, der nicht die sündige Erde in den Mittelpunkt der Welt stellte, sondern von der großartigeren Sonne her das All dirigieren ließ. Das, wie etwa KREMER (mdl. 2011) es sah, ließ die "Kopernikanische Wende" also nicht aus einem Impuls zum revolutionärer Sturz eines Weltbildes erscheinen, Man wollte "Ordfnung", auch im Weltall, und die Stichworte "Sonne - Gott - Herrschaft - Ordnung" würden die Gedanken der frühen COPERNICUS-Anhänger widergeben. COPERNICUS muß so nicht als Mann der Säkularisierung erscheinen, der nicht in der menschlichen Gesellschaft eine "Revolution", eine völlig neue spätere Benutzung des Begriffs, auslösen wollte.

Gedruckt wurde das große Werk des COPERNICUS zuerst in der Aufsicht von RHETICUS in Nürnberg bei dem wissenschacftlich ausgebildeten Drucker JOHANN PETREIUS (PALLMANN 1887), der damit wohl kein Geschäft machte. COPERNICUS war also das Risiko eingegangen, seine Handschrift einer weiten Reise anzuvertrauen. Eine Handschrift, wohl die vorletzte, die einzig erhaltene, wird in Krakau aufbewahrt. Da RHETICUS während des Druckes als Mathematik-Professor nach Leipzig berufen wurde, haben die Druckaufsicht der Mathematiker JOHANN(ES) SCHÖNER und ANDREAS OSIANDER übernommen. Der offensichtlich seiner Kirche ergebene Domherr von Frauenburg COPERNICUS, ein Kleriker, aber kein Priester, starb persönlich unangefochten am 24. Mai 1543 in Frauenburg, neben sich liegend, wie es heißt, einem ihm noch zugesandten Druckexemplar seines im gleichen Jahr erschienenen Werkes.

Gewidmet hat COPERNICUS sein Werk dem damaligen Papst PAUL III., von dem er, wie er schrieb, erwartete, daß er alle verleumderischen Angriffe auf ihn zurückweist. Der Astrologie stand der Vatikan kritisch gegenüber, aber sachliche Astronomie mochte nicht unerwünscht sein (G. BLUMENTHAL 2014). OSIANDER hatte jedoch, ohne das als seine Version zu kennzeichnen, anonym, "Ad lectorem", und das nur in Privatgesprächen zugegeben, ein Vorwort vorgesetzt, wonach das kopernikanische System leichtere Berechnung erlaubt, eine Rechenhilfe war, aber **nicht unbedingt die Wirklichkeit**, die reale Erdbewegung, abbilden soll. Das heliozentrische System sollte damit **eine 'instrumentalistische' Auffassung**, nur eine Hypothese sein (R. S. WESTMAN 2003). Bewegung der Erde um die Sonne, das war andererseits Sieg der mathematischen Vernunft über die Sinne, denn die Bewegung der Sonne war das täglich Sichtbare (S. SHAPIN 2001), der



Abbildung 1019: Frauenburg/Frombork.



Abbildung 1020: Dom Frombork 1969.

die Planetenbewegungen entgegenzusetzen waren. Erst KEPLER hat OSIANDER als Verfasser des Vorortes erkannt und das bekannt gemacht, aus Notizen, die er in dem ihm von MAESTLIN überlassenen Exemplar, das dem 1547 in Nürnberg verstorbenen HIERONYMUS SCHREIBER (Wikipedia 2017) gehörte. Es bleibt nach Ansicht des USA-Wissenschaftshistorikers OWEN GINGERICH (1981) offen, was COPERNICUS selbst dazu gesagt hätte. OSIANDER wurde bis heute und von vielen des Verrates an COPERNICUS beschuldigt. Schon seinerzeit sandte RHETICUS einen scharfen Protest des allerdings während dieser Dinge versterbenden Onkels von COPERNICUS, TIEDEMANN GIESE, an den Rat von Nürnberg. GIESE hatte sich 26. Juli 1543 (H. BLUMENBERG 1957), also wenige Wochen nach dem Tode von COPERNICUS brieflich an RHETICUS gewandt. Aber es war nicht unbedingt persönliche Feigheit, was sich OSIANDER (G. SEEBAß 1999, W. MÖLLER 1887) da geleistet hatte, denn er war immerhin 1522 erster evangelischer Prediger in Nürnberg, in der Kirche St. Lorenz, gewesen, hat entscheidend die Reformation in Nürnberg mit eingeführt und eigene religiöse Auffassungen vertreten. Schließlich ging es 1543 auch darum, die Ideen des COPERNICUS der dem bisherigen Weltbild anhängenden Mehrheit erträglich zu machen, es in einer, wie KREMER (Vortrag in Halle 2011) es ausdrückte, annehmbaren "Verpackung" zu bieten. Nach Differenz mit dem Nürnberger Rat ging OSIANDER 1546 nach dem protestantisch gewordenen Ordensland (Ost)Preußen.

Das 1543 gedruckte Hauptwerk des COPERNICUS wurde 1566 in Basel noch einmal gedruckt und dann noch einmal 1617 durch NIKOLAUS MULERIUS in Amsterdam, In der zweiten Hälfte des 16. Jh. war es weithin bekannt. Mehr als 500 Exemplare blieben bis heute erhalten. O. GINGERICH (1981) hat sie eingesehen und auf die Beachtung der 1616 vom Vatikan ausgehenden Forderung nach Korrektur der vorhandenen Exemplare untersucht. Eine **deutsche Übersetzung** des 'De revolutionibus' gibt es alse ine 1587 in Kassel von NICOLAUS REIMERS für JOST BÜRGI angefertige, in Graz erhaltene Handschrift (Wikipedia 2017).

Die schließlich viele Menschen bewegende "**kopernikanische Revolution**" kam erst nach dem Ende des 16. Jh.

LUTHERs oft zitierte abwertende Äußerung über COPERNICUS von 1539, daß hier ein 'Narr' die Astronomie umstürzen wolle, berichtet über ein Tischgespräch bei LUTHER, gegeben also noch vor dem Erscheinen des Hauptwerkes von 1543, wurde geäußert, als LUTHER über COPERNICUS offenbar von RHETICUS hörte und es wird viel zu ernst genommen und hatte kaum Auswirkungen. MELANCHTHON war wenigstens zuerst mehr erbost und forderte Eingriff der Obrigkeit (Wkipedia 2017).

COPERNICUS galt manchen als der Vollender von Ansichten der Antike, und das



Abbildung 1021: COPERNICUS. Torun.



Abbildung 1022: COPERNICUS. Warschau. THORWALDSEN.

war schon richtig, und er galt erst später anderen als "Revolutionär". "**Revolutionär**" kann aber auch **die Wiederaufnahme einer alten Meinung** sein. "Revolutionär" und weltanschaulich prekär wurde es für das Denken im frühen 17. Jh., mit GALILEI.

## Die "Kopernikanische Wende", die "Kopernikanische Revolution" - was war sie?

Der Wittenberger Astronom und Mathematiker ERASMUS REINHOLD berechnete die Planetenbahnen für seine "Tabulae Prutenicae" sowohl nach dem Ptolemäischen wie dem damit als wenigstens mathematische Hypothese anerkannte Kopernikanischen System. Und COPERNICUS wurde gerade an protestantischen Universitäten gelehrt, ja in Tübingen hat der junge KEPLER sie von MAESTLIN erfahren nicht als hinter verschlossenen Türen zu behandelndes Ketzerwerk. Mit der Anerkennung der Ansicht im OSIANDER-Vorwort ging 'De Revolutionisbus' anstandslos über die Bühne. Und auch GALILEI hörte von der Ansicht des COPERNICUS offenbar anstandslos in Padua (O. GINGERICH 1981, S. 47). In England war GILBERT ein "begeisterter Kopernikaner" (F. FRAUNBERGER 1967, S. 490). In der Bibel erscheint nirgends der Begriff ptolemäisches System, es erschien wie selbstverständlich und unausgesprochen Theologen als das der Bibel gemäße.

Daß mit dem Wirken des COPERNICUS mehr geschehen war als nur die vielleicht gar nur mathematisch-hypothetische Beschreibung von Himmelskörpern wurde erst allmählich deutlich. Das, obwohl der Protest von TIEDEMANN GIESE gegen OSIANDER auch so gedeutet werden kann, daß für TIEDEMANN und vielleicht aich andere mehr dahintersteckte als mit OSIANDER zugegeben wurde. In ihrer Substanz hatte nach den damaligen Vorstellungen die Erde jedoch ohnehin eine niedrige Stellung. Im erhabenen kosmischen Bereich sollte es dagegen die erhabene 5. Substanz, die "Quintessenz" weiterhin geben, ungeachtet der neuen Vorstellung. War die Erde einer von anderen Planeten, dann war jedoch ein Schritt getan, den bei ARISTOTELES bestehenden generellen Unterschied von Erde und Himmel aufzulösen. An der Stellung des Menschen im All änderte sich jedoch zunächst nicht viel. Gott als Schöpfer hatte der Erde als dem Ort der Menschen eine Sonderstellung gegeben, und das blieb (H. BLUMENBERG 1955). Auch, wenn man nun kreiste. Die Theologen mußte das nicht stören, Erst mit der Zeit wurde jene Vorstellung betont, daß der **Mensch** aus einer großen Illusion, **aus seiner kosmischen Mittelpunktstellung herausgerissen** wurde, sich als einsames Wesen in einem als immer größer nachgewiesenem Weltall finden mußte. Vielleicht kann man nunmehr nicht mehr recht nachempfinden, was es manchen bedeutete, daß die

"Himmel" sich nicht mehr um uns als den eingebildeten Weltmittelpunkt drehten. Erschütternd wie noch einmal fast 300 Jahre später mit der "Affenabstammung" des Menschen durch DARWIN. Selbst die so materialistischen Marxisten erschraken, als im 20. Jh. der Biologe JACQUES MONOD (so 1977) den Menschen als ein Zufallsprodukt bezeichnete, und der Menschheit nahelegte, "seine totale Verlassenheit, seine radikale Fremdheit zu erkennen ...", sein Schicksal als "ein Zigeuner am Rande des Universums." Manchmal ist auch gefragt worden, ob es überhaupt nötig ist, den Menschen, jedenfalls dem 'jedermann', ein Weltbild zu nehmen, an das er gewöhnt war. Der Phyiker und auch Wissenschaftshistoriker HENRI POINCARE´ (1921, S. 123) sah vor allem auch die **erkenntnistheoretische Seite** des neuen Weltbildes von COPERNICUS: "Der Tag, an dem Copernicus bewiesen hat, daß das, was man für das Allerfeststehendste hielt, in Bewegung, und das, was man sich beweglich dachte, fest sei, hat uns gezeigt, wie trügerisch die kindlichen Schlüsse sein können, die unmittelbar aus den augenblicklichen Angaben unserer Sinne hervorgehen; ... nach diesem Sieg aber können wir jedes noch so eingewurzelte Vorurteil ausrotten, Wie hoch muß man den Wert dieser so eroberten Waffe schätzen!" Angefangen mit Astronomen in der Antike und nunmehr erneut mit COPERNICUS und dann bei KEPLER, NEWTON und weiteren war es nach POINCARE´ (1921, S. 120) "die Astronomie, die uns **gezeigt** hat, **daß es Gesetze gib**t" (Hervorhebung ZIRNSTEIN). Schon die den Himmel beobachtenden Chaldäer hätten gesehen, "daß diese Menge leuchtender Punkte nicht ein ungeorndeter, aufs Geratewohl herumirrender Haufe ist, sondern vielmehr ein disziplinietres Heer. Allerdings entgingen noch die Vorschriften dieser Disziplin, ...", die dann mit HIPPARCH und PTOLEMÄUS erfaßt wurden, aber eben in einem fehlerhaften Weltbild. So wurde COPERNICUS in die große Wissenschaftsentwicklung eingeordnet. COPERNICUS steht damit an einem Wendepunkt in dem sich seit fernen Zeiten **wandelnden Bild von der Erde**: einst, im fernen Altertum, von der großen **Scheibe** - zur **Kugel** - nunmehr ein **Planet in** einem größeren System, dem **Sonnensystem** - und viel später, namentlich im 20. Jh. sollte kommen: **in einer Galaxie** in einem Weltall voller Galaxien (G. G. SIMPSON 1960, S. 967). Und diese Entwicklung auch verbunden mit einer '**Entpersönlichung' der** einmal als göttlich gesehenen und die Geschehnisse auf der Erde bestimmenden **Himmelskörper**.

Das Weltbild des COPERNICUS führte zu **immer neuen Weiterungen**. Die trotz Sonnenmittelpunkt noch begrenzte kosmologische Vorstellung des COPERNICUS führte GIORDANO BRUNO weiter zu der Ansicht von einem **unendlichen Weltall**, einem ohne jedes Zentrum. Also auch ohne das Zentrum Sonne. Von jedem Punkt dieses unendlichen Weltalls mußte sich derselbe Anblick bieten. Diese gewaltige Welt konnte nicht für den Menschen gemacht sein (H. BLUMENBERG 1955), der Mensch konnte in keinerlei Zentrum stehen, denn es gab keines.

Wo war der Mensch, in einer Unendlichkeit? Das "**a-zentrisches" Weltbild** des BRUNO war nun der katholischen Kirche wohl zu viel. BRUNO wurde nach naehzu 8-jähriger Haft und angeblich fernerer Verstocktheit am 17. Februar 1600 auf dem Campo de Fiori in Rom nach einem ruhelosen Leben 52-jährig verbrannt. BRUNO wurde damit einer der Märtyrer der freien Meinungsäußerung, eine bis in die Gegenwart dafür verehrte Person. BRUNO war damit der erste Märtyrer in der Astronomie,

Erst **1616**, also nach der Hinrichtung von BRUNO; war das "Revolutionäre" des Heliozentrischen Systems so bewußt geworden war, daß das Hauptwerk des COPERNICUS zugleich mit GALILEIs *Siderius Nuncius' **auf den Index** der den Katholiken verbotenen Bücher kam und wurde erst am 17. April 1757 unter Papst BEBEDIKT XIV. davon gelöst, also nach NEWTONs Tod 1726 und als es kaum noch Astromomen gab, die nicht Anhänger des Heliozentrischen Systen waren (WIKIPEDIA 2018). Ab 11. September 1822 wurde auch der Druck von das Heliozentrische Weltbild betreffenden Schriften auch von katholischer Seite zugelssen. Verboten war das Werk des COPERNICUS auch in anderen christlichen Religionen, also in der orthodoxen Kirche. **Die Astronomie** wurde **von der katholischen Kirche** und anderen Kirchen **sehr viel ernster genommen** als andere Wissenschaften, **als etwa die Anatomie,** der Märtyrer erspart blieben, und die Anatomen konnten ungehindert, vor allem seit Papst CLEMENS VII, ausdrücklicher Erlaubnis (R. ROMANO et al.1967, S. 179) Menschenleichen sezieren und die Befunde veröffentlichen. Für den Unterricht nahm man natürlich Leichen von Verbrechern. Das Geschehen im Weltall rührte an das bisher angenommene Weltbild und das schien Umsturzgefahren zu bringen. Die Organe im Inneren des Menschenkörpers blieben nach wie vor gottgeschaffen und unterschieden sich nur wenig von denen, die jede Schlachtung eines Tieres täglich anbot.

Meistens erst lange nach COPERNICUS und der Deutung der Planetenumläufe, vielfach erst im 19. Jh. wurden **Zusammenhänge** deutlich, welche **mit** der Eigen**umdrehung der Erde** zusammenhingen und die bei PTOLEMAIOS unerklärt bleiben mußten: die Abplattung der Erde, die Drehung des Foucaultschen Pendels, die Wirbelbewegung der Zyklonen, die Passatwinde (H. POINCARE´1921, S. 105/106), die Corioliskraft.

**Neues durch Beobachtung**

Die "Copernicanische Revolution" ruhte nicht auf neuen Beobachtungen, sondern bestand in einer **Neuinterpretation** weitgehend **bekannter Daten** – eine durchaus in der Wissenschaft wichtige, auch etwa bei der Begründung der Evolutionstheorie im 19. Jh. mitspielende Angelegenheit, Bekanntes neu zu sehen.

Auf vielen Gebieten wurde gerade in der Renaissance andererseits das **Material**

**aus Beobachtungen** gewaltig erweitert, und gab ganzen Wissenszweigen ein neues Gesicht. Erfassung auch der Einzeldinge der Welt, namentlich auch der Pflanzen und Tiere, der Organe in den Organismen. Darin liegt auch eine der wegbahnenden Bedeutung der biologischen Wissenschaften. Es begann die "Inventarisierung der Welt" (W. PROß 2011, S. 207), mit dem Jahre 1600 wohl zu spät angesetzt. Die geographischen Entdeckungen hatten entscheidend zu dieser 'Inventraisierung' beigetragen. Gerade bei dieser "Inventarisierung der Welt" **wurden Ansichten der Antike überwunden**, kam eigene Einsicht (U. NIEDERER 1989). Und entstanden auch jene Sammlungen reicher, an Naturforschung interessierter Leute, die "**Naturalienkabinette**". Daß die Universitäten bei diesen Ereignissen teilweise nicht so recht mitzogen ist ein anderes Blatt.

## Beobachtung - noch ohne Fernrohr - und dabei erreichte Datenfeststellung in der Astronomie

Beobachtungen, Feststellungen, einfache Faktenerfassung - das galt nicht nur Lebewesen und Mineralien und Substanzen überhaupt, sondern auch für die Astronomie, welche den Himmelskörpern und ihren Eigenschaften nachging. Das war etwa die große Leistung des dänischen Adligen TYCHO BRAHE, dem Mann der genauen **Positionsbestimmung und Kartierung** zahlreicher **Himmelskörper**, der in der Bedeutung für neue astronomische Einsichten und dem Sturz des alten Weltbildes oft als wichtiger als COPERNICUS geschätzt wird.

In seinem **Weltbild** hat BRAHE eine **vermittelnde Position** zwischen dem Himmelsbild des COPERNICUS und des PTOLEMAIOS versucht, indem er zwar die **Erde im Mittelpunkt der Welt** ließ, aber wenigstens **die inneren Planeten** sollten wie bei COPERNICUS **um die Sonnen** kreisen und **dann mit ihr gemeinsam**, mit ihren Kreisbahnen, **um die Erde**. BRAHE hat das allerdings nur einmal beschrieben in seinem Kometenbuch (U. NIEDERER 1989) und die Auffassung wurde dann eher durch andere bekannt.

BRAHE hatte Geboren am 14. Dezember 1546 als Sohn des späteren Kommandanten der wichtigen dänischen Festung Hälsingborg und erzogen bei einem reichen Onkel, studierte TYCHO BRAHE Jura, 1562 - 1565 in Leipzig. An Astronomie wurde er laut Bericht interessiert durch die eintreffende Voraussage einer Sonnenfinsternis am 21. August 1560. Mit seiner Schrift über einen bisher nicht sichtbaren, nun 1572 hell aufleuchtenden Stern, mit BRAHEs Büchlein "De nova stella" von 1573 bekannt geworden, übergab der Dänenkönig FRIEDRICH II. dem Astronomen BRAHE die kleine **Insel Hven** (Ven) im Sund zum Lehen. Die drückenden Abgaben der Untertanen flossen nun nicht nur in die Eleganz des Lehnsherrn, son-

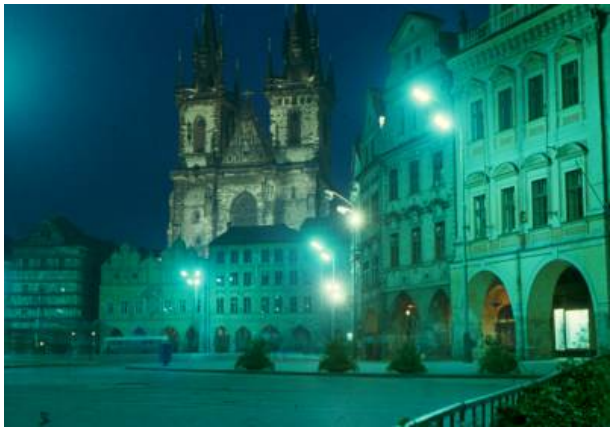

Abbildung 1023: Prag Teynkirche.

dern vor allem in die Wissenschaft und BRAHE ließ ein **eigenes Oberservatorium**, die Uraniborg, errichten und einrichten, mit wertvollen Instrumenten von nach dorthin gerufenen Augsburger Handwerkern, eigener Druckerei und Buchbinderei. Der 1588 auf den Thron gekommene Dänen-König CHRISTIAN IV. unterstützte den von den zahlenden Untertanen wohl nicht geliebten BRAHE nicht mehr. Er wurde von den Untertanen gehaßt. BRAHE übersiedelte 1597 über Rostock und Wandsbeck im Jahre 1599 zu Kaiser RUDOLF II. nach Prag, wo BRAHE im nahen Benatek (Benátky nad Jazerou) ein Observatorium einrichtete, am 24. Oktober 1601 starb und in der Prager Teynkirche feierlich beigesetzt wurde – ein erstes Staatsbegräbnis für einen Wissenschaftler.

Die **Position der Fixsterne** bestimmte BRAHE, "der beste und genaueste Beobachter" in der Astronomie "der Vorfernrohrzeit" (U. NIEDERER 1989, S. 35), mit **einem** mehrere Meter hohen **Quadranten**, einem Viertelkreis mit.Winkeleintragung, der genau in Meridianrichtung aufgestellt war. Es ließen beim Durchgang der Sterne durch den Meridian die Örter in Winkelangaben auf 1 bis 2 Bogenminuten bestimmen. Um die Positionen aufzuzeichnen begann BRAHE mit einem Hauptstern, dem Alpha-Arietis, dem hellsten Stern im Sternbild Widder, stellte dann die Position von 8 weiteren Fixsternen fest und kam so zu seinem schließlich 777 Fixtsterne enthaltendem Katalog. Fortlaufend beobachtete er die Planeten, bestimmte ihre Positionen am Himmel der ihre Positionen beibehaltenden Fixsterne. Mit seinen Instrumenten ließen sich dann auch weitere Himmelsphänomene einordnen.

**Wissenschaft** – das ist nicht nur ständige Abwechslung und Sensation, das ist, und blieb, **beständige Beobachtung, Messung**, Aufzeichnung, teilweise bis zum Erbrechen - und nicht immer stand ein sensationelles Ergebnis als Lohn am Ende.

Als einen Einbruch in das überlieferte Weltbild erschien der am 11. November **1572**, also noch vor Errichtung des Obvervatoriums auf Hven, erstmals festgestellte helle "**Neue Stern**", "Stella nova", im Sternbild 'Cassiopeia', eine Sternengeburt. Statt neu war nach dem Wissen heute der 'neue' Stern eine 'Supernova', ein Stern im Endstadium, ein Sternenzerfall, nach späterem Wissen eine "Supernova", heute rückschauend genannt die "tychonische Supernova" - aber das änderte nichts an der Bedeutung der Auffassung der Zeit von TYCHO von 'neu', denn bisher nicht gesehen und womöglich nicht vorhanden, das war der 'neue Stern'. Er soll hell gewesen sein wie der Planet Venus im höchstem Glanz. Die Parallaxe hätte sich müssen feststellen lassen, aber dazu war sie zu unmeßbar klein. Der "Neue Stern" befand sich also außerhalb der sublunaren Sphäre, außerhalb des Bereiches des Mondes. Ein "neuer Stern" in jenen Himmelsbereichen, die von Veränderungen frei sein sollten, das **widerprach** entschieden der aristotelischen Ansicht von **Unveränderlichkeit am Himmel** jenseits des Mondes, in der "superlunaren" Sphäre. Der neue Stern konnte auch als ein Zeichen Gottes erscheinen, bezeugen, daß nach Gottes Willen sogar am Himmel Veränderungen möglich sind, aber eben auch Chaos. Zahlreiche Autoren traten mit eigenen Schriftchen über den Neuen Stern auf, so 1574 THADDEUS HAGECIUS, kaiserlicher Hofarzt in Prag, und nochmals BRAHE 1602. Diese Beachtung zeigt, daß man sich des von der Überlieferung Abhebenden bewußt war, der von ARISTOTELES' abweichenden "...mainung, das in dem himel kein alteration oder ainiche verenderung geschechen unnd auch nichts neues aldar könndte geboren werden" – wie BRAHE die von ihm zurückgewiesene alte Meinung (zit. bei U. NIEDERER 1989, S. 49) beschrieb. Nicht nur war aber eine bisher akzeptierte, fast als Axiom geltende Auffassung zweifelhaft geworden, im Prinzipiellen, Weltanschaulichen, war "Zeitlichkeit" in Ewigkeit eingebrochen", und erwähnte das JUSTUS LIPSIUS unter seinen Beweisen für die Vergänglichkeit der Welt (E. R. NESWALD 2006, S. 37).

Ein **weiterer** solcher "Neuer Stern" erschien **1604**, also nach dem Tode BRAHEs, den GALILEI fand und KEPLER genau beobachtete.

TYCHO BRAHE hatte nicht nur das Glück, daß in seinem Astronomenleben ein 'neuer Stern' auftrat, sondern auch ein gut beobachtbarer Komet. **Kometen** kannte man schon, sollten gemäß ARISTOTELES in erdnahen Raum aufgestiegene Dünste sein. Der auffallende **Komet von 1577**, der Glückstreffer für BRAHE, wurde nun nach den neuen Methoden von BRAHE in 32 Nächten vom 13. November 1577 bis zum 26. Januar 1578 beobachtet und dabei festgestellt, daß dieser Komet sich gar nicht in der erdnahen Atmosphäre bewegt, sondern der Region über dem Mond angehören muß und das seine Wanderung zeigt, daß er die **Himmelssphären**, wenn sie denn bestünden, **hätte durchbrechen müssen** (B. STICKER 1964). Himmelsspähren, 7 womöglich, bis zum 7. Himmel, an denen die Planeten




Abbildung 1024: BRAHE / KEPLER. Prag.

und der Erdmond angeheftet kreisen sollten, wurden also zweifelhaft, Daß Meteore - und Kometen - gemäß ARISTOTELES Dinge nur im erdnahen Bereich sein sollten, blieb in dem Terminus "Meteorologie" für die Wissenschaft von den irdischen Wettererscheinungen erhalten, aber die Kometen waren nun aus den dazu gehörenden Phänomenen auszuklammern. .Es gab also eine ganz neue Einordnung mancher Dinge am Himmel. Daß BRAHE den Kometen als planetenähnlichen Körper behandelte vermehrte die Zahl der Körper im Sonnensystem. Über den Kometen von 1577 waren, wie C. D. HELLMANN bis 1944 (U. NIEDERER 1989) ermittelt hatte, gegen 180 Arbeiten, mehr noch als über den "Neuen Stern" erschienen und zeugten wiederum an dem Interesse zumindestens etlicher an der Interpretation der Himmelserscheinungen. Weitere Kometen konnten beobachtet werden 1580 und 1585 (J. HENRY 2002).

Bei seinen Sternbeobachtungen fand BRAHE auch die **Refraktion**, die **Brechung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre**, was bewirkte, daß ein gerade auf- oder untergehender Stern etwa einen Vollmond-Durchmesser höher erscheint als tatsächlich der Fall wäre ohne diese Lufteinwirkung. Auch das fand sich durch die genaue Positionsbestimmung, gegenüber der Position bei höherem Stand am Himmel.

BRAHEs Beobachtungsmaterial wirkte über seinen Tod hinaus weiter, wurde in fast wundersamer Weise zu neuen Erkenntnissen ausgewertet durch seinen Assistenten KEPLER. Das ist eines der großen Beispiele für die weitere Verwertung von Beobachtungsdaten, die zunächst noch gar nicht in ihrem Nutzen deutlich waren. Es war die außerordentliche **Präzision** (A. KOYRÉ 1998) der Beobachtungsdaten BRAHEs, welche die weitere Verwertung möglich machten. Exaktheit,

Präzision bei der Daten-Gewinnung – hier wurde sie bei der Erstellung sicherer Himmelskarten als eine Voraussetzung von neuen Erkenntnissen deutlich.

**COPERNICUS** hatte eine neuen theoretischen Ansatz geliefert, der letztlich die **Wiederbelebung einer antiken Theorie** war. Mit Beobachtungen, **mit neuen Fakten**, bewußt herbeigeführt durch Positionsbestimmung von Himmelskörpern oder durch "Neue Sterne" vom Himmel bereitgestellt – wurden **neue Theorien** möglich, also mußte auch in der Himmelskunde die Beobachtung für wirklich neue Theorien vorangehen. Das war nicht anders als **bei Botanikern und Zoologen**, die **über die Antike** hinauskamen.

Stand die Erde zu verschiedenen Zeiten des Jahres an verschiedener Stelle im All, hätte das an den Fixsternörtern deutlich werden können. Eine solche Parallaxe fand sich nicht. Die Fixsterne mußten wohl in einem riesigen Weltalls sehr weit entfernt sein, in der Unendlichkeit des BRUNO.

Ein Zeitgenosse des BRAHE war der in Osteel in Ostfriesland tätige Pfarrer und geschätzte Amateurastronom DAVID FABRICIUS (W. JAHN 1959), der unter anderem den nach einer gewissen Zeitdauer seine **Helligkeit verändernden Stern** auffand, **1596**, den HEVELIUS später 'Mira' nannte. Beobachtungen waren auch hier der Weg zu neuen Erkenntnissen. JOHANN PH. HOLWARDA (Wikipedia 2018) in Franeker fand den Stern des FABRICIUS wieder und ermittelte die Periode der Helligkeitsänderuungen zu etwa 11 Monaten.

Sonnenflecken hatten manche festgestellt. Der Sohn von DAVID FABRICUS JOHANN FABRICIUS (Wikipedia 2018) schrieb 1611 eine erste wissenschaftliche Abhandlung über die **Sonnenflecken** und bstimmte aus ihnen die **Rotationsdauer** der **Sonne**, die knapp 28 Tage beträgt.

Astronomie wurde trotz der Weltbild-Frage zu einer angesehenen Wissenschaft, an ihr beteiligten sich gekrönte Häupter, die auch "Hofastronomen" einstellten, teilweise auch Voraussagen aus Sternkonstellationen erwarteten, also **Astrologie** betrieben. Exaktheit schien auch hier bei den Beobachtungen für Horoskope nicht fehl am Platze zu sein – wie auch WALLENSTEIN bei SCHILLER einen Astrologen SENI ermahnt. In **Kassel** erbaute Landgraf WILHELM IV. eine Sternwarte.

## Die Kalenderreform des Papstes GREGOR XIII. im Irrsinn konfessioneller Vorbehalte

Von einem sinnvollen Kalender sollte erwartet werden, daß die für das Leben auf der Erde wichtigen Ereigniise wie das Äquinoktium, die Tag- und Nachtgleiche, im

März und im September, in jedem Jahr auf den gleichen Tag fallen und auch die Einordniung von Festen feststeht. Bei dem auf JULIUS CÄSAR zurückgehenden JULIANISCHEN KALENDER war mangels Schalttagen eine Verschiebung in den Tagen für die Tag- und Nachtgleiche eingetreten und das auch für die Wintersonnenwende und das Weihnachtsfest. Im Auftrag des Papstes GREGOR XIII. war ein die Mängel korrigierender Kalender ausgearbeitet worden, der GREGORIANISCHE KALENDER. Auf dem Reichstag in Regensburg **1582** erklärte Kaiser RUDOLF II. den GREGORIANISCHE Kalender ab 15. Oktober in allen katholischen Ländern für eingeführt (G. VON SCHWARZENFELD 1979, S. 65). Das **Frühlinsäquinoktium** fiel nun auf den **21. März** und nicht um die seit CÄSARs Zeiten angehäuften 10 Tage später. Der Kalender war **dem 'kosmischen Jahr' angepaßt** oder, auf CÄSARs Zeit zurückgehend, wiederangepaßt. Dem trotzten die protestantischen Länder, außerhalb Deutschlands auch England. Also auch eine rein mathematische Sache wurde verworfen, weil sie mit einer päpstlichen Bulle verbunden war und das Protestanten nicht zuzumuten war. Ein Argument war, daß die Verschiebung nur wenig bedeutend war und die Welt kaum noch so lange bestehen würde, daß Weihnachten mitten im Somme stattfindet. Wir haben nun die Mühe, die Geburts- und Todestage auch der nach 1582 Geborenen aus den alten überlieferten Daten in den später allgemein übernommenen neuen Kalender umzurechnen. In **England** wurde der Gregorianische Kalender 1752 eingeführt. (R. MIDDLEKAUFF 1982, S. 14/15) Es gab Geschrei wegen Verschiebung der Tage für einige Heilige In **Rußland** wurde der GREGORIANISCHE Kalender erst unter LENIN angenommen und fiel die 'Oktoberrevolution' nun auf den 7. November.

## Kennntisse über Lebewesen

## Das Innere auch im Menschenkörper - Anatomie

In der **Anatomie** (CH. SINGER 1925, G**.** ZIRNSTEIN 1978) vor allem **des Menschenkörpers** brach die eigenhändige Sezierung den Glauben an die Richtigkeit aller antiken anatomischen Beschreibungen. Wegweisend wurde die **Abbildung**, mit der damals kaum beschreibbare, noch nicht in verbindliche Nomenklatur gefaßte Dinge, etwa der Muskulatur, wiedergegeben wurden. Für Anatomie und auch Tier-und Pflanzenkunde dieser Zeit muß die Abbildung etwa gemäß PANOFSKY (P. ROSSI 2001) als so wichtig wie das Teleskop für die Astronomie eingeschätzt werden. Die **richtige Abbildung** hatte für die beschreibenden Wissenschaften eine **revolutionierende Wirkung**. Beste Holzschneider wurden mit der Arbeit betraut. Erst von den Abbildungen her konnte man schließlich zu auch anderen



Abbildung 1025: Universität Padua.

verständlichen Beschreibungen und Benennungen kommen.

Der führende Erneuerer der Anatomie wurde der 1514 in Brüssel in einer gut situierten Arzt- und Pharmazeuten-Familie geborene ANDREAS VESAL(IUS) (A. ABBOTT 2015). In Paris durfte der dort studierende 18-jährige bei dort ab und zu durchgeführten öffentlichen Öffnungen der Leichen von Hingerichteten teilnehmen, hatte aber auch erlebt, wie zu oberflächlich der Professor sezierte und ungeniert falsche Ansichten wiedergab. Studierte hat er dann noch Leuven/Löwen. Graduiert wurde VESAL 1537 Professor der Anatomie in Padua. In Venedig gab die Werke des GALEN mit heraus, kannte also dessen Beschreibungen. Auch in Padua sezierte VESAL menschliche Leichen und fand, daß die antiken Beschreibungen für Schweine und Affen gelten, nicht jedoch in gleichem Maße für Menschen. Er wies an 200 Irrtümer des GALEN hinsichtlich der Anatomie des Menschen nach (J. HENRY 2002).

In Basel ließ 1543 der noch nicht 29-jährige VESALIUS sein bebildertes, Epoche machendes Werk '**De humani corporis fabrica**' unter seiner persönlichen Aufsicht wegen ständiger Korrekturen drucken. Das Werk besteht aus 7 Teilen. Der letzte Band gilt vor allem dem Gehirn. Dieses großsartige Werk war also nicht das eines ausgereiften Lebens, sondern das eines neuartigen Forschers, der leidenschaftlich gearbeitet haben muß, mit 24 Jahren sein Werk begonnen hatte. Alles, **was das menschliche Auge an Einzelheiten sehen konnte, sollte dargestellt werden** (A. ABBOTT 2015). Beobachtung was alles, und das war Teil

des neuen Weges in den objekt-gebundenen Naturwissenschaften. Und dem relativ jungen Manne war es gelungen, venezianische Künstler aus der TIZIAN-Schule für detaillierte Abbildingen zu gewinnen. VASARI nennt JAN STEPHAN VAN CALCAR. In Basel kochte er auch die Leiche eines Hingerichteten und die das aus den Knochen wieder zusammengesetzte Skelett befindet sich noch im Baseler Museum (A. ABBOTT 2015). Der berühmt gewordene VESAL wurde danach Leibarzt bei KARL V. und dann bei König PHILIPP II., Als medizinische Autorität wurde VESAL 1559 von Brüssel nach Paris zu dem französischen König HEINRICH II. geholt, der am 30. Juni an einem Turnier teilgenommen hatte und dem dabei die Lanze des Gegners durch ein Auge bis zum Gehirn gedrungen war. HEINRICH II. überlebte das noch 11 Tage lang (F. WAGENSEIL 1962). Von Madrid wurde VESAL zu dem Ärztegremium bei dem oft fiebernden und in Alcala lebenden, 1562 nach einem Sturz schwer kranken Prinzen DON CARLOS (C. GIARDINI 1986, S. 112 ff.) gerufen. Der Prinz überlebte alles ärztliche Probieren. VESAL unternahm 1564 eine Pilgerreise ins "Heilige Land", nach einer Lesart, weil eine für tot gehaltene und deshalb sezierte junge Frau sich noch einmal bewegte. Auf der Rückfahrt scheiterte das Schiff an der nordwestgriechischen Insel Zakynthos. VESAL konnte sich noch an Land retten, starb jedoch dort am 15. Oktober 1564, 50 Jahre alt.

## "Physiologie" noch im Rückstand

Der Terminus für "Physiologie" für die Wissenschaftsdisziplin von den Lebensvorgängen, den Lebensverrichtungen, wird geprägt 1542 und 1554 von dem seinerzeit berühmten französischen Arzt JEAN FRANCOIS FERNEL (R. GRANIT 1971, CH. SHERRINGTON 1963, F. W. THEILE 1846). Noch manchmal in der Geschichte von Biologie und Medizin ging **die Anatomie der Feststellung der Lebensvorgänge voraus**, kannte der Anatom das "Theater der Lebensvorgänge", den Körper, aber noch nicht das Geschehen dort. FERNEL war der Sohn eines nicht schlecht dastehenden Wirtshausinhabers in Montdidier. Interessiert sich FERNEL als Student in Paris zunächst mehr für Mathematik und Astronomie, wurde er auch materiell zur Medizin gedrängt und war einer der erfolgreichsten Ärzte Frankreichs. Es entsprangen nach den Worten seines zeitgenössischen Biographen PLANCY (zit. nach SHERRINGTON bei R. GRANIT 1971, S. 584) aus seinem Lehren mehr gute Ärzte in verschiedene Teile Europas als Krieger aus dem Trojanischen Pferd." Nicht begeistert wurde FERNEL Leibarzt beim französischen König HEINRICH II. und mußte bei der harten Winterbelagerung von Calais 1557 dabei sein. Holte er sich hier schon die Ansätzte zu seinem Tod mit 61 Jahren 1558 am Königssitz in Fontainebleau? Sein zusammenfassendes Lehrbuch "Medicina" erlebte ab 1554 gegen 30 Auflagen, noch 1679 eine in Genf.

Hierin wird auch die "Physiologie" behandelt. Behandelt werden auch Systole und Diastole des Herzens, die Peristaltik, geliefert wurde auch eine der frühesten Beschreibungen des Rückenmarkskanals. Aber ansonsten wird behandelt namentlich die "Seele", die "facultates", die "spiritus". Die Natur liefert dem neuen Leben durch die zeugenden Eltern die Materie, aber hinzutreten muß, durch Gott, die Form, die Gestaltung. Die "Physiologie ab dem 17. Jh. sieht dann doch anders aus.

## Anatomie auch spezieller auf einzelne Organe geht weiter, in Padua und anderswo

In Padua folgte auf VESAL 1544 REALDO COLOMBO, dann bis 1562 FALLOPIO, letzterer der Untersucher etwa der **weiblichen Geschlechtsorgane**.

In Rom an der Sapienza wirkte seit 1549 der von den norditalienischen Universitäten unabhängige BARTOLOMEO EUSTACHIO (C. D. O'MALLEY 1971, CH. SINGER 1925), der vorher erster Arzt beim Herzog von Urbino war. In Rom erhielt er die Erlaubnis zu Leichensektionen. EUSTACHIO beschrieb das Hörorgan, mit den Gehörknöchelchen und den nach ihm benannten Verbindungsgang zwischen Mundhöhle und Mittelohr, die "Eustachische Röhre". Von ihm stammt, 1562/1563, ein erstes spezielles Werk über die **Niere**, "De renum structura", mit Beschreibung auch der Nebenniere. Genauer untersucht wurden von ihm auch der Stimmapparat und die Zähne. Die "Tabula anatomica" mit in der Genauigkeit an VESAL heranreichenden Kupferplatten des EUSTACHIO wurden erst lange nach seinem Tode, 1714 erstmals und dann noch mehrmals publiziert.

Nach Renaissance-Anatomen geprägte anatomischen Namen wie Falloppische Tube, Varolische Brücke (im Gehirn), Eustachische Röhre, hielten die Erinnerung an die große klassische Zeit der normalen makroskopischen Anatomie des Menschen wach. **Nahezu alle makroskopisch erfaßbaren Strukturen** des menschlichen Körpers und auch von höheren Tieren wurden im 16. Jh. **bekannt**, damit ein unausgesprochenes **Forschungsprogramm erfüllt**.

## Wie ähnlich sind sich die sezierten höheren Lebewesen? - Vergleichende Anatomie, Variabilität der Strukturen

Wenn GALEN und die meisten in seinem Sinne wirkenden Anatomen nicht Menschen, sondern Tiere sezierten, bis hin zu Affen, dann gab es also eine vergleichende

Anatomie eher als die Human-Anatomie. **Vergleichenden Anatomie**, also Anatomie unter Einbeziehung zunächst verschiedener Wirbeltiere, wurde aber auch nach dem Aufkommen des Sezierens menschlicher Leichen fortgesetzt, ja ausgebaut. BELON bot wohl den zuerst am weitesten gehenden Vergleich, als er in dem Werk "L'Histoire de la Nature des Oyseaux" von 1555 das Skelett eines Menschen neben dem eines Vogels abbildete und die einander entsprechenden Knochen, im 19. Jh. "homolog" genannt, bezeichnete. Etwas später hat VOLCHER COITER Skelette verschiedener Wirbeltiere vergleichend abgebildet. Von GIULIO CASSERI (CASSERIO) stammt eine Tafel mit den Gehörknöchelchen verschiedener Säugetiere. RUINI hat in einem umfangreichen Buch in der Art und Weise des VESAL(IUS) die Anatomie des Pferdes abgebildet und beschrieben.

Bei den Leichensektionen wurde auch die nicht mit Krankheiten verknüpfte **Variabilität von Strukturen** gesehen, so die bei den einzelnen Menschenindividuen unterschiedliche Verästelung der Blutgefäße und unterschiedliche Gestalt der Nieren, abgebildet bei EUSTACHIO und FALLOPPIO.

## Keimesentwicklung - Embryologie

Abgebildet und beschrieben wurde fernerhin die Ausbildung der Strukturen in der

**Embryonalentwicklung** (s. a. G. ZIRNSTEIN 1977). Daß es bei der Embryonalentwicklung auch verhängnisvoll daneben gehen kann, zeigte mit Illustrationen der Wundarzt und besonders Militärwundarzt AMBROISE PARE´ in einem Buch über **Mißgeburten** 1573 "Des monstres et prodiges" (W. J. BOUWSMA 2005, S. 61). EUSTACHIO sezierte Föten und Neugeborene. Wieder zum **Haushuhn** und dessen Eiern im Sinne des ARISTOTELES schritt ULISSE ALDROVANDI in Bologna. Er öffnete von Beginn der Bebrütung an regelmäig Eier. VOLCHER COITER, der Friese in Nürnberg beschrieb genauer. Von besonderer Bedeutung wurde dann FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, ab 1562 Anatom an der Universität Padua. Hier ließ er 1594 das noch erhaltene "Anatomische Theater" erbauen. Mit seinen Tafeln übertraf er vorangegangene embryologische Abbildungen und gab Bilder aus der Embryologie sowohl vom Menschen wie von Kaninchen, Meerschweinchen, Maus, Schaf, Schwein, Hundshai, Viper. Bei FABRICIUS studierte der spätere Entdecker des Blutkreislaufs HARVEY und wurde auch zu eigenen embryologischen Untersuchungen angeregt.

## Anatomie: Keine Behinderung und keine Märtyrer unter den Anatomen

Wie es im Körperinneren auch von höheren Tieren aussieht war im Groben jedem Schlachter, ja jeder Bauersfrau und jeder Hausfrau bekannt und wohl nahezu jederman aß Braten. Nur vor der Innenansicht des Menschen schrecken viele zurück. Das gab es in der Antike und auch im Islam wurde ein Mensch ohnehin nur selten und ungern auf Gemälden dargestellt (S. H. ALI 2011). Die anatomische Forschung, ja auch die Zurschaustellung von Leichensezierungen von Menschen vor einem interessierten Publikum, wurden jedenfalls ab dem 15. und besonders im 16. Jh. **von der katholische Kirche** und auch anderen Kirchen **nicht behindert**. In der Anatomie und damit der Medizin erhielt Europa damit einen Vorsprung. Das nun nicht jedermann auf seinem Küchentisch menschliche Leichen sezieren durfte versteht sich wohl von selbst. Leichensezierung war erbauendes "Theatrum", auch in anatomischen Theatern an den Universitäten und anderen Orten veranstaltet. So auch in Nürnberg, wo sich keine Universität befand. Die unsterbliche Seele stand dem sündigen, und daher wenigstens bei Verbrechern sezierbarem Körper gegenüber. Es gibt unter den Anatomen **keine Märtyrer**, die, wie später GALILEI wegen seiner neuen Astronomie und damit einem neuen Weltbild, wegen der Anatomie etwa von der Inquisition verfolgt wurden. Anatomie gab es in Rom, und der Däne STENO war, im spätern 17. Jh,, als Anatom hoch angesehen und gleichzeitig führender, konvertierter Katholik. In England war der Entdecker des Blutkreislaufs HARVEY Freund des Königs und es gab um 1620 regelmäßig Leichensezierungen zur ärztlichen Weiterbildung. Im Vatikan wurde unter anderem, hier war es 1694, unter dem Anatomen der päpstlichen Universität, der Sapienza, JEAN MARIE (GIOVANNI MARIA) LANCISI (1697), die Leiche des von Papst INNOCENZ XII. hochgeschätzten Leibarztes und Naturforscher MALPIGHI obduziert. Das erschien hier ganz normal. Es sollten die Schäden an seinen inneren Organen ermittelt werden, wurde also die später von MORGAGNI fortgeführte "Pathologische Anatomie" betrieben.

## Deskriptive Zoologie und Botanik

Stand die Beschreibung der Tiere und Pflanzen zuerst vor allem im Dienste der Medizin, wurde sie dann auch wissenschaftlicher Selbstzweck, in Anknüpfung an ARISTOTELES, PLINIUS, THEOPHRAST, DIOSKURIDES. Pflanzen und Tiere wurden auch dann beschrieben, wenn der Nutzen nicht im Vordergrund stand. Eigene Forschung wurde schon deshalb nötig, weil in der Antike beschriebene Formen oft in Mitteleuropa nicht vorkommen und mitteleuropäische Formen teilweise



Abbildung 1026: RONDELET. Montpellier.

nicht in den Mittelmeerländern auftreten. Die neu entdeckten überseeische Gebiete boten weitere den Europäern unbekannte Formen und eine Neuerfassung der Tier-und Pflanzenwelt der Erde erschien als Aufgabe.

## Zoologie

**Meerestiere** fanden zunächst bevorzugte Behandlung, was mit der Küstennähe der Beschreiber zu tun haben mag, aber auch den Einfluß des ARISTOTELES nahelegt (E. W. GUDGER 1934 - 35). Unter der Schirmherrschaft des Kardinals von Tournon beschrieb GUILLAUME RONDELET, Montpellier, in einem Werk 47 Süßwasser- und 197 Meeresfische.

BELON veröffentlichte 1551 eine Naturgeschichte der Meeresfische, in der er auch Delphin und Flußpferd (Hippopotamus) ausführlich darstellte. 1553 ließ er ein zweites Werk über Meerestiere folgen. Ein weiteres solches Werk verfaßte der aus der Nähe von Urbino stammende HIPPOLYTO SALVIANI.

Der führende Zoologe der Renaissance wurde der vielseitige CONRAD GESNER (H. ESCHER 1934, E. FURRER 1965, R. LAUTERBORN 1930, S. 134 ff.), wohl einer der arbeitssamsten Gelehrten aller Zeiten, Verfasser vor allem eines ersten umfangreichen Überblicks über das gesamte **Tierreich**. Der 1516 in Zürich in bescheidenen Verhältnissen geborene GESNER, dessen Namen wegen der übernommenen

latinisierten Schreibweise GESNERUS, oft nur noch mit einem s anstatt als GESSNER geschrieben wird (B. MILT 1936), studierte nach dem Besuch der Züricher Schola Carolina in Straßburg, gab hier als 16-jähriger für seinen Lebensunterhalt Griechisch-Unterricht, studierte namentlich auch Medizin in Bourget und Paris. 1537 bis 1539 wirkte GESNER als Professor des Griechischen in Lausanne. 1536 oblag er medizinischen Studien in Basel, 1540 auch in Montpellier, wo RONDELET wirkte, und 1540 wurde GESNER in Basel als Mediziner promoviert. Als Arzt in seinem heimatlichen Zürich tätig, wurde er dort 1554 Stadtarzt und öffentlicher Professor für Philosophie und Naturgeschichte. Im Interesse seiner Studien reiste er durch die Schweiz und angrenzende Gebiete, sammelte und beobachtete Pflanzen, stieg dazu 1555 auf den isolierten Bergstock des Pilatus bei Luzern– und hatte auch gefunden die Schönheit der Bergwelt und ihrer Vegetation. War er als helfender Arzt bei der Pestepidemie von 1554 gesund geblieben, so erlag er einer weiteren Pestepidemie in Zürich am 13. Dezember 1565, erst 49 Jahre alt. Seine relativ kurze Lebenszeit wirkt nahezu unglaubhaft angesichts der Fülle seiner Studien und seines Werkes, die ihn als einen der gelehrtesten Männer seiner Zeit, einen bewundernswerten "**Polyhistor**" ausweisen. Gewiß hatte er Helfer und auch Zulieferer und Korrespondenten außerhalb, in Deutschland ebenso wie in Frankreich, Italien und England. In seinem Wirken geht er von den Werken der antiken Autoren aus, aber schreitet dann zu eigenen Erkenntnissen weiter – der sinnvolle Weg des Aufbauens von den Vorgängern.

Daß sich GESNER **in der alten wie der zeitgenössischen Literatur** in Griechisch, Lateinisch und Hebräisch schon 1541 mit 25 Jahren, **auskannte** beweist seine "Bibliotheca universalis" von 1545. Er zählt die ihm bekannten Schriftsteller, alte und neue, etwa 3000, auf, bespricht von ihm eingesehene Werke, nennt Aufbewahrungsorte von Handschriften Die Bücher zu erfassen hatte er Bibliotheken auch in Venedig, Florenz, Rom, Bologna besucht und dort die Kataloge eingesehen. In Kenntnis des Verlustes oder der Zerstreuung mancher Bibliothek wollte GESNER hier als Bewahrer auftreten. Als Ergänzung folgten 1548 die "Pandekten", das "Pandectarum sive partitionum universalium libri XXI", in dem er mit Ausnahme der nie fertiggewordenen Medizin die Themen der Bücher auflistet mit Angabe der Autoren, nicht jedes Buches, bei denen man darüber nachlesen kann. Wenn bei GESNER (B. MILT 1936) das vorhandene Wissen möglichst vollständig zu erfassen gesucht wird, dann zeigt dies, wie man sich bewußt geworden ist, daß man **auf dem Boden des Vorhandenen aufbauen muß**, also weiteren Erkenntnissen noch das Sammeln, eklektisch, von altem und neuem Wissensgut, das Zusammentragen des Vorhandenen, die "**Compilation**", vorangehen muß.

GESNER betrieb auch vergleichende Sprachforschung, verglich über 30 Sprachen, auch – eine Pionierleistung - auf sprachgeschichtliche Zusammenhänge Zuletzt

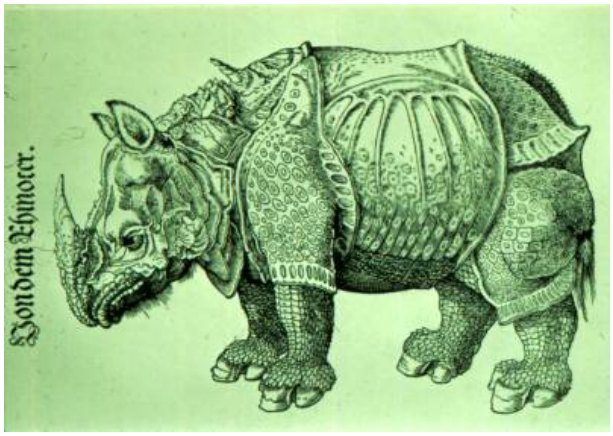


Abbildung 1027: GESNER: Rhinoceros 1563.

und unter dem offensichtlichen Einfluß der ihm bekannten Werke des Bergbau-Schriftstellers AGRICOLA beschrieb er auch Fossilien.

GESNERs vollendetes naturwissnschaftliches Hauptwerk ist die in Latein ab 1551 in Zürich (Tiguri) erschienene 4-bändige "**Historia Animalium**", mit etwa 3500 Folio-Seiten mit zahlreichen Holzschnitten, ein von medizinischen Betrachungen freies großes zoologisches Werk, das die Tierwelt vorstellen soll – man kann von einem Vorläufer von BREHMs "Tierleben" sprechen. Der Band I von 1151 'de Quadrupedibus viviparis' behandelt die 4-füßigen lebendgebärenden Tiere, der Band II von 1554 'de Quadrupedibus oviparis' die sich mit Eiern fortpflanzenden 4-füßigen Tiere, also Eidechsen und andere, Band III von 1555 'de Avium natura' behandelt die Vögel, Band IV von 1558 trägt den Titel 'de Piscium et Aquatilium animantium natura', handelt also von den Fischen und anderen Wassertieren (R. LAUTERBORN 1930, S. 134). Noch heute öfters abgebildet werden der aus der DÜRER-Schule stammende Holzschnitt eines Elefanten und der eines asiatischen Panzernashorns.

GESNER sagt selbst, daß er 250 Werke anderer Autoren heranzog. Auch AGRICOLAs Werk (W. EPPRECHT 1955) über die unterirdisch lebenden Tiere war darunter. Der Vollständigkeit halber bringt er auch im Bild die Meeresungeheuer, die OLAUS MAGNUS vorstellte und über deren Existenz sich GESNER, fern den Meeren, kein eigenes Urteil bilden kann. Dazu unterhielt GESNER einen großen Briefwechsel mit verschiedensten Gelehrten in Europa und mancher eher lokale Forscher sandte ihm Angaben. Anschaulich ist aus Mitteilungen anderer entstanden GESNERs Schilderung des Lebens des Rheinlachses (R. LAUTERBORN 1930, S. 135), mit den Laichgruben auf den Kiesbänken von Rhein und Nebenflüssen, den im Rhein verweilenden Junglachsen, ihrer Abwanderung bei einer Größe von

20 - 25 cm zum Meer und dann ihre Rückwanderung zum Laichgeschäft. GESNER hat aber auch selbst Tiere gehalten.

Wie L. VON RANKE (II, S. 630) schön bemerkt: "... war ... der große Schritt geschehen, auf den alles ankam: die inner Kraft des von den Alten angeregten forschenden Geistes führte über die Grenzen ihrer Wissenschaft hinaus." Man kann wohl auch feststellen: Es wurde **nicht nur der Inhalt der antiken Schriften** ausgewertet, sondern auch ihre Art des Forschens, **ihre Methode**, jedenfalls die bei ARISTOTELES in der Zoologie, die eigene Beobachtung, wurden wieder eingeführt.

Daß GESNERs Zoologiewerk auch zur **Faunengeschichte** beitragen kann bewies namentlich sein "Waldrapp", auch abgebildet, der sich später mit keinem in Mitteleuropa lebenden Vogel identifizieren ließ. Die Nordafrika-Reisenden EHRENBERG und HEMPRICH (L. HOPF 1907) identifzierten ihn mit dem bei ihnen als *Ibis comata* dem Berliner Museum einverleibten Vogel, der später, als *Comatibis eremita Hartert*, und bis heute nur noch ganz wenige Brutkolonien im Orient und in Nordafrika aufweist und in einigen Zoos gezüchtet wird. Wie GESNER beschreibt, zog der an Felsen brütende Vogel schon Ende Juni wieder ab. Er hat gewiß in einigen Felsregionen etwas nördlich und südlich der Alpen gebrütet, wurde aber auch als Leckerbissen, als ein "Schläck", auf mühsamen Wege eingesammelt. Schon im 18. Jh. ist der Waldrapp aus Europa verschwunden.

GESNER (B. MILT 1936) starb 1565, nachdem er schon umfangreiche Vorbereitungen für ein großes Pflanzenwerk getroffen hatte und die hinterlassenen etwa 1500 Holzschnitte, die in 2 Codices von zusammen etwa 490 Folioseiten zusammengefaßt wurden, benutzten für etwa zwei Jahrhunderte andere Autoren. Neben ganzen Pflanzen wurden bei manchen Pflanzern auch besonders wichtige Teile extra gezeichnet. Neben verschiedenen Zeichnern war GESNERs Nachfolger als Züricher Stadtarzt, KASPAR WOLF, wichtigster Mitarbeiter und Erbe bei dem Pflanzenwerk. Das Vorhandene wurde verkauft an den Nürnberger Arzt und Naturforscher JOACHIM CAMERARIUS und kam dann auf weiterem Wege unter anderem über J. G. VOLCKAMER und CH J. TREW (E. WUNSCHMANN 1894) an die Universität Altdorf und nach deren Auflösung 1818 bleibend in die Universitätsbibliothek in Erlangen. Das nur zur Illustrierung des Schicksals von Druckvorlagen aus dem 16. Jh.

Die zwischen 1599 bis 1668 erschienenen "Opera" von ULYSSIS ALDROVANDI, Professor der Naturgeschichte in Bologna, umfassen 13 große Folio-Bände, ausgestattet mit Tausenden von Holzschnitten, wobei vor allem **Vögel** beschrieben und abgebildet werden. ALDROVANDI hieß auch der "Plinius" seiner Tage.

## Botanik

In "**Kräuterbüchern**", großformatigen Folianten, wurden die Pflanzenformen beschrieben und oft abgebildet, wobei eine Vollständigkeit wenigstens für die höheren Pflanzenformen angestrebt wurde. Die Nutzung der Pflanzen als Heilmittel, als **Materia medica**, war gewiß vorrangiges Ziel und die Botanik deshalb meistens zunächst in der medizinischen Fakultät verankert, aber die Pflanzenformen wurden auch in ihren sonstigen Eigenschaften, ihrer Blütezeit etwa vorgstellt.

Vorläufer dieser Pflanzenwerke waren der lateinische "Herbarius" von 1484 und vor allem der "Gart der Gesundheit", der "Hortus sanitatis", schon ausgestattet mit Holzschnitten. Der deutsche Text des "Gart" stammt von JOHANN WONNECKE von KAUB (Dr. JOHANNES DE CUBA), verfaßt im Auftrage des Mainzer Domherrn BERNHARD von BREIDENBACH, gedruckt bei PETER SCHÖFFER (W. C. CROSSGROVE 1994). Zahlreiche Nachdrucke zeugen vom großen Interesse an der Pflanzenkunde.

Die Verfasser der "**Kräuterbücher**" untersuchten die beschriebenen Pflanzen so weit wie möglich **selbst**, ließen Zeichnungen anfertigen und diese auf die Druckplatten übertragen. Das wiederum setzte voraus, daß die Pflanzenbeschreiber die einzelnen Formen in die Hand bekamen, was Exkursionen, ja selbst weiterere Sammelreisen bedingte.

Deutlich wurde, daß die bei den antiken Autoren beschriebenen Pflanzen oft **nicht auf Formen in Mitteleuropa paßten**, also hier in Griechenland fehlende Gewächse vorkamen und umgekehrt manche mitteleuropäische Formen augenscheinlich im Mittelmeerraum fehlten. Pflanzenformen hatten also regionale Verbreitung.

In Frankreich erkannte das JEAN RUEL(LLIUS) (DIERBACH 1826) in Paris, der 1516 das in gutes Latein übersetzte Werk des DIOSKORIDES über die Heilmittel und namentlich die Pflanzen erscheinen ließ, selbst mit botanischen Kenntnissen ausgestattet.

Die "Kräuterbücher" des 16. Jh. wurden in Deutschland eröffnet mit dem 1530 zuerst erschienenem "Herbarium vivae eicones" des 1534 in Bern gestorbenen OTTO BRUNFELS (H. GRIMM 1955, J. STANNARD 1970), ausgestattet mit 238 Holzschnitten des Künstlers HANS WEIDLITZ. BRUNFELS war in Straßburg geweihter Priester, der aus dem Kloster Ebernburg floh, mit HUTTEN in Verbindung trat, floh, als Pfarrer, dann in die Schweiz.

1539 folgte das "Neu Kreutterbuch, von Unterscheeyd, Würckung und Namen der Kreutter, so in teutschen Landen wachsen" von JEROME BOCK (HIERONYMUS TRAGUS) (H. REICHERT 1987), in Hornbach bei Zweibrücken. Das Werk war

in der ersten Auflage noch ohne Abbildungen, in der zweiten 2-teiligen 1546 mit über 1300 angeführten "Arten" und 465 Holzschnitten vom Straßburger Künstler DAVID KANDEL. Der Verfassen BOCK hatte auch als Verheirateter eine Stiftsherrenstelle im Zusammenhang mit dem Kloster Hornbach bei Zweibrücken und diente hier eine Zeit lang als Lehrer, war dann protestantischer Pfarrer, kam zu Schwierigkeiten in der Gegenreformation, arbeitete zeitweilig auch als Arzt und starb, verbittert und schwindsüchtig, 1554. Pflanzen hatte er auf eigenen Wanderungen bis zum Odenwald und Spessart kennengelernt

Von besonderem Wert ist das **Kräuterbuch "Historia Stirpium**" von LEONHART FUCHS (u. a. F. J. SCHÖTZ 2005) von 1542 mit fast 900 Seiten, das 1543 auch in deutscher Sprache als "New Kreuterbuch ..." erschien. 1543, als auch das große Werk von VESAL erschien und die Druckausgabe vom Hauptwerk des COPERNICUS. FUCHS war 1501 in Wemding im Nördlinger Ries geboren worden. Er hatte Medizin studiert, erhielt 1526 eine Professur an der Universität Ingolstadt. FUCHS kommtentierte unter anderem antike medizinische Schriften und hatte auch Anatomie zu lehren, wobei er sich schon auf VESAL(IUS) stützte. 1528 wurde FUCHS in Ansbach Leibarzt des Markgrafen GEORG von Brandenburg und fand sich hier zum Luthertum. Im Jahre 1531 noch einmal an die Universität Ingolstadt zurückgekehrt wurde er hier wegen seines Luthertums mißliebig, erhielt 1533 sogar Vorlesungsverbot. FUCHS folgte 1535 einem Ruf an die Universität Tübingen, wo er bis zu seinem Tod 1566 wirkte. Auf Sammelexkursionen auch mit Studenten um Ingolstadt erfaßte er die Pflanzen, die er in einem eigenen Herbarium präparierte, auch für seinen Unterricht. FUCHS schreibt im Vorwort seines Kräuterbuches, wie er die Anfertigung der Abbildungen der Gewächse, die alle Teile von der Wurzel bis zur Blüte wiedergaben und wobei auch manchmal nicht gleichzeitig in voller Gestalt ausgebildete Teile, etwa frühe und spätere Blätter, kombinierrt wurden, selbst überwachte.

Das 1554 in Venedig gedruckte, sich stark an DIOSCORIDES anlehnende Kräuterbuches von P. A. G. MATTIOLI wurde das reichst illustrierte dieser Werke.

Weitere Kräuterbücher stammen von dem Niederländer REMBERT DODOENS, von ADAM LONICER(US) in Frankfurt am Main, MATHIAS DE LOBEL(IUS) (1570/71), CHARLES DE L'ECLUSE (CLUSIUS) (1576), ANDREA CAESALPINO (CAESALPINUS) (1583), JACQUES DALECHAMPS, JACOBUS THEODORUS TABERNAEMONTANUS (1588) sowie von GASPARD BAUHIN und JEAN BAUHIN, Mitglieder einer nach Basel übergesiedelten Hugenotten-Familie.

Die beschriebenen und abgebildeten Pflanzen entsprachen unseren Arten, jedoch existierte der "Art"-Begriff noch nicht und es wurde von "Genera" gesprochen, was damals nicht ganz der späteren Gattung gleich war.

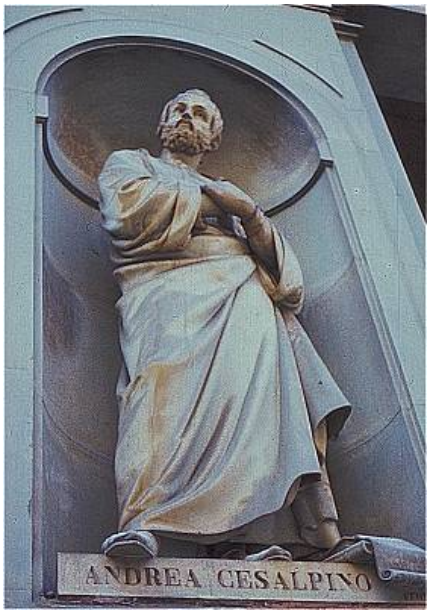


Abbildung 1028: CAESALPINO. Florenz, Uffizien.

Jeder Pflanze wurden **medizinische Wirkungen** zugeschrieben. Das konnte nur auf Spekulation beruhen. Gebracht wurden 1. die **Namen**, die aus dem Griechischen und dem Lateinischen stammenden, auch die zahlreichen damaligen Synonyme. Die Zahl synonymer Namen stieg mit der Zahl schreibender Autoren, 2. die "**Geschlechter**", die dem entsprechen, was im 17. Jh. als Arten, manchmal als Sorte bezeichnet wurde, 3. die **Gestalt**, also die morphologische Beschreibung. Als **Unterscheidungsmerkmal** dienten stark die **Blätter**, die schließlich vor allem medizinisch verwendet wurden und länger als die Blüten und selbst die Früchte zu sehen sind. 4. Die "**Statt seiner wachsung**", also der "Standort" eines Gewächses, 5. "**Zeit**", Jahreszeit des Blühens und Fruchtens, 6. "**Die natur und complexion**", das ist der Geschmack der verschiedenen Pflanzenteile, 7. "**Krafft und würckung**", das ist die behauptete Wirkung als Heilmittel.

Die **Anordnung der Pflanzen(arten)** in den "Kräuterbüchern" erfolgte zunehmend nach äußerer Ähnlichkeit, das heißt die Gräser und grasähnliche Pflanzen, die mit Dolden ausgestatteten Gewächse mit nicht nur den heutigen Doldengewächsen, die Pflanzen mit nesselartigen Blättern und andere ähnliche Formen wurden zusammengestellt. Wegen der Zusammenstellung der Pflanzen oft nach der Blattform passierte es jedoch, daß beispielsweise der Wiesen-Knöterich (Polygonum bistorta) und die zu den Farnpflanzen gehörende Natternzunge (Ophioglossum vulgatum) wegen ihrer äußerlich ähnlichen "Blätter" unmittelbar hintereinander angeordnet wurden. In den **neuentdeckten Weltteilen** gefundene Pflanzen wurden schließ-



Abbildung 1029: Botan. Garten Padua 2000.

lich auch gebracht, besonders die nach Europa eingeführten wie Mais oder Gartenpflanzen.

Pflanzengärten mit nicht nur Küchengewächsen gab es bereits in Klöstern oder als Privatbesitz. Unter dem Datum des 20. August 1546 wurde LUIGI ANGUILLARA als Direktor des botanischen Gartens an der Universität Padua eingesetzt, hier, andem **ersten botanischen Gartens an einer Universität** überhaupt.

Botanische Gärten (R. H. GROVE 1995, S. 76) wurden in der folgenden Zeit an Universitäten eingerichtet um 1547 in Pisa, 1567 Bologna, um 1587 Leiden und Amsterdam. Im Dezember 1593 wurde unter BELLAVAL (L. DULIEU 1970) ein botanischer Garten in Montpellier eingerichtet, der in den Religionskriegen aber nochmals verwütset wurde. 1597 folgte Heidelberg. Stark beteiligt an botanischen Gärten war der mit vielen Botanikern in Kontakt stehende CLUSIUS. Er richtete ein den Hortus Medicus von Kaiser MAXIMILIAN II. in Wien und 1593 den in Leiden. Letzterer wurde mit führend bei der Aufnahme von Pflanzen aus anderen Weltgegenden. Botanische Gärten in Europa wurden in 4 Teile **gestaltet, nach den 4 Weltteilen**, also noch nicht Australien. Etwa in Padua blieb das erhalten.

Gepreßt und getrocknet konserviert wurden Pflanzen in den ebenfalls in dieser Zeit aufkommenden "**Herbarien**", den "Hortus siccus" (Trockengarten).

## Gelehrte in weniger zentralen Städten in der Renaissance, besonders auch in Sammeltätigkeit, in Botanik und Zoologie

Auch in mittleren, ja kleineren Städten wirkten im 16. Jh. mit seiner weiter verbreiteten Bildung forschende Gelehrte, namentlich Gymnasiallehrer, Apotheker oder Stadtphysiki. In mancher Stadt wirken Alchemisten. Am Gymnasium von St. Dié in Lothringen wurden die neuen Entdeckungen in geographische Karten eingetragen. Die "Kräuterbuch"-Verfasser waren nur teilweise Universitätsgelehrte. Etliche an Zoologie und Botanik interessierte Männer befaßten sich mit der einheimischen Fauna oder Flora, stellten wenigstens Verzeichnisse von ihr zusammen, waren so etwas wie verdienstvolle "Heimatforscher". Sie konnten, zumindestens wenn denn die Bedingungen nicht anders waren, nicht nach höchsten Ruhm streben, sondern erfreuten sich als Zulieferer bedeutenderer Geister.

Das galt für den 1518 in Dresden geborenen JOHANNES KENTMANN (H. PRESCHER 1975), zwischen 1550 und wohl 1562 Stadt -, Land- und Schulphysikus in Meißen und dann bis zu seinem Tode 1574 Stadtphysikus in Torgau (R. ZAUNICK 1915). Als Student hatte KENTMANN 1547 – 1549 Italien besucht, in Gärten in Rom und vor allem bei zeitweiser Beschäftigung im botanischen Garten in Padua auch außereuropäische Pflanzen kennengelernt und diese abgebildet (S. KUSUKAWA 2009), 1970 wiederenteckt. Später sammelte KENTMANN heimische Gewächse, schön abgebildet von dem Torgauer DAVID REDTEL, aber das beabsichtigtes 'Kreuttterbuch' erreichte nur den Manuskriptzustand. An den großen GESNER in Zürich, den er auf der Rückreise von Italien 1549 besucht hatte, sandte KENTMANN (H. PRESCHER 1975) seine Fischfauna der mittleren Elbe und GESNER veröffentlichte sie 1556 und leicht verändert 1560. Ebenso veröffentlichte GESNER KENTMANNs Mineralienkatalog, 1.608 Stücke von 135 Fundorten.

Infolge eines Unfalls mit einem Pferde war 1544 jung gestorben, mit 29 Jahren, der in Erfurt geborene VALERIUS CORDUS (S. SEYBOLD 1987), der immerhin einer der frühesten Floristen in Südwestdeutschland war, auch einzelne Standorte angibt und seine Notizen GESNER zukommen ließ. CORDUS suchte Pflanzen auch an schwer zugänglichen Stellen, an Felsen und in Schluchten. Er beschrieb etwa die allerdings nicht seltene Schuppenwurz, späterer Name *Lathraea squamaria L.*, eine fleischig-rote parasitische Pflanze im Frühlingslaubwald und die "Moschatelle", die heutige *Adoxa moschatellina L.,* das Moschusblümchen, ebenfalls im Frühlingswald, eher unscheinbat grüngelb blühend..Von CORDUS stammt, posthum, auch die **erste deutsche Pharmakopoe**, also ein Arzneimittel-Verzeichnis, der 'Dispensatorium Nurimbergense' von 1546 (M. R. KESSELMEIER 2008).




Abbildung 1030: Torgau, am Haus KENTMANNs.

Früher Florist eines begrenzten Territoriums in Deutschland war JOHANNES THAL, Arzt zuerst in Stendal, dann Stadtarzt in Stolberg im Süd**harz** und ab 1581 in Nordhausen. Seinem Freund JOACHIM CAMERARIUS in Nürnberg sandte er auf dessen Wunsch ein nach THALs Tod gedrucktes Verzeichnis der Pflanzen, die "in den Harzbergen und deren Umgebung wild wachsen". Für seltenere Pflanzen wurden auch von THAL einzelne Standorte angegeben, was von Exkursionen zeugt.

In der Ober-Lausitz veröffentlichte der als Stadtarzt in Kamenz und dann in Bautzen tätige JOHANNES FRANKE ein 1188 Nummern umfassendes Pflanzenverzeichnis, den "Hortus Lusatiae" (Garten der Lausitz). Kultur-und Garten-Pflanzen werden ebenfalls aufgeführt. Für etliche Pflanzen wird auch die sorbische (wendische) Bezeichnung angegeben.

Der eine der Begründer der Chemie, LIBAVIUS, war zuletzt Gymnasiallehrer in Coburg. In verschiedensten Städten wohnten die technischen Schriftsteller.

Auch an Universitäten wurden regionalere Florenwerke angestrebt und nicht nur allumfassende. In Montpellier starb PIERRE RICHER DE BELLEVAL (L. DULIEUR 1970 a) über dem geplanten **Herbarium des Languedoc**. Platten zur bebilderung waren schon vorhanden.

## Pflanzen aus Übersee – besonders als Arzneimittel

Reisen in alle Welt – das brachte nicht nur Gewürze, sondern auch **Arzneimittel**, also Wurzeln, Rinde, Harze, getrocknete Blätter, die zunehmend in europäische Apotheken kamen und hier vielfach weiterverarbeitet wurden. Oft wußter man nicht, von welchen Pflanzen sie stammten. Pflanzenkundige fuhren nach Übersee, um dort heimische Heilmittel zu finden, oft angeleitet von Einheimischen.

Die spanischen Eroberungen in Südamerika wurden gerechtfertigt durch den auch dort gewesenen Chronisten GONZALO FERNA´NDEZ DE OVIEDO (F. BETHANCOURT 2007, Wikipedia), der 1535 in der "Historia General y Natural de las Indias" auch eine Beschreibung der dortigen Naturschätze liefert. Eine Flora der neuen Welt stammt 1565 von dem in Sevilla wirkenden Mediziner NICOLAS BAUTISTA MONARDES (F. GUERRA 1874), der Kinder in Amerika hatte und von Schiffen nach Sevilla mitgebrachte Gewächse erschloß. Der Franziskaner ANDRE´THEVET (F. BETHENCOURT 1991) war kurz in Brasilien, bevor er Beichtvater bei KATHARINA von MEDICI wurde. Die Genannten berichteten etwa über **Maniok, Coca, Kakao, Cassava, Avocado, Kokosnuß, Guavas**, die gegen die Syphilis benutzte **guayacan/Guajak**. Nach Mexico war von PHILIPP II. gesandt worden FRANCISCO HERNANDEZ (dto. S. 131).

Die Arzneipflanzen **Ostindiens** erschloß dort vor allem im portugiesischen Goa GARCIA D' ORTA (R. H. GROVE 1995, A. G. KELLER 1974), der dort, mit Dauerwohnsitz und Garten ab 1538, Leibarzt des portugiesischen Vizekönigs war. 1563 wurde in Goa gedruckt sein Werk "Coloquios dos simples e drogas he causas medicinais da india ..." , ein Werk in Dialogform, mit der Beschreibung von über 60 Pflanzen, wobei er namentlich die Heilpflanzen Indiens zu erfassen suchte. Beschrieben wurden etwa **Aloe** und **Mango**. Inder, die ihm halfen, waren mit antiker Medizin bekannt. CLUSIUS übersetzte in Europa das Buch ins Lateinische. D' ORTA war Jude, war trotz seiner Konversion zum Katholizismus wegen der Verfolgungen der Juden in seiner Heimat nach Ostindien ausgewichen. Die Familie wurde in Indien beschuldigt, geheim weiterhin jüdische Rituale zu pflegen, und die Inquisition verbrannte einer seiner Schwestern, grub die Überreste des 1568 verstorbenen D' ORTA aus und vebrannte sie ebenfalls (W. E. BURNS 2001). Ebenfalls in Ostindiens sammelte CRISTOVAL ACOSTA (J. SEIDE 1933), der einmal Soldat in Ostindien gewesen war, 1569 Arzt im kgl. Krankenhaus in Cochin wurde und 1576 - 1587 als Arzt und Chirurg in Spanien in Burgos wirkte (F. BETHENCOURT 2007, Wikipedia).

Bis nach **Mesopotamien**, in das Mündungsgebiet von Euphrat und Tigris, reiste 1573 bis 1576 LEONHARD RAUWOLF.(K. H. DANNENFELDT 1975, F. RATZEL 1888). Sohn eines Augsburger Kaufmanns, hatte RAUWOLF in Valence und

Montpellier studiert, wurde Arzt schließlich in Kempten. Mit Gefährten reiste er teilweise verkleidet über Aleppo, Bagdadm besuchte die Ruinen des alten Babylon (E, KLENGEL-BRANDT 1982, S. 14), und kehrte zurück über den Libanon und Palästina, wobei er unterwegs Gefährten durch Schiffbruch und Gefangenschaft bei den Türken verlor. Arzneipflanzen, "Simplicia", suchte RAUWOLF "mit vieler Mühe und Gefahr zusammen" (ZEDLER 30, 1741, Spalte 1169), ein reiches Herbarium, das noch im 18. Jh. benutzt wurde, und beschrieb auch andere Pflanzen. Medizinischer Berater des venezianischen Konsuls in Kairo war 1580 bis 1583 PROSPERO ALPINI (J. STANNARD 1970), der über Pflanzen **Ägyptens** schrieb (1592), über Kaffee und Bananen. 1593 Professor der Botanik in Padua zog er hier auch orientalische Pflanzen heran.

Aus dem aus Indien nach Europa eingeführten **Benzoeharz** stieg beim Erhitzen Benzoësäure empor, also wurden durch die Substanzen auch organische Substanzen erhalten.

## Medizinisches - auch neue Herausforderungen - Syphilis

Die **Medizin** wurde auch mit neuen, **in der Antike offensichtlich nicht bekannten Krankheiten** konfrontiert. Allen voran war das die **Syphilis**, die Krankheit so mancher Renaissancemenschen. Auch damit erschien die Antike, erschienen HIPPOKRATES und GALEN, als unzureichend in ihren Kenntnissen. Die Syphilis der Renaissance knickte manche führenden Gestalten recht rasch, wohl Papst JULIUS II. wie CESARE BORGIA, auch HUTTON, knickte rascher als Jahrhunderte später, als Komponisten wie SCHUBERT und DONIZETTI und der Philosoph NIETZSCHE sich nicht nur ziemlich lange vollenden durften, sondern ihre mentalen Leistungen sogar auf Förderung durch Syphilis zurückgeführt wurden. Syphilis-Heilung habe dann Geister veröden lassen? Syphilis - das war so etwas wie Aids im 20. Jh. In der Renaissance galt Quecksilber, das als Dampf so giftige, als das beste Syphilisheilmittel. GIROLAMO FRACASTORO, Astrologe und Arzt in Verona, prägte in einem Gedicht über den leidenden antiken Hirten Siphilus nicht nur den Begriff 'Syphilis', sondern meinte in seinem Werk 'De contagione' auch die Ursache zu kennen: winzige durch die Luft übertragbare Ansteckungsstoffe, die sich auch vermehrten (K. SIMON 1991, S. 209). Mikrobiologen sahen in FRACASTOTO ihren Vorfahren, desse Idee von krankmachenden Materien sie bestätigen konnten. Man hat auch gemeint, daß in der Renaissance nicht nur der Geschlechtsverkehr mit Syphilis anstecken konnte, sondern gar der Händedruck. Aber Syphilis hat wohl den im späten Mittelalter häufigen Badestuben mit ein Ende bereitet. In Frankfurt wird für 1387 von 29 Badestuben berichtet, für 1555 noch von 2 (E. ISENMANN 2012, S. 116).

Diskutiert wurden neue Heilmittel, so das Antimon. AGRICOLA grub aus der antiken Literatur **mineralische Heilmittel** aus, die man lange nicht mehr benutzt hatte und die nunmehr wieder empfohlen wurden.

## Chemische Vorstellungen und Kenntnisse

Der "Elementen"-Begriff wurde beibehalten, aber etwa von **PARACELSUS** (P. WALDEN 1941) gefragt, ob denn die 4 Elemente der Antike die wirklichen Elemente sind. PARACELSUS nahm 3 andere Elemente an: Salz, Quecksilber, Schwefel. Der Element-Begriff verschob sich gemäß etwa W. OSTWALD 1908 auch zum **Konkret-Stofflichen**, obwohl nicht etwa die realen Substanzen Kochsalz, Quecksilber, Schwefel, sondern ihnen vermeintlich zugrundeliegende Prinzipien gemeint waren, also eher philosophische "Salz", "Quecksilber","Schwefel" (M. SUTTON 2011). Der 1541 in Salzburg verstorbene PARACELSUS war einer jener, die sich vom antiken Schrifttum möglichst völlig verabschiedeten und die Dinge aus eigener Anschauung zur Kenntnis nehmen wollten. Auf PARACELSUS läßt sich die für den Umgang mit Substanzen und vor allem mit oral einzunehmenden Arzneimitteln wichtige Feststellung zurückführen, daß 'es **die Dosis macht**', also die Menge, ob also eine Substanz, ein Pflanzenpräparat etwa, als Gift wirkt oder heilt. PARACELSUS wirkte weit in das 17. Jh., auch in England und anderswo, wurde viel diskutiert, blieb umstritten. Seine Elementen-Auffassung wurde schon wegen des Unterschiedes zu ARISTOTELES diskutiert und regte BOYLE zu seinen Überlegungen an (M. SUTTON 2011).

Im 16. Jh. wurde manche bisher unbekannte Substanz erhalten. Alkohol und Schwefelsäure ergab den an seinem berauschenden Geruch kenntlichen "**Äther**".

Silber wurde im **Amalgamations-Verfahren** unter Verwendung von Quecksilber gewonnen. Aus dem dabei entstehenden Silber-Amalgam wurde das Quecksilber abgedampft (K. BRODERSEN 1982). Mehr Quecksilber mußte gewonnen werden. Silber diente neben anderem etwa für vorzügliche Spiegel, indem etwa auf Kupferscheiben ein Silberspiegel erzeugt wurde.

PARACELSUS wie andere, die sich teilweise noch als "Alchemisten" bezeichneten, so im 17. Jh. FRANZ SYLVIUS DE LA BOE, sahen als Ziel der Alchemie die Herstellung von Heilmitteln, "arcana", vertraten die **Iatrochemie** oder **Chemiatrie** (W.-D. MÜLLER-JAHNCKE 2005), die Herstellung anorganischer Heilsubstanzen, Metalle oder Metall-Verbindungen. Anhänger der neuen chemischen Heilmittel standen gegen Gegner, letztere etwa an der Medizinischen Fakultät in Paris (A. G. DEBUS 2003). Viel Hoffnung setzte man zeitweilig, nicht unwidersprochen, auf das **Antimon**, und es erschien unter dem Pseudonym BASILIUS VALENTINUS

1604 die Schrift "Triumphwagen Antimonii", von JOHANN THOELDE. Von dem Iatrochemiker OTTO TACHENIUS/TACKE (Wikipedia) aus Herford, erschien 1666 in Venedig das Buch 'Hippocratus Chimicus'. TACHENIUS erklärte, daß alle Substanz Säure oder Base ist. In den Niederlanden war der FlechtenFarbstoff 'Lakmoes'/'Lackmus bekannt, wobei diese Flechten nicht in Europa vorkommen. Lackmus wurde als Indikator für sauer oder basisch benutzt, aber auch andere gefärbte Pflanzenteile, wie Blütenblätter, konnten sich eignen.

Als **heilend** angesehene **Mineralwasser** erhielten über die weiteren Zeiten bleibende Aufmerksamkeit und suchte man die in ihnen gelösten Substanzen zu erfassen.

## Physik - noch mit Magie

Noch gab es nicht die in der 'Wissenschaftlichen Revolution' mit GALILEI und der nüchternen Physik, sondern war neben mancher Erfindung mit Magie verknüpft, wie das Wirken und Leben des vielseitigen, als Universalgenie geltenden, auch als Alchemist, Astrologe und Verfasser von Theaterstücken damals Aufsehen erregenden GIAMBATTISTA DELLA PORTA zeigt (K. SIMON 1991, S. 144 ff.). 1535 geboren in einer Adelsfamilie Neapels und nach mancher Querelei auch mit der Inquisition 1615 gestorben, hatte er vor allem in der Optik fördernd gewirkt und um 1570 die **Camera obscura** erfunden. In einem Kasten mit engem Verschluß wird ein Bild der Außenwelt an die Rückwand geworfen. Maler wie CANALETTO malten später an der Rückwand eines menschengroßen Camera obscura-Kastens die dorthin projizierte Außenansicht, etwa Städtebilder.

**Renaissance - die Zeit der Veränderungen, der Widersprüche - und als Gegenseite von Kunst und Wissenschaft auch furchtbarer Verfolgungen und Tötungen**

## Phantastisches, Okkultes, "Aberglauben" bei den Gelehrten der Renaissance und des Barock

Damals, als viel Neues entdeckt wurde und vieles in Zweifel geriet, blieb mehr als jemals offen, was alles noch nicht gewußt wird. Angesichts ständiger Entdeckungen etwa in Übersee mußte gefragt werden, was noch hinter dem Gefundenen existiert. SHAKESPEAREs Prinz Hamlet sprach gemäß dem Zeitgeist, wenn er meinte, daß es noch mehr Dinge zwischen Himmel und Erde gibt, als unsere Schulweisheit sich träumen läßt, jedenfalls der bisherigen "Schulweisheit".



Abbildung 1031: Hamletschloß Helsingör 2001.

Das 16. Jh war auch das Jahrhundert von NOSTRADAMUS. Im Jahre 1632 meinte der Kritiker der Hexenprozesse FRIEDRICH VON SPEE (Ausgabe 1985, S. 3): "daß die Natur viel Wunderbares birgt, das dann zum Erstaunen derer ans Tageslicht kommt, die nichts ahnen von ihrem Reichtum" und dann womöglich solche Erscheinungen Zauberei zuschreiben.

Es wurden viele Dinge akzeptiert, die unter späterer kritischerer Betrachung dem Aberglauben, dem **Okkultismus** zuzurechnen waren. Der französiche Wissenschaftshistoriker ALEXANDRE KOYRÉ (s. 1998) etwa sah in der Anerkennung so vieler zweifelhafter Behauptungen in alten Schriften, im **Okkultismus,** sogar ein Hauptmerkmal der Renaissance des 15. Jh. Aber was gab es an damals Unerklärlichem, das man mochte 'okkult' nennen, obwohl es eindeutig ein Pänomen war: Die Anziehung von Eisen durch einen Magneten, die Bleichwirkung des Sonnenlichtes (S. SHAPIN 1998, S. 54 ff.). Aber angenommen wurde auch, daß jeder Pflanze eine spezifische Heilkraft zugeschrieben wurde und daß an der Blattgestalt, etwa nieren- oder lungenähnlich, die Wirkung auf bestimmte Organe abgelesen werden kann. Der **Natur** wurde **manche Kraft** zugeschrieben, auch 'spielerische Kraft', 'natura ludens', und wurden **Fossilien** nicht als von ehemals lebenden Organismen stammende Gebilde angesehen, sondern oft als '**Naturspiele'**. Aber noch bis weit in das 19. Jh. wurde auch für höhere Organismen **Spontanentstehung**, Urzeugung', 'generatio spontanea', angenommen. Um noch ein Einzelbeispiel anzuführen: der keineswegs große Fisch Schiffshalter, der sich unter Wasser an Schiffsrümpfen ansaugen kann, sollte die Fortbewegung von Schiffen hemmen - was mit einer magischen Kraft erklärt wurde, so bei POMPONAZZI (B. P. COPENHAVER 1992). Nicht wenige rechneten mit dem Einfluß der Sterne auf das irdische Leben einzelner Menschen. Eine ganze Schar dem nicht auf klare Phänomene be-



Abbildung 1032: RUDOLF II. Bautzen, Reichenturm, 1593.

grenztem Okkultismus zuneigender Personen tummelte sich am Hofe solcher Kaiser wie MAXIMLIAN I. (H. WIESFLECKER 1986) in Wien und später des Kaisers RUDOLF II. in Prag, der sich zahlreichen Alchemisten umgab.

Propheten wie NOSTRADAMUS, Okkultisten wie AGRIPPA VON NETTESHEIM oder auch der an Hexen glaubende PICO DELLA MIRANDOLA gehören in das Zeitalter wie die vorwärtsweisende sachliche Wissenschaft. In unbestimmter Zeitangabe von vielleicht abgesehen dem eher datierbaren "Auerbachs Keller" siedelte GOETHE seinen auch dem Okkulten anhängenden "Doktor Faust(us)" an.

Es gab etwa bei dem Chemiekundigen LIBAVIUS 1597 durchaus das **Bestreben**, **sich von Okkultem**, von Nicht-Erwiesenem, **abzugrenzen**, aber auch bei ihm erscheint vieles, was später als 'okkult' zu bezeichnen war. In seinem Bemühen um Abgrenzung schrieb LIBAVIUS im 'Vorwort' von seinem Buch 'Alchemia' (in 1964, S. XVI/XVII): "Ausgelassen habe ich Magisches und Abergläubisches über magnetische Erscheinungen, über die Effekte der Imagination, den Homunkulus, über Figuren auf "Gemmen" usw.; auch habe ich nicht darüber aufgenommen, wie sich durch chymische Putrifizierungen aus Brot und Wein oder Samen in einem kleinen Arkanumofen ein Mensch fabrizieren lasse. Ich habe auch die rechtschaffene Scheidekunst nicht durch Gaukeleien über die Erzeugung von Bäumen und Vögeln aus Asche besudelt. Das sind Auswürfe paracelsischer Ruchlosigkeit und Lüge."

In **Okkultismus** und auch Hexenwahn gibt es **zunächst**, bis ins 18. Jh., **keine**

**graduelle Abnahme**, keine allgemeine Besserung der Sachlichkeit mit der fortschreitender Zeit. Im Gegenteil, im 17. Jahrhundert, in der Barockzeit, dem Zeitalter des Dreißigjährigen Krieges in Deutschland, nehmen ungeachtet von GALILEI und HARVEY vielerorts und gerade in Deutlands Wunderglaube und Akzeptanz ungeprüfter Dinge zu. Selbst die jungen nordamerikanischen Kolonien sind davon nicht frei. Um 1659 etwa glaubte der steirische Arzt ADAM VON LEBENWALDT bei 26 Krankheiten an Heilung durch in den Mägen mancher Gemsen gefundene kugelartigen Gebilde. Sie sollten auch unsichtbar, unverwundbar und kugelfest machen (MAYER_KAINDL 1960, S. 162). Und wie mancher Landsknecht zog wohl mit der Annahme von Kugelfestigkeit durch Talismane und Zauber in die blutigste Schlacht. Am Ende des 17. Jh. kommt dann mancherorts der Umschwung, die umfassendere Kritik am bisher Angenommenen.

In Zeiten der Entdeckung von fast geheimnisvollem Neuen im 19. Jh., mit schließlich Radiowellen und Röntgenstrahlen, warteten manche hochrangigen Gelehrte auch auf hinter den bisher geklärten Dingen Stehendes, im psychischen Bereich. Sie nahmen an spiritistischen Sitzungen teil (W. H. BROCK 2008) und hielten die 'Medien', die spiritistischen, nicht für Betrüger. Was gibt es, was wir nicht wissen - nach so vielen neuen Entdeckungen.

## Organisierte Gegenreformation - Jesuiten und Trient - der Kampf über Jahrhunderte

Jahrzehnte, ja Jahrhunderte lang war in der Katholischen Kirche um Reformen gerungen worden. Vergeblich! Nun waren in Deutschland etwa 2/3 der Bischofs- und Erzbischofssitze verschwunden (H. KELLENBENZ 1976). Trotz allem Reformierens, dem Verlust ganzer Länder weg von der Papstkirche: **der Katholizismus war noch nicht am Ende**! Und der Katholizismus und seine ihm anhängenden Herrscher und Eliten waren nicht überall wie zunächst in Deutschland mit dem Augusburger Religionsfrieden 1555 einverstanden. Die Verteidung des Katholizismus war schon im Gange als der Augsburger Religionsfrieden zustandekam. Der Katholizismus konnte **mit Erfolg zurückschlagen**. Und der **Protestantismus** begegnete **ebenso kämpferisch**. Europa kam in eine **über zwei Jahrhunderte** dauernde, durch viele Kämpfe und Härten und zerstörte Menschen ausgezeichnete Periode des **Ringens zwischen Reformation und Gegenreformation**. das Zeitalter des 'Konfessionalismus', in seiner Durchsettungsfähigkeit und Haltung ganz anders als den religiös lockeren Zeiten ab dem 18. Jh. in gebildeteren Kreisen vorstellbar war. Auch Amerika blieb nicht unberührt. In **manchen Staaten** gab ein Ringen zwischen Bürgern, gab es **Bürgerkrieg**. Anderswo wurde die eine oder andere Konfession mit viel oder weniger Gewalt verbindlich durchgesetzt. Die ge-

dankenoffene Renaissance der 14. und 15. Jh. erfuhr ein mancherorts grausames Ende und es fehlte dann an dem Lachen der Antike.

In einer Privatinitiative entstand **1539** ein Orden, die sich nach Jesus nennenden **Jesuiten**, die sich, nicht ohne in Rom zunächst auch verdächtig zu sein, in den Dienst des Katholizismus und seiner Wiederherstellung stellten. Ein im Krieg verwundeter baskischer Adliger, IGNATIUS LOYOLA, ging in sich und gründete nach der Gewinnung etlicher Anhänger in Rom den Orden, der sich die unbedingte Verteidigung der Papsttums und der damit verbundenen Christenlehre zum Ziel setzte,

Auch die päpstliche katholische Kirche nahm die protestantische Herasuforderung an, um endlich, endlich zu 'reformiern', In **Trient** wurde in einem **1545** einberufenen und in 3 unterbrochenen Sitzungsperioden, zuletzt 1562/1563, tagendem **Konzil** nachzuholen versucht, was bisherige katholische Reformversuche nicht zuwege gebracht hatten. 'Trient' vollbrachte, an was 'Konstanz' und 'Basel' versagt hatten. Es kam zu jener religiös-kirchlichen und auch politischen Bewegung die unter dem Namen "**Gegenreformation**" läuft, ein auf den im 19. Jh. wirkenden Historiker LEOPOLD von RANKE zurückgehender (R. R. HEINISCH 1991, S. 15), also moderner Begriff der Geschichtswissenschaft. Der Terminus kann insofern zum Irrtum verleiten, als diese 'Gegenreformation' zwar gegen die lutherische Reformation gerichtet war, damals nur gegen diese, aber ihrerseits auch eine 'Reformation' darstellte, eine 'Reformation' der katholische Kirche. Trient, ein Fürstbistum, lag auf kaiserlichem Territorium. Das Konzil war zunächst gedacht als eneuter Versuch, die Einheit der christlichen Kirche wiederherzustellen (L. VON RANKE). Von damals etwa 600 europäischen Bischöfen erschienen 1545 etwa 36 in Trient, dazu theologische Berater (D. MAC CULLOCH 2010, S. 317). Das Konzil von Trient hat sich dann auf die Festlegung der Dogmen der katholische Kirche beschränken müssen, hier aber ganze und bleibende Arbeit vollbracht. Die **Beschlüsse von Trient,** die für die Jesuiten maßgebend waren, sollten durchgesetzt werden und das wurde unter den Katholiken auch erreicht. Ja die südlichen Länder Europas sowie Polen und einige weitere Regionen wurden für den Katholizismus **so gut wie voll wiedergewonnen.** Gegen die anti-päpstlichen Länder in der Mitte und im Norden blieb die Abgrenzung und es konnte im Dreißigjährigen Krieg vor allem nur etwa Böhmen re-katholisiert werden.

Aller katholische Sieg geschah notfalls mit Gewalt, mit Hilfe auch der Inquisition. Ähnlich wird MAO TSE TUNG im 20. Jh. sagen: Bestrafe einen und erziehe Tausende! Ernüchternd wurde das Kircheninnere des siegreichen Protestantismus, so, wie es in mediterranen Ländern undenkbar schien und jene Nüchternheit war wohl nicht jedermanns Sache und gab den neuen Kirchenbauten Sinn und Auftrieb. Wie die Dinge auf den einzelnen Menschen wirken konnten, hat SCHILLER dichtersisch



Abbildung 1033: Trient: Dom. 1990.

und doch wohl wirklichkeitsentsprechend dargestellt, wenn er den als Protestand aufgezogenen jungen, nun zum Katholizismus bekehrten Mortimer zur todesbedrohten 'Maria Stuart' nach England zurückgekehrt aus Italien sagen läßt:

"Es war die Zeit des großen Kirchenfests.

Von Pilgerscharen wimmelten die Wege,

Bekränzt war jedes Gottesbild. es war,

Als ob die Menschheit auf der Wandrung wäre,

Wallfahrend nach dem Himmelreich - Mich selbst

Ergriff der Strom der glaubensollen Menge

Und riß mich in das Weichbild Roms -

..."

Wie erbärmlich wirkt demgegenüber der nüchterne calvinistische Kaufmann, der unter Tanz- und Theaterverbot ständig seinen Reichtum nachrechnet und dabei abschätzt, wie hoch er wegen seiner Erfolge in der Gunst Gottes stehen mag. Bunt ist der Katholizismus auch in deutschen katholischen Ländern, läßt auch alte Gebräuche christianisiert zu, schön für viele.

Nicht von der Bibel gedeckt war der von den Jesuiten ab 1554 forcierte **Kult um Loreto**. Engel sollten im 13. Jh. nach der endgültigen Niederlage der Kreuzfahrer im Orient das Wohnhaus der Familie des Jesus nach einigen Zwischenstationen in Loreto bei Ancona abgesetzt haben. Es wurde mit einer großen Basilika um-



Abbildung 1034: Ostern in Franken, Königsberg.

geben und, nun im Inneren dieses Kirchenbaues, mit einer Renaissancefassade geschmückt (Wikipedia 2014). Wallfahrten setzten ein. Und in zahlreichen Orten kam es zu Loreto-Nachbau, nach 1620 auch mit der Rekatholisierung in Böhmen. Das Loreto-Phänomen ist wohl eine der größten religiösen Verrücktheiten. Wenn man es ernst nimmt. Selbst in der Kirche spricht man von Legende.

**Für die Wissenschaft** und auch die Naturwissenschaft, gerade im Aufstreben, hatte **diese Gegenreformation Auswirkungen.** Erziehung sollte maßgebliches Mittel der Heranbildung einer dem Katholizismus treuen Intelligenz sein. Unter Mithilfe katholischer Landesfürsten kaperten die Jesuiten etliche einst von den Städten gegründete Universitäten, in Ingolstadt etwa, in Köln und Trier (H. KELLENBENZ 1976), und gründeten nahezu neue Universitäten in Dillingen und Würzburg. Dillingen war 1549 Hohe Schule, 1551 Universität, 1563 durch die Jesuiten katholische Musteruniversität (K. BOSL 1976). Vor allem Jesuiten wurden an diese Universitäten berufen und übernahmen die Lehre vor allem in der Artistenfakultät und der Theologie. Eintretende Studenten mußten ab 1565 den Eid auf die Glaubensartikel von Trient leisten. Vorstudienanstalten sollten zum Universiätsstudium hinführen. Latein wurde verbindliche Sprache. Auch Theater im jesuitischen Sinne wurde betrieben. Im Jahre 1616 gab es über 13.000 Jesuiten (K. BOSL 1976). 1616 unterhielt der Orden in Europa gegen 372 Kollegien. Zum Gehorsam verpflichtet. "Mut hat auch der Mameluk, Gehorsam ist der Christen Schmuck" wird es einmal SCHILLER ironisieren. Eine beträchtliche Zahl davon

immerhin geistig beweglicher als viele andere Männer im Dienste der Kirche.

## Die Konfessionalisierung

Im Leben der Bürger wie im also Leben der Wissenschaftler, in der Regierung der Staaten, und also etaistisch geprägt, spielte die herrschende, verordnete, von den Verträgen über die Konfession gestattete Konfession eine bestimmende Rolle, und es waren namentlich **3 vorherrschende Konfessionen**; 1. der durch 'Trient' gestärkte **Katholizismus**. 2. der **lutherische Protestantismus**, besonders im Norden, 3. der Protestantismus der **Reformierten**, bes. als **Calvinismus**, mit besonderer Strenge in Genf. Etliche Historiker sprechen gar vom '**Zeitalter des Konfessionalismus**'. Für die einzelnen Konfessionen kam im Interesse der Bindung oder Kontrolle ihrer Bekenner und Anhänger die notwendige Festlegung oder auch Wiedergewinnung **klarer theologischer Vorstellungen** (s. a. **F.** MAUTHNER 1959, S. 236), vermittelt in Bildung, Riten, Predigten, dem meistens neu geschaffenem geistlichen Liedgut und der Musik überhaupt, auch in Sprachbeeinflussung, wahrgenommen von den Multiplikatoren, also den Geistlichen. Geistliche schufen manche Kirchenlieder. Auch die nicht mehr im wesentlichen einzige katholische Konfession hatte sich klar in ihrem nunmherigen Inhalt auszudrücken. Die im Staat einheitlich velangte Religion diente der Schaffung des 'homogenisierten Untertanenverbandes', diente der 'Sozialdisziplinierung'.

Immer wieder gab es auch Abweichungen, sogar in manchen Regionen herrschend werdende, die der Sozianer, die der Arminianer. Der **Sozianismus**/Sozianismus (F. MAUTHNER 1989, S. 600 ff.), eine weitere Reformation in und nach der lutherischen Reformation, bedeutete in vielem die Wiederbelebung des Arianismus mit dem allein göttlichen Gott, stand **gegen die** als allein gültig erhobene **Trinitätslehre**. Der Sache nach finden sich die Gedanken bei SERVET. Begründet und benannt wurde der Socinianismus durch den 1562 gestorbenen LELIO SOZZINI, der von der Hinrichtung SERVETs erschreckt nur sehr vorsichtig sprach und mit lutherischen und calvinistishen Theologen in verkehrte. Ausgebaut wurde der Socinianismus durch seinen 1539 in Siena geborenen Neffen FAUSTUS SOCINUS. Weiter ausgebaut wurde das durch FRANCESCO PUCCI (S. 601 ff.). Man berief sich wie einst LUTHER auf die Bibel, deren göttliche Herkunft nicht bezweifelt wurde (S. 606). Gelehrt, und in Schriften mitgeteilt wurde etwa: Es gibt, wie im Islam und im Judentum, nur einen Gott. Die Menschen waren von Anfang an sterblich und der Tod kam nicht mit dem Sündenfall, es gibt wie bei dem als Ketzer gesehenen antiken PELAGIUS keine 'Erbsünde und mußte keinen Gottes'sohn' geben und für Menschensünden sterben, gab also keine Inkarnation, also Fleischwerdung Gottes, über die Verwesung kommen die Stoffe des gestor-

benen Körpers in Pflanzen und in neue Menschenwesen und gibt es also einen Kreislauf der Stoffe, nach PUCCI waren auch die ungetauften und somit alle Menschen selig, Manche sahen in der Christus-Anbetung gar einen Götzendienst. **Für viel Volk** war aber **Christus** fast **der** wirkliche **Gott**, an den sie sich wandten und den sie anbeteten (S. 599). Aber in Siebenbürgen und Polen gab es zeitweilig antitrinitarische Kirchen und wurden dann auch in den Niederlanden im Interesse der dortigen Religion unterdrückt. Die späteren geistigen Erben der Socinianer waren die **Unitarier**, in England im späten 18. Jh. als solcher und wegen Reden für die Revolution in Frankreich verfolgt der Chemiker PRIESTLEY, und nicht mehr verfolgt die Unitarier-Familie DARWINs.

In der Gnadenlehre kam als Richtung des Calvinismus mit in manchen auch an LUTHER erinnernden Auffassungen am Ende des 16. Jh. der '**Arminianismus**', bennannt nach dem Theologen JACOB HERMANN/JACOBUS ARMINIUS. Der Mensch könne zu seiner Erlösung nicht beitragen, von Gott erwählt wäre man glaubensfähig an Jesus und wäre so erlöst, wenn man das nicht verlorengehen ließe. Im Katholizismus wurzelte der im 17. Jh. vor allem in Frankreich aufkommende '**Jansensmus**', benannt nach CORNELIUS JANSEN, Bischof von Ypern. Nach dessen Annahme war der Mensch in der Sünde ebenfalls der göttlichen Gnadenwahl ausgeliefert und konnte nicht wie bei den Jesuiten viel zu seiner Erlösung beitragen. Ein asketisches Leben wurde gewünscht. Bedeutende Franzosen gehörten zu den verfolgten Janseniten.

Fehlender wechselseitige Anerkennung der unterschiedlichen Konfessionen war ein Grund für Kriege, für die furchtbaren **Glaubenskriege** des späten 16. und des 17. Jh. gelegt. 'Besser eine Wüste regieren als ein Land voller Ketzer' - der Kaiser FEDINAND II, soll es gesagt haben, aber das Denken war bei den konfessionellen Gegnern prinzipiell nicht anders. 'Für die evangelische Jugend' oder bei den anderen ähnlich gab es als Untertitel für Jugendbücher noch im 20. Jh.

MOZARTs **wunderbare geistliche Musik**, sein 'Laudate Dominum', das Requiem, die Requien von VERDI, BERLIOZ und die von manchem anderen sollten konfessionsfrei aufgenommen werden mit berechtigten Gedanken erhabener Art. Aber bloß nicht irgendwie vereinnahmen lassen, auch nicht vom Vatikan.

## Inquisition - Unterdrückungs- und Disziplinierungs-Instrument der katholischen Kirche

Kirchen, die katholische wie andere, haben in etlichen Fällen Gelehrte, auch religiöse Denker, verfolgt, ja umgebracht, verbrannt. Der Kampf der Inquisition ging trotz des Hexenhammers nicht sehr gegen Hexen. Ja in hochkatholischen Ländern

wie Irland, Spanien, Portugal gab es kaum Hexenverbrennung. Die spanische Inquisition lehnte Hexenverfolgung ab (Wikipedia 2016). Gegen Häresie, gegen Glaubensabfall/Apostasie, gegen Andersdenkende richtete sich die Inquisition., Freiheit des Denkens und vor allem das auch in Glaubenfragen wie mit LUTHER und CALVIN aufgekommen - das war die Gefahr, welche die Inquisitoren verfolgten, und die katholische Kirche war unter Druck geraten. **Auch das war** das manchmal nur als glücklich geschilderte **Zeitalter der 'Renaissance'**, das in seinen aufeinanderfolgenden Jahrhunderten sehr unterschiedlich war. Nach der **'Schule von Athen'** des RAFFAEL von 1511, wenn auch dem Volks nicht zugänglich, und der großzügigen Behandlung von COPERNICUS bis 1543 **neben** der auch im weiteren 16. Jh. weitergehenden Forschung in Anatomie, beschreibender Botanik und Zoologie und auch beobachtender Astronomie (s. BRAHE) und anderem wie Chemie **also ein Verfall**, ein Absturz, der in seinem Wahn, in seinem zerstörenden Geist in vielem das Mittelalter übertraf, und mit der Hexenverfolgung seinen Wahn noch übersteigerte. War das nun das "Ergebnis" der zahlreichen geistigen Neuerungen, der so großartig wirkenden, bis heute gefeierten Zeit geistigen und wissenschaftlichen Aufbruchs? Der Zeit auch großer Kunst, sie, die sich aber mit dem Maler BOTTICELLI auch SAVONAROLA unterwarf und etwa auch mit MICHELANGELO tief religios blieb? War nur eine kleine gebildete Elite von dem allen tiefer erreicht worden und nicht das Volk, trotz der Lesekenntnisse? Und auch die Reformation nach 1521 hat vieles zerrissen, was vorher viel einiger war. Einzelne physisch zu vernichten war das eine. Aber die bekannte Existenz der Inquisition schuf eine Atmosphäre der Angst, wie eigentlich jeder Geheimdienst, jedenfalls für alle jene, die sich mit der herrschenden Meinung nicht in voller Übereinstimmung fühlten und eine andere Politik wollten. Der Dichter und Historiker FRIEDRICH SCHILLER (zit. aus R. SAFRANSKI 2016, S. 279) wird später schreiben: "Bis ins Gebiet der geheimsten Gedanken dehnte" das Inquisitionsgericht "seine unnatüröiche Gerichtsbarkeit aus. Jede Leidenschaft stand in seinem Solde, Freundschaft, ehrliche Liebe und alle Triebe der Natur wußte es zu seinem Zwecke zu brauchen, seine Schlingen legte er in jede Freude des Lebens. Wohin er seine Horcher nicht bringen konnte, versicherte es sich des Gewissens durch Furcht, ein dunkler Glaube an seine Allgegenwart fesselte die Freiheit es Willens, selbst in der Tiefe der Seele."

Eine eigene **Inquisition** war in **Kastilien/Spanien** (J. A. MICHENER 1979) auf Ersuchen der Katholische Könige mit päpstlicher Erlaubnis schon **1478** eingeführt worden, also noch etliche Zeit vor der Reformation im europäischen Norden. "Ein Volk, ein Reich, ein Führer" sollte es in Deutschland 1933 - 1945 einmal tönen, und auch für Spanien im 15./16. Jh. wurde behauptet, es nur bei Einheit von Religion und Sprache bei allen Untertanen regieren zu können. ISABELLA verhielt sich zunächst zurückhaltend, hoffte durch religiöse Bildung die Einheit der Religion zu wahren. 1481 brannte in Sevilla der erste Scheiterhaufen (E. WINKER 1977, S.

99). Ab **1482** stand die beide spanischen Reiche umfassende Inquisition unter dem Dominikaner TOMAS DE TORQUEMADA (N. DAVIES 2015, S. 246), der seinen Sitz in Avila einnahm, neben ihm Koadajutoren (M. A. LADERO 1992, S. 189). TORQUEMADA war der grausamste und härteste Inquisitor. Unter ihm gab es die grausamsten Foltermethoden. Königing ISABELLA selbst trug zu zahlreichen Opfern auf den Scheiterhaufen bei (J. BROUWER 1978, S. 201). Zwischen 1481 und 1490 wurden in ganz Kastilien 2.000 Menschen zum Tode verurteilt, allein in Sevilla zwischen 1481 bis 1488 700 (M. A. LADERO 1992, S. 188). Die spanische Inquisition wurde später entschuldigt als die spanische Abart der Religionskriege und hätte weniger Zerstörung gebracht als solche Kriege anderswo. Es wäre wohl falsch anzunehmen, daß die **Masse des gläubigen Volkes** die Inquisition als Tyrannenei gesehen und nicht **gebilligt** hätte, ablehnend wie nur etliche Intellektuelle (M. A. LADERO 1992, S. 195), obwohl für die Massen die Verfolgung der Nichtchristen keine Vorteile brachte (S. 196), Staatseinheit bei Glaubenseinheit - in Spanien war man geradezu besessen davon (J. A. MICHENER 1979, S. 396), ein Land, das gerade zahlreiche verschiedene Völker in Übersee in seinen Mactbereich eimbezogen hatte. Jeder konnte als Ketzer verdächtigt werden. Juden, denen man eine echte Bekehrung zutraute, konnten zunächst aber auch zu hohen Stellungen, bis zu Beichtvätern der Königin ISABELLA, ja zum Großinquisitor wie TOMAS DE TORQUEMADA (M. A. LADERO 1992, S. 181) aufstiegen, also gab es zuerst keine rassistische Verfolgung, bis die 'Blutfrage' aufkam (M. A. LADERO 1992, S. 144). **Neubekehrte** unter den Juden oder Mauren, die Marranen, galten als besonders **verdächtig**. Erwartete man fortwährend den Aufstand der religiös vielleicht Schwankenden? Aufstände, wie es sich durchau gegeben hatte. Traute man sich nicht zu, mit ihnen mithalten zu können (E. WINKER 1977, S. 101). Besonders nach der Einverleibung von Granada bei den dortigen Bewohnern? Wobei die Inquisition nicht für im Judenglauben Verbleibende galt (M. A. LADERO 1992, S. 176). Weder Moslems noch Juden kotnnten mit der 'Heiligen Dreifaltigkeit' etwas anfangen, es widersprach ihrem Glauben (S. 196) an einen einzigen Gott. **Juden** wurde vorgeworfen, trotz Übertritt zum Katholizismus heimlich noch jüdische Riten zu bewahren. Juden und Mudejaren, also Moslems, mußten in getrennten, entlegenen Vierteln unterkommen, durften keine kostbare Kleidung tragen, Juden mußten ein Judenabzeichen tragen, durften keine christlichen Diener haben, waren von öffentlichen Ämtern mit Rechtsprechung auch über Christen ausgeschlossen, durften nur begrenzt öffentliche Liegenschaften kaufen (M. A. LADERO 1992, S. 174). Juden, die Juden bleiben wollten und Taufe ablehnten, hatten laut Edikt vom 31. März 1492 von 4 Monaten das Land der ISABELLA und des FERDINAND zu verlassen (M. A. LADERO 1992, S. 177). Verurteilten wurde das Vermögen zugunsten der Staatskasse eingezogen (R. KONETZKE 1943), mit ihm mußten sich die Gerichte finanzieren (M. A. LADERO 1992, S. 191). War dies jedenfalls manchmal

das ausschlaggebende Motiv für Verurteilung? Die **spanischen Juden**, die **Sephardim**, geschätzte 50.000 bis 150.000 Personen (M. A. LADERO 1992, S. 178) ließen sich vor allem in Regionen des Osmanischen Reiches nieder, im Maghreb, in Bosnien, manche auch in Handelsstädten der Niederlande, in Hamburg (s. a. Wikipedia 2016). Sie behielten ihre iberische Kultur, nahmen sogar die Hausschlüssel mit. Die mit größte spephardische Gemeinde in Thessaloniki wurde erst durch die deutschen Besatzer im 2. Weltrkrieg ausgelöscht. Die verbliebenen Moslems, die Mudejaren, wurden zuerst wesentlich mehr geduldet (M. A. LADERO 1992, S. 197) und wurden erst 1571 vertrieben (S. 201), 1609 unter PHILIPP III. wurden auch die katholisch gewordenen Mauren/'Morisken' endgültig ausgewiesen.

Für das kommende rein katholische 'Spanien' wichtig war der als einfacher Franziskaner beginnende FRANCISCO XIMENEZ DE CISNEROS (M. A. LADERO 1992, S. 147). 1492 wurde er Beichtvater der Königin ISABELLA, 1495 Erzbisachof von Toledo, war Begründer der 1508 eröffneten Universität **Alcala de Henares**. Auch Armen sollte ein Studium ermöglicht werden. XIMENEZ führte auch Söldner gegen die Moslems in Nordafrika, gegen Oran, übernahm die Regentschaft für den den 'katholischen Königen' nachfolgende Monarchen, und soll als Großinquisitor Tausende dem Verbrennungstod ausgeliefert haben. Der persönlich sich auf franziskanische Armut gebende Mann als einer ohne Toleranz, der nur ein im Glauben einiges Königreich für gesichert ansah. 1516/1517 war der 1517 gestorbene XIMENEZ Regent. Der Mann aber auch, der eine kritische, erstmals polyglotte Bibelherausgabe initiierte. 1559 wurden Bibelübersetzungen verboten (M. A. LADERO 1992, S. 155).

Die **Juden-Ausweisung** war 1497 auch für Portugal, 1498 für Navarra, 1500 für die Provence (M. A. LADERO 1992, S. 178) gekommen.

Zu einem fanatischen Verfolger der Häretiker wurde **PHILIPP II.** (s. u. a. C. GIARDINI 1986, S. 92 ff.). vor allem als sich die reformatorischen Lehren auch in Spanien auszubreiten begannen und es gelang, dabei Beteiligte festzustellen und 1559 in Valladolid 800 verhaftet wurden. Mit Autodafe auf Autodafe sollte jeder Abweichung vom rechten katholischen Glauben begegnet werden, so m 31 Mai 1559 in Valladolid. Die Autodafe-Szene in VERDIs großer Oper 'Don Carlos' bei Ankunft der ELISABETH VON VALOIS als künftige Gemahlin von PHILIPP II. hat einen realen Hintergrund, fand statt. Dabei galt PHILIPP II. den rechtgläubigen Spaniern als verehrter König. Zur Abwehr der Glaubensfeinde schien ihm aber hartes Durchgreifen berechtigt.

1559 wurde das schon bestehende Gesetz erneuert, daß spanische Studenten nicht an ausländische Universitäten gehen dürfen, "bei Strafe der Verbannung auf Lebenszeit und Einziehung aller Güter" (C. GIARDINI 1986, S. 155), das Land also




Abbildung 1035: XIMENEZ. Alcala.

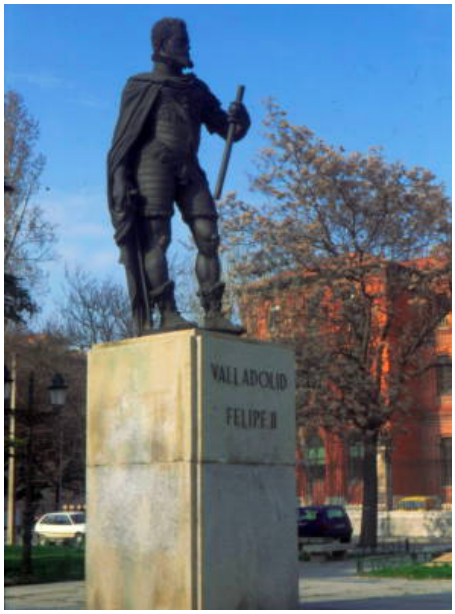


Abbildung 1036: PHILIPP II. Valladolid.



Abbildung 1037: Valladolid.



Abbildung 1038: Madrid: in diese Stadt der Hof 1561.



Abbildung 1039: VELASQUEZ. Madrid.

geistig iolsiert wurde. In den **Niederlanden** flammten fast täglich die Hinrichtungen, auch die Scheiterhaufen, ohne den Widerstand brechen zu können. Sein Denken war augenscheinlich: "Die Niederlande gehörten ihm und hatten sich seinen Gesetzen zu beugen; widersetzten sie sich, so war es sein Pflicht, sie auf den rechten Weg zurückzuführen" (C.GIARDINI 1986, S. 158).

Das alles geschah auf dem Hintergrund einer im Laufe des 16. Jh. in Spanien aufsteigenden Kunst in Literatur mit Dramatik und Malerei, was zu einer Periode bedeutender Leistungen führte, das für Spanien 'Goldene Zeitalter', das 'Siglo de oro'. Das **Kastilische** war zur Hochsprache in Spanien geworden, in ihr erschienen die Druckwerke (YouTube 2019).

In der Literatur wirkten CERVANTES, CALDERON DE LA BARCA, TIRSO DE MOLINA. Der durch zahlreiche Liebesskandale aufgefallene und auch durch Sekretärdienste bei Herrschenden aich betätigende, 1635 gestorbene LOPE DE VEGA will 1500 Komödien geschrieben haben, von denen etwa 500 erhaltrn blieben, Mantel- und Degenstücke aber auch adelskritische. Großer Maler war VELASQUEZ, der auch Menschen mit ihren körperlichen Unvollkommenheiten realistisch darstellte.

Wäre es ohne Inquisition noch 'goldener' gewesen? Oder schuf die Inquisition jene Ordnung, in der künstlerisches Schaffen möglich wurde? Der Wahn der spanischen Eliten von der einheitlich geformten Gesellschaft, in der Ideologie wie in der Rasse,

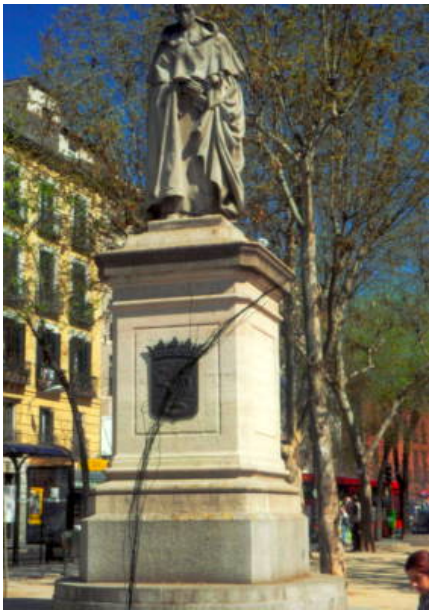

Abbildung 1040: TIRSO DE MOLINA. Madrid.

hielt das Land so mancher schöpferischen Geister darnieder. In den Naturwissenschaften, welche ohne kritischen Geist sich nicht entwickeln konnten, blieb Spanien noch Jahrhunderte lang zurück, fast ein weißes Blatt. Die spanische Inquisition fällte nach mancher Ansicht vielleicht nicht mehr Todesurteile als die Inquisition anderswo. Die spanische Inquisition und Geschichte wurde aber bis in neue Zeit in der Geschichtsschreibung auch verdunkelt durch die "Schwarze Legende": Spanien als das dunkle Land, wie es in England unter ELISABETH verbreitet wurde und von den aufständischen Niederländern ebenso. Gegen den als finster gesehenen PHILIPP II. im Escorial.

Verurteilt wurde nach mancher Meinung aber in Spanien nur wer wirklich oder auch nur angeblich vom Katholischen Glauben abfiel. Der als linientreu eingeschätzte Katholik blieb unbehelligt.

Anders als PHILIPP II. verhielt sich um Ausgleich zwischen den Religionen bemühte Kaiser MAXIMILIAN II., der Sohn seines Onkels Kaiser FERDINAND II. MAXIMILIAN II. wurde sogar Nähe zum Protestantismus vorgworfen wurde und PHILIPP II. ermahnte ihn. Ebenso schwankend erscheint RUDOLPH II., der Sohn und Nachfolger von MAXIMILIAN II., obwohl der ab dem 12. Lebensjahr mit seinem Bruder ERNST 7 Jahre lang am Hofe PHILIPPs II. zugebracht hatte (G. VON SCHWARZENFELD 1979, S. 18).

In Spanien blieb die Inquisition länger als in anderen Ländern erhalten. Nach et-



Abbildung 1041: Escorial. 1994.



Abbildung 1042: Beim Escorial.



Abbildung 1043: MAXIMILIAN II. Reutlingen.

lichen Auflösungen, so unter NAPOLEON in Spanien, verschwand sie erst 1834 endgültig, was nicht ausschloß, daß es Nichtkatholiken in Spanien noch lange weiterhin schwer hatten.

Auf Gesuch des portugiesischen Königs MANUEL I. an den Vatikan erhielt Portugal eine eigene Inquisiton, über welche entscheidend der König bestimmte und so ein politisches Instrument besaß (OLIVEIRA MARQUES 2001). Wie sinnlos hart etwa die Inquisiation Portugals vorging offenbart das Schicksal des Arztes und Botanikers GARCIA D' ORTA (A. G. HELLER 1974).

**Häresien** und ihre Behandlung bestimmten auch vieles im Denken des des 16. Jh. Wie bei anderen Verfolgungswellen in der Menschheitsgeschichte, auch im 20. Jh., gab es dabei auch Ab und Auf, manchmal mehr Verfolgung und manchmal weniger. LORENZO VALLA (u. a. P. BURKE 1998) hatte neben NICOLAUS von CUSA die für die Papstmacht als rechtsgülitg angesehene "Konstantinische Schenkung" als Fälschung entlarvt, bekam auch einen Prozeß als Häretiker, wurde jedoch im Dienste des Königs von Neapel, nicht gemaßregelt., ja trat unter dem Übersetzungsaufträge erteilendem Humanistenpapst NIKOLAUS V. in hohe päpstliche Dienste. Der Philosoph POMPONAZZI (P. BURKE 1998) von der Universität Bologna betonte zwar seinen Glauben an die Unsterblichkeit der Seele, aber schrieb 1516 auch, das dies nicht beweisbar wäre. Deshalb heftig umstritten, wurde das Buch in Venedig verbrannt. Auch er blieb im Amt, sogar mit verdoppeltem Gehalt.

Aber die Häresie drohte immer mehr. Mit Dekret vom 21. Juli **1542 war die Römische Inquisition** gegründet worden, unter Papst PAUL III, als 'Congregatio Romanae et universalis Inquisitionis', als Zentralbehörde zum Schutz vor Häresien. Nicht alle Wissenschaft wurde von ihr verdammt, zuerst sogar Wissenschaft nicht. Die Verfolgung galt abweichenden Ansichten zur Kirchenlehre, also den Häretikern. 1600 war nicht mehr 1516. Der dem Pantheismus zugewandte GIORDANO BRUNO wurde wegen häretischer und von ihm nicht widerrufener Ansichten im Morgengrauen des 17. Februar 1600 in Rom auf dem Campo dei Fiori nach Verurteilung durch die katholische Inquisition verbrannt, und zwar nackt (F. GASSMANN 2012). Sollte das eine zusätzliche Demütigung sein? Statt Gottes Erbarmen Gottes Erbärmlichkeit? So schloß die Katholische Kirche also jenes Jahrhundert, das besonders als jenes der Renaissance in die Geschichte eingehen sollte! Das 20. Jh. unter STALIN und HITLER konnte lernen! Wie würde MAO TSE TUNG lehren: 'Bestrafe einen! Erziehe hundert!'

Dem ähnlich wie BRUNO pantheistisch denkenden LUCILIO VANINI, dem Gott ein unendliches, ewiges, überzeitliches Sein (Wikipedia 2012) war und der das auch lehrte, wurde am 9. Februar 1619 in Toulouse zuerst die Zunge herausgeschnitten, er dann, nach einem fruchtbaren Schrei, auf dem Scheiterhaufen stranguliert und der Körper verbrannt. VANINI war fast 34 Jahre alt. Das konnte schon einschüchternd wirken, kurz nach der ersten Verwarnung an GALILEI. Die Standhaftigkeit des VANINI, der den Tod einer wenigstens scheinbaren Bekehrung vorzog, hat etwa den Frühauflärer P. BAYLE (s. 1975, S. 372 u. a.) zum Nachdenken über das Märtyrertum von Atheisten gebracht. VANINI wäre "in seinen Sitten allemal ordentlich gewesen, und wer ihm sonst etwas anderes als seine Lehrsätze hätte vorwerfen wollen, würde unfehlbar für einen Lästerer angesehen worden sein." Die Kirche hatte gewiß ihre Märtyrer, aber die Atheisten hatten sie ebenso, und "Da die Gottesleugnung ihre Märtyrer gehabt hat, so ist dieses ein unzweifelhaftes Merkmal, daß sie nicht die Begriffe von Ehre und Ehrbarkeit ausschließt" (P. BAYLE 1975, S. 391). Es verbleibt der **Wahnsinn** von der häufigen vermeintlichen Notwendigkeit, eine **bestimmte Lehre durchzusetzen**, aus bestimmten Machtinteressen oder auch keinen, ob politisch, religiös oder beides zusammen und dem Widerstand dagegen. BAYLE (S. 330) spottete zu Recht: "... hätte Galilei verschiedene Beischläferinnen gehalten, nicht aber sich für einen Kpoernikaner ausgegeben, so würde ihn kein Mensch beunruhigt haben", und war ja mit seiner Lebensgefährtin nicht verheiratet. 1889 wurde auf dem Campo dei Fiori, wo BRUNO verbrannt worden war, zu seinen Ehren ein Denkmal errichtet und antiklerikale Organisationen (R. LILL 1980, S. 208) so die noch bestehenden Rothemden GARIBALDIs wie auch Teilnehmer von außerhalb Italiens, auch ein Naturfoscher wie HAECKEL, reisten an. Die Katholikenführer dachten nicht daran das schweigend hinzunehmen, standen also immer noch zu dem furchtbaren

Akt von 1600!

'Religionskritik, Säen von Zweifel' war im begrifflich anderen Denken der Inquisitoren wohl so etwas wie "Volksverhetzung" im 21. Jh. Und gesellschaftliche Instabilität schadete denen, die sich eingerichtet hatten. **'Meinungen'** sind durchaus auch **gedacht, um** andere politische oder soziale **Dinge durchzusetzen** als sie bestanden. Das sollte im Interesse des Bestehenden gebrochen werden. Man muß auch denen zustimmen, die darauf verweisen, daß die Diktatoren des 20. Jh., die STALIN, HITLER, MAO TSE TUNG, ganz andere Hekatomben von Opfern auf dem Gewissen haben als die Inquisition, welche immerhin Einzelprozesse führte, vielfach Widerruf ermöglichte und auch bei Autodafes Individuen, oft zahlreiche, aber nicht anonyme Massen verbrannte. Aber die Wissenschaft wurde von der Inquisition doch in vielem behindert. Erst NAPOLEON löste überall in seinem Machtbereich die Inquisitionsbehörden auf. Nach der Wiedergründung der Glaubenskongreation waren ihr - glücklichweise - alle Exekutivmittel genommen und sie konnte nur noch durch das Wort wirken, die Gläubigen vom Unglauben abzuhalten.

In Portugal mußte beim Kampf gegen die Jesuiten ein dort führender Jesuit noch 1764 den Scheiterhaufen besteigen (W. und A, DURANT 1967). Der unparteiisch-gerechte VOLTAIRE protestierte auch dagegen.

## Verfolgung Andersdenkender bis zum Scheiterhaufen auch in protestantischen und calvinistischen Ländern

Nicht nur unter Jesuiten und Inquisition sollte eine bestimmte religiöse Auffassung durchgesetzt werden.

Unter CALVINs Einfluß wurde bei **Genf** am 27. Oktober **1553** der Mediziner und zu einer eigenständigen religiösen Reformation gekommene MIGUEL SERVET geröstet. Der 1509 oder 1511 in einer kleinen Stadt in Navarra, in Tudela, geborene SERVET (D. GUTHRIE 1954, J. SPIELMANN et al. 1983) studierte in Villanueva de Sigena (Huesca) und Saragossa und dann an der Jurafakultät in Touöouse. Mehr als die Juristerei betreibt er theologische und biblische Studien, ist eine Zeit lang Sekretär des Beichtvaters von KARL V. Ergebnis seiner biblischen Studien ist Zweifel an den Dogmen der katholischen Kirche, kann aber auch mit reformierten Kreisen nicht zu einer gemeinsamen Anschauung kommen. Der offenbar diskussionsfreudige junge Mann von etwa 22 Jahren veröffentlicht 1531 eine Streitschrift gegen die Heilige Dreieinigkeit, 'De Trinitatis erroribus', und läßt 1532 eine ähnliche Schrift folgen. Damit wurde SERVET ein schrecklicher Ketzer bei Protestanten wie Katholiken. 'Reformation' - aber bitte nicht so wie bei SERVET!

Das Jesuitenegericht in Toulouse droht ihn zu verhaften und SERVET flieht nach Basel. Unter dem Pseudonym 'Villanovanus' schlug SERVET sich in Lyon mühsam als Korrektor durch, bereitet 1532 - 1535 eine Neuauflage der 'Geographika' des PTOLEMÄUS vor. 1536 wagt sich SERVET (J. SPIELMANN et al. 1983) nach Paris, studierte noch Medizin, hier, wo zu dieser Zeit als Studierender auch VESAL ist und den SERVET kennenlernt wie CALVIN auch. Und SERVET fand den Weg des Blutes von der rechten nach der linken Herzkammer über die Lunge. SERVET hält auch Vorleungsne über Astrologie. Sie werden verboten. Erhielt er das Arzt-Diplom? SERVET, der sich Arzt nennt und in Avignon, Charlieu und ab 1541 als Leibarzt beim Bischof von Vienne und Erzbischof wirkt. 1541 erscheint seine Neuauflage der 'Geographika' des PTOLEMAIO(ÄU)S. Aber weiterhin betreibt SERVET Bibel-Studien, Und **1535** erschien dann in Vienne anonym und ohne Angabe des Druckortes und des Druckers SERVETs schwer gemißbilligtes Werk '**Christianismi restitutio**', in 1000 Exemplaren, mit dem er wohl die damalige Theologie umgestalten wollte. Studien zur Bibel in der Originalsprache, dem Hebräischen, und Beschäftigung mit den Kirchenvätern TERTULLIAN und IRENAEUS hatten SERVET zu der Auffassung geführt, daß das originale Christentum später verfälscht wurde, durch die Annahme der Dreieinigkeit auf dem Konzil in Nicaea 325 (S. 52). Aber es gibt nur die Einheit Gottes, Christus und Heiliger Geist sind nur Formen zur Verwirklichung von Gottes Zielen. Das nähert sich dem im Spanien von SERVETs Zeit noch bekanntem Islam mit seinem nur einen Gott und wurde etwa im 19. Jh. ohne Bezugnahme auf SERVET von den **Unitariern** vertreten. SERVET meinte auch, daß sich Gott im Laufe "der Geschichte unter verschiedenen Bezeichnungen und Formen" offenbarte (J. SPIELMANN et al. 1983, S. 53), und das setzte den Propheten Grenzen und stünde also verschiedenartigen Gottesauffassungen nicht im Wege. Moral müsse je nach den historischen Bedinungen unterschiedlich gewertet werden, und so könnten Heiden mit ihrer andersartigen Moral nicht grundsetzlich verurteilt werden (S. 54). Der Mensch habe die Möglichkeit, sich zu vervollkommnen (S. 55). Bei der Atmung sei die aufgenommene Luft "Spender der Seeel und des Lebens" und wenn das Blut von der linken zur rechten Herzkammer über die Lunge fließt, dann könne dieses zwischen Geist und Materie vermitteltende 'Pneuma' dem aus der linken Herzkammer in der Aorta herausgestoßenem Blut mitgegeben werden, Die Farbveränderung des Blutes zeige das Eindringen des Gotteshauches in das Blut (S. 57). Bei SERVET standen also Physiologie und Theologie in enger Verbindung, wobei die theologische Sicht dominierte - ein ziemlich einmaliges Ansinnen. Trotzdem SERVET 'Christianismi restitution' anonym veröffentlichen ließ, wesehslte er gleichzeitig Briefe mit CALVIN über theologische Fragen. An Hand des Inhaltes dieser Briefe identifiziert CALVIN den Autor der 'Christianismi restitutio.' So nicht, was Glauben ist, 'bestimmen wir' - der CALVIN etwa. Nicht noch mehr Zweifel! Wohl ist es




Abbildung 1044: SERVET, Zaragoza.

CALVIN, der den katholischen Behörden in Vienne eine Anzeige zukommen läßt. SERVET wird festgenommen, kann fliehen, will nach Italien. Er fühlte sich als Arzt relativ sicher. Leichtsinnigerweise reist er durch Genf. Hier wird er verhaftet und CALVIN kann das Todesurteil über seinen Widersacher erreichen. Wie berichtet wird , haben Reformatoren wie BULLINGER und BUCERUS in der Schweiz, der württembergische Reformator BRENZ und auch MELANCHTHON die Hinrichtung SERVETS gebilligt (D. MAC CULLOCH 2010, S. 331/332, F. MAUTHNER 1989; S. 598). Von dem seinem Verfasser den Verbrennungstod bringenden Werk blieben nur 3 Exemplare erhalten. Sowohl den Behörden in Genf wie dem Jesuitengericht in Vienne gelang die Verbrennung der übrigen - gegen SERVET arbeiteten die getrennten Konfessionen zusammen. **Gegen** die **Gewalt** an SERVET schrieb 1554 mit großem Widerhall der aus Frankreich stammende Baseler Gelehrte SEBASTIAN CASTELLIO. Im 20. Jh. setzte STEFAN ZWEIG einem wahren Humanisten, dem mutigen CASTELLIO 1936 ein literarisches Denkmal: 'Castellio gegen Calvin. Ein Gewissen gegen die Gewalt'. Wie in Vorausschau seines Schicksals hatte SERVET in einem Jugendbrief an den Baseler Reformator OECOLAMPADIUS jede Einschränkung der Denkfreiheit "verdammt" (J. SPIELMANN et al. 1983, S. 46). Es gab also auch in der geistig beschränkten Reformation mehr als nur neue Unterwerfung. Fast 50 Jahre später, im Jahre 1600, wird der Vatikan einen anderen Märtyrer schaffen: GIORDANO BRUNO.

In **England** wurden unter HEINRICH VIII. (F. HACKETT 1996) einmal Lu-



Abbildung 1045: Oxford: Denkmal für LATIMER, RIDLEY, CRANMER.

theraner gehängt, dann 20 von Holland nach England geflüchtete Wiedertäufer verbrannt (S. 308), dann Papisten aufs grausamste hingerichtet und dazu kamen politische Tötungen. Es konnten unter MARIA der 'Blutigen' die Katholiken ihre Häupter erheben. In den 1553 - 1558 liegenden 5 Jahren der Regierung dieser Tochter aus der ersten Ehe des HEINRICH VIII., der mit KATHARINA VON ARAGON, die sich nie in die Scheidung fügte. Die Tochter, die als stets düster geschilde MARIA (F. HACKETT 1996), unterwarf sich zwar als junge Frau dem Vater, aber wandte sich davoin ab als sie laut Erbfolge Königin wurde. Zum Aufstand geschrittene oder des Aufstandes verdächtige Anglikaner wurden hingerichtet, fast 300 von ihnen. Unter diesen 3 Bischöfe, in der Universitätsstadt Oxford verbrannt, am 15. Oktober 1555 HUGH LATIMER, am 16. Oktober 1555 NICHOLAS RIDLEY, am 21. März 1556 der anglikanische Erzbischof von Canterbury THOMAS CRANMER. Hier wie in vielen anderen Fällen von zerstörten Menschenleben und das bis in die neueste Zeit **setzte die Nachwelt** den Opfern **Denkmale**.

Unter MARIAs Nachfolgerin ELISABETH wendete sich das Blatt. Diese ELISABETH I. war ebenfalls Tochter von HEINRICH VIII., und zwar mit seiner 2. von den 6 Ehefrauen, der 1538 hingerichteten ANNA BOLEYN. Und ohne Mutter, die hingerichtete ANNA BOLEYN, wuchs die kaum für den Thron in Frage kommende ELIZABETH auf. In den 45 Regierungsjahren der ELISABETH I. 1558 - 1603 wurden neben politisch gefährlichen Menschen wie der von ELISABETH fast geliebte Graf von ESSEX vor allem Katholiken Verfolgte, und es ging

auch gegen Freidenker. Spätere katholische Rache sollte kommen, indem eine Verschwörergruppe das Parlament samt dem die Sitzung eröffnenden, von Schottland gekommenen protestantischen König JAMES/JAKOB I. (H. WORMALD 2004) am 5. November 1605 in die Luft sprengen wollte (Wikipedia 2016), die Pulververschwörung/Gunpowder Plot. Die deponierte Pulvermenge soll wohl ausgereicht haben. Aber die rechtzeitige Entdeckung und damit Verhinderung des Vorhabens konnte angesichts der grausamsten Strafen für jeden potentiellen Verschwörer und Terroristen eine bleibende Warnung sein. England feiert die Aufdeckung auch heute noch. JAKOB I., der in Schottland Hexen verfolgen ließ, vermied trotz der Pulververschwörung eine allgemeine Katholikenhatz, unf während unter ELIZABETH zwischen 1570 und 1603 189 Katholiken hingerichtet wurden waren es in den 20 Jahren der Regierung von JAKOB I. 'nur' 25 (H. WORMALD 2004, S. 651).

Wie in Spanien, in den Niederlanden wurde die Zeit von Wirren und auch Grausamkeit auch für England ein **'goldenes Zeitalter'** der Kultur und Kunst, in England das der **Dichtung**. In dieser Zeit wirkte auch der 1564 geborene und 1616 gestorbene Dramendichter WILLIAM SHAKESPEARE, der bis heute als erfolgreichster Dramendichter der Weltliteratur gilt. Der hier verwendete und von MARLOWE eingeführte **Blankvers** wurde auch der bevorzuge Versmaß der großen deuschen Dramendichter. Oder war SHAKESPEARE gar nicht der Verfasser der unter seinem Namen eingeführten Stücke? SHAKESPEARE, der nur eine bescheidene Schulausbildung hatte, nie in Italien war, nicht in Verona, nicht in Venedig, ein reich gewordener Wollhändler in den Fußstapfen seines Vaters? Und mit 52 Jahren gestorben, und schrieb in dieser kurzen Zeit all die Werke? Wer schuf die Stücke dann. Der als am 30. Mai 1593 als ermordet geltende und des Atheismus beschuldigte MARLOWE? Oder war der Verfasser BACON?

## Aufruhr in den Niederlanden und Entstehung der niederländisch-holländischen Republik

Blutig wurden die Ereignisse in dem zu PHILIPPs II. Burgund gehörenden **Niederlanden** (T. WITTMAN 1975). Mitte August **1566** stürmten Wütende, Calvinisten zumal, flandrische Kirchen, und zerstört wurden von den '**Bilderstürmern**' sinnlos auch die großartigen Kunstwerke in der Kathedrale von Antwerpen. Herzog ALBA wurde mit einem Heer in die Niederland geschickt. Die bisher königstreuen und katholisch gebliebenen, aber von ALBA gefürchteten Grafen EGMONT un HOORN wurden am 5. Juni 1568 auf dem Marktplatz in Brüssel enthauptet, und andere Adlige vorher und danach auch. GOETHE nahm den Namen und das Schicksal eines reifen Kriegers und Familienvaters, um daraus die Heldengestalt des jungen Freiheitskämpfers 'Egmont' zu schaffen und BEETHOVEN lie-




Abbildung 1046: SHAKESPEARE-Stadt Stratford on Avon.

ferte aufrüttelnde Musik dazu. GOETHEs 'Egmont' ist also so unhistorisch wie SCHILLERs 'Don Carlos'. Unter ALBA wurde massenweise auch Bevölkerung niedergemetzelt.

Schrecken erregte die Kunde von der Batholomäusenacht in Paris 1572. Im Norden, wohin auch viele vom Süden flohen, erschien die als 'Geusen' verspotteten Aufständischen. Widerstand, fast 6 Monate lang 1572/1573 erfuhr ALBA vor der Stadt Harlem (T. WITTMAN 1975, S. 91). ALBA wurde abgelöst. Nicht von den spanischen Truppen erobert werden konnte das dann als heldenhaft geehrte und 1575 mit einer Universität belohnte **Leiden**. Auch der 1577 mit der Statthalterschaft der Niedenlande betraute JUAN D'AUSTRIA scheiterte und starb, wohl an Typhus, 31-Jährig 1578 bei Namur.

Im Süden konnte trotz Aufstand in Gent die Rekatholisierung schließlich gelingen und 'Belgica' blieb katholisch. Künstlerisch wurde es die Welt von RUBENS und seiner Schüler wie VAN DYCK. Die Nordprovinzen mit Holland und Seeland an der Spitze vereinten sich mit der am 23. Januar **1579** unterzeichneten Charta zur **Utrechter Union**. Eine Vereinigung der Nordprovinzen mit England kam nicht zustande. Der Krieg und die Einnahme von Städten durch die Katholiken und die Protestanten ging weiter. Der Norden konnte im Süden das später noch einmal kurz wieder verlorene Breda einnehmen, im Norden das stark katholische Groningen (S. 143). Als Unterschied zu den spanischen Niederlanden, dem Süden, wurde der Norden auch oft und bis heute nach der führenden Provinz als '**Holland**' bezeichnet. Auch bei Fortdauer des Krieges gab es im Norden unter Beteiligung zahlreicher nach dem Norden geflohenenen unternehmerischen Personen einen großen wirtschaftlichen Aufstieg. Schiff auf Schiff wurden vom Sta-

pel gelassen. Die Niederlande hatten eine Zeit lang die größte Flotte aller Nationen. Es wurde vo den Niederländern viel vom **Zwischenhandel** im Atlantik und der Nord- und Ostsee beherrscht, jedenfalls bis zu CROMWELLs Navigationsakte ab 1651. Es wurde in großem Maße Fischfang mit namentlich auch Heringen und in nördlichen Meeren Walfang betrieben. Es lieferten die neuen stabileren Windmühlen die Energie zu Maschinenantrieb. Halbfertigprodukte wurden weiterverarbeitet, 'veredelt', etwa englische Tuche gefärbt. Dichter wie SCHILLER oder GOETHE schilderten die Niederländer gern als Freiheitshelden. Individualisten waren die führenden Niederländer gewiß. Aber 'Freiheit' und den in vielen Gemälden geschilderten 'bürgerlichen Wohlstand' gab es nicht für alle. Die Unternehmenden ließen ihre Arbeitenden hart werken, beseitigten die katholischen Feiertage, sperrten Außenseiter ein. REMBRANDT hat in seinen späten Jahren auch die Armen, die Bettelnden gemalt (T. WITTMAN 1975, bes. S. 251). Innere Auseinandersetzungen, etwa um mehr Republik oder Monarchie der Oranier folgten und es gab wie im Falle des im Alter von 62 Jahren stehenden OLDENBARNEVELT einen hingerichteten wie einen von wütenden Menschen zerfetzten Politiker wie im Falle JOHAN DE WITT 1672. Aus Haft floh nach Frankreich HUGO GROTIUS. Es gab und das auch früher Jahre des Lebensmittelmangels und des Hungers, wenn etwa Getreidelieferungen aus dem Osten wegen der Kriege dort nicht durchkamen. Es gab auch unter dem herrschenden Calvinismus keine generelle Religions-und Denkfreiheit, wenn auch mancher anderswo Gefährdete in die bisweilen toleranteren Niederlande floh. Es wurde von außen teilweise eine Utopie von Freiheit gesehen, wie später von der angeblich so großartigen Regierung in China. Die Genrebilder, mit Rauchenden, Trinkenden, tanzenden Bauern und von Festivitäten, zeigen, daß der Calvinismus in den Niederlanden das Leben nicht auf das schreckliche Genfer Niveau herabdrücken konnte. Die **Niederlande** waren ein großenteils nur durch immer erneute Schutzbauten gegen das Meer und Einrichtungen zur Wasserabfuhr gekennzeichnetes Land, das durch Mühe und auch Härte gegenüber anderen Menschen sowie bei aller Nüchternhheit in den Kirchen Wohlstand und eine gewisse Pracht im Privaten und der Kunst erstrebte und ein "**Goldenes Zeitalter**" für sich hervorbrachte Die vom Meere zu schützenden oder die ihm dank der Mühlenpumpen abgewonnenen **Polderflächen** und die **dem Torf abgewonnenen Lande** ernährten reiche Viehherden und Milchprodukte bestimmten viel in der niederländischen **Landwirtschaft** (T. WITTMAN 1975, S. 157 ff.). Für Käse sprechen noch heute Städtenamen wie Alkmaar, Edam, Gouda. Die Nähe größerer Städte veranlaßten im nahen Lande auf den städtischen Märkten gut zu verkaufendes **Gemüse** anzubauen, "Bohnen, Erbsen, Kohl, Möhren, Kohlrabi, Rüben usw." und sogar nach England exportiert wurden "Artischoken und Spargel" (S. 159). Angebaut wurden auch **Zierblumen**, und an erster Stelle standen **Tulpen**. Für besondere Sorten der Tulpen wurden zeitweise Wahnsinnspreise

bezahlt, bis der Boom zusammenbrach. **1609** konnte mit einem Waffenstillstand für die Republik der Niederlande eine zeitweise Konsolidierung des Errungenen einkehren, aber 1621 wurde der Kampf wieder aufgenommen. Erst **1648** im Frieden zu Münster waren die Vereinten Provinzen der Niederlande, der Norden, ein allgemein anerkannter **souveräner Staat** auf Europas Landkarte geworden.

## Niederländischer Kolonialismus, der der Nordprovinzen. - Neue Naturerkenntnisse beschreibender Art etwa in der Zoologie in den niederländischen Kolonien, so in Südamerika und auf den Molukken

Die Niederlande mit ihrer starken, mit Kanonen bestückten Flotte suchten nicht nur europäische Konkurrenten auszuschalten, sondern eroberten mit Härte auch Stützpunkte und dann Territorien der Einwohner vor allem in Südost-Asien, West-Afrika und Südamerika, und waren ab dem späten 16. Jh. in erstaunenswerter Weise auf vielen der weiten Meere der Erde fast herrschend. Reichtum durch Handel, durch Geschäft, war den reichen Kaufleuten alles. Die Niederländer scheiterten zwar wie die anderen auch bei der Nordost-Passage, waren aber bald an zahlreichen Stellen der Erde vertreten. Argumentiert wurde etwa mit der "Freiheit der Meere", was der Jurist GROTIUS, in Delft, proklamierte. Im spätern 16. Jh. haben Spaniens Könige PHILIPP II. und PHILIPP III,, die nun auch Portugal regierten, holländischen Schiffen das Anlegen in Häfen der Iberischen Halbsinsel verboten, um sie für ihren Unabhängigkeitskampf zu bestrafen (P. C. EMMER 2005). Nach der Aufhebung des Verbots 1609 wurde es 1621 erneuert. Die Niederländer waren in den Zeiten der Hafensperrung von den tropischen Gütern aus Amerika ausgeschlossen. 1630 ließen sich Niederländer in **Recife** im portugiesischen **Brasilien** nieder, mußten sich hier wegen des aufständischen Hinterlandes mit Steinen und Ziegeln über das Meer versorgen lassen (F. BRAUDEL 1986, S. 59). In dem 1580 unter PHILIPP II. in Personalunion mit Spanien verbundenen Portugal erhoben sich 1640 Adlige unter den Braganca und in Abwehrkämpfen gegen Spanien konnte Portugal in Brasilien erst einmal kaum eingreifen. Die katholischen portugiesischen Pflanzer Brasiliens aber rebellierten weiterhin gegen die calvinistischen Niederländer unter der Westindischen Compagnie und Rebellen führten einen Guerillakrieg. 1654 kapitulierte Recife als letzter niederländischer Stützpunkt in Brasilien und endete das teure Unternehmen.

**In Südost-Asien** konnten die Niederlande schließlich ein **geschlossenes Kolonialreich** begründen und zusammen mit etlichen Inseln und Regionen anderswo wurde der niederländische Kolonialbesitz zeitweise so groß wie der des britischen

Empire. Gehalten werden konnten die meisten Regionen nicht. Besiedelt wurde von den Niederländern auch nicht sowieso nur randlich berührte Australien, trotzdem dieses anfangs "Neuholland" hieß. Handel getrieben wurde auch mit **Sklaven**. Fürsten, vor allem an der afrikanischen Westküste, verkauften an die Niederländer, und andere, ihre Landsleute. Gegen 1688 standen fast 22.000 Mann im Dienste der niederländischen Ostindischen Kompagnie, unter ihnen fast 1/3, 8.500, Seeleute (J. ISRAEL 1995, S. 942). Üble Leute mußten angeworben werden. Karrieren in den Niederlanden wie ebenso in England begannen oft im Kolonialdienst. **Niederländer vertrieben Portugiesen** von vielen ihrer Handelsplätzen. Ab 1602 geschah das mit dem Zimtbäume tragenden **Ceylon**/Sri Lanka. wo sich 1795 dann allerdings die britische East India Company das Land aneignete. England hatte 1619 einen Handelsvetrag mit dem Mogulreich zustandegebracht. Ebenso an die Engländer fielen die einst zahlreichen niederländischen Stützpunkte an beiden Küsten in **Südindien**, so an der Westküste, der Malabarküste, Cochin.

Bleibend erfolgreich waren die Niederlande resp. die '**Verenigde Oostindische Compagnie**' (VOC) in Südost-Asien, der Herkunftsregion vieler der so begehrten Gewürze. Die Companie war die größte Aktiengesellshaft der Zeit und vom Staate gestützt. Gewürze waren wertvoller als Gold, wurden massenweise verbraucht. Bei den ausfahrenden Schiffen gab es etwa 20% Verluste, und das wurde getragen (YouTube Imperium 2019). Der berühmte und wegen seiner Grauamkeit berüchtigte Gourverneur JAN PIETERSZ COEN, der auch einheimische Fürsten grausam hintichten ließ, machte 1619 einen Ort an der Westküste der Insel Java zum dortigen Sitz der Kompagnie, **Batavia**, das nunmehr indonesische Djakarta (J. ISRAEL 1995). Es wurde zu einer mit Festung versehenen holländischen Stadt, mit im Jahre 1700 etwa 6000 Europäern, zeitweilig der asiatische Ort mit der größten Zahl von Europäern. Aber Batavia mit seiner Malaria wurde auch zum Grab ganzer niederländischer Familien. Erst mit der Zeit wurde auch ins Inland von Java vorgedrungen und erstreckte sich das niederländische Kolonialreich über den ganzen Indonesischen Archipel.

Im Jahre 1605 hatte die Kompagnie die Portugiesen von den Molukken-Inseln **Ternate, Tidore und Amboina** vertrieben, übernahm bald die besonders viel an Gewürzen liefernden **Banda**-Inseln und Bantam. Aus vielen besetzten Gebieten wurden auch die katholischen Priester, meistens Portugiesen, ausgewiesen. Damit die gewinnbringenden Gewürze der Molukken, der endemische Muskatnußbaum und der endemische Gewürznelkenbaum, niederländisches Momopol wären und bleiben, wurde der Anbau des Gewürznelekenbaumes in einer begrenzten Zahl von 500.000 lediglich auf der Insel Amboina und einigen Nachbarinseln zugelassen, wurden die Bäume anderswo vernichtet und illegaler Anbau schwer verfolgt. Das schloß die Einheimischen davon aus, sich irgendwie an der Gewürzproduktion zu

beteiligen und die versuchte Monopolisierung kennzeichnet diesen wirklich ohne Freiheit für andere betriebenen niederländischen Kolonialismus mehr als den anderer. Wer am meisten von 'Freiheit' spricht, meint oft nur die eigene Freiheit. 1667 etwa wurde Makassar auf Celebes okkupiert.

Und wofür gaben die reich gewordenen Niederländer ihr Geld aus? Für prächtige Wohnhäuser, Luxus, Festmahle, für Sammlungen und viel auch für Gemälde, von denen, von Menschenbildern bis zu Stillleben, durch die Kauffreude der Reichen Zehntausende zustandekamen und so auch ein 'Goldenes Zeitalter' von Kunst aufkam. Und für den Tulpenwahnsinn! Die Niederlande waren wie im 19, Jh. Belgien in Afrika die wohl grausamsten Kolonialmächte der Geschichte und die Niederlande blieben es bis zuletzt.

Erst 1772 und 1792 gelang es auf Initiative von PIERRE POIVRE, der also auf Französisch 'Pfeffer' hieß, seit 1766 Gouverneur der damals französischen Inseln Mauritius und Réunion, 1769/1770 in Schmuggel und Raub Nelkenbäume sowie Muskatnußbäume, Zimt, und dann auch Tee, Bergreis und Brotfruchtbäume von den Banda-Inseln nach den französischen Tropeninseln Mauritius und Réunion vor Südost-Afrika zu überführen (Wikipedia 2018; A. VOELTZKOW 1923) und sie unter Mitwirkung der Naturforscher SONNERAT und COMMERSON hier kultivieren. Das machte dem streng eingehaltenen niederländischen Monopol ein Ende. Durch Initiative von POIVRE wurden die Gewürzplanzen dann auch auf den Seychellen angebaut.

Von Java aus wurde von dem Statthalter in Batavia, ANTON VAN DIEMEN, 1642 eine niederländische Expedition unter ABEL JANSZ TASMAN mit den Schiffen "Heemskerk" und "Zechaen" in Richtung Australien gesandt. Über Mauritius fuhr TASMAN auf einem bisher nicht befahrenen südlichen Kurs nach Osten und kam im November 1642 an die Südspitze der im Südosten vor Australien liegenden Insel **Tasmanien.** Die Inselnatur erkannte er nicht und benannte das Land nach seinem Auftraggeber "Vandiemensland". Im Dezember 1642, 9 Tage nach der Abfahrt von "Vandiemensland" in östlicher Richtung stieß TASMAN auf **Neuseeland.** TASMAN zu Ehren wurde viel später das Meer zwischen Neuseeland und dem später erfaßten Australien Tasman Sea genannt. TASMAN hat Neuseeland zwar berührt, aber erst mit COOK kam seine Aufklärung.Auf einer zweiten Reise 1644 fuhr TASMAN an der Nordküste "**Neuhollands**", also **Australiens**, entlang, ohne jedoch von Neuguinea Notiz zu nehmen und so die von TORRES gefundene Trennung von Australien zu Neuguinea zu erkennen.

In den Napoleonischen Kriegen okkupierte England auch niederländischen Kolonialbesitz, aber die Niederlande erhielten die später Indonesien bildenden Gebiete zurück, während **England** sich auf der **Malayischen Halbinsel** festsetzte, unter



Abbildung 1047: Kapland.

Kontrolle der British East India Company, und 1823 auch **Singapore** erhielt,

Im Jahre **1652** legten Holländer unter JAN von RIEBEECK die Anfänge von **Kapstadt** (Cape Town) in Süd-Afrika und gab es dann die niederländische Kapkolonie. Kapstadt war das 'Wirtshaus', das 'Inn', die "Tavern" zu den zwei Meeren, Atlantik und Indik, die Ruhestätte auf der Fahrt von Westeuropa nach Indien und weiter und zurück. Die Niederländer fuhren in Verkürzung ihres Seeweges nach Süd-Asien nicht mehr an der Ost-Küste Afrikas herauf, sondern über Madagaskar und die Malediven (F. BRAUDEL 1986, S. 229). Was wundert es, daß am Ende des 18. Jh. das Kapland umkämpft war zwischen Niederländern und Engländern. Sklavenarbeit begann in der Kap-Kolonie ab 1690. Vorher hatten hierher gekommene Siedler Landwirtschaft einschließlich Obst- und Weinbau aufgenommen und entstand 1679 benannt nach dem ersten Gouverneur der Kapkolonie SIMON VAN DER STELL als lange östlichster Vorposten der Kapkolonie und so als 2.-älteste Stadt Südafrikas **Stellenbosch**, seit 1918 Universitätsstadt (Wikipedia 2013). Der noch weiter östlich gelegene Außenposten **Swellendam** geht auf 1745 zurück und wurde Südafrika 3.-älteste Stadt.

Kapstadt wurde am 13. August **1814 britische** Kronkolonie. Die niederländischen Buren/Bauern treckten nordwärts, bevor nach dem Burenkrieg auch die Burenrepubliken britisch wurden.

Besetzt wurden unter der **Westindischen Compagnie** etliche westindische Inseln, 1634 Curacao. An der Ostküste Nordamerikas ging alerdings Neu-Amsterdam 1664 als **New York an die Engländer** über.

Platzte der Traum vom niederländischen Brasilien und Nord-Amerika, so wurde ein Teil von **Guyana** niederländisches Plantagenland für Zucker und ab 1700 auch



Abbildung 1048: VAN RIEBEECK.Cape Town.



Abbildung 1049: Stellenbosch.



Abbildung 1050: Swellendam, Calvinisten-Kirche.

für Kaffee, in dem 1667 von England an die Niederlande übertragenen, einst viel gelobten **Surinam**.

Kaufleuten aus den Niederlanden gelang auch Fuß zu fassen, wo andere ferngehalten wurden. Zuerst kamen Portugiesen nach Japan, brachten Feuerwaffen und Christentum. In **Japan** (J. W. HALL 1998) hatte sich 1603 TOKUGAWA IEYASU als shogun durchgesetzt, residierte nicht in Kyoto, sondern in Edo/Tokio, war noch fremden-aufgeschlossen. Unter Nachfolgern wurde nach 1635 das Land zur Sicherung seiner politischen und sozialen Verhältnisse **vor allen Ausländern** abgeschottet, wurde das von zahlreichen Japanern angenommene Christentum schwer vefolgt. Gestattet war nur ein kleiner Handelsstützpunkt auf der Insel Deshima vor Nagasaki für eine einzige fremde Macht, die Niederlande. Von Deshima aus erfolgte eine jährliche Gesandschaftsreise der Niederländer nach Tokio/Edo und wurde vom selbstverständlich begleiteten und vorgeschriebenen Reiseweg von den Reisesänften aus oder bei der Übernachtung und vielleicht der Pinkelpause wenigstens ein wenig über das japanische Inland gesehen, wobei vor allem ärztliche Teilnehmer so viel wie möglich zu erspähen suchten. Immerhin gab es im Inneren Japans endlich dauernden Frieden und Japans Bevölkerung wuchs von 12 Millionen im Jahre 1600 auf etwa 21 Millionen 1721 (J. DARWIN 2010, S. 133). Wie lange konnte auch ein intensiv bewirtschafttet Land noch eine Bevölkerungszunahme aushalten?

1643 erreichte der holländische Kapitän MAARTEN GERRITSON DE VRIES die nördlich von Hokkaido gelegenen **Kurilen**-Inseln, die 1697 von Kamtschatka aus

eine russische Expedition unter WLADIMIR ATLASSOW ebenso fand (Wikipedia 2017). Auf Hokkaido trafen dann im 18. Jh. Russen und Japaner aufeinander und die Japaner kolonialisierten schließlich die ihrem gewohnten Klima so fremdartige kalte Nordinsel.

Mediziner im niederländischen Dienst erschlossen nicht nur in Japan geographisch und **naturwissenschaftlich Neues**. Auf der Insel Hiti und auf der Insel **Amboina**, also den **Molukken**, sammelte der im Dienst der niederländischen Ostindischen Compagny stehende GEORG EBERHARD RUMPF/RUMPHIUS (B. HOPPE 2005) alle ihm erreichbaren Naturobjekte und mit Hilfe anderer hat der zunehmend Erblindete das niedergeschrieben und zeichnen lassen. Trotz mancher Verluste kamen von ihm Berichte, Kopien von Manuskripten, Bilder nach Europa, etwa an die Leopoldina. Und die Blumen- und Insektenmalerin MARIA SIBYLLA MERIAN (L. WÜTHRICH 1994) reiste 1699 auf eigene Kosten im Alter von 52 Jahren für etwa zwei Jahre nach **Surinam**, wo ein Schwiegersohn als Kaufmann lebte. Hier malte sie wie in Europa Insekten, vor allem **Schmetterlinge**, in allen ihren **Entwicklungsstadien** und mit der offensichtlichen Futterpflanze, also dem Gewächs, auf dem sie angetroffen waren.

**Im Norden** (F. BRAUDEL 1986, S. 302 ff.) nicht über Nowaja Semlja hinausgekommen, hat die Nordkompanie der Niederlande hier fast im Monopol **Walfang** betrieben. Um 1595 war **Spitzbergen** entdeckt worden.

## Kampf, Schlachtenblut und eigenständige Kultur: Das Fürstentum Moldau, die Moldauklöster

Am Südostrand der europäischen Renaissanceländer hatte sich in der zweiten Hälfte des 15. Jh., ab etwa 1457, der Woiwode STEFAN (Wikipedia 2017 u. a.) im Fürstentum Moldau durchgesetzt und hat in blutigen Schlachten zuerst auch gegen die Ungarn unter MATHIAS CORVINUS und gegen Polen, dann aber immer wieder gegen die Osmanen seine Herrschaft begründet und der **rumänischen Bevökerung** einen gesicherten **Staat** geschaffen. Als **STEFAN CEL MARE**, STEFAN der GROSSE, wurde er zur Identifikationsfigur der Rumänen bis heute. Fast kann man vergleichen mit JOHANNA VON ORLEANS oder einst für die Deutschen mit HERMANN der CHERUSKER. Gegen 100.000 Tote wären der Blutzoll gewesen, den die Osamanen im Kampf gegen STEFAN CEL MARE geliefert hätten, der vergeblich andere europäische Mächte gegen die Osmanen zu mobilisieren suchte, aber der gegen einen bezahlbaren Tribut an Istanbul seinen in der Religion orthodoxen Staat halten konnte. Hauptstadt war **Iasi**/Jassy, das vielen als Wiege des rumänischen Volkes, seiner Nationalität, gilt, Hauptstadt des



Abbildung 1051: STEFAN CEL MARE. Iasi.

vereinten Rumänien auch 1859 - 1862. Durch STEAFAN CEL MARE selbst und den 1527 - 1538 und wieder 1541 - 1546 als Woiwode der Moldau regierenden unehelichen Sohn von STEFAN, den PETRU RARES (Wikipedia 2017), wurden die eigenwilligen Klöster des Landes mit ihrer Außenbemalung gegründet: die **Moldauklöster**, ein einmaliges Kulturerbe**.** Nach jeder siegreichen Schlacht wollte STEFAN CEL MARE einen Sakralbau schaffen. Die Grabstätte des 1504 gestorbenen STEFAN CEL MARE befindet sich in dem auf seine Zeit zurückgehenden und noch schlichten Kloster **Putna**. Das Kloster **Moldovita** wurde 1531 gestiftet, **Sucevita** entstand 1595 - 1606.

Südlich der Karpathen entstanden walachische Fürstentümer und als grausame Fürsten gingen in die Geschichte ein VLAD DRACUL, vermutlich 1400 - 1447) und VLAD TEPES, der 'Pfähler', 1430 - 1476 (M. W. WEITHMANN 2000, S. 103/104). Die Fürstentümer Moldau und Walachei leisten den Osmanen Tribut, bleiben aber souverän.

## Refomation und Gegenreformation in Ungarn, mit Transsylvanien

Die **Siebenbürgener Sachsen** reformierte um etwa 1544 der Humansist und Pfarrer JOHANNES HONTERUS, der in Wien und Krakau studierte hatte und zuletzt noch einmal bei LUTHER war.



Abbildung 1052: Iasi: Kirche Trei Jerarhi.



Abbildung 1053: Iasi: An der Kirche Trei Jerarhi.



Abbildung 1054: Klosterkirche Putna.



Abbildung 1055: Kloster Sucevita.



Abbildung 1056: Sucevita, Klosterkirche.



Abbildung 1057: Sucevita/Außenbemalung Himmelsleiter.



Abbildung 1058: Kloster Voronet, Außenbemalung.




Abbildung 1059: Reformator HONTERUS. Brasov.



Abbildung 1060: ELISABETH BATHORYs Burg Beckov.

In den 3-geteilten ehemaligen Ungarn war protestantisch **Transsylvanien** (Wikipedia 2016), das weit in die heutige Slowakei reichte und je nach Zeit türkischer Satellitenstaat war. Entgegen dem sich ebenfalls bewerbenden MAXIMILIAN II. wurde STEFAN BATHORY 1571 Woiwode von Transylvanien, 1575 gegen wieder MAXIMILIAN II. König von Polen. Etliche Burgen in Transsylvanien besaß STEFAN BATHORYs ältere Schwester ELISABETH BATHORY. Hier **soll** sie - auch ein makabres Renaissance-Denken? - versucht haben, mit dem Blut von weiblichen Untergebenen ihre Haut jung zu halten. Unter Kaiser MATTHIAS, 1608 als MATTHIAS II. König von Ungarn, wurde sie 1610 auf iihrer Burg Cachtize wegen der ihr zugeschriebenen Verbrechen in einer Kemenate mit kleinem Loch eingemauert, starb 1614 und Jesuiten schrieben von ihrer später auch mit Zweifeln über das Ausmaß gesehener Schuld. **ELISABETH BATHORY** - , Literaturgestalt, verfilmt - auch das war eine **Renaissance-Persönlichkeit**, wohl eine makabre, gegenüber anderen Menschen besonders rücksichtslose. Die groüen Burgen der ungarischen Magnaten und der ELISABETH BATHORY, noch erheben sich auch in der heutigen Slowakei ihre Ruinen über das Land.

## Reformation und Gegenreformation in Polen

**Renaissance-Polen**. war im 16. Jh. zunächst ein kulturell und bildungsmäßig hochstehendes Land, ein Land der Toleranz, das "Land ohne Scheiterhaufen", in einem '**Goldenen Zeitalter'/Zloty Wiek** (N. DAVIES 2000, S. 268).

Es war trotz des auch kulturell blühenden Spanien fast der freundliche Gegen-



Abbildung 1061: ELISABETH BATHORYs Burg Cachlize.



Abbildung 1062: Rekatholisiertes Ungarn: Szeged.



Abbildung 1063: Krakau: Wawel. 1969.



Abbildung 1064: Krakau: Wawel-Hof.



Abbildung 1065: Kazimierz Dolny, Markt. 1969.

satz zu dem so oft als inquisitorisch dunkel erscheindendem Land auf der Iberischen Halbinsel, und Polen trat in sein Goldenes Zeitalter ohne jenes Kolonialreich, welches den Niederländern ein 'Goldenes Zeitalter' bescherte. Auch in Polen und Livland und anderswo hatte die Reformation vor allem in Städten wie Danzig, Elbing, Riga weithin Fuß gefaßt (CHR. SCHMIDT 2000). Der Katholizismus erhielt Auftrieb durch hervorragende Persönlichkeiten, so die des STANISLAW HOSIUS (CHR. SCHMIDT 2000, S. 38 ff.) und dann die eingeladenen Jesuiten. Nach der seit 1386 bestehenden Personalunion mit dem Großfürstentum Litauen wurde Polen **1569** in der Lubliner Union nach aufwendigen Debatten auch staatlich mit Litauen vereint, in der '**Rzeczpospolita**'. Polen umfaßte 1569 etwa 260.000 Quadratkilometer, **Litauen**, das östlich von Polen bis ans Schwarze Meer reichte, etwa 520.000 Quadratkilomer (CHR. SCHMIDT 2000, S. 273). Die Mehrzahl der Bewohner des Litauen im engeren Sinne waren orthodoxe Ukrainer und Weißrussen, 'Ruthenen'.

Nachdem die Dynastie der Jagiellonen kinderlos ausstarb, wurde die Rzeczpospolita 1572 **Wahlkönigtum**, mit Königswahl durch den von den Magnaten beherrschten polnischen Reichstag. Der 1575 zum König der Rzeczpospolita gewählte STEFAN BATHORY war Transsylvanien tolerant gegenüber den Evangelischen gewesen, aber in Polen regierte er streng kartholisch (CHR. SCHMIDT 2000, S. 215). Er warf IWAN IV. aus Livland. **Danzig** aber mußte er mit eigener Außenpolitik, unabhängiger Kriegsführung und deutscher Amtssprache fast eine eigenständige Staatlichkeit zugestehen, vor allem auch im gegen Geldzahlung gesicherten Luthertum.

Unter der Adelsherrschaft wurde Polen zunehmend ins Unglück geführt. Zu Anfang des 17. Jh. rückte die polnische Adelsarmee bis Moslau, und polnische Herrscher regierten im Kreml - nicht lange. Und die Hexenverfolgung wurde im 18. Jh. nach-

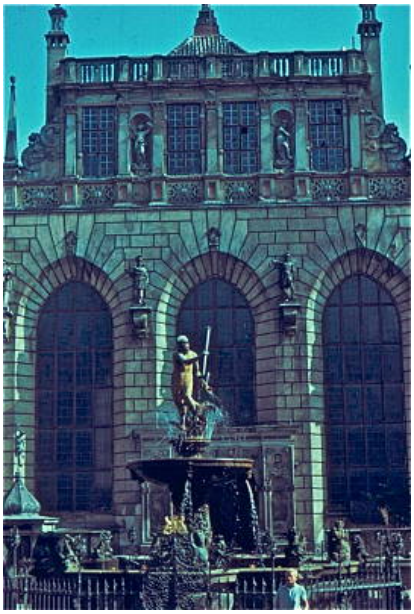

Abbildung 1066: Danzig: Elitetreffpunkt Artushof, 1478, 1616/17.



Abbildung 1067: Danzig: Neptunbrunnen vor dem Artushof, 1633/34.

geholt (D. MAC CULLOCH 2010, S. 731).

Konfessionelle Kriege schlimmster Art - auch über die Grenze zum 17. Jh. gingen die weiter und diesmal traf es am härtesten **Deutschland**, in dem die **Gegenreformation sich durchsetzen** wollte und für die protestantischen Territorien scheiterte.

## Die Russen dringen vor: vergeblich nach Westen, ganz erfolgreich in die Wolgaregion und nach Sibirien - Das russische Imperium entsteht

Das eine der ostslawischen russischen Reiche, das einst fast reine Binnenreich '**Moskowitisches Reich**' und dann Rußland suchten immer wieder den Weg zu den für den Handel nötigen Meeren. 1521 waren der Khan der Goldenen Horde noch einmal tributfordernd in Moskau erschienen. 1547 wurde 16-jährig, nach Kindheitserlebnissen von Kerker-und Giftmorden nächster Verwandter bis hin zur Mutter, IWAN IV., der 'Schreckliche', gekrönt. In aggressivster Weise wurde vorgegangen, auch gegen die von Russen bewohnte eigenständige, oligarchisch regierte und weit offene Handelsstadt **Nowgorod**. Das durch Flüsse **mit der Ostee verbundene** Nowgorod war schon durch IWAN III. fast vernichtet worden und wurde unter IWAN IV., dem "Schrecklichen", unter dem Verdacht des Zusammengehens mit dem Großfürstentum Litauen mit großer Zerstörung und gewaltiger Metzelei unter der Einwohnerschaft 1570 als eigenständiger Staat ausgelöscht (E. HASSINGER 1964, S. 349). "Der Zar beteiligte sich persönlich an den Hinrichtungen. Die Einwohner ... wurden systematisch zusammengetrieben und in Gruppen von 500 bis 1000 Personen pro Tag getötet. Innerhalb von fünf Wochen war die kulturell fortgschrittenste Stadt Rußlands entvölkert und nur noch eine rauchende Ruine." In Moskau wurden die Sympathisanten Nowgorods grausam umgebracht (N. DAVIES 2015, S. 305/306). In Spanien wurden unter dem König KARL I. und gleichzeitigem Kaiser KARL V. die Städte ebenfalls besiegt und Spaniens weiteres Schicksal war dem Rußlands nicht so unähnlich.

Immer wieder versucht wurde von IWAN IV: die Eroberung von **Livland** an der Ostsee, Teil des Ordensstaates oder des Großfürstentums Litauen und später auch Schwedens. **Narwa**, wo mit Engländern gehandelt werden sollte, ging aber 1583 für IWAN IV. erst einmal wieder nedgültig verloren (L. RÜHE 1992, G. STÖKL 1997). Die nach Narva gelockten englischen Handelsfahrer wichen Konflikten in der Ostsee aus und fuhren wie schon 1553 an die Mündung der nördlichen Dwina, wo in einer tief ins Land eingereifenden Bucht des Weißen Meeres 1584 als Handelsplatz das allerdings im Winterhalbjahr lange zugefrorene **Archangelsk**

gegründet worden war. Die Engländer und Fachleute aus dem Ausland genossen große Privilegien. Aber die Russen selbst wurden gegen geistige Einflüsse abgeschirmt, durften nicht ohne Genehmlgung ins Ausland reisen. Nur in einer eigenen Druckerei hergestellte und also überwachte Schriften sollten zugänglich sein (E. HASSINGER 1964, S. 352). Es enstand, was '**Ideokratie**' (L: RÜHL 1992, S. 106) genannt wurde, "die herrschaft des Staates über Denken und Glauben". STALIN mußte dem allem im 20. Jh. (!) nicht viel hinzufügen. Dem Westen war das aber ebenso oft nicht fremd. IWAN IV. hinterließ **kein 'Renaissance-Rußland'**, aber bleibend wurde des Despoten Erfolg in Richtung Osten und Südosten 1554, 1556 mit der schließlich gefestigten Eroberung der **Khanate Kasan und Astrachan**, deren Herrschschaft er seinen Titeln zufügte. Die Invasion der Mongolen und Tataren von Osten nach dem Westen wurde durch Rußland nun abgelöst durch sein eigenes Vordringen nach dorthin, woher die Tataren gekommen waren und die Idee eines eurasischen Großreiches fand eine neuartige Fortsetzung (L. RÜHL 1992, S. 27). Irgendwie schien die tatarisch-mongolische Bevölkerung wohl auch zusammengeschmolzen zu sein und hatte es gerade im Adel auch Vermischungen mit Russen gegeben, Mit der Einbeziehung immer weiterer Völker, auch mit nicht-christlicher Religion, wurde Rußland nie zu einem solchen Nationalstaat der Russen wie es Frankreich oder Spanien anstrebten und in vielem auch erreichten. So erfolgreich das Moskowitische Reich bald im Osten war, im Südwesten konnte sich keine russische Herrschaft etablieren. Das **Krim-Khanat**, verbunden mit dem an der südlichen Schwarzmeerküste herrschenden Osmanischen Reich widerstand noch bis Ende des 18. Jh. Und auf der Krim bei den Krimtataren blieb auch die nomadische Lebensstruktur noch erhalten (B. SPULER 1977, S. 399). Rußland trug also nach dem Wolgadelta und Sibirien seine Herrschaft und Lebensweise, als es vom Süden noch abgeschlossen war. Der Südwesten, die Ukraine, das Lande der zum Teil rechts souveränen Kosaken, war Teil des mit Polen vereinten **Großfürstentums Litauen**. Hierzu gehörten auch **Kiew** und im Norden das, was später Weißrußland wurde.Versperrt war also noch für lange der Weg direkt nach Süden, an das Schwarze Meer, das türkisches Binnenmeer war.

Erfolgreich wurde dann das Vordringen von Russen in **Sibirien** (D. DAHLMANN 2009), und auch die im europäischen Teil folgenden Wirren konnten es nicht lange bremsen. Es war ein ganz anderes Vordringen als das der seefahrenden Nationen im Westen, daß der Russen war eines nur über Land, ein kontinentales Gegenstück. Ausgerüstet von der seit IWAN dem SCHRECKLICHEN privilegierten Unternehmerfamilie STROGANOW führte ab 1578 der 1584 ertrunkene Kosaktenhetman JERMAK Russen über den Ural nach **Sibirien**. Die STROGANOWs hatten auch die Genehmigung für Privatruppen erhalten. **1587** wurde **Tobolsk** gegründet, **1604 Tomsk**. Es waren relativ kleine Gruppen von Russen, die hier vordringen, Nach dem Tode von IWAN IV. und dann 1605 mit dem Tod des umstrittenen BO-

RIS GODUNOW fiel Rußland in die Zeit der "Wirren", mit dem Kosakenaufstand seit 1604. Fremdherrschaft durch die Polen/Litauische Union folgte bis Moskau mit dem ersten und dem zweiten "Falschen Demetrius".(L. RÜHL 1992). Im Oktober 1612 mußten die sich im Moskauer Kreml amüsierenden Polen, adlige vor allem, aber abziehen. Erst unter der neuen **Dynastie der Romanow** konnte das offzielle Rußland auch die Lage in Sibirien wieder in den Blick nehmen. Im Laufe etwa eines Jahrhunderts wurde mit Sibirien ein in der Größe Nordamerika vergleichbares Territorium dem Zarenreiche eingegliedert,. Es war wohl die größte in einer relativ begrenzten Zeit durchgeführte Landnahme, die ein Staat je erreichte. Wie im noch kaum erschlossen Westen in Nordamerika wurde die Herrschaft in Sibirien durch hölzerne Forts gesichert. Um 1600 lebten im Moskauer Reich höchstens 5 Millionen Einwohner (E. HASSINGER 1964; S. 352) und neues Ackerland benötigte damals man nicht. Warum rückten Russen, relativ wenige, immer weiter in riesige Gebiete vor und schließlich hinüber nach Alaska? Gesucht waren **Pelztiere** (P. LITTKE 2003), aber auch **Elfenbein** von den ausgestorbenen Mammuten und das Elfenbein der Stoßzähne von Walrossen im äußersten Nordosten. Händler zogen im Schutz bewaffneter Kosaken. Diese Sibirien durchziehenden und unterwerfenden Kosaken waren teilweise grausame Eintreiber der Tributs an Pelzen, eine Pelzsteuer, bei den Einheimischen (PH. LONGWORTH 1977). Schon um 1600 waren jährlich etwa 1 Million Felle nach Moskau gesandt worden.

Pelztiere aber konnten auch in den riesigem Gebiet mancherorts bald immer weniger erlegt, wurden also seltener, und veranlaßten die Durchquerung und Aneignung immer weiterer Regionen. Es war also eine primitive ausbeutende Wirtschaft und schon gefährliche Ausbeutung der Natur.

Erschlossen wurde das riesige Gebiet über Land, jedoch am weitesten kam man mit notfalls bis zu 40 Männern fassenden Booten auf den Flüssen, gerudert und gesegelt. 1628 war PETER BEKETOW zur oberen Lena gekommen und gründete die Niederlassung **Jakutsk**. Diese Niederlassung war damit älter als das 1661 angelegte und **1686** mit Stadtrecht ausgestattete, südlicher gelegene **Irkutsk** (Wikipedia). Den Baikalsee entdeckte man 1643.

1633 war der Pazifik erreicht, die Existenz von Kamtschatka festgestellt. 1633 fuhr eine kleine Mannschaft unter IWAN PERFILEW die Lena hinab und gründete eine Niederlassung an der Jana. 1638 stieß IWAN REBROW bis zur Indigirka vor. IWAN MOKWITIN kam an den Amur und zum Ochotchkischen Meer. 1632 war der Kosakenoffizier SEMEN (SEMJON) DESCHNEW (DESCHNJOW) (R. HÖLLER 2011) in die Garnison Jakutsk beordert worden. Ein Kommando, dem er schließlich vorstand, war nach Norden aufgebrochen, die Indigirka bis zur Mündung hinabgefahren und längs der Eismeerküste an die Mündung der gut befahrbaren **Kolyma** gekommen. Bei der weiteren Fahrt wurde die nordöstliche Halbinsel



Abbildung 1068: Pelztier. Mongolei. 1963.



Abbildung 1069: Irkutsk. 1972.

umrundet und der von West nach Ost in den Pazifik mündende und schon aus Gerüchten genannte **Anadyr** erreicht. Bei der Umrundung der nordöstlichen Halbinsel, bei der etliche Bootsbesatzungen scheiterten, war **unerkannt** die **Meerenge zwischen Asien und Amerika durchfahren** worden. Nach jahrelangem Aufenthalt in einer Kolonie an der Anadyr-Mündung mit seinem beeindruckenden Walroß-Bestand begab sich DESHNEW, nach dorthin beordert, 1659 nach Jakutsk und war 1664 in Moskau. Nach Sibirien zurückgekehrt, eskortierte DESHNEW 1673 eine Handelsgesellschaft zurück nach Moskau, wo er, der eher Sibirier war, starb. Von den Entdeckungen DESHNEWs erfuhr man durch einen in Jakutsk von ihm hinterlegten Bericht, den 1736 der an der Großen Nordischen Expedition teilnehmende Historiker G, F. MÜLLER wiederfand. Grausam war mit seiner Mannschaft 1650 auch JEROFEJ CHABAROW, nach dem die Stadt Chabarowsk benannt wurde. Um 1687 stieß man im Amur-Gebiet an das China der Mandschus. Da China von Mongolenstämmen bedroht war, stimmte es **1689** einem in der neuen russischen Festung **Nertschinsk** abgeschlossenen **Vertrag** zu, der die Grenze nördlich des Amur-Stromes festlegte. Jesuiten hatten als Dolmetscher gedient (D. DAHLMANN 2009). Um 1700 wurden die Tschuktschen-Halbinsel und das schwieriger zu erobernde **Kamtschatka** in das Russische Reich einbezogen. Um 1700 betrug die Landfläche des Zarenreiches (J. DARWIN 2010, S. 121) etwa 5,45 Millionen Quadratkilometer, damit etwa 3,5 ma. mehr als um 1600 mit 1,53 Quadratkilometer. Die weitere Erschließung des nordöstlichen Sibirien kam dann mit der **Großen Nordischen Expedition** im 18. Jh. , die jetzt Rußlands Riesengebiet endlich erfassen wollte, **Alaska** wurde am Ende des 18. Jh. als Monopolbesitz der Russisch-Amerikanischen Kompagnie russisch. Als später die Seeottern auch an der Westküste Nordamerikas selten wurden, verkauften die Russen 1867 das von ihnen ebenfalls besetzte, jedoch nur von Süden her zu versorgende Alaska an die USA. In Sibirien gab es 1724 bestenfalls 400.000 Russen, 1858 2,3 Millionen, zwischen 1881 und 1913 wanderten über 5 Millionen Menschen nach Sibirien (A. W. CROSBY 1991, S, 42/43). Unabhänigkeitsbestrebungen von Politikern Sibiriens von Moskau führten zu keinem Ergebnis (YouTube 2018).

**Nicht** in das Zarenreich **einbezogen** blieben noch bis tief ins 19. Jh. **die Steppen** der **Nomaden**, der Kirgisen vor allem, und die islamischen Khanate in Zentralasien. Aber Rußland war mit alledem nicht zufrieden, und breitete sich auch auch nach Westen und Südosten aus und besetzte dort Gebiete wie Bessarabien. Nur die erstrebte Besetzung von Konstantinopel wurde immer wieder verwehrt. Aber Rußland strebte nach der Mandschurei und Land gegenüber dem dann eingreifenden Japan. Rußland hat an Landmasse so viel erobert, das es Deutschlands Eroberungsdrang um ein Vielfaches überstieg, und das durfte bis um 1991 im Ostblock nicht betont werden, auch wenn in Filmen vorkommen konnte "für Rußland und den Zaren erobern eine neue Provinz." Rußlands Eroberungsziele schienen

wie die Großbritanniens keine Grenze zu kennen, wobei Rußland im Unterschied zu Großbritannien seine eroberten Gebiete gleich hinter seinen jeweiligen Grenzen hatte und die neu besetzten Gebiete unmittelbar in Rußland einbeziehen konnte. Bis etwa Japan Grenzen setzte und nach 1991 das Riesenreich Sowjetunion zerfiel. Die Russen mußten nach 1991 auch vor der stark gewachsenen Bevölkerung der sich für souverän erklärenden Gebiete weichen.

## Hexenwahn und Hexen-Verfolgung - die Kehrseite von voraussetzungsloser Wissenschaft und Renaissance? - und Verbrennung von Ketzern auch in Herrschaften von Universitätsgründern

Die **frühe Renaissance und ihre Blütezeit** waren noch **nicht bedrückt vom Hexenwahn**, aber in ihrem Ausklange gab es gesteigert furchtbare **Hexenverfolgung** ja sie kam erst richtig auf, um im 17. Jh. mancherorts den Höhepunkt zu erreichen (H. TREVOR-ROPER 1867). .Nach dem großen Aufbruch kam also der **große bedrückende Rückfall,** die Hexen- und dann auch Ketzerverfolgung. Die Hexenverfolgung wurde unter beiden Konfessionen betrieben, in katholischen Ländern wie in protestantischenbei. Aber **bedrückend** muß erscheinen, **daß nach** einer Zeit des Aufbruchs, nach der Entdeckung neuer Welten, nach COPERNICUS, **nach** den großen Entdeckungen in das Anatomie, eines der dunkelsten Kapitel in der Geistesgeschichte der Menschheit folgt, einem unfaßbaren Glauben an finstere Mächte. Wobei auch die großen Neuerer der Zeit keineswegs frei von manchem Aberglauben waren (H. TREVOR-ROPER 1967, S, 132).

Wegen Hexerei und Zauberei verbrannt wurden vielerorts bevorzugt Frauen, aber besonders im Norden auch Männer (Wikipedia 2016). Einst war die Kirche gegen den Hexenglauben gewesen. Er galt als heidnisch. KARL der GROßE habe für Hexenglauben die Todesstrafe verordnet, Hexenglauben wurde noch im 11. Jh. von der sich über den Teufel siegreich dünkenden Kirche verfolgt (F. SEIBT 1987). Hexerei stand im Prozeß gegen den 1312 aufgelösten Templer-Orden, dessen führende Personen 1314 verbrannt wurden. Der Hexerei beschuldigt wurde 1421 in Rouen verbrannte JEAN D'ARC. Bei der neuzeitlichen Hexenverfolgung ging es nicht um religiöse Abweichung. Ja, die Häresien verfolgende Inquisition stand etwa in Spanien der Hexenverfolgung fern. 'Hexe' konnte man auch im herrschenden Glauben werden. Reformation und Gegenreformation und allem bei der Reformation verschiedene Richtungen und Strömungen hatten zu Unsicherheiten geführt und mochten einer der Gründe sein, die den Hexenwahn beförderten, aber vieles ist damit nicht erklärt. Der Hexenwahn stammt aus den Gebirgen (H. TREVOR-

ROPER 1967, S. 106 ff.), aber dort blieb er nicht hängen. Der Hexenwahn hat durchaus eine weltliche Wurzel, die Annahme von Zauberei. Die Kirchen nahmen ihn zu ihrem bleibendem Schaden auf. Die Jesuiten übernahmen jetzt die Rolle, welche ehemals allein die Dominikaner innehatten. Glaubten jene an Hexerei, welche die grausamen Urteile, im allgemeinen am Ende der Tod auf dem Scheiterhaufen, fällten? Handelten sie als Verbrecher im "guten Glauben"? Geistliche und weltliche Herrscher hatten mit dem Hexenwahn ein ständig wirkungsvolles Disziplinierungsmittel zur Verfügung, was ihr Interesse an der Hexenverfolgung begründen könnte. Glaubten aber schließlich auch selbst daran -oder? Immerhin fielen ihnen sogar Verwandte oder brauchbare, bisher gut dienend Männer zum Opfer. In einer Zeit, da Forschung, auch Tatsachenerforschung, in größerem Maße aufkam und die bisherigen Anschauungen oft kritisch gesehen wurden, erscheint es wie ein Widerspruch, daß andererseits leichtfertig an Hexen "geglaubt" wurde, daß auch gebildete Leute ihre Existenz offenbar annahmen! Heutige Gläubige haben alles vergessen oder verziehen. Immerhin wird mancherorts nunmehr der einst verbrannten Frauen gedacht und sie posthum lange nach ihrem schrecklichen Tod geehrt.

Der ablehnend zum Hexenwahn stehende Arzt WEYER (s. u.) berichtet (nach C. BINZ 1990, S. 59), daß man ein "armes altes Weib zu dem Geständnis" brachte, sie habe 1565 "furchtbare Stürme, harte Kälte und andauerndes Eis hervorgezaubert" und es waren ernste Männer, die das steif und fest glaubten." Schwere Verfolgung gab es etwa schon 1461 in Arras, und Kaufleute von dort wurden gemieden, weil man Furcht hatte, mit vielleicht bald Verfolgten zu verkehren (J. HUIZINGA 1954, S. 351). Hat die Kirche sich hier wider besseres Wissen gebeugt, um eine weitere Möglichkeit für Verfolgungswahn, für Verunsicherung zu haben, um durch Vermischung mit Häresie deren Verfolgung zu erleichtern (J. HUINZINGA 1954), der von geistig hochstehenden Menschen, von Spöttern wie BOCCACCIO gepriesenen Menschenfreiheit einen Riegel vorzuschieben (B. SUTTER 1984, S. 12)? Die große Schuld auch der katholischen Kirche an dem Hexenwahn, ihre Identifizierung mit dem Wahn, erlegte ihr Papst INNOCENZ VIII. auf. Am 5. Dezember **1484** erließ der Vatikan die Hexenbulle "Summis desiderantes affectibus" und zu gleicher Zeit erschien vom Papst gefördert das für die Hexenprozesse maßgebliche Werk "Hexenhammer", der "**Malleus maleficarum**", von den Dominikanern HEINRICH INSTITORIS und dem damaligen Professor der Theologie in Köln JAKOB SPRENGER verfaßt und bis 1669 insgesamt 29mal gedruckt. Bis 1523 gab es schon 13 Auflagen und das bedeutete wohl etwa 10.000 Exemplare, und die Kloster-, Rats-, Universitätsbibliotheken und Bildungseinrichtungen konnten versorgt werden (H. KRAMER 2013, S. 16). Es wurde auch über Gegner des Hexenwahns gejammert, aber viele fühlten sich bestätigt, Fürsten konnten beraten werden. Hemmnisse, ja Widerstand selbst von Geistlichen gegen die Hexenver-

folgung, wurde wegdiskutiert, Hexenverfolgung erschien als jursitisch gedeckt (C. BINZ 1990; S. 7). Später wurde der 'Hexenhammer' abgelöst von den 26 Auflagen des 'Disquisitionum magicarum libri sex' des Jesuiten MARTIN DELRIO (H. KRAMER 2013, S. 17). Hexenverfolgung war nicht auf katholische Lande begrenzt! Wieder der große niederländische Historiker J. HUINZINGA (1954, S. 348) hat eine zu einseitig positive Geschichtschreibung des 16. Jahrunderts kritisiert: "Die gleiche Zeit, die für uns das Ende des Mittelalters und den frohen Ausblick auf die Blüte des Humanismus bedeutet, besiegelt ... die systematische Ausgestaltung des Hexenwahns. ... Und kein Humanismus, keine Refomration widerstehen diesem Wahn: ..." Den Kampf gegen die Hexen forderten auch LUTHER, MELANCHTHON, JOHANNES BRENZ und vor allem CALVIN (B. SUTTER 1984, S. 19). Von dem ständig den Teufel fürchtendem LUTHER wird geschildert, wie er 1518 angenommen hatte, daß Hexen aus einem Tisch fremden Kühen entnommene Milch melken könnten, Kinder mit dem 'bösen Blick' schädigten, auf einem Besenstiel wie auf DÜRERs Kupferstich durch die Luft reiten, Wetter machen und gegenüber den 'Teufelshuren' jede Barmherzigkeit ein Fehler sein (in B. SUTTER 1984, S. 18). Vier Jahre vor LUTHERs Tod wurden **in Wittenberg 1540 4 Menschen** wegen Zauberei **verbrannt**. Und LUTHER habe gemeint, Hexen müßten verbrannt werden, auch wenn sie keinen Schaden angreichtet haben, allein schon wegen ihres Paktes mit dem Teufel (H. TREVOR-ROPER 1967, S 134). Lutherische Prediger brachten den Hexenwahn in den 1560-er-Jahren dann nach den protestantischen Ländern, so nach Mecklenburg (S. 135). In Genf gab es unter CALVIN Hinrichtungen von "Pestbereitern". Jesuiten als Hofprediger redeten den katholischen Fürsten immer wieder den Hexenwahn ein (S. 136). 1563 schon gab es das früheste Hexengesetz Schottlands (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 135). Der protestantische König JAKOB I., Sohn der katholischen MARIA STUART, forcierte die Hexenverfolgung (Wikipedia 2016). In England wurden aber niemals Hexen verbrannt. Im Leben des Blutkreislaufentdeckers HARVEYs spielten Hexen keine Rolle.

Selbst ein so führender und Neues vermittelnder Gelehrter wie der Jurist JEAN **BODIN** in Frankreich, der etwa jede Sklaverei abgeschafft sehen wollte (E. FLAIG 2009), hielt Hexen augenscheinlich für Realität, wie sein 1580 veröffentlichtes Buch "Traité de la démonomanie des sorciers" beweist. Er verfluchte WEYER, der gegen den Hexenwahn stand. Ein hochmittelalterlicher Vorgänger von BODINs Glauben an Hexerei war THOMAS VON AQUIN (YouTube 2019).

Wer den Hexenwahn mit religiösem Glauben vergleicht wird Gegenargumente ernten, aber beides beruht auf ungeprüftem Glauben, gleichem Wahn!

**Universitätsgründer als Hexenverfolger**! Auch das gab es in **Deutschland**! Im Lande gelehrter katholischer Fürsten. So dessen, der 1582 zum Gründer der




Abbildung 1070: ECHTER...Würzburg.

Universität Würzburg wurde und 1579 ein nach ihm benanntes Spital gründet hatte, Fürstbischof JULIUS ECHTER VON MESPELBRUNN (u. a., K. DESCHNER 2014, S. 212 ff.; Wikepedia 2012, u. a. im Internet). Auch sonst gibt es im Frankenland viele Bauten, Kirchen etwa, die auf ECHTER VON MESPELBRUNN zurückgehen. Für das Spital hatte JULIUS ECHTER auch eigenes Vermögen eingesetzt, wobei er das wohl kaum so zu Recht erworben hatte. Gekaufte Ländereien, Wälder wie besonders auch Weinberge, etwa in der Mainschleife bei Volkach, sicherten die Unterhaltung des Spitals.

Ehrgeizig und auf Ausdehnung seines Territoriums bedacht, hatte ECHTER anfangs mit Hilfe von Protestanten gegen den Protestanten bekämpfenden Fürstabt von Fulda gehandelt, um dann allle Abweichler vom Katholizismus zu verfolgen. Weiterhin betrieb ECHTER bis an sein Lebensende Rüstung und Militarisierung mit Zwang. Um Würzburg freizumachen von mönchischem Lottertum wie von Protestantismus und Juden griff er hart durch und über ihn heißt es in ihn heute noch ehrenden Katholikenkreisen, daß ihm Würzburg und Franken das Verbleiben im Katholizismus verdankt, er also die Gegenreformation konsequent durchsetzte. Wer dem ECHTER nicht paßte, wurde vertrieben, unter Eigentumsverlust. Das galt für die Juden, deren Koexistenz im Fürstbistum er nicht für möglich hielt. Auf dem ehemaligen Judenfriedhof wurde das Spital errichtet. Neben der im Geiste der harten Gegenreformation erfolgenden Vertreibung und Vernichtung von Nichtkatholiken starben unter ECHTER VON MESPELBRUNN aber auch wohl 200



Abbildung 1071: Juliushospital Würzburg Umbau 1785/93.

(Süddeutsche Zeitung, vielleicht auch 900 Hexen. Konnte er nur dem Druck aus Dörfern nicht widerstehen? (s. Ehrungen für ECHTER VON MESPELBRUNN im Internet). Gestorben ist ECHTER VON MESPELBRUNN 1617. Berichtet wird auch: In der kleinen Stadt Gerolzhofen wurden zwischen 1616 und 1619 über 260 Menschen verbrannt oder auf andere Weise getötet. Allein im September 1618 gab es in Gerolzhofen 99 staatlich Ermordete. Im Amt Rothenfels wurden in 15 Jahren fast 100 Hexenopfer verzeichnet, in Freudenberg 1616 waren es 50. Nach einem zeitgenössischen Bericht verkündete ECHTER kurz vor seinem Tod 1617 von der Kanzel, daß er in einem Jahr etwa 300 Hexen und Ketzer verbrennen ließ (viel bei K. DESCHNER 2014, S. 222 ff.). Und noch gibt es den katholischen, den JULIUS ECHTER ehrenden Echter-Verlag! Nach JULIUS ECHTER VON MESPELBRUNN folgte 1623 sein Neffe PHILIPP ADOLF VON EHRENBERG (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 149). Während seiner Regierungszeit ließ der gegen 900 Menschen verbrennen, darunter seinen eigenen Neffen. 20% der Verbrannten waren Priester und Ordensleute. Verbrannt wurden auch Kinder von 7 Leuten. In Gerolshofen wurden sogar Verbrennungsöfen eingerichtet (Wikipedia 2018). Bei den **Fürstbischöfen von Bamberg,** den auch Würzburg regierenden JOHANN GOTTFRIED I. VON ASCHHAUSEN und dann GEORG II, in Bamberg, dem 'Hexenbischof', kamen in den deren Regierungszeit im Hochstift gegen 1000 Menschen zur Hinrichtung, Davon bei GEORG II, in 10 Jahren etwa 600 Hexen (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 149/150), dazu der als zu milde erscheinende

Kanzler Dr HAAN, vorher dessen Familie, und 5 Bürgermeister, die HAAN nach Geständnis auf der Folter auf dem Hexensabbat gesehen haben wollte. In Bamberg war sogar ein eigene Hexengefängnis gebaut worden. Über die Verfolgungen in Bamberg sind einmalige Urkunden erhalten geblieben, die schon fast vor dem Entsorgen standen (YouTube 2019). In Bamberg griff dann der Reichshofrat in Wien in den Wahnsinn ein und beendete ihn,

Schlimm stand es auch im **Erzbistum Trier,** wo 1582 JOHANN VON SCHÖNEBURG sein Pontifikat begann (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 143 ff.). Nach der Verfolgung der Protestanten und der Juden kam die der Hexen. Zwischen 1587 und 1593 wurden in 22 Dörfern 368 Hexen verbrannt, und "in zwei Dörfern blieb jeweils nur eine weibliche Person übrig" (S. 143). Wegen zu milder Urteile kam nach Folterung, Erdrosselung und Verbrennen auf dem Scheiterhaufen auch der Rektor der Universität Trier und dazu oberster Richter am kurfürstlichen Hofe DIETRICH FLADE (S. 43). In Koblent, der Residenz des Kurfüsten von Trier, wurden 1629 24 Hexen verbrannt und die Verfolgung ging weiter. In Bonn, der Residenz des Kurfürsten von Köln, waren unter den Hingerichteten der Kanzler und seine Frau, die Frau des bischöflichen Sekretäters und auch Kinder von 3 bis 4 Jahren (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 149).

Der **protestantische Herzog von Braunschweig** HEINRICH JULIUS galt als besonders gebildeter Fürst, ein Jurist auch, der die Bibel so hoch gar nicht schätzte. Auf ihn geht die Universität Helmstedt zurück. Seine Regierung begann er mit der Vertreibung der Juden. Nach des Fürsten Tod lobte der Hofprediger seinen Eifer bei der Hexenverbrennung, so wie der auch als Dichter auftretende Fürst das auch in seinen Stücken als moralische Pflicht gepriesen hatte (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 147).

Es reicht nicht die Phantasie sich vorzustellen, wie es in den am meisten heimgsuchten Dörfern im Fürstbistum Würzburg und im Erzbistum Trier und anderswo bei den Menschen aussah. Wenn der Geruch der Scheiterhaufen noch in der Luft lag? Schwiegen sie, wenn die Nachbarin verbrannt wurde, hielten sie es für gerechtfertigt, standen sie tief im Glauben? Ging man in die Kirche, was predigte der Priester, wenn es über die sich lichtenden Reihen blickte? TREVOR-ROPER (1967) denkt auch an die Verfolgungen im 20, Jh. etwa die der Juden bei HITLER.

JOHANN PHILIPP VON SCHÖNBORN (Wikipedia 2018), 1642 Fürstbischof von Würzburg, vertrieb die Juden aus **Würzburg** nach einem bis 1803 geltenden Gesetz, aber war konziliant gegen die Protestanten, förderte auch den Protestanten LEIBNIZ, war von SPEE überzeugt (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 152), 1647 wurde JOHANN PHILIPP VON SCHÖNBORN auch Ezbischof von Mainz.

**Toleranz oder auch nur etwas größere Toleranz - o, welche Zeitdauer benötigten sie zur Verwirklichung.**

Für **Kursachsen** ermittelte MANFRED WILDE (s. Rzension zu 2003) 905 Anklagen gegen Einzelpersonen, darunter auch Segnungssprecher, magische Heiler, Wahrsager, auch 'Injurien'-anklagen. In 284 Fällen wurden die Todesstsrafe verhängt, Davon waren 246 Frauen, 38 Nänner. 153 der Hinrichtungen fielen in die im Thüringischen gelegene sächsische Enklave Grafschaft Henneberg. 48 der in Kursachsen verhafteten Personen starben in der Haft. Das abgerechnet ist Kursachsen ein relativ verfolgungsarmes Staatswesen Einer 1585 in Dresden hingerichteten adligen Dame wurden zur Hexerei auch Dieberei und Ehebruch zugeordnet. Aktenverluste werden vor allem auch für Rittergüter angenommen.

**Manche deutsche** heutige Mittelstadt, einst gar **Freie Reichststadt**, hat ihre finsteren **Zeiten des Aberglaubens** erlebt, die an den restaurierten schönen Bauten nicht mehr recht nacherlebbar sind. Im westfälischen **Lemgo** gab es in 4 Wellen 1566 bis 1681 über 200 Opfer. In KEPLERs Geburtsstadt **Weil** der Stadt, eine katholische Enklave inmitten des protestantischen Württemberg, wurden bei einer Einwohnerschaft von etwa 200 Familien zwischen 1612 - 1628 38 Personen wegen Hexerei verurteilt (Wikipedia 2013), also konnten die Bewohner mit der katholischen Stadtkirche Peter und Paul im Hintergrund im Durchschnitt zweimal im Jahr ein Autodafe bewundern, mit meistens wohl Opfern aus ihren Reihen - und die Einschüchterung muß weitgehend gelungen sein.

Nur mit Mühe konnte der Astronom JOHANNES KEPLER seine dann in Leonberg wohnende Mutter KATHARINA vor dem Feuertod bewahren. Die Auswertung des **Prozesses gegen KATHARINA KEPLER** (B. SUTTER 1984) führt vor, daß ein Prozeß wegen Hexerei nicht ein Schnellverfahren **sein mußte**, sondern sich bisweilen **Jahre hinzog**, mit jenen, welche jemanden der Hexerei beschuldigten, mit den Verteidigern der Angeklagten, mit Gutachtern, den auch herangezogenen höheren Instanzen bis hin zum Herzog von Württemberg. Zahlreiche Juristen fanden Arbeit und Brot. Die Bedrohten in der normalen Bevölkerung begehrten nicht auf. Wurde jemand der Hexerei beschuldigt, dann gab es jedenfalls in einer Stadt mit überschaubarer Einwohnerzahl ein die Beschuldigte oder den Beschuldigten diskriminierendes dauerndes Gesprächsthema, konnte man verhaßte Mitbewohner loswerden, sich als besser als die Beschuldigten fühlen.

Schon **ins vorgerückte 17. Jh. fallen** die "großen Ausbrüche" von Hexenverfolgung (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 158) zwischen 1668 und 1677 in **Schweden**, als der Fortgang der zum Katholizismus übergetretenen Königin CHRISTINA Unsicherheit bei der schwedischen protestantischen Geistlichkeit hervorrufen mußte. In die Jahre 1677 - 1681 ist **Salzburg** schwer vom Hexenwahn betroffen, nach 1690



Abbildung 1072: Lemgo: Hexenbürgermeister-Haus.



Abbildung 1073: Weil, l. katholische Stadtkirche.

kam der Wahn nach **Mecklenburg**. Mit dem Dreißigjährigen Krieg hatten diese Wahnzeiten nichts zu tun.

## Kritik an den Hexenprozessen, Auslaufen des Hexenglaubens

Nicht in allen Städten und Herrschaften setzte sich der Hexenwahn in gleichem Maße durch. In Nürnberg wurde er abgelehnt (Internet 2019)

Bekanntgewordene **Kritik an dem Hexenwahn** kam, von einigen, die man als Intellektuelle bezeichnen kann. Bezweifelt wurde zuerst nicht die Existenz von Hexen überhaupt, sondern die oft unzureichende Prozeßführung unter Mißachtung fehlender Beweise. Schon nach der Mitte des 16. Jh. ragte hier JOHANN WEYER (u. a. Wikipedia 2015) hervor, Leibarzt des in Düsseldorf residierenden Herzogs WILHELM V., der REICHE, von Jülich-Kleve-Berg, hier, wo man sich an ERASMUS orientierte. **1563** erschien die 1. Auflage von WEYERs in Latein verfaßtem Buch 'De praestigiis daemonum', übersetzt 'Von dem **Blendwerk der Dämonen**', und 1564 gab es schon die 2. Auflage. Wie man in WEYERs Text (s. C. BINZ 1990) lesen kann, glaubte er an die Existenz des Teufels. Aber der Teufel sollte nicht die Macht haben, die als Zauberinnen gesehenen Frauen zu dem zu verführen, wofür sie angeklagt wurden: so die Buhlschaft mit dem Teufel, die Fähigkeit Vieh zu behexen, Kinder leiden zu machen und anderes. Aber der Teufel sollte andererseits die Macht besitzen, in Menschen jene Vorurteile zu erzeugen, die zum Hexenwahn führen: "Von allem Unglück, das die Mannigfaltigkeit fanatischer und verderbter Meinungen durch des Satans Hilfe in unserer Zeit über die Christeheit gebracht hat, ist nicht das kleinste das unter dem Namen der Hexerei wie in bösartiger Samen ausgestreute" (zit, bei C. BINZ 1990, S. 26) und das "einen stinkenden Schandfleck über das christliche Euorpa gebracht" hat (S. 30). Die Überschrift des ersten Buches lautet demgemäß: "Über den Teufel, seinen Ursprung, Eifer und Einfluss" (S. 31). Dabei wird auch behandelte "Welche Dinge dem Teufel unmöglich sind, wobei vielerlei Übelthat besprochen wird, die man ihm bisher fälschlich zschrieb" (S. 32) . Jedoch der Teufel, der den angeblichen Hexen nicht die Macht zur Hexerei und Zauberei geben konnte, sollte die Macht haben, bei den angeklagten Frauen deren sinnlosen Bekenntnisse hervorzubringen: " In keiner Weise können die Hexen Sturm erregen und die Feldfrüchte verderben; ihre Angaben werden ihnen vom Teufel eingeflösst" (S. 35). Die angeblich Hexen wären vom Teufel irregeleitete arme Frauen, die mehr des Arztes als des Richters bedurften, und "lächerlich ist der Glaube, sie könnten Schaden stiften. - ..." (S. 35) . Da klingt dann wieder ganz souverän: "... die Krankheiten, deren Entstehung ,an den Hexen zuschreibt, aus natürlichen Ursachen entspringen; ..."

Der Teufel sollte aber "in Menschen oder Tiere sich einschleichen oder ihren Leib verderben" (S. 44), ebenso jene Impotenz bei Männern bewirken (S. 48), die man fälschlicherweise Hexen zuschrieb. Mit der Heiligen Schrift und festem Glauben sollte man die Beschwerden jener bannen (S. 49), die sich behext fühlen. Eine wirkliche, ein Wahngebilde wie den Teufel ablehnende Aufklärung gab es also bei WEYER nicht! Er **blieb in all** dem **religiösen Quark** befangen, daß das Zeitalter der Reformation auszeichnete! Oder hat er sich verstellt? Auch hier also **eine nur teilweise Faktenbereinigung,** Ablehnung gewisser nicht anzuerkennder Dinge und ebenso Akzeptierung anderer ebenso blödsinniger! O, es war ein langer Weg bis zur Vernunft im 18. Jahrhunderte! Durch WEYERs Gedanken aber wurden doch Frauen vor blödsinnigen Anklagen geschützt, kamen nicht auf den Scheiterhaufen. In etlichen Fürstentümern wurden wenigstens für etliche Zeit keine Hexen mehr verbrannt. WEYER wußte, daß es auch wirkliehe Giftmischerinnen gibt. Diese sollten natürlich gerichtet werden, und Ketzer auch. Das Buch des auch durch medizinische Schriften hervorgetretenen WEYER kam auf den Index der katholischen Kirche. BODIN wies das Buch WEYERs scharf zurück. Aber WEYER stand nicht allein (B. SUTTER 1984, S. 28). Der Jesuit FRIEDRICH VON SPEE, der viele verurteilt Hexen auf dem letzten Gang begleitete, kam im 17. Jh. zu der Ansicht, daß die meisten Prozesse eine Farce waren und Verurteilte für unschuldig gelten mußten, was der muige Mann in der zuerst lateinisch und bald auch deutsch erschienenen Schrift "Cautio Criminalis ..." 1631/1632 darlegte.

In der Eidgenossenschaft flaute der Hexenwahn bis um 1600 ab, um dann erneut auszubrechen (V. GITERMANN 1949, S. 239): Im Waadland gab es 1613 60 Exekutionen, 1616 75, in Zürich wurden wurden zwischen 1600 und 1630 19 Hexen beseitigt. In Basel wurde immerhin "die Tortur bei Untersuchungen zur Zauberei 1643 untersagt" (S. 39). Der Hexenwahn wurde nie mit einem großen Dekret für alle abgeschafft, er klang allmählich aus, In Genf wurde 1652 zum letzten Mal eine Hexe verbrannt (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 158). 1658 forderte der Vatikan die Inquisitoren zu behutsameren Vorgehen auf (S. 158). In Frankreich schaffte COLBERT 1672 die Anklage wegen Zauberei und Hexen ab (S. 158), gegen etwa den Protest der weltlichen Behörden in Rouen (S. 162). In Holland stellte Pfarrer BALTHSAR BEKKER das 'Reich des Satans' in Frage, sah den Satan in die Hölle eingesperrt und so für die Menschen als ungefährlich (S. 164). BEKKER sah man als als den gefährlichsten Gegner des Hexenglaubens. Weder WEYER noch SPEE waren bis zur Ablehnung des Reiches von Satan gegangen (S. 1639. Aber in Holland gab es schon lange keine Hexenverbrennungen mehr. Der Hexenwahn wurde auch nach **Nordamerika** mitgenommen und 1692 gab es den **Hexenwahn von Salem**. Hier wurde nicht verbrannt, sondern gehängt. Es wird angegeben (Wikipedia): 20 Hingerichtete, 55 Falschaussagen unter Folter, 150 Verdächtige inhaftiert, weitere 200 der Hexerei verdächtigt. Der große Dramatiker ARTHUR MILLER hat

im 20. Jh. in einem großartigen Drama den Wahn sinnloser Verfolgung auf bloßen Verdacht hin dargestellt und angeprangert. Die letzte gesetzliche Hinrichtung einer Hexe gab es in der protestantischen Schweiz im Kanton Glarus 1782. In **Polen,** einst das so nicht gebliebene 'Land ohne Scheiterhaufen', wurden Hexenprozesse 1787 abgeschafft, also reichlich 3 Jahrzehnte nach GOETHEs Geburt 1749, obwohl 1793 in Polen illegal noch eine Hexe verbrannt wurde (S. 160). Das fällt also schon in die Zeit der Französischen Revolution.

Man kann resümieren: Wenn eine gefolterte Frau bestätigte, daß sie etwa auf dem Blocksberg mit einem Teufel getanzt hat, dann war das vielleicht verständlich. Wenn ein 'Intelektueller', Jurist oder dergleichen, von jemandem gefordert hat, so etwa zuzugeben, war der ein Dummkopf, **ein Narr, ein Verbrecher**? Glauben? Man konnte gegen manche Frau manches haben, aber mit Satan verkehrt? Der offizielle Beitrag der Kirchen zum Verbor von diesem Irrsinn; wohl Fehlanzeige! Es waren andere, die aufklären mußten! Dei Frage mußte kommen: **Was sollte man glauben**? Am besten nichts, denn es gibt kein Kriterium der Wahrheit, auch nur der Faktenabsicherung für zu 'Glaubendes'. **Erst die Aufklärung**, in Europa und nicht so datenmäßig belegbar in China, haben mit vielem, vielem **Unsinn und Dummheit aufgeräumt**. Es sträuben sich einem die Haare, daß so etwas bis ins 21. Jahrhundert nicht nur überlebte, sondern wiederkehrt, ja regierungsseitig gebilligt bis gefördert wird! 'Religion als Kitt der Gesellschaft'? Ja, wenn alle demselben Mythos anhängen, nicht, wenn in einer Gesellschaft etwa eine gleiche Anzahl von Menschen einem unterschiedlichen Glauben huldigt, etwa der Bibel die einen, dem Koran die anderen. Wechselseitiger Respekt - wie auf Dauer durchsetzen? Und wer fragt: Wenn wegen einer lokalen blutigen Schlacht in Palästina 'Gott' die Sonne für einige Stunden still stehen ließ, betraf dieser Sonnenstillstand auch China und die Bewohner von Afrika? GALILEI machte man wegen seiner Zweifel den Prozeß. GALILEI nunmehr rehabilitiert - und wie sieht der Vatikan nun im 21. Jh. den Sonnenstillstand? Endet der ganze Irrsinn außer für des Volkes Narren nie? Was ist denn von der Bibel zu glauben?

Die katholische Kirche löste sich im 17. Jh. zunehmend von Hexenglauben und Hexenverfolgung. In Glaubenabweichungen blieb, wo man es sich leisten konnte, die Unduldsamkeit, bestehen. In Brandenburg endete die Hexenverbrennung 1701, am Niederrhein 1738. In Deutschland wurde als letzte Hexe eine 15-Jährige (!) am 2. April 1756 in Landshut nach Enthauptung verbrannt (Wikipedia 2016).. GOETHE war 7 Jahre alt. Die letzte juristisch veranlaße Hexenverbrennung wird 1782 vom protestantischen Glarus in der Schweiz vermeldet.

Als GOETHE die 'Walpurgisnacht' in seinem '**Faust'** 1. Teil schrieb, lag die Erinnerung an den Wahn noch nicht lange zurück. GOETHE, der den Brocken, den 'Blocksberg', kannte, lieferte den nicht so weit zurückliegenden Glauben noch fast

als Aufklärer dem Spott aus. In dem Geschehen um GOETHEs Gretchen spielt der Hexenwahn schon keine Rolle mehr, aber in unnachahmlicher Weise hat GOETHE jene Unter-und Mittelschichten-Atmosphäre geschildert, in dem vor etlicher Zeit der Hexenwahn bedeutende Wurzeln hatte. Wie befreiend wacht Faust am Beginn des 2. Teiles auf einer Frühlingswiese auf und kann, wie GOETHE, in höhere Sphären und jene froher erscheinde Welt des heidnischen klassischen Altertums eintauchen, die nicht frei vom Glauben an Zauberei war, aber doch keine Scheiterhaufen kannte.

In den Kirchen, ob in der katholischen oder den protestantischen ist eine wirkliche 'Aufarbeitung' der schrecklichen Ereignisse bis heute nicht geschehen. Dabei ist die Hexenverbrennung wohl ein Alleinstellungsmerkmal der christlichen Religion und fehlt wohl in anderen Hochreligionen. Als grausam Hingerichteter gilt vielen Christen nur Jesus. Wo man ein Kruzifix aufhängt, müßte der große Aufklärer VOLTAIRE geehrt werden.

## Der Index der verbotenen Schriften

1515 wurde vom Papst angeordnet, daß ohne vorhergehende Prüfung durch die zuständigen Inquisitoren kein Buch gedruckt werden dürfe (M. A, LADERO 1992, S. 218). Der katholischen Kirche mißliebige Schriften wurden auf den 1557 und in Spanien 1559 von Papst PAUL IV. vorbereiteten und 1564 vom Trienter Konzil gemäßigter weitergeführten **Index** verbotener Bücher, den "**Index Librorum Prohibitorum**", gesetzt. In alphabetischer Reihenfolge führte dieser immer wieder erneuerte und erweiterte Index schließlich gegen 4200 Titel auf. Das stand gegen die neue Freiheit des Denkens, die den Aufbruch in die Renaissance begleitet hatte. und die Aufklärung ließ noch auf sich warten. Der 'Hexenhammer' kam nicht auf den Index.!

Der gedruckte Index etwa von 1664 zeigte Männer, die Bücher in Flammen werfen. Bücherverbrennung war also keine Erfindung von 1933 in Deutschland. Häufige Uneinigkeit, Sprachunkenntnis und Inkompetenz bestimmten oft die Aufnahme von Titeln in den Index (P. GODMAN 2001), wobei die katholische Zensur nicht die erste Zensur in Europa war. Spaniens Inquisition ging sogar gegenüber dem Papst eigene Wege. In Spanien wurde 1558 für die unerlaubte Einfuhr ausländischer Bücher und ungenehmigten Druck von Büchern die Todesstrafe eingeführt (D. S. LANDES 2002). Spanische Studenten durften seit 1557/1558, unter König PHILIPP II., an vielen ausländischen Universitäten nicht mehr studieren. Es blieben außerhalb des eigentlichen Spanien für spanische Studenten demnach Bologna und Rom im Kirchenstaat, sowie Neapel und Coimbra in Spanien einverleibten Gebieten. Später

wurden die harten Maßnahmen gerade in Spanien damit gerechtfertigt, daß hier Religionskriege wie in Frankreich oder Deutschland verhindert wurde.

Eine Arbeitsgruppe unter HUBERT WOLF (2010), Priester und Kirchenhistroiker in Münster, untersucht mit Mitarbeitern seit 2002 die Geschichte der katholischen Buchzensur. Ursprünglich stand das Verbot von Büchern im Dienste der Abwehr der protestantischen und überhaupt häretischen Schriften, welche der katholischen Glaubenslehre zu widersprechen schienen. Also kamen auch in Basel gedruckte Bücher der Kirchenväter wegen häretischer Kommentare auf den Index. Entgegen der allgemeinen öffentlichen Meinungen wurden rein naturwissenschaftliche Schriften, deren Inhalt zudem als Hypothese gekennzeichnet wurde, kaum auf den Index gesetzt. Eingeschüchtert werden sollte vor allem der Leser, der also nicht nach den verbotenen Schriften greifen sollte. Manchmal wurde auch nicht verboten, um nicht zum Lesen des lockenden Verbotenen zu animieren. DARWIN blieb vom Index verschont, aber wehe ein Theologe spielte die Evolutionstheorie gegen die Schöpfungslehre aus.

Die Schriften des DESCARTES standen seit 1663 auf dem katholischen Index, wurden vom vom orthodoxen Calvininismus aber ebenso verworfen. Oh welche Schriften, viele in der zweiten Hälfte des 18. Jh. alle auf dem päpstlichen Index standen, von VOLTAIRE wie von ROUSSEAU, DIDEROTs Enzyklopädie, HUME wie GIBBON. Noch im 19. Jh. standen Bücher von Historikern noch im 19. Jh., auf dem 'Index'.1841 kam auf den Index das 3-bändige Werk "Geschichte der Päpste, 1834 - 1836, des doch eher konservativen preußischen Historikers LEOPOLD RANKE (U. MUHLACK 2000). FERDINAND GREGOROVIUS hatte ab 1854 die Bibliotheken und Archive des damals noch rein päpstlichen Rom durchforstet, um in einem großartigen Werk "Die Geschichte der Stadt Rom im Mittelalter", 1. Band 1859, vorzustellen. GREGOROVIUS stellte sich vor als fast fanatischer Anhänger der Reformation im Deutschland des 16. Jh., sah in der Reformation, übertrieben, "die Renaissance des Christenthums, die Neubildung der Culturwelt durch den deutschen Nationalgeist, die Befreierin der menschlichen Vernunft, des Gewissens und des Rechtes der Persönlichkeit, der Wissenschaft und des Staates vom Bann einer übernatürlichen Autorität" (zit. bei H. SIMONSFELD 1904, S. 537). Dieses Zitat, um zu zeigen, wie also zumindestens dieser Historiker GREGOROVIUS um 1860 die 'Renaissance' des 16. Jh. beurteilte. Der Papst haßte das 1870 weltlich gewordene Rom. Aber der römische Gemeinderat ernannte GREGOROVIUS zum Ehrenbürger Roms, nachdem er 1872 die Vollendung der Übersetzung des Werkes von GREGOROVIUS ins Itlaienische auf Kosten der Stadtverwaltung in die Wege geleitet hatte. Der Index konnte höchstens bewirken, daß beschränkte Katholiken sich von der Lektüre der auf dem Index verzeichneten Werke fernhielten.

Man sich nur mit Entsetzen ausmalen, was aus dem europäischen Geistesleben ge-

worden wäre, wenn die katholische Macht das Verbot oder wenigstens das Nichtlesen all der Schriften auf dem Index hätte durchsetzen können! Welche unkrtische Stupidität wäre gekommen, es hätte nie eine Säkularsierung gegeben. Freiwillig, **von sich aus,** aus plötzlichem guten Willen hat **das Zentrum der katholischen Kirche nie nachgeben wollen**. Ihnen ist keine Freiheit des ihnen nicht genehmen Denkens zu verdanken. Was ist nun das großartige "Abendland", sind die "christlich-abendländischen Wurzeln" unserer Kultur, die man so gern beschwört? Was ist nun der vom Papst BENEDIKT XVI. verabscheuungswürdige "Relativismus"? Eine völlige Verbohrtheit, die rechtfertigt, was den geistigen Fortschritt in Europa aufhalten sollte? Eine grundlegende Revision des katholischen Index kam 1897 unter Papst LEO XIII. Die moderne Geisteswelt entstand sicherlich nicht unbeeinflußt vom jahrhundertelang herrschenden Christentum, aber doch schließlich eigenständig, ja in Konfrontation mit der Religon. Die sogenannten "christlichen Wurzeln" des Abendlandes sind so großartig nicht wie manchmal behauptet.

**Wissenschaftliche Auffassungen**, richtig oder falsch, **verbieten** zu wollen - welch ein **Wahnsinn**. Aber wie sieht man im 21. Jh. unter Wissenschaft verfaßte Auffassungen über 'Rassen', ja auch nur über Ungleichheit in den Fähigkeiten der Menschen, jedenfalls den intelektuellen?

## Bücherverbrennung, Bücherverbote in der Geschichte

Unliebsame Schriften zu verbieten, ja zu verbrennen, die Aus- und Einfuhr zu bestrafen, gab es immer wieder. In den Habsburger-Staaten ganz es strenge Regeln für Büchereinfuhr. Wo Zensur bestand, gab es auch Druckverbote und das Verfolgen gedruckter Schriften und Bücher. Von den verurteilten Schriften wurden glücklicherweise kaum jemals alle Exemplare erfaßt und verschwanden so für immerdar. Der Rest wurde von skeptischen Lesern gern zur Kenntnis genommen. Neudrucke, notfalls geheime, ersetzten oft die verkohlten Exemplare sehr bald. Verbrennen schuf Bestseller. Menschen wurden auf Grund von Büchern jedenfalls im allgemeinen nicht verbrannt. Sicherlich gab es immer wieder auch ekelerregende Machwerke, wurde nicht mit Unrecht auch mit Jugendschutz argumentiert, gab es auch ungerehtfertigte Beleidigungen. Wurden die Bücher der einen durch andere verbrannt, kam später vielleicht die Möglichkeit, es umgekehrt zu machen. Im 18. Jh. erlitten ihre Verbrennung in Paris etwa Bücher der atheistischen Philosophen HELVETIUS und HOLBACH. Und Bücher von Gegnern ließ dann auch ROBESPIEERE vebrennen. Selbst in aufgeklärten Staaten des 18. Jh. wurde manchmal verbrannt, wenn da irgendetwas dem Souverän nicht paßte. Auch der als aufgeklärt gelobte FRIEDRICH II. / der "Große" von Preußen ließ am 24. Dezember 1752 eine Schmähschrift seines langen Freundes VOLTAIRE gegen den Akademie-

Präsidenten MAUPERTUIS auf den öffentlichen Plätzen Berlins "durch Henkershand verbrennen" (D. F. STRAUß 1907, S. 65).

Verbrannt worden waren auch päpstliche Bullen. Nicht nur durch LUTHER jene, die gegen ihn gerichtet war. Um 1765 verbrannte man in verschiedenen französischen Städten eine Bulle zugunsten der Jesuiten von Papst CLEMENS XIII. (W. und A. DURANT 1967). Ja 1865, zur Zeit der Regierung von NAPOLEON III: verbrannte man in Paris wenigstens aus Symbolgründen zwei Romane des 1784 gestorbenen DIDEROT, die erst in den 1790-er-Jahren als Buch gedruckt worden waren (W. und A. DURANT 1967).

Um es hier vorwegzunehmen: Im deutschen Nationalsozialismus nach 1933 waren etwa 12.000 Werke verboten oder total unerwünscht. In der sowjetischen Besatzungszone in Ostdeutschland von 1946 bis 1952 gab es ausgesonderte 15.743 Werke (P. GODMAN 2001). Neuerscheinungen aus der Bundesrepublik Deutschland wurden in der ostzonalen DDR gar nicht erst zugelassen, wurden bei Kontrollen requiriert. So sollte in der DDR niemand etwas von SOLSCHENIZYN erfahren. An den 1933 von den Nazis verbrannten Büchern hatten viele Deutsche kaum Anteil genommen, sie waren teilweise die Bestseller bei jenen gewesen, die jetzt Deutschland verließen oder den Mund hielten. Die Fülle immer neu erscheinender Schriften und dazu das Internet scheinen nun totale Kontrolle unmöglich zu machen, aber die Zensoren unserer Zeit sind ebenfalls nicht untätig..

# Technik und Werke zu Produktion und Technik im 16. und 17. Jahrhundert

Technisches "know how", interessant für bauende und kriegführende Fürsten und auch für Städte, wurde auch dem praktisch tätigen Mann vermittelt. Damit technische Kenntnisse ihm auch ohne Kenntnis des Lateinischen zugänglich sind, wurde 1547 etwa VITRUVs "De re architectura" durch JEAN MARTIN ins Französische übersetzt, 1548 verändert durch WALTER RIVIUS ins Deutsche (P. ROSSI 2000). Andere lieferten Kommentare. Ab der Mitte des 16. Jh. wurden zunehmend der Praxis dienende Werke geschrieben.

## Montanwesen: Bergbau -und Metallurgie

Im Montanwesem entfaltete sich die 'frühmoderne' Technik in besonderem Maße Und grundlegend änderte sich diese Technik bis ins 18. Jh. nicht, als die frühen Dampfmaschinen im Bergbau zum Einsatz kamen. In den Produktionsergebnissen

stand das Montanwesen "unmittelbar hinter der Landwirtschaft" (K.-H. KÖNIG 1978, S. 148) und wie mit der Landwirtschaft die **Landschaft** in den besiedelten Gebieten umgestaltet wurde, so übte auch der **Bergbau** weit in die Lande hinausgreifende **Umgestaltungen** aus, nicht nur durch die Bergwerke und ihren Halden, auch durch die Eingriffe in die Wasserläufe und in die **Waldbestände** (R.-J. GLEITSMANN 1984). Der Baumbestand änderte sich vielerorts, von Laubholz zu Fichten.

## Gemälde und vor allem Schriften über den Bergbau bis zum Ende des 17. Jahrhunderts

Bilder und Schriften berichten über die bergmännischen Arbeiten. Nicht nur die leitenden Bergleute, auch die Anteilhaber mußten Interesse an Bergbaukenntnissen haben, um etwa Gewinn und Verlust abzuschätzen. In einem 1865 in Wien wiederentdeckten großformatigen Gesangbuch aus einer Kapelle des St. Barbara-Doms in Kuttenberg, in dem "**Kuttenberger Graduale**" oder "Kanzonial" vom späten 15. Jh., zeigt ein dem Titel vorgestelltes farbiges Blatt Bergleute bei der Arbeit untertage und andere übertage. In weiße Leinengewänder gekleideten Bergleute fahren ein, werden auf einem Kerbstock notiert, arbeiten vor Ort, transportieren Gestein. Erstmals wird ein pferdegetriebener Göpel dargestellt. Eigentümer greifen sich beim offensichtlichen Streit um den Ertrag gegenseitig an. In einer Nische der Annaberger St. Annenkirche steht der **Annaberger Bergaltar** mit einem Gemälde des ab 1506 in Annaberg ansässigen HANS HESSE. In der ziemlich waldentbößten Landschaft sind zahlreiche Halden kleiner Gruben zu sehen, offensichtlich Familienbetriebe. An einer Haspel wird Material nach oben befördert. Gestein wird zerhämmert.

Unter Pseudonym, als "Daniel, der bergverstendigk", wurde um 1500 wohl in Leipzig erstmals gedruckt, in deutscher Sprache, "**Ein nutzlich bergbuchley"**, mit 48 Seiten, 13 schlichten Holzschnitten, als Dialog zwischen dem Bergsachverständigen Daniel und dem jungen Knappius, ein erstes Bergbuch. Es zeugt davon, wie für den Bergbau gelehrt und gelernt werden mußte. Wegen einer Bemerkung bei dem nachfolgenden großen Bergbauschriftsteller AGRICOLA ist uns bekannt, daß der Verfasser ULRICH **RÜLEIN von CALW** (W. HERRMANN 1953 b, S. 24 - 26, R. MICHAELIS 1964, O. E. SCHMIDT 1928 b), nicht von KALBE, gewesen sein muß. Möglicherwiese war der Leipziger Druck ein Raubdruck und deshalb pseudonym. Seit 1497 in Freiberg/Sa. Stadtphysikus und Verfasser von Pestschriften, Er war 1514 und 1517 regierender Bürgermeister. Neben der scholastischen Domschule begründete er 1524 eine städtische humanistiche Schule und holte für sie die bedeutenden Gelehrten PETRUS MOSELLANUS und den aus dem Sorben-



Abbildung 1074: Haus des ULRICH RÜLEIN von CALW, Freiberg.

lande stammenden JOHANNES RHAGIUS (W. HERRMANN 1953, S. 24). 1521 ging RÜLEIN bis zu seinem Tode 1523 nach der Ablehnung von Schulplänen für Freiberg nach Leipzig.

Die bis 1616 erschienenen 9 Neuauflagen des Bergbüchlein zeugen vom Gebrauch dieses "Büchlein" trotz viel umfangreicherer anderer Werke (H.-G. SCHÄFER 1986). ULRICH RÜLEIN VON CALW war ein vielseitiger Mann, war nach seinem Wirken zu schließen hochgebildet, entwarf auch die Pläne für die wegen der bergbaulichen Erschließung zu begründende Stadt Annaberg und 1521 für das schachbrettmusterartig angelegte Stadt Marienberg. Ihn als 'echten Renaissancemenschen' (O.E. SCHMIDT 1928 b, S. 79) zu bezeichnen ist wohl berechtigt und man mußte nicht ALBERTI bei den GONZAGAs sein, um als solcher zu gelten.

In 7 Handschriften liegt das 1556 vollendete "**Schwazer Bergbau**" vor, 3 Handschriften in Innsbruck, darunter die sogenannte Prachtabschrift, je eine Handschrift in München, Wien, Leoben, Bochum.

Aufschlußreich sind die zahlreichen instruktiven Holzschnitte in dem Buch "**De re metallica**" von **GEORG(IUS) AGRICOLA** von **1555**. Das Werk erschien 1557 auch in deutscher Übersetzung von PHILIIP(US) BECHIUS. AGRICOLA, 1494 in Glauchau geboren, wurde nach altphilologischen Studien 1518 Lehrer des Griechischen in der damals reichen Stadt Zwickau, studierte jedoch ab 1522 noch

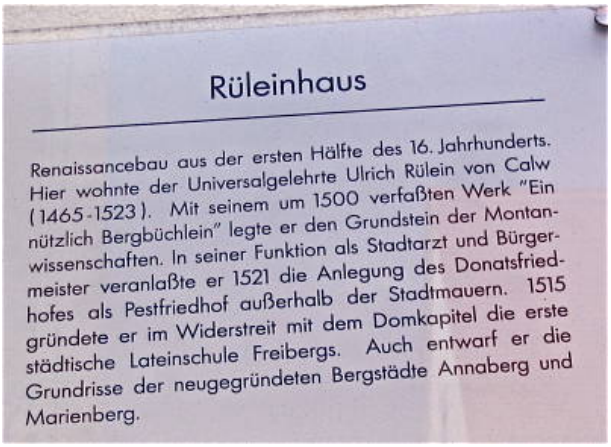


Abbildung 1075: ULRICH RÜLEIN von CALW-Erinnerung. Freiberg.

Medizin in Leipzig und in Italien. 1527 ließ sich AGRICOLA in der aufstrebenden Berg(werks)stadt Joachimsthal (Jachymov) als Arzt nieder, hier, wo man durchaus auch geistige Anregung empfing. Er befaßte sich mit den Arbeiten im Bergwerk, investierte auch eigenes Kapital, stand zunehmend mit auswärtigen Gelehrten in Verbindung, verfaßte mehrere Schriften, auch über Mineralien. In Chemnitz war AGRICOLA 1533 Stadtarzt, 4-mal regierender Bürgermeister, tätig als Landeshistoriograph der Wettiner. Im protestantisch gewordenen Chemnitz wurde dem am 21. November 1555 gestorbenen katholisch gebliebenen AGRICOLA dort auf Einspruch von Kurfürst MORITZ (H. PRESCHER 1981, S. 53) ein ehrenvolles Begräbnis verweigert und AGRICOLAs Freund JULIUS VON PFLUG ließ als letzter katholischer Bischof der Diözese Naumburg mit Sitz in Zeitz den toten AGRICOLA nach Zeitz überführen und in der Zeitzer Domkirche beisetzen. Das Grab ist nicht erhalten.

Die "De re metallica" lag auch in der südamerikanischen Bergbaustadt Potosi auf dem Kirchenaltar (P. ROSSI 2001). Es wurde gesagt (J. HENRY 2002), daß BIRINGUCCIO Erfahrungen an Fachleute vermittelte, aber AGRICOLA, der humanistisch Gebildete, die Bedeutung von Kenntnissen aus der Praxis, von praktischen Erfahrungen, auch für das Verstehen der Natur demonstrierte. Spätere Werke über den Bergbau lassen das Vorbild des AGRICOLA und namentlich der "De re metallica" erkennen.

In Joachiumsthal trug Pfarrer MATHESIUS (H. PRESCHER 1981, S. 53) jährlich einmal in Bergmannstracht über Mineralogisches oder Bergkundliches vor und veröffentlichte das 1564 in der Schrift "Sarepta", manchmal als 'Agricola light' gesehen, aber auch mit eigenen Ansichten.



Abbildung 1076: AGRICOLA - Glauchau.




Abbildung 1077: AGRICOLA-Gedenken im Dom Zeitz.

Alle nutzbaren **Mineralien Kursachsens** und ihre **Fundorte,** auch aufgegebene, und das sind zahlreiche, nennt **PETRUS ALBINUS** in seinem Folianten "Meißnische Land- und Bergchronik" von 1589, eines jener lokale Besonderheiten beschreibenden Werke, wie sie in der zweiten Hälfte des 16. Jh. aufkamen. PETRUS ALBINUS lehrte bis 1580 in Wittenberg

Vom Montanwesen im **Harz** berichtet die 1583 abgeschlossene Bergchronik des in Wildemann tätig gewesenen Pfarrers HARDANUS HAKE (CHR. BARTELS 1996). Der auch im Harz tätig gewesene und als Plagiator gescholtene GEORG ENGELHARDT **VON LÖHNEYS** (M. KOCH 1973) veröffentlichte 1617 den "Bericht vom Bergwerk", in dem vor allem auch das Bergrecht behandelt wird. Wiederum aus dem **Erzgebirge** kommt von ABRAHAM **VON SCHÖNBERG** die "Ausführliche Berginformation zur dienlichen Nachricht vor alle, die bei dem Berg- und Schmeltzwesen zu schaffen" von 1693. Von dem 1673 verstorbenen BALTHASAR RÖSLER (RÖßLER) erschien etwa 27 Jahre nach dessen Tod herausgegeben von seinem Enkel 1700 gedruckt dessen Manuskript "Hellpolierter Bergbauspiegel", das nach AGRICOLA bedeutendeste Bergbaubuch (H. BAUMGÄRTEL 1965). RÖSLER war Schichtmeister eines Eisenhammers in Gradlitz gewesen, Markscheider und.Gegenschreiber in Freiberg, Bergmeister zu Altenberg – also ebenfalls mit aller Praxis wohlvertraut.

## Bergbau in Europa, in Mitteleuropa

Bergbau war einst **nur Erz-Bergbau**, vor allem auf **Silber und Gold**. Edelmetalle waren das Metall für Münzen, auf Silbergeschirr aß die Elite, Schmuck verschönte edle, auch Perlen benutzende Frauen und wo Pracht sein sollte, an Wappen und in Räumen oder an Kutschen, wurde **vergoldet**. Und ohne Silber - keine Finanzwirtschaft.

'Sächsisches' Bergwesen hat in der Slowakei, Siebenbürgen und anderswo schon länger einen guten Ruf. Reichen Bergbau gab es im 15. Jh. um **Kuttenberg**/Kutna Hora östlich von Prag Die Kirchen wie der gotische Brunnen für die öffentliche Wasserentnahme und andere Gebäude zeugen vom Reichtum der in der Hussitenzeit auch schwer betroffenen Stadt.

Und auch in **Tirol**. Und alt war der Bergbau im **Harz**. Namentlich in der ersten Hälfte des 16. Jh. erstand der Bergbau im höheren **sächsischen Erzgebirge**, auf **Silber, Zinn** und auch Kupfer und Wismut. Es war die zweite Periode im Bergbau des sächsischen Erzgebirges nach dem im 12. Jh. in unteren Teilen Bergbau betrieben wurde. Der Bergbau in einem solchen Mittelgebirge war insofern günstig, als es durchaus auch schon Bauern, aber ebenso noch unbesiedeltes Land gab,

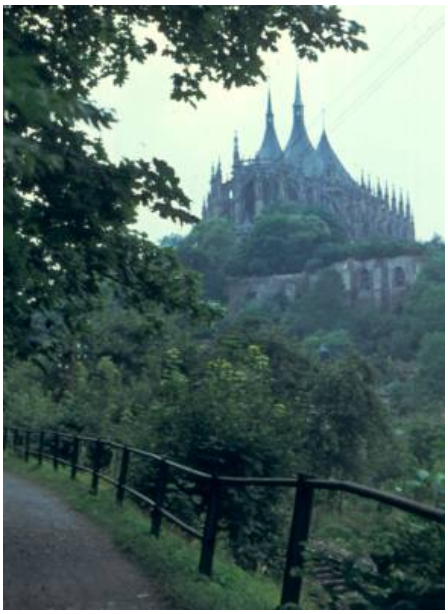

Abbildung 1078: Reiches Kuttenberg: St.Barbara-Dom.



Abbildung 1079: Kutna Hora, gotischer öffentlicher Brunnen.



Abbildung 1080: Kutna Hora: das 'Steinerne Haus'. 1489.

fließendes Wasser vorhanden war und noch etliche Zeit Holz für alle die damalige Metallurgie bestimmende Holzkohle und für den Grubenausbau und auch Heizung. Auf das **große "Berggeschrei"**, der zweiten Periode im Bergbau des sächsischen Erzgebirge, strömten wiederum Leute aus den verschiedensten Himmelsrichtungen herbei, auch anderswo nicht mehr benötigte Bergleute, so aus dem Harz. Rauhe Sitten werden den Alltag mitbestimmt haben. Besonders im sächischen Erzgebirge entstand der städtische **Sondertyp der Bergstdte** (K. GERTIES 1986, S, 18 ff.).

**Zinn-Gewinnung** hatte schon im 13. Jh. bei Ehrenfriedersdorf begonnen (Werte unserer Heimat, Band 31, S, 135). Im östlichen Erzgebirge bestimmte dann auch das **Zinn**. 1446 wird der wohl ältere Bergbau bei **Altenberg** erwähnt und 1451 erhielt Altenberg das Stadtrecht (D. ECKART 1973). Um 1470 entstand planlos die Stadt **Schneeberg** im westlichen Erzgebirge nach Silberfunden am gleichnamigen nahen Berg (Werte der Deutschen Heimat 1967, S. 33). **1516** begann die Erschließung der aufgefundenen reichen Silbervorkommen bei der nun gegründeten Stadt **St. Joachimsthal** / Jachymov. Für 1527 werden dort etwa 15.000 Einwohner angegeben, für 1533 gar 18.000 und damit kurzzeitig 2.-größte Stadt im Königreich Böhmen (P. JANCAREK 1981). AGRICOLA hatte die später ziemlich abgewirtschaftete Stadt mit im Jahre 1601 noch 2.177 Einwohnern (P. JANCAREK 1981, S. 59) einst mit Padua, Bologna, Prag oder Erfurt (H. PRESCHER 1981, S. 50) verglichen. Schicksal kurzer Bergbaublüte. Auf sächsischer Seite war um 1491 um



Abbildung 1081: RIES.Annaberg.

einige vorangegangene kleine Siedlungen erstanden **Annaberg,** wo gemäß PETRUS ALBINUS (1589) der Bergbau begann an dem als "Schreckenberg" benannten Gelände, "hernach St. Annenberg genennet worden / ...." Um 1500 hatte Annaberg etwa 1000 Einwohner, 1509 8000 und war 1540 mit 12.000 Einwohnern größte Stadt Kursachsens, die Leipzig übertraf (K. GERTEIS 1986, S. 19).

Im Jahre 1521 gegründet und schachbrettartig angelegt wurde **Marienberg**.

## Kultur und Kunst in den Bergstädten

Auch **Kunst und Kultur** hielten Einzug, aber auch **höhere Bildung**, mit Lateinschule, mit Gymnasien. Wenige Jahre schon nach dem Beginn des dortigen Bergbaus wurde 1498 die Lateinschule in Annaberg gegründet. Bergbau erforderte neben den 'vor Ort', also untertage direkt arbeitenden "Bergleuten vom Leder" auch speziell ausgebildete "Bergleute von der Feder", also Bergschreiber, mathematisch ausgebildete Personen. In der Bergstadt Annaberg nahm der aus Staffelstein in Franken stammende "Rechenmeister" des deutschen Volkes, ADAM RIES, seinen Wohnsitz.

An Kunstschätzen ausgezeichnet erheben sich die St. Annenkirche in **Annaberg,** und bei dem einmal in Schneeberg Schüler gewesenen PETRUS ALBINUS (S. 44) heißt es über Annaberg: "Von dem Landesfürsten Hertzog Georgen / so eine Stadt



Abbildung 1082: Bergbaustadt Annaberg. 1975.

daraus erbawet / über welcher sich bisher und noch die frembden Leute billich sehr verwundert / das so eine herrliche und schöne Stadt / mit so trefflichen Gebewden /" erstand. Mit einer Kirche ... "derer gleichen man kaum findet /". Nach dem Aufgeben des Bergbaues als zu groß erwies sich (K. RUHHEIM 1805) die 1516 - 1540 als letzte der großen sächsischen Hallenkirchen erbaute St. Wolfgangskirche in **Schneeberg**. Hier, wo 1478 der Bergbau in Blüte stand, wo bis 1483 MARTIN RÖMER, der reiche Mann von Zwickau, bestimmte, und wo 1483 ebenfalls eine Ratslateinschule zustandekam (Werte der Deutschen Heimat, Band 11, S. 38 u. a.).

Ab dem Ende des 16. Jh verlagerte sich der innerdeutsche Bergbau wieder in den **Harz**.

## Umwelt und Bergbau, aufgegebener Bergbau - und nun?

Schon am Ende des 15. Jh. sah es wohl **in einigen Bergbaugebieten**, und zwar auch in noch bestehenden, **recht wüst** aus. Jedenfalls der um 1514 in Bautzen als Stadtschreiber gestorbene Humanist PAUL(US) NIAVIS (U. GROBER 2010, J. KNAPE et al. 1999), der sich auch in Westsachsen auskannte, läßt 1492 in einer kleinen poetischen Schrift in Latein einen Eremiten zuschauen, wie der römische Obergott Jupiter sich die gegen einen Bergmann klagende "Mutter" Erde wegen

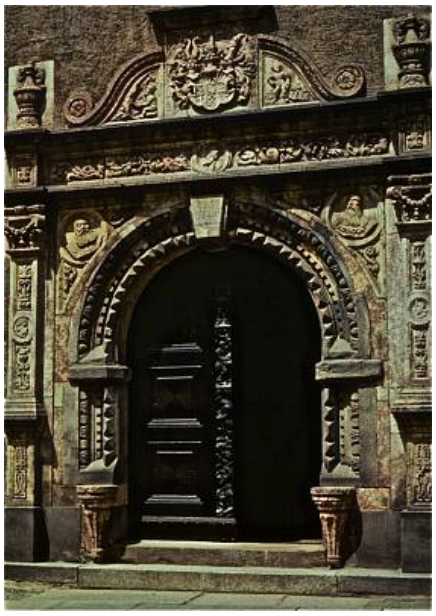

Abbildung 1083: Marienberg:Rathausportal.



Abbildung 1084: Freiberg Dom, Tulpenkanzel, etwa 1505.



Abbildung 1085: Freiberg: Rathaus-Erker, 1578.



Abbildung 1086: Freiberg Dom, an der Bergmannskanzel 1638.



Abbildung 1087: Bergmann vor der Bergmannskanzel - Dom Freiberg.



Abbildung 1088: Bergmann am WERNER-Denkmal.



Abbildung 1089: Einsturz-Pinge Altenberg.

der Verwüstung der Landschaft anhört. Aber der Bergmann weist Unrecht ab. Zum Zusammenleben der Menschen, für den Handel, brauche man Geld, und deshalb muß Silber gewonnen werden. Jupiter stimmt ihm schließlich zu. Und später wird AGRICOLA sein Werk "De re metallica" mit einer Apologie des Bergbaus einleiten. NIAVIS' Schrift wird im 20. Jh mehrfach aus historischen Gründen ins Deutsche übersetzt. Aber auch AGRICOLA wird etwa ein halbes Jahrhundert nach der erzählung von NIAVIS schreiben (s. 1928, S. 185): "In Altenberg im Meissnischen findet sich ein schwarzer Hüttenrauch in den Gruben, der Wunden und Geschwüre bis auf die Knochen ausnagt. Auch das Eisen verzehrt er, daher sind die Nägel der Häuser alle von Holz."

Das Problem der wüsten Hinterlassenschaften von Bergbau geht durch die Zeiten fort, bis in unsere Tage, jetzt in der "Dritten Welt" schlimmer als in Europa.

#cildBergbaureste. Obererzgebirge

Wichtig waren **Nachfolgeindustrien**, Etwa im Erzgebirge das Klöppeln. Die Spitzenklöppelei war hier nicht erfunden worden, aber BARBARA UTTMANN, "Gattin eines reichen Bergherrn" hat für ihre Verbreitung und den Verkauf wohl einiges getan (O. E. SCHMIDT 1928 b, S. 164). In der DDR wurde ihr Denkmal auf dem Marktplatz von Annaberg als das einer Unternehmerin entfernt.

Bedeutende wurde die Nutzung bisher ungenutzter Metalle, im Westerzgebirge die des **Kobalt** für die **Blaufarben**-Industrie, zuerst mit dem 1635 gegründeten Blaufarbenwerk Pfannenstiel durch den Schneeberger Patrizier HANS VEIT SCHNORR. Vom Vorrücken der Hammerwerke nach oben im Erzgebirge und hinein in die Wälder zeugt das von einem anderem SCHNORR, dem VEIT HANS SCHNORR 1678 gegründete Hammerwerk Carlsfeld, und nach dieser Gründung wurde er 1687 vom Kaiser als SCHNORR VON CAROLSFELD geadelt (O. E. SCHMIDT 1928



Abbildung 1090: Wo Bergbau war: Horni Blatna.



Abbildung 1091: Grab UTTMANN Annaberg.



Abbildung 1092: JOHANN JAKOB FUGGER Augsburg.

b, S. 150). Holzindustrie, Spielwaren in Seiffen und anderes folgten.

Große Bergbau-Unternehmer waren die FUGGER. In dem führenden Kupfer- und Silber-Bergbaugebiet von Tirol, bei Schwaz, der "größten Produktionsstätte der Zeit" (K.-H. LUDWIG 1982, S. 154), beschäftigten die FUGGER bis zu 12.000 Bergknappen (zit. bei P. WALDEN 1941), jene von LÖHNEYS 1617 genannten "Bergkbursch ... gemeiniglich ein hart arbeitsam frisch Volck / die zur arbeit geboren / Vund werden unter die Häwer gerechnet / die Bergkanschlager/Haßpler/Hundelauffer/Ertzscheider/Pocher/Wäscher vnd Schmeltzer" (S. 55).. Im **17. Jh**. wurden das **slowakische**, das "**oberungarische**" **Erzgebirge** und der **Harz** maßgebende Bergbauterritorien. Zwischen 1525 und 1645 sollen die FUGGER zudem aus den spanischen Quecksilbergruben von Almaden 540.000 Zentner Quecksilber bezogen haben.

Um 1540 erreichte die Silber-Erzeugung Europas ihren Höchststand , mit 65.000 kg jährlich (H. HAUSSHERR 1955).

Silber und Gold waren und blieben noch lange das Gut, mit dem Einkäufe in China und Indien bezahlt werden konnten, da es mit anderen eigenen Produkten noch lange so großartig nicht bestellt war (J. DARWIN 2010).

## Was geschah im Bergbau und bei der Metall-Gewinnung?

Zunächst wurden kleine Gruben in Art von Familienunternehmen, für "Eigenlehner", angelegt. Mit größerer Tiefe und der **aufwendigen Wasserhaltung** waren größere Bergwerke nötig. Es stieg der Kapitalbedarf, es gab Kapitalkonzentrationen (H. GROSSMANN 1935). Es wurden "Kuxe" verkauft, Aktien, die Gewinnbeteiligung sicherten ohne daß der Kuxbesitzer mitarbeitete, sondern Arbeitdende bezahlte.

In der "Renaissance" gab es insgesamt zwar keine technische Umwälzung großen Stils, aber im Bergwesen wurden kompliziertere und größere **Maschinen** als die bisherigen eingesetzt und besaßen eine Vorreiterrolle für die spätere "industrielle Revolution".

## Gewinnung und Abbau der Erze

Nach vielfacher Meinung sollten **Erze "wachsen",** was nahegelegt wurde durch die Mineral-Ausscheidung aus Wässern untertage: "Zu dem gibt's auch der Augenschein" etwa auf Klüften im Rammelsberg "das es .in kurtzer zeit sich wieder in einander sindert vund wechst" (LÖHNEYS 1617, S. 19).

Beschrieben werden in den Bergbüchern die Tätigkeiten im Bergbau, bei AGRICOLA ganz ausführlich von der Erzgewinnung bis zur Metallabscheidung und Verhüttung:

## Seifen-Verwertung

Früh gab es den **Seifen"bergbau"**, den auf harte Körnchen von Gold oder Zinnerz, Kassiterit, SnO2, die sich im Geröll resp. Sand von fließenden Gewässern, auch kleineren Bächen auf Grund ihrer Härte angehäuft haben. Diese für harte Mineralien nutzbaren Gewässerabalgerungen hießen "**Seifen**". Das Zinnoxid, der Zinnstein, ist im reinen Zustand weiß. Durch Verwitterung wurde das Mineral aus den dann auch genutzten primären Gesteinen als dunkle Steinchen wegen seiner Schwere und Festigkeit im Sand oder Geröll von Bachläufen angehäuft, wie Goldkörnchen. Mit der **Seifengabel** wurden die Bachgerölle aufgestochert. Von Süden her hatte man im sächsisch-böhmischen Erzegbirge sich in den Bachläufen zum Seifenbergbau emporbewegt. Die Darstellung einer Seifengabel ziert nocheine Teil des Wappens der böhmischen Bergstadt Krupka/Graupen und des Wappens von Eibenstock. Seifenbergbau war auch bäuerlicher Nebenerwerb. Die erstmalige



Abbildung 1093: Abbau von Zinnerz-Seife. AGRICOLA.

Nutzung einer Seife konnte recht ertragreich sein (Werte der deutschen Heimat 1967, S. 132). Spätere Weitersuche war dann weniger ergiebig.

In an Hängen schräg angelegten **Rinnenwäschen** (s. a. TH. NEEßE 1988), also Holzrinnen, wurde das gesammelte Material weiter von Wasser durchströmt und so die harten Mineralkörnchen stärker angehäuft.

Ließen die Ausbeuten in Seifen nach, wurde bachaufwärts nach den **primären Lagerstätten** gesucht, also dem Herkunftsort des Zinnsteins in den Bachgeröllen (Der Ortsname Zinnwald im Osterzgebirge erinnert an Zinngewinnung auf primärer Lagerstätte.

Tiefere Bergwerke waren Eigentum, von Eigenlehnern oder dann den Gemeinschaften der Kuxbesitzer, den Gewerken. Alluviale Ressourcen, Seifen, waren von ihrer Natur her prinzipiell jedermann zugänglich. Aber noch im 20. Jh. war bei den Goldseifen in Australien oder den Fluß-Diamanten in Sierra Leone umstritten, wer hier Zugang haben darf (D. ACEMOGLU et al. 2014, S. 407).

## Untertagebau

Der **Untertagebau**, das Anlegen **eines in die Tiefe führenden Bergwerks**, 1. begann mit dem **Schachtabteufen**. Das herausgeholte Gestein wird rings um



Abbildung 1094: Wappen Krupka, unt. Seifenabbau.

das Eingangsloch zu einer Halde angehäuft und auf ihr über dem Eingangsloch die Maschine zum weiteren Heraufbringen von Gestein aufgestellt. Im einfachsten Fall dient zum Emporfördern von Gestein eine **Handhaspel**. In späteren Zeiten wurde auf der Halde über oder nahe dem Schachteingang ein **Pferdegöpel** eingerichtet, der oft überdacht wurde und dem Gebäude wegen des zum Göpelantrieb angetriebenen Pferdes die Bezeichnung "**Treibehaus**" einbrachte. Sich unterirdisch zurechtzufinden war die Aufgabe des **Merkscheiders**, der umfangreiche Unterrrichtung genossen haben mußte.

Später untertage anfallendes taubes Material wurde genutzt, um unterirdisch entstandene Hohlräume auszufüllen, hörte also das Ausbringen von taubem Material auf. 2. Der Gang der Menschen in den Schacht, die "**Fahrung**", geschah meistens auf bald glitschigen Leitern, selten durch ein Seil, wie letzteres AGRICOLA für einen einfahrenden Schreiber abbildet. Seile waren nicht reißfest. 3. "**Vor Ort**", wo man erzhaltiges Gestein abbaute, wurde ein Holzstapel angezündet. Das durch die Hitze und vielleicht Besprengen mit Wasser mürbe gewordene Gestein wurde in Stücke gebrochen mit dem "Schlegel", einem Hammer, und dem "Eisen", einem spitzen eisernen Keil. Er wies ein Loch auf, durch das ein Holzstück gesteckt wurde, um den Keil festzuhalten, wenn mit dem Schlegel auf ihn geschlagen wurde. 4. Unten im Bergwerk wurde **in der Horizontalen** das erzhaltige Gestein in Holztrögen und auch auf Schubkarren **transportiert**. Dann kam der Transport in speziellen Wagen, den "Hunten". Eine Abbildung eines Huntes findet sich 1506 bei PHILIPP REISCH. Das Schieben der Hunte wurde sehr erleichtert, als sie auf Holzschienen, 'Tramen' oder Bohlen, gesetzt wurden und hat die Arbeitsproduktivität wesentlich erhöht (s. etwa K.-H. LUDWIG 1982, S. 269). AGRICOLA zeigt einen "Spurnagel" in der Mitte der Unterseite, der das Abgleiten von der

Holzschiene verhinderte. **Schienen** erscheinen also **zuerst im Bergbau,** wurden später auch anderswo eine bedeutsame Möglichkeit, schmale Räder auf einer möglichst reibungarmen Unterlage zu bewegen.

**Nach oben** wurden die mit erzhaltigem Gestein gefüllten Körbe an Seilen gezogen, falls nicht ein Stollen zuließ, Hunte seitlich herauszufahren.

War ein Revier stark von Bergbauhohlräumen durchfurcht, konnte es bei ungenügendem Gesteinsdach darüber, der 'Tagesschwebe', auch zusammenstürzen. Es entstanden kleinere oder auch größere kesselförmige Vertiefungen an der Erdoberfläche, **Pingen**/Bingen. Groß, heute 9 ha, wurde die Altenberger Pinge, die nicht auf einmal zusammenstürzte, aber 1620 einen besonders großen Bruch erlitt (D. ECKART 1973). In den ersten 100 Jahren seines Bestehens soll der Altenberger Zinnbergbau bereits 15.000 t Zinn gebracht haben. In den Bruchmassen war die weitere Erzgewinnung sogar günstig durchzuführen. Wie überhaupt Bergleute auch dazu übergingen 'scheidetechnische Abfallprodukte früherer Zeiten' zu nutzen, zumal die "Halden früherer Bergbauperioden" auch mit ihren Schlacken abgabefrei waren und der in der Luft abgelaufener Röstprozeß, also Oxydation, erleichterte das Pochen größerer Stücke (K.-H. LUDWIG 1982, S. 273). Im Edelmetallbergbau findet sich die Verarbeitung einstiger Abfallprodukte 1507 in Kärnten, 1508 in Salzburg, 1512 in Tirol und jetzt möglich auch durch die Verwertung ärmerer Erze (K.-H. LUDWIG 1982, S. 150). Alte Bergbauhalden, noch manches Mal in der Geschichte, gerade auch im 20. Jh., wurden wertvolle Sekundärressourcen, auch für einst unbekannte Metalle.

## 5. Wasserabfuhr

Das große Bergbauproblem wurde mit zunehmender Tiefe die **Wasserhaltung**, die ständige Entfernung des sich am Grunde unablässig ansammelnden Wassers. Nicht bei AGRICOLA erscheint die primitive Wasserhaltung, bei der von oben nach unter auf einer Leiter/Fahrt bis, in Schwaz, zu 600 Menschen übereinander stehen und sich Ledereimer zureichen (H. BECKER 1975). In 4 Gruben des Wildemann-Zuges im Freiberger Bergrevier, etwa 150 m tief, "führten ... etwa 400 Wasserknechte und Pumper das Wasser den Pferden in die zwei Richtschächte zu ..." (O. WAGENBRETH 1987, S. 27). **Für die Wasserbeherrschung** wurden gerade in Sachsen die im 16. Jh. **höchstentwickelten Maschinen** konstruiert. AGRICOLA bildete sie wundervoll ab. Das Wasser wurde untertage in einem Schacht durch die Maschinen oft bis zu der Höhe gehoben, von der aus ein Abfließen durch eine geneigte, nach außen führende Röhre im Gestein, eine Rösche, möglich war und dort das Wasser in einen 'Vorfluter'. ein Bach oder Fluß, entsorgt werden konnte.

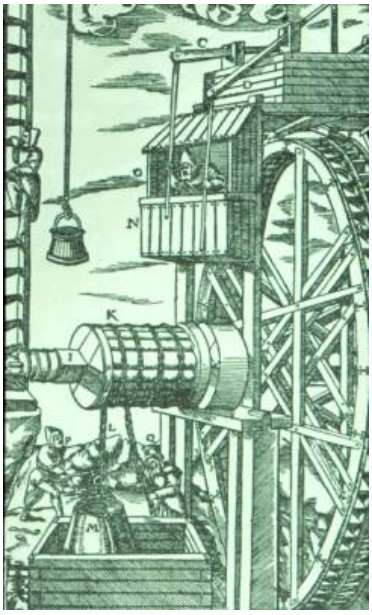

Abbildung 1095: Kehrrad - AGRICOLA.

Antrieb für die Wasserhaltungseinrichtungen waren teilweise Menschen in einem Tretrad. Etwa eine Eimerkette wurde bewegt. Bei der "**Heinzenkunst**" reichte ein Rohr bis in das Wasser am Grunde des Bergwerks und in diesem Rohr wurden in einer Art Paternoster an die Rohrwand angepreßte werggefüllte Säcke nach oben gezogen und zwischen ihnen Wasser mit nach oben bewegt. Ihre Erfindung wird angegeben für zwischen 1453 und 1456 durch CLAUS VON GOTHA im Harz und wurde weit verbreitet (K.-H. SPIEß 2010). Andere Wasserhaltungsmaschinen wurden **durch zugeleitetes Wasser angetrieben**. also zu den Wasserhebemaschinen, unter Tage, wurde "Aufschlagwasser" geleitet. Es mußte dieses Aufschlagwasser mit dem am Grunde angesammelten Wasser gehoben werden und in der Bilanz mußte also mehr Wasser als nur das Aufschlagwasser gehoben werden. Wasser zum Antrieb konnte konzentrierter als Menschenkraft eingesetzt werden. Besonders eindrucksvoll erscheinen die "**Kehrräder**". Ein Kehrrad bestand aus zwei miteinander verbundenen Mühlrädern mit gegeneinander verstellten Schaufeln. Ein Kehrrad stand untertage in einer "Radstube". Wurde das Wasser auf die Schaufeln der einen Seite geleitet, so wurde ein großer Ledersack in die Tiefe gesenkt. Wurde das Wasser danach auf die Schaufeln der anderen Seite geleitet, so bewegte sich das Rad in der umge"kehrten" Richtung und hob den Ledersack wassergefüllt empor.

Noch 1847 wurde ein neues solches Kehrrad in einer Grube bei Freiberg eingerichtet (H. PFORR 1982, S. 176).

Was AGRICOLA an Maschinen beschrieb, das hat der 1557 zum Bergmeister von Freiberg ernannte **MARTIN PLANER** (O. WAGENBRETH 1987) mit erfunden, eingerichtet, weithin eingesetzt. Der 1510 geborene PLANER, also im Dienste des Kurfürsten AUGUST, war 16 Jahre jünger als AGRICOLA und überlebte ihn um 27 Jahre, also starb 1582. Mit PLANER wurde vieles verwirklicht, was bei AGRICOLA noch im Werden war, vor allem das bei AGRICOLA 1556 abgebildete 'Ehrenfriedersdorfer Kunstgezeuge', von einem **großen**, auch oberirdischen **Wasserad** angetriebene **übereinander angeordnete Saugpumpen**. Bei AFRICOLA abgebildet waren 3. In den nicht völlig luftdichten hölzernen Pumpen konnte das Wasser nur um etwa 7 m gehoben werden. Die tiefere hölzener Kolbenpumpe hob der nächst-höheren das Wasser zu und diese dann er noch höheren und so fort. Und das alles angetrieben durch ein die zwischen den Pumpen vermittelnden Gestänge bewegendes Wasserrad. Das auf eine gewisse Höhe in einem Stollen gepumpte Wasser konnte dann durch ein weiteres Pumpensystem weitergehoben werden. Zuerst gab es das wohl um 1539/1540, spätestens um 1545. bei Ehrenfriedersdorf (Werte unserer Heimat 1978, S. 138), das 'Ehrenfriedersdorfer Kunstgezeuge' (O. WAGENBRETH 1987, S. 25), ein herausragender Höhepunkt bergbaulicher Maschinentechnik. In der Grube Thurmhof bei Freiberg "hob" man "mit sieben Kunstsätzen" von "je etwa 20 m Höhe... das Wasser in der Grube um 70 m bis auf den Stolln" (S. 29). Der Einsatz der Maschinen brachte Arbeitslosigkeit und es wird berichtet von "Winseln, Heulen, Jammer und Elend" (S. 29). Aber fraglich ist, ob allein mit Menschen und Pferden und ohne die Maschinen die Gruben hätten gehalten werden können. In Kuttenberg protestieren bis zur Ausübung von Tätlichkeiten die Pferdehalter der etwa 300 Pferde der Roßkünste (O. WAGENBRETH 1987, S. 29).

Wasserräder - auch die römische Antike hatte manches dazu geschaffen und VITRUV hatte es übermittelt (s.d.).

6. Das **Wasser zum Maschinenantrieb** wurde teilweise aus größerer Entfernung zugeleitet, in künstlich angelegten Gräben. Um von natürlichen Wasserläufen **Wasser** zu den untertage befindlichen Wasserhaltungsmaschinen zu leiten oder Holz herbeizuflößen wurden **Kunstgräben** resp. **Floßgräben** (s. a. H. HARTMANN 1990) angelegt. Viele, oft holzbedeckt, sind noch erhalten. Von 1556 bis 1559 wurde von einem Holz auffangenden Rechenhaus von der mit größerem Gefälle weiterfließenden Zwickauer Mulde der schließlich 15,3 km lange, langsam fließende Floßgraben nach der Gegend um Aue angelegt (Werte unserer Heimat 1974, S. 30 , 54)

bildAschergraben b. Altenberg

Um auch in wasserarmen Zeiten die Wasserversorgung zu sichern, wurden Kunst-



Abbildung 1096: Kunstgraben bei Aue.



Abbildung 1097: Kunstgraben bei Dörnthal.



Abbildung 1098: Kunstteich, bei Dittmannsdorf.

teiche, **Staubecken**, angelegt. Ein ganzes solches System entstand südlich von Freiberg. Die geänderten Wasserläufe und die Staubecken führen also einen beträchtlichen Teil der Niederschläge am Nordhang des Erzgebirges dem Bergbau zu, eine gewaltige, fast den Bewässerungslandschaften im Orient vergleichbare große **Umweltveränderung**. Die Staubecken werden, neu eingedeicht, noch heute genutzt. So Sachsens größer "Teich", der bei Großhartmannsdorf, um 1590 nach PLANER angelegt.

Als im 17. Jh. im Oberharzer, zu Hannover gehörendem Bergbau "Aufschlagwasser" knapp wurde, versuchte es LEIBNIZ mit einer durch **Windkraft** getriebenen Hebemaschine wieder nach oben zu befördern, war aber 1686 als Fehlschlag beendet wurde (G. W. LEIBNIZ/E. GERLAND 1995, S. 187).

Ein **Pferdegöpel** (O. WAGENBRETH), an der Erdoberfläche, erscheint auf dem Bild des Kuttenberger Kanzoniale von etwa 1490 und dann auch bei AGRICOLA, Tiernutzung auch untertage. Pferde, oder Ochsen, drehen an Deichseln eine senkrechte Welle, den "Schwenkbaum", also einen drehbaren senkrecht stehenden starken Pfahl, der diese Drehbewegung über Seile an den Förderkorb resp. den Ledereimer leitet. Der Göpel stand nicht direkt über dem Schacht wie die Haspel. Es gab also die räumliche Trennung von Fördermaschine und Schacht. Das Pferde muß die Richtung wechseln, wenn einmal der mit Wasser gefüllte Ledereimer leer herabgelassen und gefüllt wieder emporgezogen wird. Die Leistung der Handhaspel war bei der zunehmenden Tiefe der Schächte nicht mehr leistungsfähig genug. Der Göpel leistete also dieselbe Arbeit wie das Kehrrad in der Tiefe. Für solche Anlagen waren entsprechende Kapitalien nötig. Pferdegöpel mit ihren spitzen Dächern bestimmten bis tief ins 19. Jh. die Landschaft der Bergbaugebiete, Noch im 19. Jh. standen die Halden mit den darauf liegenden Bauten für die Göpel oft dicht



Abbildung 1099: Nachbau Pferdegöpel Kutna Hora.

an dicht (K. RUHHEIM 1805), wie sie um Freiberg/Sa. etwa CARUS sah: "die grauen, spitzgebauten" Pferdegöpel. Und mehrere Göpel gab es bis tief ins 19. Jh in der für die staatliche Porzellanmanufaktur eingerichteten Albrechtsburg in Meißen (U. CZECZOT 1975, S. 39).

6. Der Lufterneuerung, der "**Bewetterung**", diente in einfacher Weise das Schwenken von großen Tüchern im Bergwerk. Abbildungen zeigen auch von Wind angetriebene ansaugende Apparate, teilweise wie Mühlen, übertage.

7. Dunkelheit und nur schwache Beleuchtung kennzeichneten die alten Bergwerke. Die mit Unschlitt, also mit Tierfett brennenden Froschlampen, das "**Geleucht**", gaben kein großartiges Licht.

## Aufbereitung der Erze zur Metall-Gewinnung

Das Erz mit dem erwünschten Metall ist mit **taubem Gestein, der Gangart**, mechanisch fest verbunden. Das Erz muß so weit wie möglich in oft aufwendigen **Aufbereitungsverfahren** von der Gangart abgetrennt werden. möglichst "viele der Schad- und Ballaststoffe ohne größeren Verlust an Haltigem abzuscheiden" (K.-H. KÖNIG 1978, S. 148), um dann möglichst hoch**angereichertes Erz** zu '**verhütten**'. Dazu war zuerst **Zerkleinerung des erzhaltigen Gestein**s, also im Sächsischen Erzgebirge etwa der Zinngraupen, nötig. In **Pochwerke** wurden

durch ein Wasserrad Holzpfosten, Stempel, mittels Nocken hochbewegt und fielen dann die das Gestein zerstampftend herunter. Zuerst betrieb man auch im Sächsischen Erzgebirge **Trocken**-Pochwerke, in denen das Wasser nur das Wasserrad für das Heben der Stempel antrieb. In den **Naß**-Pochwerken trennte hindurchfließendes Wasser das durch die Stempel mehr oder weniger in die erzhaltigen Stücke und die tauben Gesteinsbrocken zertrümmerte Material gemäß ihrer Schwere, wie es bei der Entstehung von Seifen in Fluß- und Bachläufen sich auch abspielte. In den Naßpochwerken oder überhaupt bei der mechanischen Trennung erz- oder goldhaltiger zerkleinerter Gesteinsbröckchen wurde der in natürlichen Fließwässern ablaufende Prozeß verstärkt und beschleunigt. Naßpochwerke entstanden gemäß AGRICOLA (s. 1928, S. 270) bei Dippoldiswalde und Altenberg als der Herzog GEORG von Sachsen in Meißen dem "edlem und klugen" SIGISMUND MALTITZ 1512 die Halden "verliehen hatte." MALTITZ galt auch als Erfinder der Naßpochwerke, aber etwa gleichzeitig waren sie wohl in Tirol aufgekommen. Wurden im Erzgebirge Zinnerze gepocht, war der Fluß Müglitz unterhalb rötlich gefärbt. Noch heute heißt der noch bis jüngere Zeit betroffene Fluß 'Rote Müglitz'. Es wurde also massenweise nicht unbedenkliches Material von betroffenen Flüssen hinabgespült. Im Harz wird Naßpochen für das späte 16. Jh., um 1570, gemeldet. Um 1570 kann das Verfahren des Naßpochens "in den Montanbezirken Mitteleuropas als abgeschlossen gelten" und hatte sich diese Innovation durchgesetzt (K.-H. LUDWIG 1978, S. 156), waAb etwa 1680 wurden jährlich zwischen 80.000 und 120.000 Tonnen Roherz zerpocht und etwa die Hälfte kam als "Pochsand" in die Westharz-Gewässer (CHR. BARTELS 1996, S. 484).

In der "**Scheidestube**" zertrümmerten gemäß Abbildung bei AGRICOLA namentlich Frauen erzhaltiges Gestein mit Hämmern. Hier handelte es sich wohl um erzreicheres Gestein. Auf Tüchern wurden mittels Wasser in einer Art Feinreinigung feinere Erzflitter von Gesteinsstückchen geschieden. Auch eine Folge von wasserdurchflossenen Trögen wurde zur Feintrennung benutzt.

Aus dem Erz mußte das Metall 'ausgeschmolzen' werden, mittels Holzkohle. **Blei** ließ sich, bei 327°C, sogar schon im Holzfeuer ausschmelzen. **Sulfidische Erze**, also Schwefel-Metall-Verbindungen, wurden einem **Röstprozeß** unterzogen, d. h. im **Luftstrom erhitzt** und es entstanden Oxyde. Dazu wurde das Erz in den Holzmeilern ähnlichen Meilern mit Luftdurchzügen aufgeschichtet. Das Rösten war landwierig, mußte wiederholt werden (H. BECKER 1975).

Eisen und Zinn um Eibenstock im Westerzgebirge ließen die dortige Weißblechherstellung, also verzinntes Eisneblech, gedeihen (Werte der deutschen Heimat1967, S. 133).

Die gefundenen und genutzten Mineralien und namentlich die Erze regten zu wis-

senschaftlichen Beschäftigung mit ihnen an und AGRICOLA wurde einer der Begründer der **Mineralogie**.

Die Saugpumpen veranlaßten zum Nachdenken über ihr Funktionieren. Die Bergbaupraxis förderte so die Wissenschaft.

## Auch Gesteine gehören zu den Schätzen eines Landes

Zumindestens in Dresden wurden in der unter Kurfürst AUGUST um 1560 gegründeten Kunstkammer mit Naturaliensammlung (W. QUELLMALZ 1967) durch vor allem den seit 1575 in Dresden ansässigen G. M. NOSSENTI auch zahlreiche Gesteinsproben eingeliefert, Ergebnis von **Prospektion**, sächsischer schwarzer Marmor, Serpentin von Zöblitz im Erzgebirge, Porphyrtuff aus der Nähe von Chemnitz und andere.

## (Silber-)Bergbau in der Neuen Welt

Die Spanier suchten in **Amerika** vor allem Gold und fanden, wenigstens in der Erde, eher Silber. 1534 wurde die erste Silbermine in Pachuca in Mexico, in 2426 m Höhe, entdeckt. Neu-Spaniens/Mexicos führende Silberstadt wurde Zacatecas (A. KNIGHT 2002).

Im späteren Bolivien wurden **1545** (T. DAUER 2ßß1, D. ROCK 1987) die Silber-Vorkommen bei der bald großen Stadt **Potosi**, der baldigen Villa Imperial de Potosi, im "reichen Berge", dem **Cerro Rico**, aufgefunden, die größten damaligen und noch lange weiter größten Silber-Vorkommen der Erde. Gelegen in einer unfruchtbaren Berglandschaft (G. B. COBB 2006), wurde das von außen zu versorgende Potosi gegenüber dem Elend der Mineros "zu einer der schönsten und reichsten Städte der Welt", Im März 1549 wurde eine Karawane mit 2000 Lamas bepackt neben Versorgunsgütern mit Silber und mehr als 1000 begleitenden Indios auf einer vorhandenen Route über die Berge geschickt und erreichte im September den Hafenort Arequipa (G. B. COBB 2006; S. 296). Nach mancher Unterbrechung folgten solche Karawanen in den folgenden Jahren. Potosi war in der Mitte des 17. Jh. die größte Stadt Amerikas, mit etwa 150.000 oder gar 200.000 Einwohnern und damit einwohnerreicher als Paris, Rom oder Madrid (T. DAUER 2001), mit 36 prachtvollen Kathedralen, auch mit Einrichtungen für wüsteres Leben. Waren Straßen in Potosi mit Silberplatten gepflastert? Nahrung kam von Orten wie dem 1538 gegründeten Chuquisaca, dem auf das Jahr 1548 zurückgehenden La Paz, dem 1571 gegründeten Cochabamba. Dieses Gebiet, das "obere Peru", wurde zur reichsten und dichtest besiedelten Region im damaligen spanischen Amerika.

In Chuquisaca wurde eine Universität gegründet. Elend der Arbeitenden, giftiges Quecksilber und höhere Bildung - wie so manches Mal lagen sie in erschreckender Weise in Nachbarschaft. Nach einem den Inkas abgeschauten Fronsystem mußte jeder Indio, dessen man im Alter von 18 bis 50 Jahren habhaft wurde, jedes 7. Jahr 6 Tage pro Woche untertage arbeiten und sah in dieser Zeit das Tageslicht nie. 8 Millionen Tote soll der Berg gebracht haben, Die Silber-Ausbeute konnte ab 1572 mit der Einführung des Amalgam-Verfahrens, der Silber-Abscheidung mit Quecksilber, beträchtlich erhöht werden. Quecksilber mußte zunächst aus Spanien bezogen werden. 1564 wurde in Huancavelica in Peru Quecksilber entdeckt und konnte einen Teil des Quecksilber-Bedarfs in Peru decken (D. ROCK 1987). Quecksilber wurde auch gebracht auf Schiffen, auf Galleonen, von Chincha. und dann in Arica für Potosi auf einer teilweise wasserlosen Strecke transportiert (G. B. COBB 2006, S. 302). Die schweren Quecksilbersäcke konnten auch platzen und es lief das in seinen Dämpfen giftige Metall aus. Andere Quecksilber-Minen wurden gefunden 1606 bei Oruro. Um das Gestein mit dem Silber aufzubereiten war auch fließendes Wasser nötig und mußte Regen im kargen Hochland um Potosi fallen (G. B. COBB 2006; S. 297). Die reiche Silber-Ausbeute in Amerika drückten den Preis des Silbers weltweit (H. HAUSHERR 1955) und brachte gerade Spanien keineswegs einen dauernden wirtschaftlichen Aufschwung. Man mußte feststellen, daß es nicht genügte, immer mehr Edelmetalle zu haben und damit konnte man alles in allen Zeiten erwerben. Wenn alle Menschen versuchten nur von Gold und Silber zu leben - wohl undenkbar!

Zinn löste den Silberbergbau im 20. Jh. ab und machte die "Zinnbarone" superreich.

## Chemische Technologien und Herstellung chemischer Substanzen im 16. und 17. Jahrhundert

Mancher Stoff, man würde heute von "Grundchemikalie" sprechen, wird seit fernen Tagen hergestellt. Die Anfänge dieser offenbar rein empirisch gefundenen chemisch-technischen Verfahren liegt im Dunkeln. Mit nur geringen Abänderungen wurden sie über die Jahrhunderte hin beibehalten. Ab dem 16. Jh. wurden solche bis weit ins 18. Jh, ja ins 19. Jh. hinein gebrauchte Verfahren, auch die der Metallurgie, beschrieben, teilweise abgebildet. Die '**Alchemie**' bestand weiterhin, ja der auf der Prager Burg, dem Hradschin, residierende eigenbrödlerische Kaiser RUDOLF II. habe auf dem Hradschin in seinem Laboratorium etwa 200 Alchemisten beschäftig, eine an moderne Chemielaboratorien heranreichende Größe. Daß sie im Prager Alchemistengäßchen gewohnt haben ist Legende.

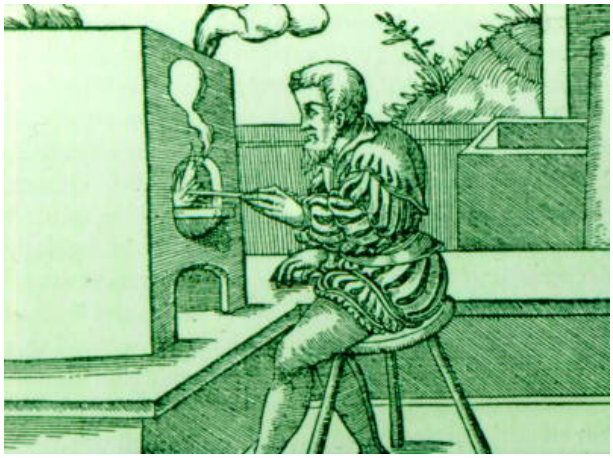

Abbildung 1100: AGRICOLA: Probierofen.

**Metallurgie** und chemische Verfahren schildert VANUCCIO BIRINGUCCIO in seinem nachgelassenen Werke "Pirotechnia" von 1540 (O. JOHANNSEN 1953). In Siena beheimatet, war er Leiter der Eisenhütten und einer Silbergrube des Herrschers seiner Heimatstadt, PANDOLFO PETRUCCI, war Zeugmeister und Gechützmeister. Mit dem Wechsel der Herrschaft mußte BIRINGUCCIO mehrfach den Dienstherren wechseln, war aber immer wieder gefragt. In der "Pirotechnia" werden beschrieben und abgebildet etwa die Goldwäscherei, die Gewinnung von Metallen wie Silber, Kupfer, Blei, Zinn, Eisen sowie die Herstellung verschiedener Legierungen, die Gewinnung von Schwefel, die Gießerei, die Alaun-Fabrikation, die Erzeugung von Holzkohle etwa aus Baumstubben.

Neben vor allem Bergbau und Metallgewinnung bringt AGRICOLA auch die Herstellung nichtmetallischer Stoffe. Er erhitzte auch **Bernstein**, unterwarf ihn also trockener Destillation und erhielt die kristalline **Bernsteinsäure**, so wie andere aus Benzoeharz im 16. Jh. auch die **Benzoesäure** erhalten hatten. AGRICOLA zeigte auch die Untersuchungen von Dämpfen aus erhitzten Erzen auf deren Metallgehalt durch Beachtung der Flammenfärbung.

Ein eigenes "**Großes Probierbuch**" lieferte 1574 LAZARUS ERCKER (P. R. BEIERLEIN 1959), der darin aber auch die Salpeter-Gewinnung in einem sehr einleuchtendem Bild vorführt. Der aus Annaberg im Erzgebirge stammende, studierte ERCKER war in Münz-und höheren Bergbaudiensten tätig in Dresden, Goslar, St. Joachimsthal, Kutna Hora/Kuttenberg, Prag, zuletzt unter Kaiser RUDOLF II. - kannte auch durch Reisen also wichtige mitteleuropäische Bergbaudistrikte.

Töpferei, **Keramik**, Salz behandelte BERNARD PALISSY in seinem Werke "Discurs admirables de la nature des eaux et fontaines" von 1580. Der in Saintés



Abbildung 1101: PALISSY. Saintes.

südlich von La Rochelle wirkende und dort mit einem Standbild geehrte PALISSY war zunächst Glasmaler, dann Angestellter an den vom ihm auch geschilderten Salzgärten und dann Keramiker (G. FESTER 1923).

PALISSY schrieb auch für die notwendige Umgestaltung der französischen Landwirtschaft, für Düngung (A. E. McGRATH 1990, S. 301/302). Als Hugenotte starb PALISSY im Gefängnis. Über die **Töpferei** mit ihren Werkzeugen, Drehscheiben, Brennöfen schrieb um 1548 der italienische Majolikamaler und auch Militäringenieur CIPRIANO PICCOLPASSO (F. M. FELDHAUS 1965), dessen Abhandlung erst 1857 gedruckt erschien.

Chemisch-technische und eher rein chemische Erfahrungen aus verschiedenen Gebieten faßte umfassend ANDREAS LIBAVIUS zusammen. Der um 1560 geborene Leinewebersohn aus Halle wird als **erster** deutscher **Chemiker** bezeichnet. Nach dem Studium in Wittenberg und Jena, Lehrer-Tätigkeit in Ilmenau und Coburg, war LIBAVIUS Stadtarzt und Gymnasiallehrer in Rothenburg ob der Tauber und wirkte ab 1607 im von ihm initiierten Coburger Gymnasium Casimirianum.

Das bekannteste Werk des LIBAVIUS ist die "**Alchemia**" von 1597. 1964 wurde das Werk erstmals in deutscher Übersetzung herausgebracht. Etwa 200 Autoren, auch aus der Antike, werden auf chemische Mitteilungen ausgewertet. Die Lektüre ist nicht leicht. Sich in die chemischen Vorstellungen von LIBAVIUS hineinzudenken ist begrenzt. Das, obwohl gerade LIBAVIUS von Okkultem freihalten möchte



Abbildung 1102: LIBAVIUS.



Abbildung 1103: Coburg: Gymnasium Casimirianum.

(in 1964, S. XVII). Man kann erfahren, **welche Stoffe bekannt** waren, manche seit langem, ob Zinnober, Vitriolöl und damit also Schwefelsäure, Weinstein und andere. Beschrieben wird auch die Nutzung verschiedener **Pflanzen**, so von Schöllkraut (S. 312, 318). Vorgeführt werden die verschiedenen **Trennverfahren**, nicht immer mit der späteren Begriffsbildung ganz übereinstimmend, also Filtrieren (u. a. S. 50). Verdampfen (S. 54), Sublimation, Destillation (S. 78), Putrefaction und das die künstlich herbeigeführte Fäulnis (S. 127). Man erhält eine Vorstellung von den benutzten **Geräten und Apparaturen**, von dem, was in einem chemischen Laboratorium der Zeit vorhanden war. Aus den Körpern werden "Extrakte" gewonnen, "gleichsam das Mark und der vorzüglichste Teil der gesamten Substanz" (S. 327) - und um diese geht es vor allem, so das "brennende Wasser" aus dem Wein. Chemie - das war vor allem aber "Scheidekunst". Öl wird aus verschiedeen Pflanzen gewonnen (S. 397). An **Stoffumwandlungen,** 'Transmutationen', werden die verschiedensten Vorgänge beschrieben, auch völlig falsche. Die Gewinnung von **Gold aus Silber** (S. 182 ff.) wird als gegebener Vorgang angenommen, es ist für LIBAVIUS nichts Okkultes. Bekannt ist, daß nach dem Einschütten von Eisenfeilspänen in kupferhaltiges 'Vitriolwasser', in gelöstes Kupfersulfat, sich Kupfer abscheidet. Das wird damals gedeutet als Umwandlung von Eisen in Kupfer (S. 184/185). Als Stoffumwandlungen werden beschrieben (S. 180 und ff.): aus Wasser wird in der Küche Luft, aus luftartigen Fetten, also verdampften Fetten, wird Feuer, also die fangen an zu brennen, aus Holz wird Asche, aus Käse entstehen Würmer, aus Honig entstehen Ameisen. Bekannt ist, daß sich '**Homogenes**', wie Gold, **nicht 'scheiden'** läßt (S. 303), was man als Annäherung an den moderneren Elementen-Begriff, also nicht nur die 4 Elemente, sehen kann, An **Vereinigung von Substanzen,** Mischung, 'Freundschaft', ist bekannt, schon vorher, die Amalgamation, die Mischung von Quecksilber mit verschiedenen Metallen (S. 246). Bekannt war die Herstellung von künstlichem Zinnober: "Der künstliche Zinnober ist ein zusammengesetztes Magisterium aus Hydrargyrus und Schwefel" (S. 247), Bei einer Vereinigung von Stoffen ist nötig, daß dafür bestimmte richtige **Proportionen** gelten (S. 247). Im Falle des künstlichen Zinnober wird beschrieben, welche Proportionen verschiedene Autoren empfehlen, und "... auch gleiche Teile werden genommen und namentlich für die Verwendung beim Malen nimmt man mehr Schwefel, damit das Rot klarer wird. ... Zum Räuchern bei der Franzosenkrankheit ... werden drei oder auch vier Unzen Schwefel aus ein Pfund Hydrargyrus als ausreichend erachtet" (S. 247).

Weitere Verfasser chemisch-technischer Werke folgten im 17. Jh.

## Maschinen und Handwerk - 16. und 17. Jahrhundert

Eine besondere Literaturgattung ab der zweiten Hälfte des 16. Jh und bis hinein in das 17. Jh. wurden die **"Maschinenbücher"**, Folianten mit zahlreichen Abbildungen von existierenden oder nur projektierten, ja bisweilen von

phantsievollen Maschinen, wohl ebenso zur Unterhaltung wie zur technischen Anleitung gedacht. In diesen Büchern werden manches technische Prinzip, manche Neuerung erstmals erwähnt und abgebildet, ob nun Wiedergabe einer Realität oder nur als Vorschlag. Etliche Verfasser brachten in den Titel ihrer Werke das Adjektiv "neu" - "novus", um die jeweilige Aktualität ihres bald weiterer Konkurrenz unterworfenem Buches zu betonen. Wegen der besonders oft abgebildeten Mühlen auch von 'Mühlenbüchern' gesprochen. Ihre Verfasser, die teilweise mehrere auch andere Werke veröffentlichten, waren Mathematiker oder Ingenieure.

Ein erstes solches 'Maschinenbuch', "Theatre des Instrumens", stammt von JACQUES BESSON, Ingenieur des Königs von Frankreich und als solcher ein Amtsnachfolger von LEONARDO DA VINCI (F. M. FELDHAUS 1924). Geschrieben um 1565, wurde sein Buch 1578 posthum in Lyon und dann 1595 auch in Deutsch gedruckt. Neben Rammen, Pumpwerken, Baggern, Polier-und Schleifmaschinen enthält das Werk auch die bemerkenswerte Abbildung einer Drehbank mit Schnurantrieb, den Entwurf eines Seilpfluges mit Handhaspel und Rindern und ein Wasserrad mit für effektivere Nutzung gestalteten Schaufeln, also ein frühes Projekt einer Turbine. Als das vielleicht schönste und umfangreichste dieser technischen Kupfertafelwerke wird das des AGOSTINO RAMELLI betrachtet, Kriegsingenieur des französischen Königs HEINRICH III., der sein Werk 1588 in Paris unter dem Titel "Le diverse e artificiose machine. Composte in lingua Italiana et Francese" erscheinen ließ. Das Werk enthält 195 ganz-oder doppelseitige Kupferstich-Tafeln, zugeschrieben JEAN DE GOURMONT. Die Bilder bestechen durch ihre Mannigfaltigkeit, ihre Feinheit, die Wiedergabe von Einzelheiten. Eine deutsche Übersetzung von 1620 bei HENNIG GROß in Leipzig enthält die bildlichen Darstellungen in Radierungen von ANDREAS BRETSCHNEIDER. Ein Bild zeigt eine Seilbahn, benutzt zum Transport des Materials beim Ausheben eines Festungsgrabens. LORINI, dessen Werk "delle fortificationi" 1597 erschien, stand als Kriegsingenieur im Dienste des COSIMO DE MEDICI und der Republik Venedig. LORINI dachte bei seinen Entwürfen mehr als RAMELLI an die Ausführung der Entwürfe im Großen und wußte, daß große Ausführungen sich manchmal anders verhalten als kleine Modelle. Der Ingenieur solle auch die Schwierigkeiten voraussehen, die sich aus den verschiedenen Eigenschaften der Materialien ergeben (C. MATSCHOß 1940). Von MAUROLYCUS aus Messina stammt ein "Tractat über die Uhren" (H. GROSSMANN 1935, S, 215).

OCTAVIUS DE STRADA gab 1607 ein Werk über Mühlen und Wasserkünste seines 1588 verstorbenen Großvaters heraus. VITTORIO ZONCA veröffentlichte 1607 das Buch "Novo teatro di machine et edifici". Unter den Abbildungen sind solche von einer Schleuse während des Durchgangs eines Schiffes sowie eine Schiffsschleppe. In den kriegerischen Zeiten benötigt wurde sicherlich die von Pferden gezogene Mühle, in der auf dem Marsch im Weiterschreiten oder in den ständig wechselnden Lagern Getreide, wohl im allgemeines geraubtes, gemahlen wurde. In den Jahren 1615 oder 1616 erschien das als das eigentümlichste bezeichnete technische Werk, die "Machinae novae" von FAUSTO VERANZIO, seit 1598 Bischof von Czanad in Ungarn (H. SCHIMANK 1941). Vorgeschlagen auf einer Abbildung wird eine eiserne Kettenbrücke. Ein anderes Bild zeigt einen Menschen, der an einem rechteckigen Fallschirm hängend von einem Turm springt, beschriftet als "Homo volans". Durch manche Erstdarstellung zeichnet sich 1615 SALOMON DE CAUS aus. Durch linsenartige Butzenglasscheiben gebündeltes Sonnenlicht wird auf einem Bild in Wasser zum Erwärmen geleitet und das Wasser drückt dann auf einen Springbrunnen, erhofft zur Anwendung für die Wasserkünste am Heidelberger Schloß. Abgebildet wird der Antrieb eines löffelartigen Bohrers, mit dem ein in einer Halterung befestigter Baumstamm ausgebohrt wird, um so hölzerne Wasserleitungsrohre herzustellen. Der Architekt und Ingenieur GIOVANNI BRANCA bildet in einem Buche von 1629 unter anderem einen Windwagen ab sowie eine durch einen Dampfstrahl aus einem menschenkopfartigen Kessel angetrieben Turbine, die wiederum über Übersetzungen Stößel zum Zerstoßen von Arzenei offensichtlich in einer Apotheke antreibt. Da es wohl nicht schwer war, die Arznei auch durch Handbewegung zu zerstoßen, ware dieses Konstrukt wohl nur ein Entwurf. Deutsche Verfasser von 'Maschinenbüchern' erscheinen erst beim Ausgang dieser Literaturgattung. Von ZEISING erschien 1607 der 1. Teil eines "Theatri machinarum. In welchem vielerley künstliche Machinae in unterschiedlichen Kupfferstücken zu sehen sindt, durch welche jeglicher schwerer last mit vortheil kan bewegt, erhoben, gezogen und gefüret werden". Von diesem Werk erschien ein 2. Teil 1610, ein 3. im Jahre 1612. ZEISING wollte die Maschinen aus den hinterlassenen Schriften der scharfsinnigen Leute zusammenstellen "und aus vielen ein Buch machen" - vertrat also das durchaus berechtigte Bestreben der die Wissensaneignung erleichternden Kompilatoren. ZEISING war der Anreger für GEORG ANDREAS BÖCKLER, der 1661 das Werk "Theatrum Machinarum Novum oder Schauplatz der mechanischen Künste von Mühl-und Mahlwerken" veröffentlichte. In der Vorrede meinte auch er noch, daß die 'edle Kunst Mechanika' etwas "wider die Natur zu Wege bringen will." Der letzte bedeutende Verfasser eines dieser 'Maschinenbücher' war JACOB LEUPOLD in Leipzig, dessen.Werk "Theatrum machinarum generale" von 1724 - 1727 mit 472 Kupferstich-Tafeln an Bildzahl die anderen dieser Werke übertrifft.

Der Pole KAZIMIERZ SIEMIENOWICZ veröffentlichte 1650 in Amsterdam ein Werk über militärischen Maschinenbau, "Artis Magnae Artilleriae".

Zu den technischen Werken des 17. Jh. gehört auch eine weitere umfassende Darstellung der verschiedenen **Handwerke**, das Buch "Abbildung Der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände Von denen Regenten Biss auf alle Künstler Und Handwercker..." von CHRISTOFF WEIGEL, erschienen in in Regensburg 1698. Unter den Bildern stehen Verse von ABRAHAM SANTA CLARA. Das Vorbild ist eindeutig das "Ständebuch" von JOST AMMAN ist offensichtlich, und es ist reizvoll beider Abbildungen zu vergleichen. Auch bei WEIGEL arbeitet der Handwerker in seiner Werkstatt mit Werkzeugen, eine gewisse Weiterentwicklung ist aber unverkennbar. Bilder von Handwerkern bei der Arbeit lieferte auch der Delfter Maler und Radierer JAN GEORG (JORIS) van VLIET.

Die 3 wichtigsten Quellen über vergangenes Handwerk waren also:

MENDELsches Hausbuch, Nürnberg

"Ständebuch" von JOST AMMAN, Nürnberg

CHRISTOFF WEIGEL, Abbildung der Haupt-Stände

## Landwirtschaftliche Literatur

In England erschien 1523 die "Husbandrie" von ANTHONY FITZHERBERT (A. C. CROMBIE 1965). Als das populärste **Garten**traktat des 16. Jh. gilt das "Pflantzbüchlein" von JOHANN DOMITZER, das vielleicht zuerst 1529 in Zwickau herauskam und viel aus dem Werke des CRESCENTIUS und von anderswoher entnahm (W. C. CROSSGROVE 1994). Praktische Hilfe boten die gedruckten **Fischbüchlein**, unter denen das Erfurter Fischbüchlein von 1498 das älteste ist. Praktischer Anleitung diente ebenso das 1547 in Breslau veröffentlichte Buch vom Bischof von Olmütz JANUS DUBRAVIUS über die **Teichwirtschaft** vor allem in Böhmen, wo die europäische Teichwirtschaft am höchsten ausgebildet war. DUBRAVIUS beschrieb darin auch eine "Maschine", die das Teichwasser umwälzt und damit durch Luftzufuhr die Lebensbedingungen für die Fische im Teiche verbessern mußte. DUBRAVIUS schrieb auch eine 'Historia regni Bohemiae'. In Spanien wurde 1513 auf Initiative des Kardinals CISNEROS gedruckt ein immer wieder aufgelegtes Buch über **Landwirtschaft** von GABRIEL ALONSO DE HERRERO (Wikipedia 2016: HEERERA) (M. A. LADERO 1992, S. 207). In Frankreich verfaßten CAROLUS STEPHANUS und dessen Schwiegersohn JEAN LIBAULT ein in Straßburg auch in deutscher Sprache unter dem Titel "Siben Bücher von dem Feldbau, und vollkommener bestellung eynes ordentlichen Mayerhofs oder

Landguths" erschienenes Buch, 1579. Von einem Juristen und Berater des Herzogs von Jülich und Besitzer eines Landgutes auf einer Insel im Niederrhein bei Wesel, KONRAD HERESBACH (C. BEUTLER et al. 1986, H. LOHSE 1969), wurde in Dialogform von 4 Personen **1570** in Latein die Schrift "Rei Rusticae Libri Quattuor"/'Vier Bücher über die Landwirtschaft' übersetzt von DREITZEL 1970, s. C. BEUTLER et al. 1986, S. 103) veröffentlicht. HERESBACH entstammt als jüngtes von 7 Kindern einem durch Wohlstand ausgezeichneten Landgut bei Mettmann im niederbergischen Land, kam als Studierender in Umkreis von ERASMUS VON ROTTERDAM und wurde 1521 Griechischlehrer in Freiburg i. Br. 1523 wurde HERESBACH Prinzenerzieher in Kleve. In seinem Buch geht er aus von Erfahrungen auf seinem Gut, kann es als Humanist aber nicht lassen, auch die antike Literatur mit der ihm nicht aus Erfahrung bekannten mediterranen Landwirtschaft auszuwerten. Die fruchtbaren Böden in der **Schlammregion am Niederrhein** machen einen dauernden Fruchtwechsel nicht nötig, es werden also die agrarischen **Besonderheiten einer besonderen Region** geschildert. An Kulturpflanzen werden außer sonst bekannten genannt Raps und Buchweizen. Als neue Futterpflanzen erscheint der in der Antike unbekannte **Spörgel,** welcher beste Butter liefere. Gedüngt wird mit Mergel. Der religiöse HERESBACH schreibt auch zur Moral, und "Betrunkene werden nicht ins Himmelreich eingehen" (zit. in C. BEUTLER et al. 1986, S. 99). Der 1593 gestorbene ABRAHAM VON THUM(B)SHIRN war Hofmeister der sächsischen Kurfürstin ANNA, der Gattung des Kurfürsten AUGUST, und dann Oberaufseher der kurfürstlichen Kammergüter (K. CZOK 1987, S. 4/5) und verfaßte noch für AUGUST als Lehrbuch 'Haushaltung un forwergen'. Das Werk behandelte das Technische wie "Bierbrauerei, Buttern, Käsen, Bienenzucht, Müllerei", aber bestimmte auch, was jeden Tag wenigstens für die Untergebenen als Speise auf den Tisch zu kommen hatte, also Fleisch oder im Austausch Fisch oder Eier nur am Sonntag und an Festtagen, verbunden mit dem verpflichtendem Kirchgang. In einer 1571 durchgeführten 'Visitation aller Kammergüter', also der kurfürstlichen Güter, wurde über 38 Güter und Vorwerke berichtet. Berichtet wird über Schafherden, oft mit 1000 Tieren, aber auch bis 3000, Grundlage der sächsischen Textilproduktion.

Die Schriften zur Landwirtschaft führen zur **"Hausväterliteratur"**, Werke, die alle Tätigkeiten auf einem Bauernhof oder später auf einem Gutshof, gar in einer Residenz und für den Territorialfürsten für ein ganzes Land beschreiben und praktische Ratgeber sein wollen, wenn auch nur für lesekundige Landwirte und im allgemeinen in Beschreibung der herkömmlichen Dinge. Die Literaturgattung der Hausväterliteratur beginnt mit einfachen Büchern auch für Normalbauern und wird bis zu aufwendigen Folianten fortgeführt, aufeinander auch aufbauend bis weit ins 18. Jh.. Der Inhalt reicht vom Feldbau und der Viehhaltung über das Brotbacken, die Käsebereitung, die Bienenhaltung, die Teichwirtschaft, die Kinderer-

ziehung, die Behandlung der Mägde und Knechte bis zu technischen Verrichtungen auf Bauerngütern (W. ABEL 1962). Die Bücher dienen auch zur Anleitung von Beamten. Von dem niederschlesischen Pfarrer MARTIN GROSSER wurde 1590 in Görlitz gedruckt "Kurtze und far einfeltige anleytung zu der Landwirtschafft: beydes im Ackerbaw und in der Viehezucht; nach arth und gelegenheit dieser Land und Orth Schlesien: wie man gemeiniglich die Ecker zu bawen und wo man jede Arth des Getreydes hinzu seen, auch wie man gewöhnlich das Viehe zu ziehen, zu nehren und zu fütterm pfleget". Um 1600 erschien von dem aus Goldberg in Schlesien stammenden und 1639 in Parchim gestorbenen JOHANN COLER(US) das bis zu dessen Tod wohl 14-mal aufgelegte, einflußreiche mehrbändige Werk "Oeconomia ruralis et domestica...." (W. ABEL 1962). Von einem VON THUMBSHIRN stammt die 1617 gedruckte "Oeconomia oder Notwendiger Unterricht und anleitung, wie eine gantze Hausshaltung am nützlichsten und besten ... kann angestellet...werden". Von dem auch mit technischen Werken hervorgetretenen BÖCKLER stammt 1678 das Buch "Nützliche Haus-und Feldschule". Die umfassendsten und auch mit schönen Abbildungen versehenen Werke erscheinen um die Wende vom 17. zum 18. Jh. Im Jahre 1682 veröffentlichte der österreichische Freiherr WOLFGANG HELMHARD VON HOHBERG (LEISEWITZ 1880) die "Georgica Curiosa oder adeliges Land-und Feldleben...", das lange als Hauptwerk dieser Llandwirtschaftsliterautr galt und dem Aufbau der Landwirtschaft nach den Kriegen dienen sollte. Der Benutzung an einem Fürstenhof diente der prachtvolle Foliant "Oeconomus prudens et legalis ... oder Grosser Herren Stands und Adelicher Hauss Vater" von FRANCISCUS PHILIPPUS FLORINUS. Unter diesem Namen verbirgt sich vermutlich der Pfalzgraf bei Rhein FRANZ PHILIPP, der aber andere Verfasser heranzog. Bis zum Jahre 1751 erschienen 4 Auflagen. Der Aus einem bankrott gegangenen Rittergut stammende und später wieder Gutsbesitzer gewordene JULIUS BERNHARD VON ROHR (INAMA 1880) veröffentlichte 1716 die 1726 und 1755 nochmals aufgelegte "Compendieuse Haushaltungs-Bibliothek". Von JOHANN JOACHIM BECHER stammt "Kluger Haus-Vater, Vollständige Haus-Mutter, Vollkomener Land-Medicus, Wie auch wohlerfahrener Ross-und Viehe-Arzt..." und von GOTTFRIED AUGUST HOFFMANN "Klugheit Hauszuhalten" von 1742. Die Literaturgattung der 'Hausväter' wird zu Ende geführt zum einen von OTTO VON MÜNCHHAUSEN mit dem namengebendem, bis zu 6 Bänden gebrachten und dennoch unvollendeten Werk "Hausvater" von 1766 - 1773. Aber dieses Werk trägt schon neue Züge. Die 'zerfließende Weise' der Hausbücher wird abgelöst von der sachlichen, systematischen Weise der eher wissenschaftlichen, kameralistischen Werke des 18. Jh. der Aufklärung. Von Pastor CHRISTIAN FRIEDRICH GERMERSHAUSEN erschien in 5 Bänden 1766 - 1786 noch "Hausvater" und 1778 - 1781 ebenfalls in 5 Bänden "Hausmutter". JOHANN BECKMANN bringt 1775 in 2. Auflage seine 'Grundsätze der deutschen Landwirthschaft' und das ist schon

etwas anders formuliert.

1

# 7. Die "Wissenschaftliche Revolution" des 17. Jahrhunderts

## Quellenlage

Die großen historischer Ereignisse sind gut belegt, werden vielfach beschrieben. Über die Diskussionen in den Wissenschaften berichten Bücher und all die Artikel in den aufkommenden Zeitschriften.

Über die Zustände im Alltag, wenigstens bei den Höheren, gibt es manche Berichte oder auch Chroniken. In London hinterließ etwa der Admiralitätssekretär und zeitweilige Akademiepräsident SAMUEL PEPYS (deutsch etwa 1980) "in sechs stattlichen" Kalbslederbänden" stenografische Aufzeichnungen aus den Jahren 1660 - 1669, die er während des Lebens geheim hielt.

## Grundlegendes zur Zeit der "Wissenschaftlichen Revolution"

Das 17. Jh. brachte grundlegende neue oder wenigstens erneuerte Vorstellungen über die Welt, die bestimmenden Prinzipien und die Forschungsmethoden. Das führte zu dem, was als "Wissenschaftliche Revolution" bezeichnet und bei verschiedenen Autoren etwas unterschiedlich gesehen wird.

**Der politische Hintergrund** dieser so hochgemut und wohlgestalt herkommenden "Wissenschaftlichen Revolution" führte in manchen der beteiligten Staaten und Nationen zum Aufstieg, in anderen war es düster. Religiöse Differenzen und Häresien hatte es immer gegeben. Aber nun wurden die Länder Europas außer Rußland von tiefen **konfessionellen Gegensätzen** bestimmt, sowohl **im Inneren** zahlreicher Staaten **wie in** ihren **Außenbeziehungen**. Es gab da die verrücktesten Bekehrungen und Konfessionswechsel. MARIA STUART, die 1587 im porestantischen England Enthauptete, war katholisch gewesen. Ihr 1566 geborener Sohn JAMES/JAKOB (J. WORMALD 2004) wurde im Alter von 13 Monaten als JAKOB IV. zum König von Schottland gekrönt und von seinen Tutoren durchaus gebildet und mit Erfolg fern von der dann gefangengesetzten Mutter

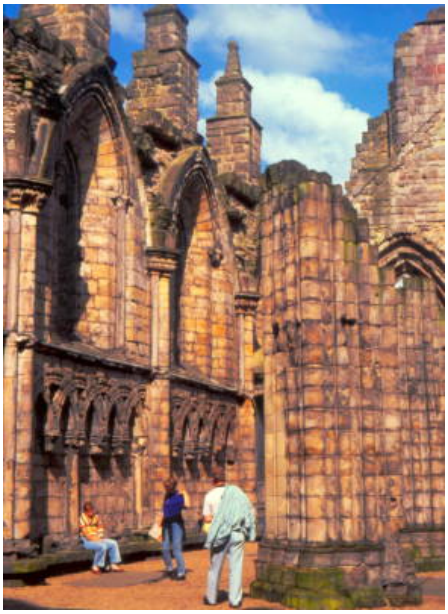

Abbildung 1104: Edinburg: Holyrood Palace. Abteikirche.

protestantisch erzogen. In Edinburgh zieht er in den neuen Königspalast Holyrood Palace, der bis heute der Königspalast für Schottland blieb, auch wenn die Abteikirche seit 1768 Ruine ist (Wikipedia 2016).

Als JAKOB I. wurde dieser schottische JAKOB IV. auf Grund der Thronerbfolge auch König von England. Auch Englands folgender Könige, der 1649 enthauptete KARL I. und nach dem Ende der CROMWELL.Diktatur 1660 KARL II., stützten die Anglikanische Hochkirche. Der 1685 auf Thron Englands gekommene Bruder von KARL II, der als Jüngling in Frankreich so kriegssüschtige JAKOB/JAMES II., (W. A. SPECK 2004) war katholisch geworden und dies wohl aus tiefer Überzeugung. Es sollte ihn den Thron kosten!

Das 17. Jh. und fortgesetzt und erweitert im 18. Jh. brachte in zahlreichen Ländern, auch kleinen Staaten, den schon im 16. Jh. begonnenen **Absolutismus**, die wenig eingeschränkte **Herrschaft des Monarchen**, ob König, Großherzog oder auch nur Herzog, der sich auf ausgewählte Berater, möglichst jedoch nicht auf Parlamente einließ. Oftmals waren entscheidend des absoluten Fürsten oft hochintelligenter **Kanzler** oder **Ministerpräsident.** Manche waren aber auch korrupte Gestalten, di e sich ungeheuer sebst bereicherten. Die Stützen der Herrscher im Absolutismus waren nicht so sehr der Adel, dessen Spitzen oft sehr selbstbewußt auftraten, gar als Fronde, sondern vor allem stand es so, daß "das emporkommende Fürstentum und der der emporstrebende neue Stand des Bürgertums natürliche Verbündete waren" (zu F. SCHNABEL 1988, s. S. 53, zit. d. E. ANGERMAN), jenes Bürgertums, das




Abbildung 1105: Edinburg: am Holyrood Palace.

zwar Städte, aber noch lange nicht ein ganzes Land selbst regieren konnte, aber Schutz brauchte. Stütze der absoluten Herrscher waren der **Beamtenapparat** wie das **stehende Heer**, das auch Fremde anwarb, und das dem absoluten Herrscher gehorsam diente. Nur den Reglements des Herrschers hatte zu gehorchen die Polizei (P. NITSCHKE 1992, S. 17). Der Geburtsadel mußte auch die **Interessen der Bürgerlichen**, der Beamten, Gelehrten, der Handelsleute etwa, anerkennen, denn von dort kamen Ideen wie auch viele Einnahmen des absoluten Herrschers, der die Macht monopolisierte. Der absolutistische Herrscher konnte ein Gleichgewicht der Kräfte auszunutzen, es auch zu sichern, "hängt ... davon ab, daß ein gewisses Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Gruppen und ein gewisses Maß von Kooperation oder Zusammenhalt zwischen den verschiedenen Interessen einer Gesellschaft besteht; ... hängt ... zugleich davon ab, daß starke und ständige Spannungen und Interessengegensätze zwischen ihnen vorhanden sind." Die koordinierden Rolle des absoluten Herrschers 'schrumpfte, wenn eine einzelne Gruppe oder Schicht in der Gesellshaft unzweideutig die Oberhand über alle anderen Gruppen erlangt oder besitzt ..." - so jedenfalls sieht es N. ELIAS 1990 2 (S. 238), Mancher Nichtadlige konnte in hohe Staatsämter aufrücken, in der 'bürgerlich werdenden Verwaltung' (E. WINKER 1977, S. 135). Aber das war in den einzelnen Staaten sehr verschieden. Anders in dem eindeutig den Adel privilegiernden Preußen als später in Sachsen-Weimar. Die absolute Herrschaft (s. a. N. ELIAS 1990 2) mit ihren **höheren Einnahmen** als den meisten konkurrierenden Adelshäusern möglich war, gestattete auch Opernhäuser, mit Ballet, schuf eine ansonsten unbezahlbare

Kultur. Ihre Theaterausstattungen verschlangen Unsummen. Mancher Adlige leistete sich dabei große, bis heute weiterwirkende Kultur. WALLENSTEIN baute ab 1625 Jicin/Gitschin in Mittelböhmen als seine Residenzstadt des ehemaligen Herzogtums Friedland aus. Ist die Ansicht von ELIAS voll gültig? Wie war das bei IWAN IV. dem SCHRECKLICHEN im 16. Jh. oder STALIN im 20. Jh., die auf begrenzte Gruppen gnadenloser Prätorianer, etwa STALIN mit der GPU und NKWD, setzten und mit Furcht und Schrecken regierten? Und eine nimmermüde Propaganda konnte große Teile der Bevölkerung von der Richtigkeit der dauernden Drohkulisse übrzeugen? Im Absolutismus predigte der Klerus, der dem Einfältigen mit der Hölle drohte.

Es galt im 17./18. Jh denn je und nur mit wenigen Abstrichen die '**Patrimoniale Staatsauffassung**": "der Fürst" ist - gottgedeckt -"der oberste Grundherr seines Fürstentums und Eigentümer von Land und Leuten" (B. RILL 1992, S. 127). Absolutistische zu herrschen entsprang in manchen Fällen sicherlich dem persönlichen Ehrgeiz des Monarchen. Es war ebenso offensichtlich, daß ein Staat kaum geordnet weiterbestehen konnte, wenn nur der Adel und vielleicht noch die Kleriker das Sagen hatten. Bürgerliche Kräfte waren hochgekommen, in Städten, waren Kaufleute, Gewerbe- und Unternehmensgründer und Wissenschaft wie Philosophie nicht entmündigt zu behandeln.

In der **Politik der Staaten mit- und gegeneinander** war der Bruch der Verträge, der Bündnisse, die Willkür in Teilungen und Vererbung durch Heiraten fast ungebremst. Namentlich in England wurde dem auch erfolgreicher widerstanden. **Immer** wieder gab es **Krieg**. Und es gab Leute, besonders die höheren Chargen und bis hin zu Monarchen, für die scheint **Teilnahme** am Krieg und **an** blutigen **Schlachten** so etwas wie der Extremsport unserer Tage gewesen zu sein. Die Teilnahme bestätigte Männlichkeit. Feld'**herren**' wurden sie genannt, diese christlichen Streiter, von denen viele im Alter dennoch im Bett starben und Denkmäler bekamen. Schon die Erziehung der Adligen war hin zum Militär. Generäle, Marschälle und solche Personen, wie auch Prinz EUGEN oder in Frankreich TURENNE, suchten wenigstens anfänglich Militärdienst, wo immer sie ihn fanden. Die Söldner oder Soldaten wurden zunehmend so gedrillt, daß sie im Karree oder in Linie gegen das gegnerische 'Feuer', das heißt Geschosse aus Handfeuerwaffen oder die Kanonenkugeln marschierten oder stürmten und nicht wichen trotz der neben ihnen Fallenden. Fahnen und Marschmusik stimulierten das makabre Geschehen. Manchmal gab es aber auch plötzliche heillose Flucht, die aber nur gemeinsam möglich war und keinem einzelnen gelingen konnte. Es blieb eine **bellizistische** Zeit. Krieg war nicht nur 'ultima ratio', um etwa ein Land zu verteidigen. Vor allem Klimahistoriker meinen, daß die Bevölkerungszunahme und die durch die **Klimaverschlechterung**, die 'Kleine Eiszeit', verschlechterte Versorgung mit Nahrung,

das größere Zusammendrängen oder auch Rohstoffmangel vor allem an Holz die Lage so prekär gestaltete, daß Krieg auch von den niederen Schichten gebilligt, seine Existenz eingesehen wurde und daß der kleine Mann im Krieg, als Söldner, vielleicht am ehesten den Daseinskampf mit einer wenigstens kurzen lockeren Zeit seines Lebens bestehen kann. Aber für jeden Krieg wurden natürlich politische, dynastisch-politische und bestenfalls echte oder vorgeschobene religiöse Gründe angegeben, nicht Kriege förderndes soziales Elend. **Pazifistische Stimmen** gab es, bei den Quäkern. Aber sie waren nicht durchsetzungsfähig genug. Ein Fluch dem Krieg, ein Fluch den Waffen, es hat der Weise nichts mit eurem Wahn zu schaffen!' Ganz so heraushalten konnten sich auch manche Gelehrte nicht, auch nicht wegen Förderung oder auch echter Hinneigung zu seinem Gebieter..

In manchen Staaten war es ein starker Staatsmann, ein **Premierminister** zumal, der das Heft in die Hand nahm und für den Monarchen, manchmal wenig fähig oder gar minderjährig, das **Regiment der absolutistischen Herrschaft** übernahm. Das galt in Frankreich für SULLY unter dem auch guten HEINRICH IV. Und dann für RICHELIEU unter dem mit 9 Jahren 1610 nominell König gewordenen weniger großartigen LUDWIG XIII. **England** wurde nur zeitweise, unter CROMWELL, diktatorisch regiert. Der absolute Herrscher suchte nicht nur die in manchem geförderten nichtadligen Stände, sondern in auch zeitweise schweren Kämpfen die mit ihm teilweise in Verwandten bestehende **Hocharistokratie**, die sich oft wehrende **'Fronde'**, aus der Politik **auszuschalten**. Der **Kampf zwischen Zentralgewalt und Hochadel** war nicht neu, aber er wurde nun mancherorts in besonderer Verbitterung ausgetragen. Das geschah in **Frankreich** unter RICHELIEU und König LUDWIG XIV., wo die gezähmten Hochadligen, der 'Schwertadel' von gestern, immer wieder am Hofe zu erscheinen hatten, dafür nur ihnen zustehende, in vielem kaum sinnvolle Hofämter erhielten, 'Hofadel', 'Höflinge' wurden. Ihnen gegenüber standen geadelte Bürgerliche, Beamte vor allem, die '**noblesse de robe**' , die aber immerhin die Adelstitel so hoch achteten, das auch sie ihn erhalten wollten (N. ELIAS 1990, S. 244 u. a.). 'Die verschiedenen französischen Gesellschaftsschichten und besonder auch den Hof beschrieb spöttisch der Beobachter LA BRUYRER (s. 1979), der ansonsten christlich 'ancien' blieb. Ein klassischer altgriechischer Autor hatte ihn angeregt, THEOPHRASTOS.

Fronde', **Königtum gegen Hochadel**, das gab es auch in Dänemark (W. FROESE 2012, S. 302), in wechselnden Machtverhältnissen in Schweden, dann in Portugal, im Königreich Neapel,. In Rußland hatten die Zaren oft ihren Ärger mit den großen Bojaren, und Zar PETER I. schnitt einigen von ihnen persönlich die Bärte ab. Es gab dabei durchaus eine auf Rechten bestehende Ordnung, so im Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation. Es gab im Inneren der Länder selten Anarchie. Die Menschen nahmen es hin. Ja es gab in den Städten manche Festlichkeit,



Abbildung 1106: LA BRUYERE und THEOPHRAST. Chantilly.

mit Feuerwerk, Tedeum, auch einmal öffentliche Verköstigung und Jubel, und hielt viele Menschen zu den auch wechselnden Oberhäuptern. Im Handbuch der Zeremonialwissenschaft, 'Theartum Ceremoniale' des Leipziger Professors JOHANN CHRISTIAN LÜNIG 1719/1720, wurde den hohen Herrschenden nahegelegt; Es sind "die meisten Menschen, vornehmlich aber der Pöbel ... von solcher Beschaffenheit, dass bei ihnen die sinnliche Empfindung und Einbildung mehr als Witz und Verstand vermögen" (zit. aus W. SCHMIDT 1996, S. 83). In dem neuen Prachtschloß von LUDWIG XIV. in Versailles standen die Staatsgemächer und die Gärten allem gut gekleideten Publikum offen (O. BERNIER 2003, S. 179), zeigte sich der König in seinem Tageslauf ab der Morgentoilette und wurde so die Verbindung des Königs zu Untertanen gepflegt. Wichtiges **Vermittlungsinstrument** und auf dem Dorfe oft wohl einziges zur Mitteilung politische Geschehnisse, um vielleicht Siege ihres Herrschers zu feiern und Niederlagen zu verkleinern, war wie vorher die **Kirchenkanzel** und die Pfarrer wurden entsprechcnd informiert. Der Pfarrer auf der Kanzel war für viele auch so etwas wie die 'Zeitung', die einzige.

Im einzelnen: In **Frankreich** kamen die furchtbaren Relgionskrieges des 16. Jh. zu einem Ende, weil unter HEINRICH IV. 1598 ein Toleranzedikt, das Edikt von Nantes, zustandekam, und das auch nicht aufgehoben wurde mit der blutige Einnahme etwa der Hugenottenhochburg La Rochelle unter RICHELIEU 1628. Dieser wollte nicht dulden, daß mit Hugenottenhochburgen ein Staat im Staate entsteht, vielleicht sich Hugenottensädte als unabhängig erklären. Frankreich war bald wieder



Abbildung 1107: Moskau: Minin und Posharski.

stark kriegerisch. Franzosen faßten Fuß in **Nordamerika**, und 1608 wurde **Quebec** gegründet. Aber Franzosen in Nordamerika wirkten zunächst nur in privaten Handelskompagnien und erst 1663 wurde **Neufrankreich** offiziell königliches Gebiet (J. WRIGHT 2005/2006, S. 111), In Frankreich selbst wurde die Fronde der aufständisischen Adligen besiegt. In Frankreich wurden 1614 die Generalstände letztmals vor 1789 einberufen. **Engländer** landeten an der südlichen **Ostküste Nordamerikas** und hier erstand 1607 die teilweise übel gefährdete Kolonie Virginia mit Jamestown. 1620 landeten die 'Pilgerväter', in England gefährdete Nonkonformisten, mit dem Schiff 'Mayflower' viel weiter nördlich im östlichen Nordamerika. Minderheiten-Gruppen, die in Europa nicht zum Zuge kamen und sich andererseits nicht anpassen wollten, auch Verfolgung erlitten, wichen nach Übersee aus (W. REONHARD 1990, S. 210).

Um dem angeblich geretten Sohn von IWAN IV. DMITRI zu helfen rückten **polnische Truppen** bis Moskau vor. Nach der Ermordung des 'Falschen Demetrius' fand sich sofort ein nächster, der sich als geretteter DEMETRIUS I. ausgab und Unterstützung fand, in die Geschichte eingegangen als DEMETRIUS II. . Die Polen besetzten den Moskauer Kreml. WASSILI IV. SCHUISKI , ab 1606 der von vielen anerkannte Zar, kam in polnische Gefangenschaft, wo er 1612 starb. 1612 wurde Moskau von den **Polen** befreit, und ein Denkmal erinnert noch an den im Befreiungskampf führenden Bürger MININ und den Fürsten POSHARSKI. Die Zeit der Smuta war zu Ende.

Seines Lebens nicht sicher, hatte sich der russische Adlige MICHAEL FJODOROWITSCH ROMANOW in das Ipatios-Kloster bei Kostroma zurückgezogen. Nun, am 21. Februar **1613**, wurde er zum Zaren gewählt und am 11. Juli gekrönt als erster Zar der auf die Ruriken folgenden Dynastie der **Romanow**.

Während Frankreich mehr zur Ruhe kam, traf konfessionell begründeter Krieg im 17. Jh. **Deutschland** mit dem **Dreißigjährigen Krieg** besonders schlimm, in dem **Gegenreformation und Reformationswiderstand in Deutschland und Böhmen** weiteren Ausgleich aufgaben. Der in Prag residierende, oft betrübte Kaiser RUDOLF II. (G. VON SCHWARZENFELD 1979) versuchte auch den Protestanten gerecht zu werden, wurde aber von Abgesandten des Papstes, mehr als einem Nuntius, immer wieder bedrängt. Religiöse Bewegungen kamen auch unter den Untertanen immer wieder auf. Auch in Österreich. Als etwa 1606 in der Freien Reichsstadt **Donauwörth** die katholische Minderheit von den Protestanten bedrängt wurde, griff unrechtmäßig der Bayernherzog in die nicht zu Bayern gehörende Freie Reichsstadt ein. Etliche protestantische Fürsten schlossen sich unter der Führung des Kurfürsten FRIEDRICH IV. von der Pfalz in einem Bündnis, der 'Union' zusammen. Katholische Fürsten folgten auf Initiative des Bayernherzogs MAXIMILIAN mit der 'Liga'. MAXIMILIAN I., führend in der Gegenreformation, katholisch-religiös im Übermaß, vor allem in der Marien.Vereherung, mit eigenem 3- bis 4-maligem Messebesuch pro Tag, Messepflicht und vom Beichtpriester unterzeichnete Beichtzettel für die Untertanen, strengste Kontrolle der Speisen zur Fastenzeit (doku Geschichte). In **Böhmen** unterzeichnete RUDOLF II. am 9. Juli **1609** auf Verlangen der sogar in Kriegsrüstung auftretenden Stände den 'von der Prager Bevölkerung bejubelten '**Majestätsbrief'**, der, zur Unzufriedenheit der Katholiken, Religionsfreiheit zuricherte. Als der Nachfolger von RUDOLF II., der Bruder MATTHIAS, der die Ungarn durch die Zusicherung der Glaubensfreiheit für sich gewonnen hatte, in Böhmen den Majestätsbrief in Frage stellte, kam es zum Aufstand, Die Sprecher der Katholiken SLAVATA und MARTINITZ wurden aus dem Fenster der Prager Burg geworfen, landeten aber unverletzt auf einem Misthaufen und das wurde himmlischem Beistand zugeschrieben. Die Böhmen wählten den 22-jährigen Kurfürsten FRIEDRICH V. von der PFALZ zum König. Der versagte aber, wurde am 8. November **1620** am Weißen Berg bei Prag von der bayerischen-katholischen Armee besiegt, floh. Die führenden böhmischen Protestanten wurden enthauptet, ihre Köpfe öffentlich zur Schau gestellt, die **Rekatholisierung** brach sich Bahn.

Am meisten Eroberungen über Landesgrenzen hinaus schufen wohl **Schweden** und das Frankreich von LUDWIG XIV. Was man zu brauchen meinte, das holte man sich! Polen war in Rußland gescheitert. Aber die gesamte Ostsee-Umrundung sollte schwedisch werden. Und **GUSTAV II. ADOLF** (W. FROESE 2012, S. 261 ff.)

wollte das verwirklichen. Im Sommer 1636 landeten schwedische Truppen an der sowohl an der Küste des herzoglichen Preußen wie an der des polnisch-königlichen, also das dem polnischen König unterstehenden Preußen, dem späteren 'Westpeußen'. Hohe Zolleinnahmen ließen weitere Kriege finanzieren. Auch der polnische König war ein Wasa und beanspruchte den schwedischen Thron. Es waren, bis 1629, nur etliche Städte den Schweden verpflichtet. Aber angestachelt auch durch Frankreich landete GUSTAV ADOLF am "6. Juli 1630 mit 10.000 Fußsoldaten und 3000 Reitern auf der Insel Usedom" (S. 263). Den bedrängten protestantischen Glaubensbrüdern wollte er angeblich oder auch wirklich helfen, konnte das seit 1524 protestantische und nun am **20. Mai 1631** unter TILLY in Flammen aufgehende **Magdeburg** erst nach dessen **Zerstörung** und Zehntausenden toten Einwohnern übernahmen, be**siegte** danach die kaiserlich-katholischen Armeen, am 7. September **1631 bei Breitenfeld** nördlich von Leipzig, rückt 1632 in das sich kampflos ergebende München ein. In den katholischen Kirchen am Wege waren an Heiligen etwa die Nasen zerstrümmert worden, ein Vandalismus, wie er in der Französischen Revolution in Frankreich wiederkehrt (in G. KERNER 1978, S. 239). Kunstschätze, so Gemälde, im heutigen Uppsala, zeigen die unterbliebene Rückgabe von eben vor langer Zeit mitgenommen Kunstgütern. Wieder zurückgedrängt nach Norden fällt GUSTAV ADOLF am 16. November 1632 bei Lützen. Der Schweden Gegner WALLENSTEIN, in kaiserlichen Dienst, jedoch sehr eigenwillig handelnd, der Kriegsunternehmer, dem eine Armee gehört, wird am 25. Februar 1634 in Eger im Interesse des ihn fürchtenden Kaisers ermordet. Daß man auf WALLENSTEIN verzichten konnte schien der Sieg über die Schweden bei Nördlimgen am 6. September 1634 zu bestätigen. Aber die schwedischen Heere blieben in Deutschland. Die schwedischen Generäle und gestützt von Kanzler AXEL OXENSTIERNA führen den Krieg unter jahrelangen Verwüstungen weiter. Und auch Frankreich griff noch ein. Unglaublich waren die Grausamkeiten und Verwüstungen bis vor das Ende (Wikipedia 2018). Aber ebenso schlimm waren die Feldherrn der Habsburger. Da war der auch als Kunstsammler und Gedichtverfasser hervorgetretene Erzherzog LEOPOLD WILHELM VON ÖSTERREICH. Nach verlorenen Schlachten gegen die Schweden unter TORSTENSON 1642 bei Breitenfeld und 1644 bei Jüterbog ließ er zahlreiche seiner Offiziere, auch Soldaten und Deserteure hinrichten. Der als ständig betrunken geschilderte GALLAS, der verwüstete in Schleswig-Holstein. Vom Kaiserhaus bis zu den Offizieren gab es also schlimmste Gestalten, denen Menschen kaum etwas zu gelten schienen. Die politischen Eliten hatten total versagt, denn, wie man im 21. Jh. sagen würde, man konnte wohl von den hohen Herren keine 'populistischen'. das heißt deren widerliche Interessen verletzenden raschen Lösungen der Probleme verlangen. Als nach etwa 30 Jahren Krieg in Deutschland am Abend des 24. Oktober der Salut von 70 Geschütze auf den Wällen der Stadt Münster und das Läuten der Kirchenglocken



Abbildung 1108: Münster: Rathaus.

die Unterzeichnung des Friedens verkündeten, waren jahrelange Verhandlungen vorausgegangen, in denen das Wüten weitergegangen war (R. R. HEINISCH 1991, S. 293). Es war ein Frieden, der **Westfälische Frieden**, über einem in vielen Teilen schrecklich mitgenommenes Land. Mit dem Frieden 1648 gab es für Schweden beträchtliche Gebietsgewinne an den Küsten im Norden. Den **Niederlanden** wie der **Schweiz**, der Eidgenossenaft wurde die **staatspolitische Unabhängigkeit endgültig** zuerkannt.

Wie soll WALLENSTEIN gsagt haben: **'Wenn alles in Trümmern liegt, muß man ja doch Frieden schließen. Dann kann man auch schon Frieden schließen, wenn noch nicht alles in Trümmern liegt.'** Wie wahr, wenn man auch an andere Probleme in der Welt bis heute denkt.

Am Ende blieb alles wie weitgehend am Anfang: Rekatholisierung in den kaiserlichen Gebieten, Protestantismus in den vorher protestantischen Territorien. MAXIMILIAN bleibt erster Kurfürst von Bayern, der I. seines Namens, und anders als einst: die Wittelsbacher bleiben im Besitz der einstmals protestantischen Pfalz, die rekatholisiert wird. Bayern bis in die letzten Kriegsjahre und da besonders verwüstet und teilweise entvölkert, aber mit strengster Einnahmekontrolle bald wieder schuldenfrei wirtschaftlich saniert. Das stark dezimierte Volk vermehrt sich wieder! (doku Geschichte).

Es erscheint im Rückblick fast erstaunlich, wie in wenigen Jahtzehnten die Men-




Abbildung 1109: MAXIMILIAN, 1. Kurfürst von Bayern. München.

schen viele Häuser neu erbauten und die Städte neu gestalteten - die sich wieder rasch vermehrenden Menschen ertragen also manches Leid und verlieren das Zukunftsdenken nicht. Aber der 30-jährige Krieg blieb tief im Gedächtnis der Deutschen bewahrt.

In **England** wurde der Sohn der MARIA STUART JAMES König von Schottland und 1604 auch von England und auch hier bereitete sich eine solche Staatenvereinigung, ein 'multiple kingdom vor, wie es Polen mit Litauen und Kastilien mit Aragon schon praktiziert hatten. Unter JAMES I. Nachfolger KARL I., ab 1625, führten die von religiöser Zugehörigkeit bestiimmten Konflikte zu Bürgerkriegen. Die Versuche der religiös eher indifferenten katholischen Stuart-Könige zur Schaffung einer absolutistischen Herrschaft wurden durch das Parlament und seine Truppen zweimal vereitelt. Zuerst mit der Niederlage von KARL I. und seiner Hinrichtung am 30. Januar 1649. Der Puritaner CROMWELL wurde Diktator. Die nach Nord-Irland, Ulster, gekommenen englischen Protestanten hatten hier die katholische Bevölkerung verdrängt. Diese rächte sich in einem großen Aufstand ab 1641 und CROMWELL kam mit einer wütenden Armee nach Irland, wo es 1641 grausamste Gemetzel gab und Irland mindestens 25% seiner katholischen Bevölkerung verlor (doku Geschichte Internet). Bald nach seinem Tode 1658 endete die Parlamentsdiktatur. England wurde wieder Monarchie, unter dem sich als leutselig gebenden katholischen Stuart-König KARL II. und ihm folgze JAKOB II. **London** wurde **1665/1666** von einer schweren **Pest** betroffen, mit etwa 70.000



Abbildung 1110: London: St. Pauls Cathedral.

Todesopfern in London von etwa 100.000 in Süd-England (Wikipedia 2016). Mit Holland tobte der Seekrieg. Vom 2. September bis 8. September **1666** legte ein **Großbrand** große Teile von London in Asche. Der Admiralitätssekretär SAMUEL PEPYS (1980) hat uns Nachrichten hierzu in einem "geheimen Tagebuch" hinterlassen: Vom 2. 9. (S. 381) heißt es: "... weckte uns um drei morgens, um uns von einem großen Feuer zu berichten, das sie in der Stadt sahen." Viele Menschen versuchten ihre Habe bei Nachbarn zu retten und dann brannten auch deren Häuser und weiter mußte man mit seinem mühsam geborgenem Gut. Und am 7. 9. (S. 390): "Ging ... zu Fuß und sah die ganze Stadt verbrannt und die Paulskirche ein jämmerlicher Anblick ..." In London mußte vieles neu errichtet werden, so im Stile des klassischen Barock die **neue St. Pauls Cathedral** (Wikipedia 2016) nach 1675 nach Modellen von CHRISTOPHER WREN.

Trotz der vertretenen Religionstoleranz des Königs erschien JAKOB II: für das Parlament und die Nonkonformisten als katholische Restauration. Der als nicht sehr begabt geschilderte (O. BERNIER 2003, S. 267). JAKOB II. wurde in einem als '**Glorreiche Revolution**' bezeichneten Akt **1688** vertrieben und ihm folgte der mit JAKOB II. protestantisch gewordenen Tochter MARIA verheiratete Schwiegersohn, der aus den Niederlanden herbeigerufene **WILHELM VON ORANIEN**, in England als WILHELM III. in als Schottland WILHELM II: Mit WILHELM VON ORANIEN kamen erstmals seit der Normanneninvasion fremde Soldaten auf englischen Boden. Englands Katholiken wurden ziemlich rechtlos.

JAKOB II. floh nach Frankreich zu LUDWIG XVI und wurde hier nicht nur als nicht-abgesetzt aufgenommen, sondern die französische Flotte brachte ihn in das katholische Irland, wo sich im Juli 1690 am Flusse Boyne Schwiegervater und Schwiegersohn mit Soldaten gegenüberstanden und JAKOB II. endgültig verlor, Seines Sohnes Anhänger, die Jakobiten, versuchten immer wieder eine Restauration. WILHELMs Gattin MARIA starb 1694. WILHELM VON ORANIEN starb 1701 nach einem Reitunfall. 1701 folgte auf den Thron von England, Schottland, Irland WILHELMs Schwägerin **ANNE**/ANNA, eine STUART, aber protestantisch. Die meisten Engländer und auch Iren, jene, die eine Karriere anstrebten, richteten sich in der **Anglikanischen Hochkirche** ein und VOLTAIRE (1981, 3, S. 21. 1733), Jahrzehnte später, 1733, vermutete, daß dazu 19/20 der Bewohner von England zählten. In Schottland bestimmten die **Presbyterianer** (S. 23).

Der Handelskonkurrent **Niederlande** war durch seine privaten Handelskompagnien eine der größten Wirtschafts- und Kolonialmächte des 17. Jh. **England besiegte** es trotz aller Erfolge und Seesiege der niederländischen Admirale TROMP und DE RUYTER nach 3 Seekriegen**.** TROMP war der Seeheld im 1. Englisch-Niederländischen Krieg und fiel 1653. DE RUYTER fiel 1676. Die Niederlande verloren auch durch zeitweilige Okkupation durch Frankreich. Die Machtstellung der Niederlander hatte zu seinem **'Goldenen Zeitalter'** in der Kultur geführt, durch seine Einnahmen im Zwischenhandel und auf Kosten seiner Kolonien. Trotz Verlusten wie in Brasilien und auch in Teilen von Südasien blieben die Niederlande eine Kolonialmacht (Wikipedia 2018). Niederländer resp. zuerst ihre Societas van Surinam behielten **ab 1667** das den Engländern abgenommeneIn **Surinam** im Nordosten von Südamerika und besaßen auch Nachbargebiete. In **Japan** durften sie bei Nagsaki auf einer aufgeschütteten Insel, Deshima/Dejima, als einzige europäische Macht einen Handelskontor unterhalten. Das Kolonialreich der Niederlande bestand weiterhin auch in **Südostasien**, und die Niederlande erkannten erst am 27. Dezember 1949 die schon am 17. August 1945 verfaßte Unabhängigkeiterklärung für Indonesien an. Die **Molukken** gehörten ab 1663 zum niederländischen Kolonialreich, von Indonesien einverleibt.

Zur zentralen monarchischen Gestalt der zweiten Hälfte des 17. Jh. wurde der König von **Frankreich** LUDWIG XIV. (O. BERNIER 2003, P. BURKE 1995). Der am 5. September 1638 als Spätling geborene LUDWIG XIV. verlor im Alter von 5 Jahren 1643 seinen Vater LUDWIG XIII. Seine Mutter ANNA VON ÖSTERREICH wie vor allem der das System Sonnenkönig in die Wege leitende Kardinal MAZARIN übernahmen die Regierung. Für den 5-jährigen Thronfolger gab es einen Einzug in Paris. 1654 folgten Krönung und Salbung in Reims. Im März 1661 stirbt MAZARIN. Der 23-jährige LUDWIG erklärt, in Zukunft auf einen ersten Minister zu verzichten. COLBERT wird bis zu seinem Tod 1683 der



Abbildung 1111: LOUIS XIV. Paris. Musee Carnavalet.

großartige Berater, **Frauen** bestimmen in der Politik durchaus mit, als Mätressen etwa, und dabei teilweise klüger als die zuerst einem Monarch angetrauten fremden Prinesssinnen. Für LUDWIG den XIV. entscheidend mitbestimmend war Frau von MAINTENON, die er nach dem Tode der Königin 1683 sogar im Stillen ehelichte.

Auch um die immer gefürchteten Adligen an den Hof zu binden und aus ihren Besitzungen zu entfernen errichtete LUDWIG XIV das Schloß von **Versailles**, wo viele unterkommen mußten und den Hofstaat des 'Sonnenkönigs' bildeten (O. BERNIER 2003, S. 179). LUDWIG/LOUIS XIV. versuchte einen absolutistischen Zentralstaat zu schaffen. Es wurde viel getan (P. BURKE 1995), um den mit 1.63 m (Internat 2016) recht kleinen Mann in Bild und Denkmal zum Apollo, Herkules, Alexander hochzustilisieren. Über jedes zum Ruhm zu deutende Ereignis wurden **Gedenkmedaillen** geprägt, die also mehr denn je zu einer Geschichtsquelle wurden.

Auf der Gegenseite der hohen Kultur standen **grausame Kriege**. Wegen vermeintlichen Erbansprüchen über die durch Heirat zur Herzogin von Orleans gewordene ELISABETH-CHARLOTTE von der PFALZ wurden nach dem Aussterben der Linie der bisherigen Pfälzer Kurfürsten Ansprüche auf pfälzisches Territorium erhoben und unter LUDWIGs Kriegsminister LOUVOIS auch eigenständig rücksichtslosem General MELAC (M. SENG, im Internet etwa 2016), dem 'Mordbrenner', wurden im ohne Vorwarnung **1688** eröffneten **'Pfälzischen Erbfolge-**



Abbildung 1112: Heidelberg, mit Schloßruine.

**krieg'** (u. a. Wikipedia 2016) rasch die Festungen und Städte genommen und zur Einschüchterung der Bevölkerung gewütet. Die vor allem deutsche Söldner-Armee von dem nicht mehr leitungsfähigen FRUNDSBERG gegen Rom 1527, CROMWELLs englische Puritaner-Armee gegen die katholischen Iren und nun die Franzosen gegen die pfälzische Bevölkerung - **jeder Staat** scheint **in der Lage** zu sein unter seinen Menschen in kurzer Zeit eine **sich Armee nennende Mörderbande aufzustellen**. Unter LUDWIG XIV., unter dem 'Versailles' entstand, wurde außer Stadtgebäuden und Dörfern in der Pfalz das Heidelberger Schloß, die Residenz des erbberechtigten von den Wittelsbachern herkommenen Kurfürsten von der Pfalz, ein bedeutender Renaissancebau, 1689 und 1693 bewußt zerstört, und blieb großenteils Ruine. Menschen wurde umgebracht, in brennende Gebäude gejagt, von MELACs Hunden zerfleischt. Zerstört wurde das 1607 begründete Mannheim. Städte bis hinein nach Würtemberg, und Worms, Speyer, Pforzheim und andere wurden schwer geschädigt. Nach dem 30-Jährigen Krieg war also eine neue Stufe neuzeitlicher Kriegsgrausamkeit erreicht. Mit dem Wüten im Pfälzischen Erbfolgekrieg kam die Metapher vom 'Erbfeind Frankreich', obwohl von der französischen Bevölkerung nur ein winziger Teil der französischen Soldadeska angehörte und in die Pfalz geflüchtete Hugenotten weiter flüchten mußten.

**Spanien,** das war auch ein Großteil von Italien und waren die südlichen katholischen Niederlande. In Spanien war am 1. November 1700 der körperlich und geistig als zurückgeblieben geschildete Habsburger König KARL II, gestorben, er mit seiner besonders ausgeprägten habsburgischen Unterlippe und deshalb nur nuschelnder Sprache, zweimal verheiratet und dennoch kinderlos, gesehen als Inzucht-

degeneriert (W. GUST 2007, S. 226, B. RILL 1992, S. 45). LUDWIG XIV., also **Frankreich,** wollte eine vereinte Habsburger-Herrschaft ringsum nicht dulden und es kam zum Konflikt darüber, ob auf den verwaisten Thron von Spanien weiter ein Habsburger, der habsburgische Erzherzog und eventueller Kaiseranwärter, KARL III., oder ein Bourbone, PHILIPP V., Herzog von Anjou, folgen sollte. 11 Jahre dauerte der blutige **Spanische Erbfolgekrieg**. Nicht vordergründig schienen Türkenbedrohung und Aufstand in Ungarn. Mit den Habsburger kämpfte lange Zeit England, An die Seite Frankreichs trat Bayern. Am 13. August 1704 schlagen PRINZ EUGEN und der englische Feldherr JOHN CHIRCHILL Herzog von MARLBOROUGH die Franzosen und Bayern bei Höchstädt an der Donau (W. OPPENHEIMER 1979, S. 80 ff.). Statt von Höchstädt wird auch von Blendheim gesprochen. Fremde Soldaten in Spanien: solche aus der Habsburger Monarchie, angelandete aus England, vom Westen eingedrungene aus Portugal, und Spanier. Katalonien mit vor allem Barcelona hält zu KARL III. den Habsburger, Zeugnis auch für dessen Souveränitäsbestrebungen gegen dem Frankreich zugewandten Kastilien. Bleibend war Englands Aneignung des Felsens von **Gibraltar** 1704. Von Norden her wurde in blutigen Schlachten vom Herzog von MARLBOROUGH und Prinz EUGEN versucht, Frankreich aufzurollen: 1706 Schlacht bei Ramillies, 1708 bei Oudenaarde. Der Winter 1708/1709 wurde einer der härtesten und vergrößerte die Not. Am 11. September 1709 standen sich in der Schlacht bei Malpaquet auf beiden Seiten 200.000 Mann gegenüber. 35.000 gehörten am Ende des Tages zu den Toten, dieser einen Schlacht, "das Erschrecken ihrer Zeit" (W. SCHMIDT 1996, S. 169). "Für wenige Soldaten bedeutete die Schlacht Auszeichnung, in den Türkenkriege sogar reiche Beute, für die meisten dagegen namenloses Elend, das als gottgegeben hingenommen wurde" (W. OPPENHEIMER 1979, S. 107). Eine Illusion war, daß die 'Kabinettskriege' die Zivilisten außerhalb der Schlachtfelder unbehelligt ließ. Ein Bourbone, also PHILIPP V., wurde König von Spanien. Aber Frankreich war finanziell am Ende. Im Frieden von Utrecht 1713 und in Rastatt 1714 erhielten die österreichischen **Habsburger** immerhin die **spanischen Niederlande**, die sie bis zu Aufständen 1789 halten konnten. In Frankreich selbst mit seiner Primogenitur wütet der Tod noch vor dem 1715 erfolgten Ableben von LUDWIG XIV. unter seinen potentiellen Nachfolgern und es sterben 1711 der Sohn, an den Masern 1712 der als Thronanwärter in Frage kommende Enkel und seine Gemahling, und dann der älteste Urenkel. Dem nun als Thronfolger verbleibenden zweiten Urenkel, dem damals 5-jährigen baldigen LUDWIG XV. (J. LEVRON 1982) soll LUDWIG XIV. geraten haben, auf Kriege zu verzichten, die er, der im 20./21. Jh. für einen Kriegsverbrecherprozeß reif gewesen wäre, zu sehr geliebt habe.

Auch in der nächsten Geschichteepoche, der **nach** dem '**Zeitalter LUDWIG XIV.',** wird es massenweise Kriege geben, auch autokratische Herrschaft der Mon-

archen, aber ein neuer Denkstil, rine ratinalere Betrachtung der Dinge, auch im Religiösen, wird einziehen.

Für **Schweden** aus der Reihe fiel GUSTAV ADOLFs Tochter CHRISTINA, die nach großspurigem Auftreten als Königin 1654 zurücktrat, katholisch wurde, mit Philosophen wie DESCARTES in Kontakte trat, unverheiratet bleiben wollte und ihren Stallmeister und Liebhaber 1659 in Fontainebkeau hinrichten ließ (N. M. KARAMSIN 1977, S. 403). Was Krieg bedeutet und auch einbringt zeigte dann GUSTAV ADOLFs Neffe KARL X. Ein als "Sündflut" bezcichneter Krieg mit den Schweden hat Polen seit dem 'goldenen' 16. Jahrhundert arg herabgestürzt und machte es etliche Zeit fast regierungsunfähig. Im Frieden von Oliva 1660 verlor Polen den Großteil von Livland. Das Herzogtum Preußen, wo die Hohenzollern, damals der 'Große Kurfürst' FRIEDRICH WILHELM regierten, schien uas der polnischen Lehnsoberhoheit und wurde souveränd, Herzog von Bayern und von Jülich, Kleve, Berg war KARL X. GUSTAV, der 1654 mit dem Rücktritt seiner Cousine CHRISTINA König von Schweden (Wikipedia 2017). Im Krieg mit dem von Schweden schwer bekriegten nordischen Bruder Dänemark eroberte er Schonen, wurde 1659 gar die Aufteilung Dänemarks ins Auge gefaßt. KARL X. wollte die Ostseezölle, Aber Dänemark blieb im Frieden von Oliva erhalten. 1660 folgte in Schweden im Alter von 4 Jahren KARL XI. Nach erneuter und zunächst erfolgreicher Kriegsaufnahme durch Dänemark, wurden in der Schlacht bei Lund im Dezember 1676 die Dänen besiegt, mit 5000 toten Dänen und 3000 toten Schweden "die bis dahin blutigste Schlacht in Nordeuropa" (W. FROESE 2012, S. 270). Bisher dänisch und dänisch gesinnt, wurde **Schonen schwedisiert**, wurde so das seit 1425 bestehende Studium generale in Lund 1666 zur schwedisch geprägten Universität erweitert (Wikipedia 2016). Schon der 30-jährige Krieg hatte Schweden gewaltige Menschenopfer gekostet. Nur mit 90% Söldnern hatte Schwedens Armee 1632 operiert (W. FROESE 2012, S. 271). Und nun: Aber wehe, wenn man auf das Ende sehe - im 18. Jh.

Das **Osmanische Reich** eroberte ab 1648 das venezianische **Kreta**, konnte aber die Hauptstadt Candia erst 1669 einnehmen (W. GUST 2007, S. 201 u. a.), als ein Leichen- und Trümmerfeld. In **Ungarn** rief die Widerstrebende vernichtende, von den Jesuiten bestimmte Gegenreformation zu Guerilla-Kämpfen, denen der 'Kuruzzen', gegen die Habsburger, unter dem von Siebenbürgern aus operierenden IMRE VON THÖKÖLY (W. GUST 2007, S. 204). Österreichs Ostgrenze war also gefähdet genug. Und 1683 rückte ein großes osmanisches Heer unter dem auch hier sich luxuriös auslebendem Großwesir KARA MUSTAFA gegen **Wien**. Kaiser LEOPOLD I. floh nach Linz. Viele Reiche folgten. Eine Ruhr-Epidemie wütete unter den Verteidigern und den Wienern überhaupt. Die sich immer nur aus dem besetzten Lande verpflegenden Osmanen aber hatten immer weniger Nahrung und

Pferdefutter. Bei aller Herumsauferei auf allen Seiten, es nahten auch diszipliniertere Hilfstruppen, so die polnische Reiterei unter König JOHANN SOBIESKY (W. GUST 2007, S. 209). Am 12. September rannten die Osmanen fluchtartig davon. KARA MUSTAFA ließ binnen einer Woche mehr als 50 verdiente Feldherren hinrichten, aber mußte es sich gefallen lassen, am 25. Dezember 1683 in Belgrad auf Anordnung des Sultans sich erdrossel zu lassen (s. 212). Der Sieg vor Wien erfolgte immerhin nur 35 Jahre nach dem Ende des Dreißigjährigen Krieges! 1684 schlossen Österreich, Polen, Venedig und der Vatikan die 'Heilige Liga'. Mit Verzögerung rückten die Habsburger nach Osten vor. Ihrem Ziel, einem großen Reich möglichst bis hin zum Balkan rückten sie näher und haben auf Vergrößerung ihres Territoriums nie verzichtet, nachdem sie ihre Monarchie einmal geteilt hatten. Schneller erschienen in Griechenland die Venezianer, welche den Peloponnes, Morea, wieder übernahmen. In der Hauptstadt, der 'Capitale des Regno di Morea' in Nauplion, wurde 1711 - 1714 am Felsenhang über der Stadt eine gewaltige Festung erbaut (M. W. WEITHMANN 1994, S. 124). Schon im September **1687** nahmen die Venezianer das zu einem armseligen dörflichen Status herabgesunkene **Athen**. Im Parthenon, das als Pulvermagzin benutzt wurde. widerstanden türkische Truppen. Ein erfolgreicher Beschuß unter einem Artillerieleutnat aus Lüneburg ließ "im Dienste der Kunstmetropole Venedig" das durch einen "Deutschen" in die Luft gejagte Parthenon zur Ruine werden - "das bis dahin völlig unversehrte Denkmal altgriechischer Kunst" (W. GUST 2007, S. 214). Die vom Westgiebel herabgeholten Pferde und Wagen der Athene zerbrachen bei dieser Aktion. Pest folgte. Die Venezianer verließen Athen. Am 11. September 1697 besiegte Prinz Eugen bei **Zenta** an der Theiß die Osmanen gewaltig (S. 217). Im Frieden von Karlowitz 1699 kam es zu weiterer bedeutsamer Neugestaltung in Südost-Europa, und Österreich, das Ungarn und mit ihm Siebenbürgen, Slawonien und Kroatien erhielt, wurde Großmacht (E. BURGHARDT 1998).

Aber 1714 rückten die Osmanen wieder auf den **Peloponnes/Morea**, In einem weiteren Friedensschluß in Passarowitz 1718 wurde ihnen das Gebiet wieder zugesprochen. Und die heimische, griechisch-orthodoxe Bevölkerung des Peloponnes hatte offensichtlich nichts dagegen, weil augenscheinlich die Venezianer und die anmaßende katholische Geistlichkeit keinen Anklang gefunden hatten. So zerstörte sich 'Europa' selbst! Bei Venedig blieben die Ionischen Inseln mit dem 1716 schwer verteidigten Korfu (alles M. W. WEITHMANN 1994, S. 127 ff.). Griechen wurden die erfolgreichen Händler im Osmanischen Reich. Schwer bedrängt bei Abzug der habsburgischen Besatzung von nachrückenden Türken wurden die Serben in Südserbien und fliehen massenhaft (S. 179).

Nach dem Krieg hatten in Deutschland die Territorialfürsten weitere Souveränität gewonnen. gab es mehr oder weniger absolutistisch regierende mittlere oder kleine-



Abbildung 1113: Prinz EUGEN. Wien. Denkmal 1865.

re Souveräns. Gewinner war oft die **Kultur** mit ihren in Deutschland zahlreichen Zentren**,** wenn auch nicht unbedingt die Kultur der Massen, aber öfters die von Gelehrten. **Sachsen** war vor allem durch die schwedischen Heere im Dreißigjährifgen Krieg zum Teil schwer verwüstet worden.

Der **Barockstil** bestimmte weithin die Kultur. Auch altehrwürdige Klöster und Kirchen wurden durch **Barockbauten** ersetzt, so die Kirchen in Fulda uns in St. Gallen.

Zwei große europäische Barockkirchen sind noch **mit der Pest** verbunden: In **Venedig** gelobte 1630 der Doge NICOLO CONTARINI anläßlich der 1630 wütenden gräßlichen Pestepidemie den Bau einer der Jungfrau Maria geweihten Kirche, die Santa Maria della Salute, Venedigs große Barockkirche am Ausgang des Canal Grande. 1713 gelobte Kaiser KARL VI. wegen der Pest in **Wien** den Bau einer dem Pestheiligen KARL BORROMÄUS geweihten großen Kirche, der namentlich unter JOHANN BERNHARD FISCHER VON ERLACH bis 1737 fertiggestellten Karlskirche.

In der Architektur für Prachtbauten, für Schlösser der Monarchen wurde **Versailles**, die Residenz für LUDWIG XIV. Hauptarchitekt war JULES HARDOUIN-MANSART. Der Garten- und Park-Architekt ANDRE' LE NOTRE entwarf die **Parkanlagen** für Chantilly, Fontainbleau, Saint Cloud, Saint Germein und vor allem für Versailles. Manche prächtigen Bauten gab es etwa auch in Bayreuth.



Abbildung 1114: Neubau Barock St. Gallen 1756/67.



Abbildung 1115: Blick nach Barock-Venedig.



Abbildung 1116: Brescia: Neuer Dom, ab 1604.



Abbildung 1117: Barockes Salzburg, am Dom, ab 1614.



Abbildung 1118: Wien, Karlskirche.

Und groß ist die Zahl auch prächtiger Schlösser der hohen Herren in **Böhmen und Mähren**, die der Magnaten in dem schließlich in ihren Eigenbestrebungen gegenüber den Habsburgern verlierenden **Ungarn**. Die Lage der Untergebenen war gerade in Ungarn primitiv.

In **Musik** und teilweise der **Malerei** überwogen Herrscherschicksal, Herrscherverehrung, wurde in Drama und der aufkommenden **Oper** etwa das Liebesleid der in viel Erotik schwelgenden Elite, zum Maßstab des Tragischen, bei HÄNDEL der Perserkönig XERXES mit seinem berührenden Largo und der viele Menschen mit seinen Kriegen auf dem Gewissen habende TAMERLAN. Es gab eine zum Teil unverglcichlich schöne Musik für üble Gestalten. Allerdings die erste Oper überhaupt, MONTEVERDIs 'L'Orfeo' von 1607 in Mantua, schildert ein eher menschlich bewegendes Künstlerschicksal, eben das des Sängers Orpheus. Bei LUDWIG XIV. erscheint als der neue große Komponist LULLY.

Auf den zahlreichen **Schlössern der Rittergüter** auch in Deutschland gab es mannigfaltige Beschäftigung - bis manchmal die Pleite kam. Neben geförderten schöpferischen Geistern wurden zahlreiche Leute **beschäftigt**, als Maurer oder Dachdecker oder gehörten zu der oft großen Dienerschaft, angestellt in der Küche, für die Pferde, für die Kutschen und für die Ausfahrten, für Kleidung, Frisuren, Park- und Gartenpflege, Reinigung. Bei aller Bescheidenheit der Untergebenen, Verhungerte gab es in den Schlössern wohl kaum und das wäre auch ein zu häßlicher Anblick gewesen. Das Geld kam von den hohen Abgaben, der oft verelendeten Bau-

ern, oder auch von Handwerkern, und man entlohnte also die Bedienten mit den auch von ihnen oder ihren Verwandten geliefertem Geld. Gelehrte und Dichter konnten bei bestehendem Interesse des Herrschers auch in kleinen Fürstentümern durchaus Förderung genießen oder - wurden verfolgt. Wie viele solcher Schlösser etwa gibt es allein in Sachsen. Wer eine bescheidene Beschäftigung hatte und nicht Ehrgeiz austoben wollte, für den konnte eine Revolution wie ab 1789 in Frankreich nur Unsicherheit und Verschlechterung bringen, vielleicht gar ein auf Plünderung angewiesenes Soldatenleben in einer Revolutionsarmee oder deren Widerpart.

Der im 30-jährigen Krieg zwischen den Mächten schwankende Kurfürst JOHANN GEORG I. liebte das Bier, die Jagd, und Hunde. Aber um alle Söhne mit einem Erbe zu versehen, hat JOHANN GEORG I. 1652 in seinem Testament neben der für den ältesten Sohn weiterbestehenden Kurwürde, als JOHANN GEORG II., 3 Sekundogenitur-Herzogtümer eingerichtet: Sachsen-Merseburg, das bis 1718 bestehende Sachsen-Zeitz für den jüngsten Sohn MORITZ, das bis 1746 bestehende Sachsen-Weißenfels,

Die Brüder haben sich an ihre Verträge ohne Krieg gehalten. Baumeister erhielten Aufträge und konnten, in dem neuen Stil des auch anderswo, in Italien oder Frankreich aufkommenden Barock aufwendige Schlösser errichten, etwa in den Sekundogenitur-Residenzstädten Weißenfels, Zeitz, Merseburg. Dazu kamen die Paläste der Hochgestellten. In Zeitz wirkte seit 1655 als Kanzler des Herzogtums Sachsen-Zeitz VEIT LUDWIG VON SECKENDORFF und legte in dem von 1655 bis 1754 8-mal aufgelegten Buch 'Der Teutsche Fürsten Staat' den Fürsten nahe, wie sie ihre Staaten zu regieren hätten. In eher gelöstem Stil, ja spielerischer Gestaltung, wurden auch **Jagd- und Lustschlösser, '**Sommerpaläste**'** mit ihren Parkanlagen erstellt, und das setzte sich noch lange fort.

**Religiöse Verfolgtung** gab es im 17. Jh. manche. In den **Niederlanden** verfolgt wurden die den Armianern naehestehenden **Remonstranten**, die den 'freien Willen annahmen, aber nur durch Glaube an Christus selig werden konnten.

Die letzten anderthalb Jahrzehnte des 17. Jh. standen im Zeichen der **Herrscher- und Eroberungspolitik von LUDWIG XIV.** Der Katholizismus sollte die einzig herrschende Konfession sein und auch die Grenzen Frankreichs sollten weiter hinausschoben werden. Der Widerstand der Protestanten namentlich in den Cevennen etwa sollte gebrochen werden, indem Dragoner in die Häuser der Widerstrebenden gelegt worden, die entsetzlichen 'Dragonaden': Am 19. Oktober **1685 hob** LUDWIG XIV. (O. BERNIER 2003, S. 147/148) **das Toleranzedikt von Nantes auf**. flohen ungefähr 200.000 Hugenotten ins protestantische Ausland, oft in Gwerbe beherrschende Bürger. Religion und Bindung an sie war offensichtlich



Abbildung 1119: Weißenfels: Markt, Schloß.



Abbildung 1120: Spielerisch: Venedig 1632 San Moise'.

vielen Menschen so wichtig, daß sie die Flucht aus ihrer Heimat auf sich nahmen an Stelle eines Konfessionswechsels. Etwa 300.000 der betroffenen 'Hugenotten', viele geschickte Handwerker und auch Gelehrte verließen das ansonsten durch seine große Kultur in Architektur oder Dichtung ausgezeichnete Frankreich. Bei den 20 Millionen Franzoscn ein bemerkbarer Verlust. Aber die Aufhebung des Ediktes von Nantes fand auch große Zustimmung in der französischen Bevölkerung (M. WAGNER 1987; S. 102), der Geist der Religionskriege war also noch nicht getilgt. Bedenkt man Übergriffe der Hugenotten in vergangener Zeit kann dem Schritt LUDWIG XIV. allerdings nicht jede Berechtigung versagt werden, es sein denn man ist ein innerlich tief überzeugter Protestant.

In Frankreich wurde LUDWIG XIV. von BOSSUET der 'neue Theodosius' genannt (P. BURKE 1995, S. 145), der römische Kaiser, der nur noch das Christentum im Imperium gelten lassen wollte. Das Jesuitenkollegium in Paris, sein bald berühmtestes Gymnasium, wurde 'Louis-le.Grand' genannt. Großzügig empfangen von LUDWIG XIV. und mit Besichtigungsprogramm geehrt wurde dagegen 1686 eine Gesandtschaft des Königs von **Siam** (P. BURKE 1995, S. 141), nachdem schon 1661 (S. 212) LUDWIG XIV. den Königen von "Kotschin-China, Tonkin und China" seine Freundschaft abgeboten hatte.

Es gab auch **Herrscher, die religiös Verfolgte**, oft wirtschaftlich sehr brauchbare Leute, **aufnahmen**,weil deren Konfession teilten oder überhaupt reigiös tolerant waren.

Der ab 1616 regierende Herzog FRIEDRICH III. von Schleswig-Holstein-Gottorf, gründete 1621, also im 30-jährigen Krieg, für in den Niederlanden verfolgte Remonstranten in Schleswig das ähnlich einer niederländischen Stadt mit Grachten umgebene Friedrichstadt. Auch andere religiös Verfolgte durften hier einziehen.

In Preußen wurden viele Hugenotten willkommen geheißen.

Trotz MELAC und anderem: Die **französische Kultur,** Frankreichs Schloßarchitektur, die französische Literatur, die französische **Sprache** wurden **nachgeahmtes Vorbild** in vielen Teilen des europäischen Kontinents, ob in Württemberg, Berlin oder St. Petersburg. Und manchen wir uns nicht suizidal etwas vor: Nach 1950 gewann Deutschland trotz allem erhebliche Achtung auch bei den Feindmächten, auch im Osten. Was die Kurpfalz nach 1699 betrifft: Die Resident des Kurfürsten von der Pfalz wurde 1720 verlegt in das wiederaufgebaute **Mannheim**, Kriege und vor allem dann der **Spanische Erbfolgekrieg,** kosteten Geld. 1689 wurde das Versailler Tafelsilber eingeschmolzen (P. BURKE 1995, S. 152). Am Ende der Regierung des mit Beingangrän wegen offensichticher Diabetes am 1. September 1715 gestorbenen LUDWIG XIV. Regierung sah es in der Staatskasse übel aus.

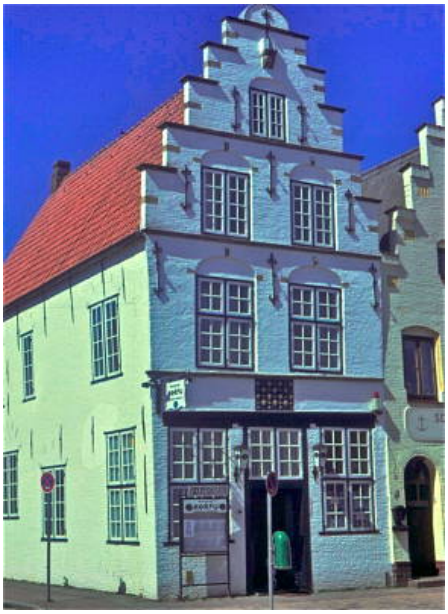

Abbildung 1121: Toleranzstadt Friedrichstadt.

## "Wissenschaftliche Revolution"

Der moderne **Begriff** "Wissenschaftliche Revolution" / "**Scientific Revolution**" wird zurückgeführt auf 1939 durch den aus Taganrog in Rußland stammenden und namentlich in Paris an der Sorbonne wirkenden Geschichtsphilosophen. ALEXANDRE KOYRE´ (R. PORTER 1986 / 2202). Bewundernd dargestellt hat 1948 in einem über andere Meinungen sehr weitgesteckten Rahmen hinausgehend die "Wissenschaftliche Revolution", "The Origins of Modern Science 1300 - 1800" der zu vielen Debatten immer wieder anregende, auch christliche angehauchte britische Historiker HERBERT BUTTERFIELD (B. SIMMS 2004). Reformation und Renaissance waren ihm jedenfalls damals nur Episoden im System des mittelalterlichen Christentums, aber die "Wissenschaftliche Revoluion" veränderte die Welt. Gewiß, die Reformation erschütterte die Glaubenseinheit und die Religion taugte nicht mehr als Wissensgrundlage, aber mit der "Wissenschaftlichen Revolution" kam das Neue.

Aber der Begriff "Revolution" im Sinne nicht von 'Umdrehung' wie bei Gestirnen, sondern von im Maßstab der Weltgeschichte relativ rascher Weiterentwicklung wurde in der Menschheitsgeschichte und auch für die Wissenschaft wurde schon im 18. Jh., in der Aufklärung, verwendet. Und in der "Wissenschaftlichen Revolution" selbst waren sich die führenden Forscher durchaus des Neuen in den Wissenschaften bewußt, auch oihne den heutigen Begriff, bei FRANCIS BACON

wie bei GALILEI. "Neu", d. h. "Novum ...", "Nova ...", "New ..." war bezeichneter Bestandteil vieler Buchtitel, ob KEPLERs "Neue Astronomie", PASCALs und GUERICKEs "Neue Experimente ...", BACONs "Neues Organon" (P. ROSSI 2000, S. SHAPIN 2001).

Aber die "Wissenschaftliche Revolution" war kein Tagesereignis und auch keine Angelegenheit eines Jahrzehnts, sondern eine Jahrhundertgeschichte. Bei Einbeziehung von Anatomie, Botanik und überhaupt den biologischen Fächern kann man die "Wissenschaftliche Revolution" 1543 mit COPERNICUS und VESALIUS beginnen lassen und etwa mit dem Ableben von GALILEI 1642 beenden. Aber auch das ist willkürlich, angesichts von BOYLE etwa. Manche mögen den relativ eingeführten Begriff "Wissenschaftliche Revolution" deshalb ganz abschaffen (s. etwa CHR. MEINEL 2009). Gerade an Universitäten wurde noch viel Altes gelehrt, und auch die Exponenten der 'Wissenschaftlichen Revolution' kannten die 'Alten', ließen sich von ihnen inspirieren, aber setzten sich mit ihnen auch auseinander - und dabei entstand eben vieles Neue. Und das gibt in den Wissenschaften in dieser Zeit eben wohl doch ein besonderes Gesicht.

"Wissenschaftliche Revolution" als Konstrukt (CHR. MEINEL 2011)! Wirklich? **Jede Abgrenzung von Geschichtsepochen ist wohl ein Konstrukt** später Lebender, bei allem Gefühl für Neues bei einstigen Zeitgenossen. Ein Bewohner des römischen Karthago oder Ephesos um 300 n. Chr. hätte kaum darauf kommen können, daß er in der "Spätantike" lebt. Im Gegenteil: Das Römische Reich hatte sich gerade damals, mit DIOKLETIAN; zu neuer Kraft gefunden. Man konnte sich also im Frühling einer anhebenden 'Neuzeit' fühlen. Und wer 1988 glaubte, er lebe in der Zeit des "Spätkapitalismus", der mußte sich, wenigstens vorerst, gehörig korrigieren. Und wenn wir die heutige Wissenschaft betrachten: Wir leben nicht nur im Zeitalter der Kosmosforschung. Auch werden Begriffe oft nicht klar getrennt: "Absolutismus" ist ein politisches System und wird auch als Epochenbezeichnung verwendet. Auch Begriffe wie "Kopernikanische Wende" oder "Herbst des Mittelalters" (HUIZINGA) sind Begriffe späterer, sogar neuerer Geschichtsschreibung. Sie sind keineswegs abzulehnen, wenn man um ihre Grenzen weiß. Geschichte muß angesichts der Ereignisfülle verkürzt betrachtet werden, auch, wo sie den Zeitgenossen oft wohl viel kontinuierlicher erschien. "Im Rückspiegel der Fachgeschichte verdichten sich die Konturen auf Wesentliches" (H. OLBRICH 1979, S. 9). Für unsere Zeit neigen wir zu scharfen Gliederungen. Die meisten Epochenbegriffe sind allerdings aus europäischer Geschichtsbetrachtung abgeleitet und gelten nur für den europazentrierten Kulturkreis. Wann begann oder endete ein chinesisches oder indisches "Mittelalter"? Gab es eine "indianische" oder "chineische" Renaissance"? Schon Rußland hat seinen Eigenweg und das 16. Jh. war dort ein Höhepunkt der Autokratie, mit IWAN IV. Auch hat jede historische Teilwis-

senschaft eigene Phasen-Begriffe, so 'Naturalwirtschaft' - 'Geldwirtschaft', oder, bei KARL BÜCHER "Geschlossene Hauswirtschaft', 'Stadtwirtschaft'. 'Volkswirtschaft' (zit. b. J. HUIZINGA 1954).

Nach den mit der Zeit sichtbaren Ergebnissen war diese "Wissenschaftliche Revolution", bei Beibehaltung des Begriffs, oder auf jeden Fall das damalige Zeitalter, eines der bedeutsamsten Ereignisse in der Geschichte Europas und dann der Menschheit. Der Soziologe MAX WEBER (zit bei G. MARRAMAO 1996, S. 58 / 59) hat als einer der ersten die Frage nach den Faktoren gefragt, der 'Verkettung von Umständen', daß "sich nur und gerade im Okzident ein Komplex kultureller Phänomene manifestieren konnte, der in dieser besonderen Konstellation in keiner anderen Kultur auftritt: eine rationale Wissenschaft, die entschieden an Anwendbarkeit und technischer Produktivität ausgerichtet ist" und mit dem Kapitalismus verknüpft wurde Das rationale Denken der klassischen Antike, so möchte man hinzufügen, entbehrte noch der konsequenten Hinwendung zu praktischen Anwendungen. FRANCIS BACON (in 1982, S. 7/8) war der Ansicht, daß "jene Weisheit" der Griechen "der Kinderstube der Wissenschaft angehört und teilweise das Eigentümliche der Kinder an sich hat". Mit der Wissenschaftlichen Revolution entstand **vorher nicht Dagewesenes** oder wurde Wertvolles aus der Antike, namentlich dem Hellenismus, neu erschlossen (L. RUSSO 2004). Insgesamt war die "Wissenschaftliche Revolution", ein **einmaliges Ereignis**, das ungeachtet mancher Errungenschaften auch anderswo nicht anderswo so stattfand. Ansätze im Hellenismus der Antike, auch im Islam und in China waren nach einiger Zeit steckengeblieben, hatten nicht zu einer ungeachtet einiger Schwankungen nicht mehr zu einem Abschluß kommenden Wissenschaftsentwicklung geführt. Nicht HIPPARCH und ARCHIMEDES standen am Beginn einer fortgeführten Entwicklung der Wissenschaft, das geschah mit GALILEI; KEPLER, NEWTON und nunmehr **zahlreichen** anderen Gelehrten, einer ganzen **Gelehrten"republik"**, einer länderübergreifenden wissenschaftlichen 'community'. Das 'Netzwerk' zwischen den Gelehten endete nicht an Ländergrenzen, und Latein verstanden die meisten. Warum geschah das (J. HENRY 2008)? Weil 'gesellschaftliche Bedürfnisse' vorlagen? Oder weil erkannt worden war, daß noch vieles zu entdecken war und ein 'Netzwerk' von Kontaken allen Nutzen bringen konnte? Aus einem Bedürfnis freien Denkens heraus? Dieselbe nicht mehr völlig unterbrochene Weiterentwicklung geschah auch bei der Erforschung der Lebenserscheinungen, die immerhin Grundlage der Medizin wurden. Nicht im direkten Anschluß an den antiken GALEN ging es weiter, sondern erst Jahrhunderte später nach GESNER, HARVEY, MALPIGHI und hier wirklich zahlreichen weiteren Forschern. Wirklich völlig andere intellektuelle Vorstellungen bei diesen Menschen der Neuzeit (O. MORO-ABADIA 2009)? Vorsicht! So unterschiedlich wie manche es sehen sind die menschlichen Geister wohl nicht.

Jedenfalls, und das ist ein ganz entscheidender Charakterzug der Wissenschaftlichen Revolution und der Europa seitdem auszeichnenden Wissenschaft und Kultur: Es gab **kein Ende, kein Abbruch mehr, bis in unsere Zeit, bis zum Computer.** Die wissenschaftliche "Revolution" endete nicht, ihr kann der Historiker angesichts weiterer Erkenntnisse nur willkürlich ein Enddatum setzen. Sie war wie die spätere 'Industrielle Revolution' eine 'permanente Revolution' (Y. N. HARARI 2014). Das war anders als in der Antike, anders als in der islamischen Welt, auch in China und gar in Japan vor der Öffnung, wo es eben nicht endlos weiterging. In der Architektur etwa gab es durchaus auch in außereuropäischen Regionen Stiländerungen, wie ein Vergleich von Bauten in Indien aus den verschiedenen Jahrhunderten nahelegt. In der von der 'weißen Rasse' begonnenen Wissenschaftlichen Revolution und der Folgezeit erscheint von geringen ruhigeren Zeiten abgesehen in der Zunahme von Wissen auch das Moment der **Beschleunigung**. Immer mehr wuchs die Zahl der Forscher, und sie wurden zunehmend vom Staat oder später auch von Unternehmen bezahlt. Nicht in allem, aber doch in ausreichendem Maße hat sich das volkswirtschaftlich rentiert. Leider auch Kriege immer ausgreifender gemacht. Es gab kein "Zurück". Mit den fortschreitenden Naturwissenschaften gab ungeachtet aller ihrer inneren Änderungen nur noch die irreversible Geschichte, war ein zyklische Geschichte jedenfalls mit einer wirklichen Wiederkehr der Vergangenheit ausgeschlossen. Und war mit den Naturwissenschaften zusammenhinh konnte auch nur voranschreiten. Das galt auch für alles Militärische (F. FUKUYAMA 1992). Die großen Geister des 17. Jh. haben nicht ahnen können, was bis in unsere Zeit an einst nicht zu ahnenden Erkenntnissen gewonnen wurde und daß sie an einem Anfang und nur an einem solchen standen.

'Europa' hat gewiß vieles von anderen Kulturen übernommen, Technik von China, Denken von Leuten mit arabischer Sprache. Aber war das, was in Europa geschah mit der Wissenschaftlichen Revolution und vorher mit der Renaissance sowie den geographischen Entdeckungen und dann der 'Industriellen Revolution' - waren das Dinge, die nur europäische Menschen zustandbringen konnten, waren an eine **Einmaligkeit von Europa** geknüpft. Kann die Welt auf das Abendland verzichten? Es gibt bis in die Gegenwart unterschiedliche Ansichten. Der kanadische Historiker RICARDO DUCHESNE vertrat 2011 in einem Buch "The Uniqueness of Western Civilization" (Wikipedia 2013). Schon immer, seit dem Altertum, sollten indo-europäische Menschen wagemutiger gewesen sein, vertraten in ihrer arstokratischen und freiheitsliebenden Kultur heroischen Individualismus und Wetteifer zum persönlichen Ruhm und erzielten so ihre andere herausragenden Leistungen. Diese Leistungen gerieten vielen zum Schaden, aber haben auch die moderne technisierte Welt mit ihren Annehmlichkeiten zhustandegebracht. Von dem Philosophen POPPER wurde gesagt (zit. bei I. EIBL-EIBESFELDT 1997; S. 202), daß es sich bei allen Schattenseiten bei der abendländischen Zivilisation

"um die selbstkritischste und reformfreudigste Zivilisation" handelt, und nur in ihr wurde "die moralische Forderung nach persönlicher Freiheit weitgehend anerkannt und weitgehend verwirklicht." Die Europäer sollten sich daher auch heute nicht selbst aufgeben, die Welt würde die noch brauchen, auch bei der Bewältigung großer Probleme außerhalb Europas. Solche Ansichten werden auch auf das Heftigste bekämpft und werden Außenumstände und Geschichtsschicksal für die Unterschiede verantwortlich gemacht. DIAMOND verwies auf die unterschiedliche Ausstattung der verschiedenen Erdregionen mit zähmbaren Tieren. Andererseits waren die in der Wissenschaftlichen Revolution entwickelten Instrumente, optsche Geräte, Thermometer und Barometer etwa, **nirgendwo sonst** bisher **entwickelte Dinge**. Diese Leistung kann dem "Abendland" nicht streitig gemacht werden, so wenig wie die spätere "Industrielle Revolution", die sogar fast ganz zunächst auf Großbritannien beschränkt war. Ostasiaten haben gewiß vieles nachgeholt? Hätten Ostasien auch weitere Anfänge setzen können.

Daß eine Kultur "die wissenschaftliche Sicht auf die Welt zu ihrem Bestandteil macht", kann keineswegs als selbstverständlich gelten (L. HONNEFELDER 2009). Es gab kunstreiche Kulturen, in denen rationale Welterklärung und eben Wissenschaft keine oder nur eine randliche Bedeutung besaßen. Ja selbst die Übernahme technischer Errungenschaften führt noch nicht unbedingt zu einer wissenschaftlichen Weltsicht in einer ansonsten weiterhin religiös geprägten Kultur. In Europa eben, in Anfängen seit dem Hochmittelalter, schon stark in der Renaissance, wurde Wissenschaft Teil der Kultur, wenigstens als einer ihrer Bestandteile.

Es wurde im Gefolge dieser Entwicklung mit Ausnahme bei totalitären Systemen und in religiösen Gemeinschaften schließlich eingesehen, daß, wie FREUD im 20. Jh. fomulierte, "völlige Übereinstimmung in allen Detailfragen der Wissenschaft und über alle neueröffneten Themen unter einem Halbdutzend Menschen verschiedener Natur überhaupt nicht möglich ist" (zit. bei P. GAY 2006, S. 534) und also Diskussion gestattet sein muß.

Diskutiert wurde im 20. Jh. auch, ob mit anderen Ansätzen auch, im 17. Jh., eine ganz andere Wissenschaft hätte entstehen können (J. HENRY 2008). Etwa wenn Frauen in der entstehenden Wissenschaft eine größere Rolle eingenommen hätten! Wäre mehr herausgekommen? Ja, es übersteigt jede Phantasie sich vorzustellen, wie denn eine solche Altenativwissenschaft hätte aussehen sollen und wie sie vielleicht zu größerem Glück der Menschheit hätte beitragen können..

Die Naturwissenschaft löste sich mehr als bisher aus der Gesamtwissenschaft, aus der einheitlichen Geisteshaltung zur Welt, worin im 20. Jh. der katholische Techniker und Schriftsteller FRIEDRICH DESSAUER (1947) eine Krise der Christenheit sah. Der Historiker HARARI (2014, S. 306 u. a.) meinte, daß die Religion bisher

ein nicht in Frage gestelltes Weltbild geliefert hat und nunmehr deutlich wurde, daß nichts Sicheres bekannt ist, also die "Wissenschaftliche Revolution" eine "Revolution der Unwissenheit" war. Das ist aber wohl übertrieben und verkennt vorangegangene auf Wissenschaft aufgebauten Erkenntniserwerb, und das nicht nur in der Antike.

Die **antiken Autoren** wurden in der "Wissenschaftlichen Revolution" von einsichtvollen Gelehrten benutzt, ja gaben noch immer wertvolle Anregungen, und wenn die in den ersten Kapiteln zahlreicher Werke zuerst die Ansichten der antiken Autoren geschildert wurden, war das nicht eine überflüssige Anerkennung von Tradition. Sie galten andererseits nicht mehr als unübertreffbare Autoritäten. Es war vorbei mit dem "Ehe sie am Himmel des Aristoteles etwas ändern lassen, leugnen sie dreist, was sie am Himmel der Natur erblicken" - Worte, die GALILEI in dem Dilaog über die beiden Weltsysteme (1632; dtsch. 1987, S. 210) Salviati sagen läßt. Und er ergänzt (S. 212): "Darum sage ich nicht, daß man Aristoteles nicht hören soll, ja ich lobe es, ihn einzusehen und ihn fleißig zu studieren. Ich tadele nur, wenn man auf Gnade und Ungnade sich ihm ergibt, ..."

RENÉ DESCARTES glaubte alles ihm anerzogene Wissen vergessen zu können und von angeblich völlig einsichtsvollen Prinzipien aus ein neues Weltbild aufzubauen.

Der volle Bruch mit der Vergangenheit, das Versenken antiker Autoren mehr in Vergessenheit, kam erst im 18. Jh. Noch etwa in ZEDLERs Universal-Lexikon werden bei allen geeigneten Artikeln die Meinungen der antiken Autoren breit vorgeführt, und das setzte sich auch ohne bloße Kuriositätensucht oft noch fort. Tatsächlich waren die Ansichten der 'Alten' in manchem durchaus bedenkenswert.

Je mehr man fand, desto mehr schien noch möglich zu sein. Wie der Philosoph JONAS anmerkte, trat mit "dem modernen Fortschritt, als einer Tatsache und einer Idee ... die Möglichkeit auf, alles Frühere als Vorstufe zum Jetzigen und alles Jetzige als Vorstufe zum Künftigen aufzufassen" (zit. bei G. MARRAMAO 1996, S. 128). Wissenschaftlicher Fortschritt konnte ohne ständige Kritik und Diskussion nicht erfolgen und ständig gab es Neuentdeckungen und neue Ansichten, auch eine "Nichtgemeinsamkeit des Wissens bei allen Menschen" (F. NIETZSCHE (1876 / 1981, S. 303). Feststehende "Wahrheiten", Dogmen, hatten in dieser Wissenschaft keine Rechtsstellung. Der Psychologe C. G. JUNG wird im 20. Jh schreiben (s. 1961 / 1986, S. 40): "... ein Dogma, d. h. ein indiskutables Bekenntnis, stellt man ja nur dort auf, wo man Zweifel ein für alle Mal unterdrücken will. Das hat aber mit wissenschaftlichem Urteil nichts mehr zu tun, sondern nur noch mit persönlichem Machttrieb." Vielleicht fürchtete man mit dem Zweifel auch allgemeine Unordnung.

Das Ende von Dogmen auch außerhalb der Religion, auch in der "Wissenschaft" bedeutete das ohnehin noch nicht. JUNG hatte sich bei seiner Bemerkung gegen die Dogmatisierung seiner Lehre bei FREUD gwandt. Mit dem neuen kritischen Geist führte die neue Naturforschung zu einer generellen kritischen Haltung, die über die Wissenschaft hinausging, brach mit Tradition, zog schließlich auch Staat und Gesellschaft in ihren Skeptizismus ein und leitete zur **Frühaufklärung** über (P. O. KRISTELLER 1974, P. ROSSI 2000). Letztlich setzte sich die Ansicht durch, was der Geologe WILHELM VON BRANCA im 19. Jh. (1912, S. 283) mit den Worten darlegte: daß "niemand, der in seinen wissenschaftlichen Arbeiten und Urteilen von den Urteilen Vorgesetzter abhängig ist und sie nach deren Urteil modifizieren muß, wirklich ein Mann der Wissenschaft sein kann", und diese "Vorgesetzten" waren damals die in der Kirche. Wie WALTHER GERLACH einmal (1967, S. 97) meinte: daß "... jede Erkenntnis über die Natur und jede unsere Lebensformen gestaltende Technik auch Ereignisse der Geistesgeschichte sind ...", trifft das für das 17. Jh. besonders deutlich zu. Es folgte eine in der Welt bisher einmalig skeptische Geisteshaltung, auf deren Boden aber grundlegende Neuerungen erwuchsen.

Aber in der neuen Wissenschaft und fernerhin wurden durchaus nunmehr auch als feststehend angesehene Grundlagen aufgestellt, etwa NEWTONs Weltbild, im 17. Jh. LINNE´s Artaufstellung und anderes. Wackliger erschien dann schon die Chemie, der zwar bei LAVOISIER eine 'Revolution' zugebilligt wurde, aber die dann auch neue festere Grundsätze bekam. Die dauernde, auch ständige geistige Unruhe schaffende Entstehung immer wieder neuer Ansichten kam im 19. und zunehmend 20. Jh. Was sind nun die Grundlagen-Kenntnisse, die jeder 'Gebildete' erlernen sollte? Sollten es überhaupt noch irgendwelche Fakten sein? Sollte man nur noch lernen wie man etwas nachschlagen kann?

Es begann mit der Wissenschaftlichen Revolution, was sich zunehmend verstärkte und FRIEDRICH NIETZSCHE (1875 / 1981; S. 55) für das Deutschland des späten 19. Jh. mit den Worten beschrieb, daß "der wissenschaftliche Mensch ... in eine Hast geraten" sei, "als ob eine Wissenschaft Fabrik" ist, "und jede Minuten-Versäumnis eine Strafe nach sich ziehe", und der Wissenschaftler so hart arbeite wie der "Sklavenstand". NIETZSCHE sah damit Wissenschaft zu seiner Zeit, im 19. Jh., fern der Kultur.

Und schon im 17. Jh. gab es Forscher, die offenbar immerfort an ihrer Forschung tätig waren und schon aus Gründen der Priorität eventuelle Konkurrenten übertreffen wollten. Und das auch bei 'reiner' Wissenschaft, die nicht Rendite brachte. Um noch einmal NIETZSCHE (1876, S. 304), diesmal im Zusammenhang mit RICHARD WAGNER sprechen zu lassen: es lagen edle Gesteine, "über welches Tausende wegschreiten, bis endlich einer es aufhebt". Und nun wurde zunehmend aufgehoben.

Was käme noch zustande? Von möglichen technisch-praktischen Weiterungen hatte man fast keine Vorstellung. Auch wenn ROGER BACON im Hochmittelalter einmal von selbstfahrenden Fahrzeugen geschrieben hatte, war so etwas zunächst nicht vorstellbar, auch noch nicht im 18. Jh. vor der Dampfmaschine, und auch später wußten die Forscher nie, was noch kommen könnte. Wer hätte Radio, Television, Flugzeuge, gar die Atombombe oder das Internet wirklich langfristig vorausgesehen?

## Grundlegendes zu den Gedanken in der 'Wissenschaftlichen Revolution - Was bestimmte die 'Wissenschaftliche Revolution'? – Versuch einer Auflistung

In der 'Wissenschaftlichen Revolution' des 17. Jh. wurde oft ein 'kohärenter und radikaler Bruch mit der Vergangenheit' gesehen, aber durch den Wissenschaftshistoriker STEVEN SHAPIN wurde auch gesehen, "daß das 17. Jahrhundert gerade wegen all der Neuerungen keine einheitliche Veränderung des wissenschaftlichen Geistes erkennen läßt, sondern eine ganze Palette von Vorstellungen und Praktiken, die teilweise sogar im Widerspruch zueinander standen" (M. HAGNER 2001, S. 41). Es wurde auch mehr auf den Grundlagen der Vergangenheit übernommen, als manchmal zugegeben wurde, weil "kein Bereich der Kultur seine Vergangenheit vollständig abzustreifen vermag" (S. SHAPIN 2001, S. 45). Die 'Wissenschaftliche Revolution' war zunächst vor allem vom Standpunkt der Physik her formuliert worden, für das 17. Jh. Aber in den '**Beschreibenden Wissenschaften**' hatte es große Veränderungen schon im 16. Jh. gegeben, durch die Botaniker wie FUCHS, Zoologen wie GESNER oder auch die registrierende Astronomie eines TYCHO DE BRAHE. Bei aller unterschiedlichen Betrachtung der 'Wissenschaftlichen Revolution' bleibt eindeutig, daß die Welt der Wissenschaft um 1700 nicht mehr jene von vor über 100 Jahren war! Und bei allem zeitweiligen Abflauen in der Forschung: Die eingeleitete Entwicklung blieb bestehen, war **unumkehrbar,** irreversibel. Wie später die 'Industrielle Revolution'.

Bei aller Diskussion: dennoch: Als wichtig für "Wissenschaftliche Revolution" des 17. Jh. darf man wohl ansehen:

1. Es gab weitere Hinwendung zu den Gegebenheiten der natürlichen Realität (S. SHAPIN 2001, S. 46), man suchte **unbekannte Sachverhalte, unbekannte Phänomene** aufzudecken, die Vielfalt der Dinge festzustellen, Lesen im "Buch der Natur", sich nicht mehr auf die anderen zu verlassen und selbst die Dinge prüfen S. SHAPIN 2001, S. 46). Es gab mancherlei Quellen für das Wissen der "Wissenschaftlichen Revolution". Die Einrichtung von Kuriositätenkabinetten mag ge-

genüber der davon höchstens durch Instrumente berührten Physik als manchmal fast schrullig erscheinen, aber es wurden doch in diesen frühen Museen zahlreiche Dinge zusammengetragen, ob Meerestiere, wenigstens in Teilen, oder Mineralien, Gesteine und Fossilien, Monstrositäten wie Mißgeburten, die Anregung zu Untersuchungen gaben. Letzteres geschah jedenfalls, wenn die Kabinettsbesitzer ihre Kabinette öffneten. Manche besaßen wertvolle unbekannte Vogelpräparate, die sie aber nicht der Wissenschaft bekannt machten (E. STRESEMANN 1951).

BACON hatte vorgeschlagen, die naturgeschichtlichen Tatsachen systematisch zu erfassen, in Verzeichnissen, auch Tabellen, festzuhalten. Wegen zu geringem Erfahrungswissen war nach BACON die zeitgenössische Naturphilosophie so unvollkommen.

Die **Beschreibung** von neuen Pflanzen, Tieren, Mineralien, anatomischen Strukturen und auch das Vordringen in noch unbekannte Regionen der Erde **hörte** nicht völlig**,** aber erst **einmal weitgehend auf**, war im 16. Jh. schon in vielem erledigt und mußte auf neue Einsichten warten. Wenn jetzt der Blick vornehmlich auf die Physik gerichtet war, dann konnte es passieren, daß der große Aufschwung der 'beschreibenden Wissenschaften' im 16. Jh. nicht als vorangehender Teil der 'Wissenschaftlichen Revolution' angesehen wurden.

Der einzelne Gelehrte konnte gewiß nur ein begrenztes Erfahrungswissen besitzen. Vieles mußte er und muß es weiter aus zweiter Hand, namentlich der wissenschaftlichen Literatur, entnehmen, wobei die Manuskripte der hellenistischen Autoren noch immer viel Anregung gaben. Es galt, Erfahrungsberichte "zu filtern und zu beurteilen", galt die "Ammenmärchen" und das oft falsche überlieferte und von GILBERT mit dem "Geschwätz der alten Weiber" verglichene Wissen zu sondieren (S. SHAPIN 2001, S. 68). Der Historiker Y. N. HARARI (2015, S. 306) meinte gar: "Die wissenschaftliche Revolution war keine Revolution des Wissens, sondern vor allem eine Revolution der Unwissenheit. Die große Entdeckung, mit der die wissenschaftliche Revolution losgetreten wurde, war die Erkenntnis, dass wir Menschen nicht im Besitz der Wahrheit sind, und dass wir auf die wichtigsten Fragen keine Antworten wissen."

Weltanschauungen, Religionen kennen keine Arbeitshypothesen, verkünden den Gläubigen kein Nichtwissen über Gott oder Götter. Die Herkunft der Menschen war für den Gläubigen keine ungelöste Frage. Und was die religiösen Schriften nicht enthielten, war unwichtig (Y. N. HARARI 2015, S. 307).

Neue Sachverhalte aber boten vor allem auch **Experimente**. GILBERT experimentierte mit Magneten, HOOKE und BOYLE untersuchten verschiedene Vorgänge in dem durch Luftauspumpen eines Kolbens hergestellten Vakuum. Das Barometer machte das normalerweise nicht spürbare Gewicht der Luft sichtbar. Und betont

werden sollen die Experimente der Alchemisten, die als **frühe Chemiker** zu sehen wären, "and alongside astronoymy and mechanics" stünde die frühe Chemie" (W. BROCK 2006, S. 64).

2. Es gab vielfach **neuartige, andersartige Fragestellung**. Einzelne Vorgänge wurden aus dem Zusammenhang gelöst, einzeln, für sich betrachtet (W. HEISENBERG 1972, S. 110), nicht mehr in einem unverständlichen Gesamtweltbild, etwa mit 'Mikrokosmos - Mikrokosmos' vermengt. ARCHIMEDES hatte es etwa mit dem Hebelgesetz in vorbildlicher Weise auch getan. Zum "Freien Falles" der Körper wird nicht mehr wie bei ARISTOTELES nach dem Ziel und dem Grund des Fallens gefragt, sondern nach dem "Wie", dem Ablauf des Vorgangs des Fallens, wie ihn GALILEI in dem Fallgesetz mit der Geschwindigkeitzunahme in der Zeiteinheit zu fassen suchte. Das entsprach einigermaßen sicheren, nachprüfbare Daten. Statt dem Suchen nach einer 'Essenz' der Dinge und ähnlichem kam also das viel Einfachere, ja simpel, fast ungebildet wirkende '**Was geschieht**!', "How does it work" (H. BUTTERFIELD 1960, S. 182). Und in der **Erfassung der Tatsachen** sollte das Ziel der Naturforschung liegen und nicht in Spekulationen über nicht faßbare "Ursachen". Wie es auch BOERHAAVE 1715 darlegte, Durch Vergleiche und berechnende Wirkungen kam NEWTON zur Einsicht in die 'Schwere', die Gravitation (P. HAZARD 1939). Von der Spekulationn über okkulte Kräfte nahm er Abstand. "Ich erfinde keine Hypothesen". Begrenzung, Beschränkung forderte jedenfalls in manchen ihrer Vertreter die neue Naturwissenschaft, auch gegenüber der ausgreifenden Philosophie. Wissen, was gewußt werden kann, Einsicht auf in die Grenzen der Erkenntnis, Physik statt Metaphysik. **Metaphysik**, das war die vermeintlich über der Physik stehende unabhängige Naturerkenntnis aus dem Geist, der die Sachforschung nur die Bestätigung liefern sollte (J. DARWIN 2010, S- 201). Die Metyphsik sollte die bindenden Hypothesen bieten, war die vorgegebene Doktrin. Nun nicht mehr. Zu finden war die Realität.

3. Eine zentrale Auffassung wurde die vom "**Naturgesetz**", oder wie immer man das im 17. nannte, "Prinzip" oder dergleichen. Es entsprach der schon manchmal geäußerten Auffassung, daß es in der Natur nicht regellos zugeht, sondern die Vorgänge in gleichbleibender Weise ablaufen. "Gesetze" im Naturgeschehen konnten Vertrauen in die Weltordnung schaffen (s. a. W. J. BOUWSMA 2005, S. 174). "**Gesetze**", "Gesetzmäßigkeiten" wurden **erwartet, deshalb gesucht**. Wenn GALILEI an einem schwingenden Kronleuchter im Dome zu Pisa das Pendelgesetz fand, dann wohl, weil er zu dieser Zeit von vornherein überzeugt war, daß Naturerscheinungen "gesetzmäßig" ablaufen. Andere Menschen, die einen Kronleuchter schwingen sahen, erschien das nicht als Problem. Auch wer Gott oder überhaupt einen Weltenplaner als Urheber der Gesetze sah, suchte Gesetze. Die unter Gesetzen stehende Natur mochte sehr beständig sein und das vertrug sich

kaum mit irreveriblen Wandel, un das **schloß** andererseits **die Einsicht in eine irreversible Geschichte in der Natur eher aus** (W. J. BOUWSMA 2005, S. 234). Hinter all den Veränderungen in der irdischen Natur das 'Gesetz' zu sehen, setzte auch manche Abstraktionsfähigkeit voraus. Denn, nach P. BAYLE (s. 1975, S. 443): "Niemals hat man, wenn man auch noch so lange gelebt hat, zwei Winter, zwei Sommer, zwei Frühlinge, zwei Herbste gesehen, die einander vollkommen gleih gewesen:" Aber eine generelle, als gesetzmäßig zu sehende Wiederkehr der Jahrezeiten gab es und noch deutlicher bei der Nilflut und dem Monsun. Aber das eben mit Abweichungen, hinter denen sich das Gesetz fast versteckte. Die Erwartung von Gesetzen ging auch **bis zu Absurditäten**, so, wenn etwa im 18. Jh. GUETTARD überlegte, daß in Ländern mit gleichem Abstand vom Äquator ähnliche Mineralien vorkommen, was eine völlige Bindung der Mineralbildung an heutige Klimaverhältnisse auf der Erdoberfläche vorausgesetzt hätte - ein sicherlich schönes, brauchbares Gesetz, wenn es denn wahr gewesen wäre.Wechselvoll und ungeordnet erschien gerade im 17. Jh. das Geschehen in der Menschenwelt, obwohl auch hier im Auf und Nieder und im dennoch stattfindenden Fortschritt wenigstens Tendenzen gesucht wurden, bei VICO etwa.

Für **China** wird gesagt, daß dessen Rückstand in den Wissenschaften darin zu suchen ist, weil **nicht** mit Gesetzen in der Natur, auch nicht mit einem himmlischen Gesetzgeber gerechnet wurde. Es gab ein Sammeln empirischer Daten (J. DARWIN 2010, S. 195), nicht die Suche nach Ordnung, jedenfalls nicht in den Dingen liegender Ordnung. Es gab noch im 18. Jh., in der gelehrten *Kaozheng*-Bewegung, nicht "die Vorstellung einer gesetzmäßigen, einheitlichen und mathematisch vorhersahbaren Universum" (zit. bei J. DARWIN 2010, S. 195).

4. Naturgesetze sollten vor allem die überall erwarteten **quantitativen Beziehungen** zwischen verschiedenen Naturfaktoren ausdrücken, denn Gott sollte **die Welt in Maß und Zahl** geschaffen haben. Ja **das Mathematische** sollte, namentlich zuerst bei GALILEI, das **Grundlegende**, damit das Wirkliche sein: "Das Reale wurde auf die Geometrie reduziert" und "Vielleicht war Galilei der erste, der an die tatsächliche Realisierung der mathematischen Formen in der Welt glaubte" (A. KOYRÉ 1998, S. 67). Nur der einzelne aus dem Zusammenhang gelöste Naturvorgang konnte aber mathematisch betrachtet und beschrieben werden (W. HEISENBERG 1973, S. 110), also das fallen eines Körpers etwa. Die Zahl als Grundlage der Welt, das hinter den Dingen stehende "Reale" war die Wiederbelebung des PYTHAGORAS und von PLATO. Es war der Bruch mit der die Sinneswahrnehmungen bedienenden Welt des ARISTOTELES. Bei den physikalischen Objekten wurden etwas später unterschieden die mathematisch zugänglichen **Primärqualitäten** wie Größe, Gewicht u. a. und die **Sekundärqualitäten** wie Farbe, Töne, Geruch u. a. Letztere kommen durch unsere Wahrnehmung zustande

und sind nicht den Dingen selbst zukommende Eigenschaften.

**Mathematische Dinge** können auch **rein ideell,** ohne Experimente, aufgestellt werden, und mathematische Formeln erscheinen dann als reine Denkleistung. War für die Erkenntnis der Welt dann mehr als Denken nötig? Es erschien **regelrecht als Wunder, daß die Natur nach mathematischen Gesetzen funktioniert**, "daß die mathematischen Gesetze, welche Gesetze unseres Denkens sind, in der Natur wirklich gelten ... und "jenes tiefe Staunen über die innere Ordnung der Natur, das uns oft befällt ...", hervorrufen (C. F. v. WEIZSÄCKER 1944, S. 18)**. Als ob ein mathematischer Geist die Natur gebildet habe.**

Manche mögen diese Zuwendung zur Maß und Zahl in den Wissenschaften als Widerspiegelung der 'Kommerziellen Revolution' in der Gesellschaft sehen, der Hinwendung zur Nutzung der Zeit, den festen Maßen und Gewichten, den Geldumrechnungskursen und anderen, wie es auch die Calvinisten-Ethik vorsah.

Ein neues Naturgesetz, also ein mathematisches, wurde im 17. Jh. regelrecht bejubelt, wenn auch eine Opferung von 100 Ochsen, einer "Hekatombe", wie einst bei dem antiken PYTHAGORAS nach dessen Auffindung des nach ihm benannten Satzes, nicht vermeldet wird. KEPLER aber sah in den 3 nach ihm benannten Gesetzen über die Planetenbewegung ebenso einen hohen Triumph des Menschengeistes. Die mathematisch formulierten "Naturgesetze" wurden wenigstens zunächst recht **formal betrachtet.** Es war bewußt, bei NEWTON wie bei BOYLE, daß die mathematische Beschreibung, nicht die Ursache der Phänomene enthüllt. Wenn im BOYLE-MARIOTTEschen Gesetz die Beziehung von Druck und Volumen bei Gasen ausgedrückt wurde, überlegte BOYLE (O. KRÄTZ 1991) immerhin, weshalb das Gesetz gilt, nämlich wegen der Gas-Partikeln, was in der kinetischen Gastheorie im 19. Jh. fortgeführt wurde.

Manche erwarteten Gesetze dermaßen, daß sie auch nicht recht passende Versuchsergebnisse entsprechend einpaßten. BOYLE etwa war vorsichtig und bekannte, daß seinem Gesetz nicht unbedingt volle Gültigkeit zukam, ja erwähnte es nicht einmal als eine seiner großen Leistungen (R. HOOYKAAS 1999).

Mathematik wurde dann besonders betrieben auch bei den **Jesuiten**, welche die Bildung zu beherrschen suchten und der Mathematik in ihrem "Ratio studiorum" einen wichtigen Platz gaben (J. HENRY 2002).

**Naturgesetze** galten, was GALILEI betonte, **auch für technische Dinge,** die nicht, wie angenommen, Überlistung der Natur waren.

Eine **Frage** aber blieb: **Wie mathematisch konnten und sollten die Naturwissenschaften**, sollte die Naturbetrachtung sein? Wurde das "Qualitative" minderwertig? Schließlich gab es doch Empirisches. Selbst GALILEI, der von Na-

tur in Zahlen so überzeugt war, hat mit seinen Befunden imit dem Teleskop (W. J. BOUWSMA 2005, S. 60) jedenfalls zunächst nichts Mathematisches, sondern Sinneseindrücke, Empirisches, ermittelt. Noch im 17. Jh. hat GIAMBATTISTA VICO, Neapel, einer der Begründer der modernen Geschichtswissenschaft, auch für die nicht mathematisierbaren Wissenschaften, die "weichen Wissenschaften" in moderner Ausdrucksweise, ihr Recht eingefordert.

Der Naturforscher und Zoologe BUFFON sprach um 1750 für ein Zurückdrängen der nicht alles erklärenden und nicht alles erfassenden Mathematik, für eine auch auf andere Tatsachen ausgehende Forschung, für die Anerkennung von mehreren "Arten von Wahrheit" (zit. bei P. HAZARD 1949, S. 210). GOETHE, viel später anzusiedeln als GALILEI, schrieb am 18 Januar 1826 an den ihm befreundeten Geologen KARL FRIEDRICH NAUMANN, der die Minerale als Kristalle beschrieb, sehr mathematisch, und dem Mineralienfreund GOETHE nicht mehr zugänglich: "... daß, wenn die Wissenschaft alle Ursache hat, das Quantitative dem Qualitativen gleichzustellen, ja es vorzüglich zu behandeln, dennoch, wenn vom Unterricht die Rede ist, der Lehrer sehr im Vortheile sei, der versteht, für die sinnliche Jugend das Qualitative hervorzuheben, worauf die Empirie doch eigentlich angewiesen ist" (zit. aus W. FISCHER 1933, S. 38).

Das Konzept von der Ordnung der Dinge in der Natur nach Maß und Zahl und der Gesetzmäßigkeit in allen Vorgängen war auch ein allgemeines, den PLATO(N)schen und anderer 'Ideen' vergleichbares Konzept, dem im 18. Jh. HUME und viel später der Positivismus ein Ende zu setzen suchten. Das etwa von GALILEI vertretene Konzept von Maß und Zahl und in der Natur herrschenden Gesetzen war sicherlich sehr positiv, wichtig für die Forschung und der Skeptizimsus diesem Konzept gegenüber war lange nicht angebracht.

5. Ideal für die Mathematisierung, für die Auffindung quantitativer Beziehungen, erschien die **Mechanik**. Mit Mechanik, mit 'Maschinerei' suchte man die Dinge der Welt zu erklären, einschließlich die Lebewesen. Im Gefolge des ARISTOTELES war er umgekehrt gewesen: das Lebende erklärte das Nicht-Lebende. ANNELIESE MAIER brachte 1938 den Begriff von "the mechanisation of the world picture" (R. HOOYKAAS 2003). Mechanische Erklärungen setzten sich auch hier durch. Und vor allem ging es auch darum, die Dinge aus der Mechanik angenommener feinster Teilchen zu erklären, gab also für alles und jedes und auch, besonders bei DESCARTES, bis hin zum Absurden '**mikromechanische Erklärungen**' (S. SHAPIN

Die "wissenschaftliche Revolution" kann andererseits nicht auf mechanisches Gedankengut eduziert werden, denn auch in der Betrachtung und Beschreibung von Erscheinungen und Vorgängen bei Substanzen und in Lebewesen gab es große

Fortschritte, eröffnete sich ein zukunftsträchtiger Weg, auch ohne Mathematik (A. G. DEBUS 2003, R. HOOYKAAS 2003), aber nicht ohne Versuche einer mechanischen Erklärung. Als in das 18. Jh. hineinführend kann die 'wissenschaftliche Revolution' auch nicht allein auf eine Denkweise zurückgeführt werden. **Abgelehnt** wurde **Teleologie**.

**Zwischen Natur und Maschine**, zwischen dem Natürlichen und dem vom Menschen Gemachten gab es **nicht** mehr die von ARISTOTELES angenommene **Kluft**.

6. **Experimente** wurden einesteils eingesetzt, um aus mehr oder wenigen vagen Befunden abgeleitete Hypothesen zu überprüfen, sie zu **verifizieren** (zu bestätigen) oder auch zu falsifizieren (zu widerlegen). Das gilt für GALILEIs Versuche mit Kugeln auf der schiefen Ebene zur Überprüfung des Fallgesetzes.

Ein **wildes Herumexperimentieren ohne Fragestellung** für eine Hypothese war oft fragwürdig. Wenn BOYLE (J. HENRY 2002, S. 51; S. SHAPIN 2001, S. 85) meinte, daß es ihm bei seinen Versuchen im Vakuum nicht darum ging, ein 'großes theoretisch-philosophisches System zu beweisen oder zu widerlegen, dann lag das an der Neuheit der Bedingungen im Vakuum, das dazu verlockte, dort alles Mögliche auszuprobieren, von der Schallleitung bis zum Zusammenhalt aufeinenandergelegter Marmorplättchen. Aber ohne Frage 'Geht das oder nicht?', ging es auch nicht. Unbekanntes mit Überraschung wurde gefunden auch bei NEWTONs Zerlegung des Sonnenlichts im Prisma. Hier war das Ergebnis vorher gänzlich offen gewesen. In der Chemie bestand sicherlich die lockere Hypothese, daß jede neue Mischung von Stoffen eine unerwartete Reaktion bringen kann. Also alle Mischungen einmal auszuprobieren!

Es wurde auch bezweifelt, daß GALILEI die Versuche mit der Fallrinne (R. HOOYKAAS 1999, A. KOYRÉ 1998, S. SHAPIN 2001, S. 82) oder gar die Fallversuche vom Schiefen Turm in Pisa wirklich ausführte. Selbst abgebildete Experimente der Zeit werden öfters nur als "**Gedankenexperimente**" gesehen, von deren in Gedanken und sogar in Abbildung gegebenem konstruiertem Ablauf auch in Wirklichkeit man überzeugt war, im Glauben, daß man vielleicht gar der angeblichen Alltagserfahrung genügend von der Natur wußte. So wie ARISTOTELES glaubte den Fall von Körpern richtig erfaßt zu haben. Die Überprüfung in der Wirklichkeit erschien dann unnötig, wie es HOBBES annahm (S. SHAPIN 2001, S. 62). Himmel und Erde sollten nach HOBBES ausreichend Erfahrungsmaterial bieten (S. SHAPIN 2001, S. 62)). Ein bei PASCAL abgebildeter hydrostatischer Versuch von 1663 wurde von BOYLE als nicht ausgeführt bezeichnet (S. SHAPIN 2001, S. 83). Und wenn schon experimentieren, sollte gemäß HOBBES ein einziges Experiment zu einem Sachverhalt ausreichen, waren Versuchreihen unnötig (S.

SHAPIN 2001, S. 92), was später auch NEWTON meinte (S. SHAPIN 2001, S. 97). Das mag in gewissen Fällen zutreffen. Aber allgemeingültig ist es nicht, Daß Experimente überhaupt durchgeführt wurden, zeugt davon, daß man sich auf die **"Selbstevidenz"** gewisser Dinge, gewisser Vorgänge, **nicht mehr verließ** und schließlich auch überprüfte, wo ein bestimmtes Ergebnis fast sicher erwartet wurde (J. HENRY 2002).

Der Ausdruck 'Schlüsselexperiment'/'**crucial experiment**' erschien bei BOYLE zu dem PASCALschen Experiment mit der Barometermessung in stärker verschiedener Höhe über dem Erdboden (S. SHAPIN 2001, S. 101), ein Experiment, daß eine **entscheidende Frage entschied**, die des mit der Höhe über dem Erdboden abnehmenden Luftdrucks. Aber nicht jedem gelang der Nachweis. Wiederholungen waren unvermeidlich.

HARVEYs Begründung der Erkenntnis vom Blutkreislauf (s. u.) gilt als gelungene Verknüpfung von **Beobachtung und bestätigendem Experiment** (H. BUTTERFIELD 1960, S. 178).

Aber die **Experimente** GALILEIs **mit der schiefen Ebene**, der Fallrinne, dürften wohl **Wirklichkeit** gewesen sein. Und GALILEI hat wohl das Herabrollen von Kugeln variiert (N. ROSDENBERG et al. 1991), mit unterschiedlicher Schrägstellung wiederholt - und dieses **Variieren der Experimente** wurde zu einem Charakter vieler kommender Experimente anderer, wie etwa die Chemiker mit immer anderen Mischungsverhältnissen die verschiedensten Reaktionen überprüften. Experimentieren heißt eben in in großem Maße auch "versuchen", und das mit offenem Ergebnis.

Es wurde auch erwartet, weil des deutlich wurde, daß die Welt der Geräte, der **Maschinen nach den Gesetzen der Natur funktionierte** und **nicht** gemäß ARISTOTELES eine gezwungene Welt derjenigen der Natur gegenüberstand, so gegen ARISTOTELES gesehen bei BACON, DESCARTES, GASSENDI (S. SHAPIN 1998, S. 43). Die Naturgeschichte hatte, wie BACON hervorhob, auch die Maschinen einzuschließen. Funktionierten Maschinen auf Grund der überall geltenden Naturgesetze, so konnten **aus dem Geschehen an Maschinen** auch **Erklärungen für Vorgänge in der Natur erwartet** werden, etwa im Geschehen im Körper und war die Sonnenhitze zu sehen als Ergebnis von dem irdischem vergleichbarem Feuer etwa im Ofen (S. 43). GASSENDI (zit, von S. SHAPIN 1998, S. 43) hob es hervor: "Die natürlichen Dinge erforschen wir auf dieselbe Weise wie die Dinge, die wir selbst geschaffen haben."

Manche **Modelle**, so die Nachbildung einer kleinen Erde aus Magneteisenstein bei GILBERT, sind eine besondere Art des Experimentierens.

Gerade Experimente wurden von anderen Forschern, anderen wissenschaftlichen Einrichtungen nach ihrem Bekanntwerden **wiederholt** und gerade dabei variiert. Es wurde auch gefördert, daß **ohne Ergebnis gebliebene**, mißlungene Experimente mitgeteilt werden (S. SHAPIN 2001, S. 90). .

6. Experimente und Messungen führten zur Erfindung von **Beobachtungs**-und **Meßinstrumenten**. Es galt bei ihnen auch theoretisch zu durchdenken, was denn "gemessen", was an objektiven Sachverhalten widergespiegelt wird. In Thermometern stieg eine Flüssigkeit dann, wenn auch der Temperatursinn der Haut Wärmezunahme feststellte und zwischen beiden also eine mehr oder weniger starke Beziehung, Koinzidenz, bestand.

Viele der neuen Instrumente und Geräte ließen unbekannte Dinge überhaupt erst entdecken, sie überhaupt feststellen, wirkten weltbildprägend, waren "natural philosophical instruments" (J. HENRY 2002). Das **Fernrohr** vergrößerte, was mit bloßem Auge schwer, teilweise nicht zu sehen war. Das **Mikroskop** enthüllte die dem bloßen Augen völlig unsichtbare Kleinlebewesen und Strukturen. Die **Luftpumpe** schuf mit dem **Vakuum** ein kleines Stück Welt, in dem alles **anders** war **als unter irdischen Bedingungen** und in einem solchen Stückchen Vakuum mochte eine begrenzte Vorstellung vom Zustand im Weltall vermittelt sein. Farben haben die Menschen immer gesehen, erst mit der Zerlegung des Sonnenlichtes im **Prisma** kam eine einigermaßen begründete Erklärung der Farben-Entstehung von der Lichtseite.

Der **Bau wissenschaftlicher Instrumente** wurde durchgeführt oft von Spezialisten, den **Instrumentenbauer**n, die namentlich in einigen Wissenschaftszentren arbeiteten. Manchen dieser Instrumentenbauer gelangen eigene Entdeckungen.

Viele dieser aufgezählten Dinge finden sich jedenfalls in Ansätzen auch früher, in der Antike. Einige Natur"prinzipien", damit "Gesetze", formulierte ARCHIMEDES. Messungen forderte NICOLAUS VON CUSA. Die mannigfache Anwendung dieser Gesichtspunkte war neu.

7. Auch andere allgemeine Züge für die wissenschaftliche Arbeit wurden immer mehr deutlich. So gab es das schon begonnene Bestreben, alles, was sich unterscheiden, sich unterteilen, sich **trennen** ließ, zu **unterscheiden**. Im 19. Jh. resümierte der Chemiker LIEBIG (1867, S. 3) als wichtige Errungenschaft diese gerade dem Chemiker wichtige Erkenntnis, "daß viele Erscheinungen Theile haben und zusammengesetzt sind, und" – was gerade für die nicht offenbare Sichtbarkeit der Zusammensetzung – "daß Dinge mitwirken, die der einfachen Sinneswahrnehmung entgehen." Unterscheiden galt im 17. Jh. für die wenigen "Kräfte" in der Physik wie zunehmend für die von den Chemikern möglichst bis auf feine Unterschiede

"geschiedenen" zahleichen Substanzen, die Mineralien, die Masse der Pflanzen und Tiere, die Gesteine, später die Schichten der Erdkruste, die Himmelskörper.

Was in den Dingen liegt, war eben kaum zu erkennen, Auch gleiches äußeres Aussehen bedeutete noch nicht gleiche Zusammensetzung (J. v. LIEBIG 1867, S. 9).

8. Was gefunden wurde, waren vielfach **Einzelbefunde**, die in Briefen, Essays, dann Zeitschriftenartikel für sich veröffentlicht wurde (W. J. BOUWSMA 2005, S. 61). Wie aber stand es mit großen Zusammenfassungen, bei allem Entstehen auch aufeinander zugeschnittener Weltbilder, etwa dem Atomismsus? Wer schuf "**Ordnung' in dem Wissen**, nicht nur in einzelnen Klassifizierungen? Schon bei den Römern hatte man mit Sammelwerken, mit Enzyklopädien, im Mittelalter mit "Summen" einen Überblick über das damals allerdings viel stabilere Gesamtwissen zu geben versucht. Blieb das nicht nötig, auch wenn in der Mitte des 19. Jh. HUMBOLDTs "Kosmos" viel kritisiert wurde? Und wie beim Überblick in der höheren Schule?

9. Es gab, auch bei Forschern, wie GALILEI und KEPLER, auch eine Zusammenschau, ein Beachten der Widersprüche in den Theorien und Entdeckungen, Versuche zum **Abgleichen der Befunde**. Die Erkenntnisse bauten auch aufeinander auf. Einen bedeutenden Anteil an solcher **Zusammenschau** errang die **Astronomie**. Die mögliche Leere des Weltraums fand Bestätigung im Nachweis eines Vakuums unter der Luftpumpe. Die weltbewegende Auffindung einer meßbaren Lichtgeschwindigkeit war zuerst nur durch astronomische Beobachtungen möglich und zog den Schluß auf die Unendlichkeit von Weltraum und Zeit nach sich (F. KRAFFT 1985, S. 78).

10. Einer etwas anderen Kategorie gehörte dann an, daß **Autoritäten nicht** mehr als **sakrosankt**, als auf jeden Fall im Recht angesehen wurden. GALILEI wird spotten (1987, S, 210): "Ehe sie am Himmel des Aristoteles etwas ändern lassen, leugnen sie dreist, was sie am Himmel der Natur erblicken." Damit sollte es vorbei sein.

## Allgemeine Prinzipien hinter den konkreten Dingen

Daß die Erscheinungen der Natur sich in Zahlen, in mathematischen Gesetzen fassen ließen begünstigte die alte Ansicht, daß hinter der vielgestaltigen realen Welt allgemeinste Prinzipien stecken. So, wie sie etwa die Platonismus und Neo-Olatonismus erörtert hatten.

Manche alte Vorstellung wurde von manchem noch behauptet oder wenigstens

diskutiert. etwa die **Makrokosmos-Mikrokosmos-Vorstellung**, wonach Dingen auf der Erde Dinge am Himmel entsprechen sollten. Jedem Metall sollte ein Himmelskörper entsprechen, regelrecht zugeordnet sein. Aber mit dem Auffinden neuen Metalle wurde diese Vorstellung schon seit etlichem obsolet. Auch in Analogien wurde man vorsichtiger, ja gab sie auf, etwa von Sonnensystem und Menschenkörper. Über **Analogien** anderswo wurde immer wieder diskutiert.

**Schöpfer- resp. Gottesbild, neue Religion auf der Basis der Gesetzlichkeit in der Natur**

Die folgenden Gedanken wurden mehr oder weniger auch schon im Hochmittelalter (J. LE GOFF 1987) geäußert. Jedoch war das im 17. Jh.im einzelnen kaum noch bewußt. Und immer einmal wird als neu debattiert, was man auch bei Vorläufern schon findet - so ist nun der Gang der Geistesgeschichte.Des spätantiken EPIKUR Atheismus war durchaus bekannt und die **viele Zurückweisung von Atheismus** etwa in Schriften bei BOYLE oder in Lektionen und Predigten legt nahe, **daß solcher** in der Zeit der wissenschaftlichen Revolution **auch bestand**. Die Evolutionsbiologie gab es naürlich noch nicht, die war also an dem damaligen Atheismus unschuldig. Allgemeine religiöse Skepsis läßt sich auch vermuten, wenn PEPYS (1980, S. 368) am "15. 7. 1666 (Tag des Herrn)" in seinem Tagebuch schreibt: "Auf und zur Kirche, wo unser Hilfsprediger eine elend dumme Predigt hielt über die große Frage, die Wahrheit des Christentums zu beweisen." Vor wirklich Gläubigen müßte eine solche Frage wohl nicht erörtert werden.

Viele der Gelehrten des 17. Jh. **suchten aber weiterhin einen Gott** oder lehnten ihn schon aus existenzerhaltenden Gründen nicht ab.. Naturforscher hielten sich schon wegen des lieben Friedens mit den Kirchen im Interese der Autonomie der Naturwissenschaften teilweise von theologischen und politischen Fragen fern, was im 20. Jh. auch beklagt wurde. Philosophen aber behandelten durchaus gesellschaftliche und soziale Probleme: Es entwarf FRANCIS BACON den auf Wissenschaft aufbauenden Idealstaat "New Atlantis", schrieb THOMAS HOBBES nach seinen Erfahrungen in der englischen Revolution über die Notwendigkeit eines starken Staates ("Leviathan"), begründete der Niederländer HUGO GROTIUS das Völkerrecht.

Bei FRANCIS BACON wird in Erörterungen seines "Novum Organon' (1982, S. 99) deutlich, wie sehr ein dem 'Neuen' zugesandter Intellektueller den Ausgleich zwischen Glauben und neuen Erkenntnissen zu meistern, den "Aberglauben und einen blinden und maßlosen Religionseifer" abzublocken sucht (S. 98/99). Die Wahrheiten der christlichen Religion solle man "nicht aus den Prinzipien der Philosophen" ableiten, denn "dabei vermischen sie Göttliches und Menschliches, was sich nicht verträgt" (S. 99). Aus aller neuen Erkenntnis solle aber "dem Glau-

ben" gegeben sein, "was dem Glauben gebührt" (S, 15). Nicht nur KEPLER, auch NEWTON, BOYLE und der etwa als Chemiker wirkende BOERHAAVE (R. KNOEFF 2002) in Leiden ließen auch in naturwissenschaftlichen Werken viele Gedanken über die **Religion** einfließen und es ist sicherlich nicht gerechtfertigt, den neue naturwissenschafltiche Ideen und Entdeckungen ausbreitenden Naturforscher von dem Fast-Theologen, ja auch dem Alchemisten und Anhänger antiker Philosophien zu trennen, da sich die Dinge oft durchdringen. NEWTON sah **Gott noch in der Natur** wirken, für BOERHAAVE (R. KNOEFF 2002) benutzte er vor allem Feuer, das ja als eines der Elemente galt. Im 17. Jh. suchten viele bedeutende Gelehrte ihren Gott, auch gegen Behauptungen von der Sterblichkeit der Seele durch radikalere Führer in der englischen Revolution. Es wurde, wie HEISENBERG (1973, S. 111) rückschauend feststellte, 'Gott so hoch in den Himmel entrückt, daß es sinnvoll schien, die Erde als unabhängig von Gott zu betrachten, was eine christliche Form der Gottlosigkeit gewesen wäre.

Die Überzeugung von der Gesetzmäßigkeit in der Welt, in der Natur, führte auch nun zu einem regelrecht neuartigen Gottesbild. Für den Anfang der Dinge schien ein Schöpfer weiterhin unabdingbar. Aber nicht der Gott der Orthodoxen mußte es fernerhin sein.

**Nicht durch "Wunder"**, durch Abweichungen vom normalen Weltgeschehen, sondern durch die **Ordnung, die Gesetzmäßigkeit in der Welt** und das Fehlen von Chaos offenbare sich Gott und seine Größe, zeige sich der weise Weltenschöpfer, der Macher der Weltmaschine. Es gab keine "Wunder", es sei denn die Natur und ihre Existenz, ihre Phänomene, ihre Ordnung wurden als Wunder bezeichnet. Das war wohl nicht nur eine etwas freiere Interpretation der Bibel, das war eine regelrecht neue Religion, auch, wenn diese Anschauung so nicht bezeichnet wurde. **Gott wurde gesetzesgebunden wie ein konstitutioneller Monarch**. BODIN (E. HINRICHS 2000) hatte 1576 auch einem irdischen Staatslenker als Souverän im Interesse des Staates noch zugesprochen, auch von ihm selbst erlassenen Gesetzen nicht unterworfen zu sein, wenn auch unterworfen dem Recht. Die geänderte Religion mit dem konstitutionell gebundenen Gott widerspiegelte das Denken in der Wissenschaft, ja widerspiegelte die wenigstens angestrebte soziale, die gesellschaftliche Ordnung. Die Religion wurde umgekrempelt, sie wurde ein **Produkt von neuer Wissenschaft** und Staatsordnung. Von Christus wurde kaum noch gesprochen. Gott war am Anfang wirksam. Aber nun mischt er sich nicht mehr ein. Die Welt folgt nun wie ein aufgezogenes unermüdliches Uhrwerk den ihr eingegeben Gesetzen. Das war der englische **Deismus**. Es erscheinen die Begriffe "Deist" 1677, durch TOLAND "Pantheist" um 1720 (W. und A. DURANT 1966). "God alters no law of Nature" wird JOHN PRESTON, der puritanische Master des Emmanual College in Cambridge zitiert (S. MASON 1989, S. 8). Von RICHARD

SIBBES, Master of St. Catharine's Hall, Cambridge, wird wiedergegeben: "We must not expect that God should alter his ordinary course of Providence for us" (ebenda). Ähnlich argumenrierte 1625 GROTIUS, der Begründer des Völkerrechts: "God's Power does not extend to making true a proposition that is inherently self-contradictory." "... even God, then, cannot cause that two times should not make four" (ebenda). ALBRECHT VON HALLER (zit. bei M. KEMPE 2005, S. 255) dichtete 1729 über NEWTON

"...

Und schlägt die Tafeln auf der ewigen Gesetze,

Die Gott einmal gemacht, daß er sie nie verletze."

Auf natürliche, aber auf Gott zurückgehende Weise war die "Ordnung" der einmal göttlich geschaffenen Welt gewährleistet (R. und D. GROH 1998). Nach den von Gott gesetzten Bedingungen **hatte die Welt Autonomie gewonnen**, funktionierte durch ihre **Selbstbewegung**.

Es setzte sich dann weithin die Auffassung durch, wie sie in 1733 (Spalte 166) in ZEDLERs 'Universal-Lexikon' beim Stichwort "Blitz" erscheint: "Wir als Christliche Weltweisen wissen, daß Gott, als der erste Urheber aller Dinge, zwar alles zuzuschreiben sey, doch so, daß man, wo die ordentlichen Wege der Natur annoch Statt finden, seinem unmittelbaren Beytrage nichts zuschreiben müsse." Das heißt: daß es Blitze überhaupt gibt, hat **in Gott seinen letzten Grund**, aber **das reale gegenwärtige Phänomen**, der reale gegenwärtige Blitz kommt **durch erforschbare, erklärbare Ursachen** zustande, durch einen"**sekundären**" **Faktor** oder "sekundäre" Faktoren – und diese unterliegen der naturwissenschaftlichen Forschung.

In England etwa wurde so noch im 19. Jh argumentiert, etwa für die Erdgeschichte nach den "sekundären Faktoren" gefragt. Gott war die '**primäre 'Ursache**'. In der Natur herrschten die gottgeschaffene, erforschbaren '**sekundären Ursachen**'. Und Kirchen und Gläubige, welche die moderne Naturwissenschaft nicht in Frage stellen wollen, denken noch im 21. Jh., so, wobei das auch angenommene, vielleicht durch Gebete erhörte Eingreifen Gottes oder christlicher Gestalten wie Maria und die Heiligen eine kritisches Problem wäre.

Aber wenn angeblich Gott nur am Anfang der Dinge stand und sie dann laufen ließ, dann mochte der Glaube leiden, dann galt nicht, daß Gott immer auch gegenwärtig sei, und mußten Wunder, wie sie die Bibel mitteilte, bezweifelt werden. Es gab Forscher, in der Renaissance schon MERSENNE, dann NEWTON und BOYLE, welche **immer wieder einmal göttliche Eingriffe** und nötige Korrekturen in die Weltmaschine annahmen (S. SHAPIN 1998, S. 174 ff.) und so

Gottes Weiterwirken möglich war. BOYLE (zit. S. SHAPIN 1998, S. 175) bedauerte, daß "... viele Atheisten der Natur so viel zurechnen ..., halten sie es für unnötig, bei der Erklärung der in der Welt anzutreffenden Phänomene auf eine Gottheit zurückzugreifen." Die Notwendigkeit von zeitweiligen Eingriffen bedeutete jedoch auch Grenzen der göttlichen Schöpfung und LEIBNIZ widersprach. Angenommen wurde auch: Statt der vorhandenen hätte Gott auch eine andere Welt mit anderen Gesetzen schaffen können. Die vorhandene Welt war vor Gott nur eine mögliche Welt. Die Welt war nicht rational, deduktiv, aus dem Geiste zu rekonstruieren, sondern mußte durch Erfahrung enthüllt werden. Für NEWTON sollten wenigstens einige auserwählte Menschen tiefen Einblick erhalten können, für BOYLE schien das weniger sicher. Gott hatte für BOYLE (O. KRÄTZ 1991) all den anzunehmenden kleinsten Partikeln der Materie ihre Bewegung ursprünglich aufgeprägt. Alle Bewegung mußte einen Ursprung haben. Die Aktivität der Materie bezeugte Gott. Nach etwa NICOLAS MALEBRANCHE jedoch wirkte Gott bei jedem Vorgang auch heute mit. Es wurde auch dem Bibelspruch (Weisheit 11, 20) zugestimmt, daß Gott alle Dinge nach Zahl, Gewicht und Maß geschaffen habe.

Der Deismus beeinflußte stark VOLTAIRE, der von Mitte Mai 1726 bis 1729 sich in England aufhielt. Bei manchen Gelehrten wird und bleibt es auch üblich, religionsneutral von der "**Natur**" zu sprechen.

**Veränderungen** waren offensichtlich, der Wechsel der Jahreszeiten etwa. Aber es sollte **keine Entwicklung in einer bestimmten Richtung geben**, **keine Irreversibiliät**. Alle Dinge blieben im Grundsätzlichen wie sie waren. Metamorphose der Insekten ja, aber diese Metamorphose lief stets so ab wie sie bei der Schöpfung eingeprägt war.

Ansonsten: Religion, **Glaube kennt keine Hypothesen**, keine vorläufigen und gar grundsätzlich zu korrigierenden Ansichten! Zweifel am Dogma gelten als nicht zulässige Zweifel an der Religion überhaupt. Es darf keinen Glauben im Eigenbau geben. **Religion und Wissenschaft gehen völlig unterschiedliche Wege** und dennoch haben sich viele Gelehrte immer wieder auch der Religion gebeugt.

## Zusammenhang von Naturwissenschaft - Philosophie - Religion - Politik - Aufklärung

Der 'Geist' der **Naturforschung**, die Wertschätzung von neuen Befunden, Entdeckungen, auch dem Auffinden kleinerer Dinge wie neue Drüsen im Menschenkörper, durchdrang die gebildeten Menschen **verschiedenster Anschauung**, und mancher Forscher wie auch Philosoph kam auch aus sozial tiefer stehenden Kreisen. Naturforscher kamen aus den Reihen der Agnostiker wie jenen der Deisten und

ebenso der Religiösen. Der so erfolgreiche Naturforscher BOYLE ist nur einer der bedeutenden Entdecker mit tief religiöser Weltanschauung. Anerkennung für sachliche Entdeckungen dem, welchem Anerkennung gebührt. **Sachliche Naturforschung überbrückte vieles in den Weltanschauungen**.

Immer wieder findet sich in der Geschichte der Wissenschaften, daß bei Betrachung einzelner Forschern **sich verschiedenste Ideen-Verbindungen** zeigen, **wissenschaftlich, philosophisch, politisch**. Der wissenschaftliche Erfolgreiche mit Staats-, ja Monarchentreue, der wissenschaftlich Erfolgreiche Konservative und gern als "reaktionär" beschimpft, der Religiöse mit wissenschacftlichem Fortschrittsstreben, der Liberale mit Staatstreue, der wissenschaftlich erfolgreiche politische Revolutionär, der neben seinen wissenschaftlichen Leistungen moralisch Einwandfreie oder dessen Gegenteil und anderes. Es ist daher kaum möglich, daß ein modernes politische System bestimmte Wissenschaftler der Vergangenheit als ihr besonderes "Erbe", "Vorbild", "nachahmungsgeeignet für die Jugend in jeder Beziehung" heraushebt.

Die führenden Philsophen waren meistens am wenigstens an sachlicher, zeitaufwendiger Forschung beteiligt und ihnen lag offensichtlich an geistvollen Bemerkungen und raschen literarischen Entwürfen mehr als am Beschmutzen der Hände mit Chemikalien oder dem Blut sezierter Tiere. Nun gut! Der 'Geist' der Philospophie war auf jeden Fall der Wissenschaft und auch der Forschung zugewandt. Nur für Überheblichkeit von Philosophen hat kein Grund bestanden und besteht wohl keiner. Gerade die Aufklärer schätzten die Naturforscher, auch wenn diese kaum selbst exakte Forschung betrieben, als weltanschauliche Grundlage der nicht mehr von Gott und Hexen und Aberglauben befallenen Menschen. Mancher Philosoph hat immerhin Probleme formuliert.

In den **verschiedenen politischen Systemen**, außer dem Englands mehr oder weniger "absolutistischer" Fürstenstaat, gewöhnte man sich auch an Wissenschaft und Naturwissenschaft, und auch unter den Herrschen fanden sich großzügige Geldgeber, Mäzene, Verwerter des eingezogenen Steuergeldes selbstverständlich. Manchmal waren vor allem in der Folgezeit Könige und Herrscher gegenüber wissenschaftliche Forschung großzügiger als es die späteren Demokratien waren. Und nicht nur bei "angewandter", "praktisch nützlicher Forschung".

Der italienische Soziologe PARETO hat betont, daß in Revolutionen ein Elitenwechsel stattfindet. Die "Wissenschaftliche Revolution" war nun nicht ein solcher rascher Prozeß wie etwa die politische Französiche Revolution. Aber von einem **"Elitenwechsel" bei den führenden Wissenschaftlern** kann man auch sprechen: Wenigstens zum Teil und unterschiedlich, weg vom Geistlichen als Gelehrter zum Arzt wie AGRICOLA, zum Pharmazeuten, Juristen, Stadtschreiber, Schul-

mann.

## Mehr Zweifel an den religiösen Überzeugungen überhaupt - Relativität der "Wahrheit": Frühaufklärung

Je mehr sich Auffassungen im Wandel zeigten, desto mehr wurde bewußt, daß es keine "ewig" gültigen Erkenntnisse, ja kaum immer unverändert bleibende sachliche Kenntnisse gab und geben konnte. Was in der wissenschaftliche Forschung nicht zu umgehen war, berührte aber ebenso die Politik, namentlich die Zustimmung zu den seit der Antike ohnehin immer wieder einmal anderen bestimmten Regierungssystem, und namentlich zur Religion. "Gottes Wort", das "Wort" der Bibel sollten ewig gültige Wahrheit sein. Oft genug hatten kirchliche Synoden und Päpste Eigenes hinzugefügt. Die Reformation, in ihren verschiedenen Richtungen, veränderte manches. Etwa den Kult um die "Gottesmutter" Maria. Aber die christliche Religion insgesamt war nicht in Frage gestellt.

Mit der Relativierung der Ansichten namentlich auch im Erdbild und in den Wissenschaften kam es zu grundsätzlichen Zweifeln an den überlieferten religiösen Lehren. Ja wurde Toleranz gegenüber anderen Ansichten einfach logisch. Teile der englischen Oberschicht, namentlich der Adel, und dann auch der Adel in Frankreich, waren nicht nur Deisten, sondern auch **Atheisten**. Spotteten über den Glauben (W. und A. DURANT 1967). Der Adel Frankreichs mochte auch noch an seine näheren Vorfahren denken, welche in harten Kämpfen, die zwischen dem "Staat" und der **Fronde** des Adels, sich dem Staate, vor allem dem des LOUIS XIV., unterwerfen mußten. Und die Kirche hatte auf des Königs Seite gestanden. Aber es gab auch noch Verteidiger des Glaubens, auch in England. Im Interesse von Moral und Gehorsam sollte die Religion im Volke erhalten bleiben. Und der in vielem frivole oder auch mehr lebens- und liebeslustige französische Adel mußte in der Tat ab 1789 dem in vielem fromm gebliebenem, oft in Elend gebliebenem Volke weichen. Ein Menetekel, das immer wieder verkannt wurde. Nun war das Jammern um die verlorenen Zeiten groß. War wohl auch die Angst, welche im England der ersten Hälfte des 19. Jh., dem aufkommenden 'victorianischen' Zeitalter, so ängstlich darauf sehen ließ, in der Natur wieder göttliches Wirken nachzuweisen, in den 'Bridgewater Treatises', und DARWIN und anderen Schwierigkeiten zu machen drohte..

### Philosophen für die Erkenntnistheorie, Ansichten über die Gewinnung von Wissen

Ehe viel entdeckt worden war, machten sich Philosophen wie auch manche als Naturforscher zu sehende Leute und das wie im Altertum viele Gedanken darüber

wie man zu Erkenntnissen kommt und sie sichert. Auf das Aufstellen von Sätzen, Gesetzen, ja der Feststellung von Phänomen, folgte das "**reflexive Denken**" auch über den Inhalt der Wissenschaften, ihren Wahrheitsgehalt, gab es also "metatheoretische Bemühungen", das "**Denken über das Denken**", ein "Denken zweiter Ordnung" (Y. ELKANA 1987, S. 52 ff.). Und das geschah, noch ehe viel von dem festgestellt worden war, was die sachlichen Wissenschaften ausmachte, die Phyik, die Chemie, die Erkenntnisse über die Lebewesen. Etwa JOHN LOCKE, (s. 2006) der einen 'Versuch über den menschlichen Verstand' verfaßt, **1690**, wird erklären, daß es sein Ziel ist "Ursprung, Gewißheit und Umfang der menschlichen Erkenntnis zu untersuchen" (2006, S. 22), wie sie zustandekommt in jenem 'Verstand', mit dem wir die 'Dinge' sehen und dennoch über diesen Verstand und damit "uns selbst so sehr im Dunkeln ... gelassen werden(S. 22). Das Gehirn, seine Leistungsfähigkeit und auch seine Grenzen und auch seine die Erkenntnis mitbestimmenden Struktuten wurden also erörtert. Verzichten konnte darauf der irische Bischof BERKELEY, wenn er annahm, in seinem 'Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge" von **1710**, daß die Existentz der äußeren Dinge nur in ihrem Wahrgenommenwerden bestehen, alle Empfindungen unmittelbar nur eingegeben sind und in vereinfachter Konsequenz gar nicht aus einer realen Außenwelt stammen, das 'Leben mit allen Empfindungen 'nur ein Traum' ist. Aber bei der Frage nach dem Gehirn ging es ansonsten darum, was es widerspiegelt, oder auch nur gebrochen und verändert von den Sinnesempfinungen widergibt..

Im einzelnen: Wie Wissenschaft zu Erfolgen kommt, beschäftigte stark FRANCIS BACO(N) VON VERULAM, er, der auch englischer Lordsigelbewahrer war. Sein Werk 'Novum Organon' von 1620 (dtsch. s. 1982) gilt hinsichtlich seines Verstädnnisses von Erkenntnis als sein entscheidendes Werk. Zum einen prüft er, welchen Irrtümern Erkenntnis ausgesetzt ist, wie man nur wie an Höhlenwänden etwas von der Außenwelt wahrnimmt. Mit BACON ist dann die Methode, die Herangehensweise des **Induktivismus** verknüpft. Sie besagt, daß aller tieferen Erkenntnis Tatsachen-Erschließung vorangehen muß, daß nur Tatsachen zu Theorien führen, An eigener Tatsachenerschließung war BACON selbst nur randlich beteiligt. Er wünschte aber, ein möglichst vollständiges Verzeichnis der naturgeschichtlichen Tatsachen, einen 'Katalog, eine Kompilation', auch der vom Menschen 'gebundenen und gezwungenen' Natur, auch der 'Irttümer'. Es gäbe, also 1620, einen "allzu geringen und falsch eingeschätzten Bestand Erfahrungswissen" (zit. b. S. SHAPIN 2001, S. 67). Das zu ändern sieht dann bei BACON (1982, S. 11 ff.) so aus, daß er, um mehr über Wärme zu erfahren, alle ihm bekannten "Fälle" vorlegt, "denen die Eigenschaft des Warmen zukommt und listet dann auf unter anderem: die "Sonnenstrahlen", "die zurückgeworfenen und die zusammengedrängten", "3. feurige Lufterscheinungen", "4. zündende Blitze", .., "8. heiße natürliche Quellen",..., "11. trockene heiße Winde ... ", die nicht jahreszeitlich bedingt sind, "12. in un-

terirdischen Höhlen eingeschlossene Luft, namentlich zur Winterszeit", ..., "15. die Funken, die aus Kieselstein oder aus Stahl durch starkes Anschlagen herausspringen", 25. Kräuter, die sich grün normal anfühlen und im Munde wie Feuer brennen. Und andererseits werden angeführt, helle Dinge, die "nicht als warm empfunden" werden, so die Strahlen der Sterne, der zur Überprüfung auch mit Brennspiegeln (S. 155) eingefangenen Strahlen Mondes, die Strahlen der Kometen (S. 153), die fehlende Erwärmung höherer Berge auch bei Sonnenschein (S. 154). Bei aller Achtung von solch fleißiger Zusammenstellung, das 'Wesen der Wärme' wurde auf diesem Wege nicht geklärt, sondern durch einzelne klare Versuche, zu Anfang des 19. Jh. durch RUMFORD. Auch das Fallgesetz, bei GALILEI, wurde nicht gefunden, weil man massenweise Fälle vom Fallen von Körpern zusammengestellt hätte, bei Windstille, bei Wind, bei Tag oder Nacht, auf Bergen oder in Schächten und wo sonst. Aber BACONs induktivistisches Bemühen offenbart das heiße Bemühen, irgendwie zu tieferen Erkenntnissen zu kommen, die über Beschreibung hinausgehen und dennoch von eingehender Beschreibung, Fälle der Wärmebildung etwa, ausgehen müßten. Zu BACONs Vorstellungen der Erkenntnisgwinnung aus Erfahrungswissen rechtfertigten auch die Kuriositätenkabinette (S. SHAPIN 2001, S. 70). Auch Regierungen könnten nicht ihre Maßnahmen aus Straßengeschwätz ableiten (S. SHAPIN 2001, S. 67). VOLTAIRE (s. 1981, 3, S. 44. 1733) wird später ironisch sagen: "Der Lordsiegelbewahrer kannte die Natur noch nicht; indes kannte er alle Wege, die zu ihr führen, ..." Und im 20. Jh., 1946, notierte LUDWIG WITTGENSTEIN, daß BACON kein großer Denker war, aber Visionen verkümdete, jedoch wer nur Visionen hat muß "großartig" im Versprechen, "im Erfüllen ungenügend sein" (zit. bei M. HAGNER 2001, S. 41). Ohne Auswertung von Erfahrungswissen anderer und sogar von manchmal zweifelhaften Reiseberichten kam man natürlich nicht weiter, aber Kritik und Skepsis durften nicht ausgeblendet sein. Die Entdeckung, die Erfassung des Luftdrucks mit dem **Barometer** offenbarte besonders deutlich, wie man den Dingen nachgehen mußte, denn der Luftdruck nicht fühlbar (S. SHAPIN 2001, S. 66) und besteht in veränderlicher Stärke dennoch. Der Terminus "Barometer" des von TORRICELLI erfundenen Gerätes wird dabei BOYLE, um 1663, zugeschrieben. COPERNICUS wurde etwa von GALILEI dafür gelobt, daß er mit seinem Weltbild die Vernunft über die Sinne gewinnen ließ (S. SHAPIN 2001, S. 74). BACON gegenüber war DESCARTES der Rationalist, der Mann der **Deduktion**. Die Mathematik benötigt keine Sinneserfahrungen. Von vermeintlich sicheren Annahmen her soll gemäß DESCARTES das Wissen abgeleitet werden können. Man sollte alles bezweifeln und dabei zu Grundätzen kommen, die sich nicht bezweifeln ließen und so wären die "Grundlagen der Philosophie gefunden" (S. SHAPIN 2001, S. 91). Weil man denkt, sollte die eigene Existenz bewiesen sein, und die Annahme der Existenz Gottes wäre eben so sicher. Alles und andere mit dem von VOLTAIRE (1981, 3, S. 48. 1733) verspotteten Ergebnis: "Unser Descar-

tes, auf die Welt gekommen, um die Irrtümer der Antike aufzudecken, aber auch, um die seinen an deren Stelle zu setzen." So sah man in Frankreich, wo vielen DESCARTES galt vieles anders als in England, mit seinem NEWTON (S. 70). Aber die Erklärung des Regenbogens durch DESCARTES spricht auch wieder in manchem für ihn.

Das Entgegengesetzte wie DESCARTES betonte JOHN LOCKE der Vertreter des **Sensualismus**, mit der Annahme der menschlichen **Seele als "tabula rasa"**, als unbeschriebenes Blatt, auf der erst Sinneseindrücke und innere Empfindungen wie Hunger und Schmerz etwas hervorbringen konnten. Es gibt für LOCKE kein göttlich vorgegebenes metaphysisches Weltbild, aber immerhin ein die Sinneseindrücke ordnendes, also in seiner Struktur nicht einflußloses Gehirn. Es war klar, daß ein menschliches Gehirn mit seiner spezifischen Struktur und nicht irgendeine Materie es war, welche als 'Tabula rasa' funktionierte, also die Einsicht in den vorgebenen Gehirneigenschaften nicht ausgeklammert werden konnten. Letzteres sahen andere Philosophen deutlicher. Die eingeprägten Sinneseindrücke betrafen Einzeldinge, also LOCKE lag auf der Linie des Nominalismus. LOCKEs 'Essay concerning Human Understanding'/'Versuch über den menschlichen Verstand', erschienen zuerst **1690**, wird zum lange Zeit führenden Werk in Philosophie und Psychologie, namentlich der Erkenntnistheorie. DESCARTES hatte die Gottesvorstellung als angeboren betrachtet. Aber LOCKE will aus Reisebeschreibungen von fernen Völkern, etwa von Siam (2006, S. 92), wissen von unterschiedlichsten, ja auch fehlenden religiösen Bekenntnissen bei entfernten Völkern. Das widerspräche einer angeborenen Gottesvorstellung, wie sie in Europa besteht und auch hier unterschiedlich ist. LOCKE kann nicht der Ansicht zustimmen, daß als in 'allgemeiner Übereinstimmung' angesehene Ansicht deshalb angeboren sind. Kinder und Idioten haben diese Ansichten nicht (2006, S. 31). Religiöse Auffassungen waren also anerzogen, sondern "durch Denken und Überlegen und durch den rechten Gebrauch ihrer Fähigkeiten erworben ..." (S. 92). Toleranz gegenüber jenen, die anderes 'eingepägt' bekommen haben, war also abzuleiten.

Anders wieder LEIBNIZ (W. und A. DURANT 1966, S. 680), der sich 1693 mit LOCKEs Ansichten auseinandersetzte, und gelangte zu der anderen Schlußfolgerung, "daß alle Gedanken und Tätigkeiten unserer Seele aus ihrem eigenen Grunde stammen, und ihr ... nicht durch die Sinne gegeben werden können" (zit. bei H. MÖLLER 1986, S. 52). LEIBNIZ war wie DESCARTES auch Mathematiker. Die Seele enthalte von Anfang an die Prinzipien mancher Begriffe und Lehrsätze, und äußere Dingen dienen dazu, sie zu erwecken, auch zu präzisieren. Wenn Fremde andere Gottesvorstellunge haben oder Kinder noch keine, dann weil die Dinge noch aus bestehender Verworrenheit geordnet werden müssen. Klar wären in die Seele eingegeben das **Prinzip des Widerspruchs**, also die Ansicht, daß sich wider-

sprechende Feststellungen nicht gleichzeitig wahr sein können, und das **Prinzip des zureichenden Grundes**, daß also nichts ohne Grund geschieht. KANT mit der Annahme von a priori-Kategorien im Geist hatte also seinen Vorgänger. Die 'unvernünftigen' Tiere sollten allerdings nichts in ihrer Seele vorgegeben haben, wären dann also reine Empiriker. Der Vergleich mag sehr profan sein, aber wirkt, von LEIBNIZ selbst gegeben, recht einprägsam: Magen und Darm verdauen Speisen wegen der in ihnen liegenden vorgegeben Eigenschaften, also, mit anderen Worten, der nicht erst durch Außeneinwirkungen gegebenen Drüsen, welche durch die Speisen von außen nur stimuliert werden. So sollte sich also der Geist verhalten, Der LOCKEschen Tabula rasa-Vorstellung hing dann im 18. Jh. namentlich auch DIDEROT an. Und auch VOLTAIRE (1981, 3, S. 323) war hinsichtlich der Religion klar, daß wenn die Kinder mit einer klaren Vorstellung von Gott geboren würden, hätten sie eine solche, und das Ergebnis dieses Fehlens war, daß sich die Menschen über ihre religiösen Vorstellungen eben nie einig waren. Nur Toleranz konnte hier bestehen.

Gerade LOCKE (W. und A. DURANT 1966) mit seinem Sensualismus machte sich folgerichtig Gedanken auch darüber, **was** 'wir' denn überhaupt '**wahrnehmen**', von was unsere **Sinnesorgane erregt** werden. Damit berührte er die Naturwissenschaften, die Physik und die Physiologie, die in diesen Fragen bis heute das entscheidende Wort mitsprechen. Und LOCKE brachte wieder vor den Unterschied zwischen den **'primären' und den 'sekundären' Qualitäten**. 'Primäre Qualitäten' sind Dichte, Ausdehnung, Gestalt, Zahl, Bewegung oder Ruhe. Die sekundären Qualitäten sind nicht in den Dingen an sich, sondern werden infolge der primären Qualitäten in uns hervorgerufen: Farbe, Geschmack, Geruch, Ton, Wärme.

VOLTAIRE (1981, 3, S. 44 u. a.) sah die Suche nach **bindenden Methoden** bei der Suche nach Faktenenentdeckungen sehr **viel lockerer**, Er betonte die Rolle des Zufalls bei Entdeckungen, etwa mit verweis auf COLUMBUS (S. 44) und meinte (S. 41): "Alle Künste verdanken sich einem mechanischen Instinkt, den die meisten Menschen haben, und keineswegs der vernünftigen Philosophie.

Die Entdeckung des Feuers, die Kunst, Brot zu backen, Metalle zu schmelzen und aufzubereiten, Häuser zu bauen, die Erfindung des Weberschiffchens sind von ganz anderem Nutzen als Buchdruck und Kompaß; dennoch wurden diese Künste von noch ungesitteten Menschen erfunden:"

Neue Gedanken zur Erkenntnisfähigkeit waren dann verknüpft mit realen Erfahrungen, wenn im 18. Jh. sich DIDEROT der Frage nach den **Leistungen der Sinnesorgane** annahm, so in dem "Brief über die Blinden zum Gebrauch derer, die sehen" von 1749 und dem "Brief über die Tauben und Stummen zum Gebrauch

derer, die hören und sprechen" (W. und A. DURANT 1967). Leute, die ihren Sinne erst lange nach der Geburt erhielten interessierten stark.

Die Philosophen wurden augenscheinlich immer skeptischer, und HUME erörterte, 1737 und 1748, also im 18. Jh. ob nicht auch die **Kausalität** nur **eine Konvention** ist, weil wir immer wieder Ursache und Wirkung erfahren, das sogar in der gleichen Weise, aber nicht begründen können, weshalb, und damit also Kausalität nicht eine a priori-Kategorie ist. Dann gab es also **keine festen Naturgesetze**. Daß man sich im täglichen Leben und auch in der Wissenschaft nicht von solchen theoretischen Überlegungen niederdrücken lassen kann, war auch HUME klar. Und die Forscher suchten weiterhin 'Gesetze'.

Im Zusammenhang mit den philosophischen Werken, ob HOBBES, LEIBNIZ oder LOCKE und andere, werden auch immer wieder die bis heute **grundlegenden Begriffe** der **Psychologie** erörtert und finden ihre Definitionen, so: Wahrnehmung, Empfindung, Ideen, Ideenassoziation, Emotion, Gedächtnis, Wille, Freier Wille, Überlegung, Verlangen, Furcht, Neigung, Abneigung, Begierde.

NEWTON gehörte zu jenen selbst als Entdecker tätigen Gelehrten, welche sich Gedanken über die Wissensgewinnung machten. So.in seinem Werk zur Optik.

Allgemeine und philosophische **Gedanken**, welche die Denkenden im 18. Jh. bewegten, kehrten **immer wieder**. Manchmal verwaschener als im Original. So bei "Nature and Nurture" oder der "Willensfreiheit". Aber auch die weiteren naturwissenschaftlichen Erkenntnisse haben kurze prägnante Aussagen schwieriger gemacht.

Einst wurde **Psychologie** zum Verstehen bedeutender Persönlichkeiten kaum erörtert. Mit der modernen Mentalitätsgeschichte aber ersteht die Frage, warum haben manche Denker ungeachtet persönlicher Gefahren es vorgezogen, ihre Sicherheit, etwa gegenüber der Inquisition, hinter die Verkündgung ihrer Ansichten zurückzustellen? Wie von einem göttlichen Auftrag der Relgionsstifter erfüllt. War das ein angeborenes Streben nach Verwirklich der Persönlichkeit, der Selbstachtung, das Streben nach Anerkennung vielleicht bei besonders geschätzten und ebenfalls aufsässigen Personen, der Thymos oder gar die Megalothymia HEGELs (F. FUKUYAMA 1992)? Mit den geistigen Neuerungen gab es bei vielen grundsätzlich eine andere "**psychische Disposition**".

## Erörterung von Grundproblemen, Schaffung eigener metaphysischer Weltbilder, auch fern der Experimentelergebnisse

Kaum einer der großen Philosophen kann sich von der Vorstellung lösen, daß **hinter allem in der Welt ein Gott** steht, ob nun als einstiger, die Welt mit seinen Gesetzen ausstattender Schöpfer oder noch immer mit Eingriffen tätig. Ja in vielen Äußerungen der führenden Philosophen ist immer und immer wieder von diesem Gott die Rede, bei DESACARTES, bei LEIBNIZ mit seiner 'prästabilisierenden Harmonie', bei PASCAL sowieso, beim jungen KANT 1755. Selbst der im Zweifel nach Gewißheit suchende DESCARTES meint in den 'Discours', "daß die religiösen Wahrheiten dem methodischen Zweifel entzogen seien; daß sie, als etwas Unantastbares "bei Seite gesetzt" werden müßten" (E. CASSIRER 1995, S. 206). HEGEL wird später von vielen Philosophen des 17. Jh. im Unterschied zu seiner eigenen Zeit feststellen: "Früher hatte der Geist darin sein höchstes Interesse, von Gott zu wissen und seine Natur zu ergründen" (zitiert bei E. FRIEDELL 2009, S. 1195). Von immateriellen Prinzipien ferngehalten hat sich im 17. Jh. unter den Philosophen und Historikern HOBBES. VOLTAIRE (in 1981, 2, S. 251/1762)bezweifelt einmal, daß die Philosophen ihre eigenwilligen Weltbilder allzu ernst nahmen, sondern sie auch beschmunzelten: "Glauben Sie mir. Leibniz schmunzelte über seine Monaden und seine prästabilisierte Harmonie."

Vielfach werden bestimmte Namen von Philosophen oft allzu verkürzt mit bestimmten grundlegenden Auffassungen über die Welt verbunden, das heißt mit Ansichten über die Materie, die Natur. **Die grundlegende Probleme** der Welt und auch der Natur wurden mit der Zeit **ziemlich vollständig angesprochen**. Sie waren vielfach schon von früher übernommen. Allgemeine Prinzipien suchten und stellten vor schon die antiken Naturphilosophen. Solche allgemeinen Prinzipien blieben andererseits im Gedankengut bis in unsere Tage, immer wieder einmal neu aufgeworfen. Für die heiterer gestimmten Philosophen soll zitiert bei DIDEROT (zit. bei W. und A. DURANT 1967, S. 641) MONTAIGNE gesagt haben, daß Gott die Welt den Philosophen als einen Ball zum Spielen überlassen hat.

Von LEIBNIZ (W. und A. DURANT 1966) stammt das Konzept, daß **keine zwei Wesen in der Welt völlig gleich** sind. Also, um ein LEIBNIZ-Beispiel zu bringen, daß keine zwei Eichenblätter einander gleichen. Es gilt die völlige **Individualität** natürlich auch für Menschen. Aber dieses **Individualitäzskonzept** wurde heruntergeführt bis zu den Monaden, den kaum verstehbaren Kraftzentren, die an Stelle der Atome die Welt bilden würden. Wie "klein", wie teilbar, konnte Materie werden - aber hier eben verwendete LEIBNIZ andere Begriffe. Ein bis in die neueste Zeit erörtertes Problem war das nach **Kontinuität oder Diskontinuität** der



Abbildung 1122: LEIBNIZ. Leipzig.

Dinge. LEIBNIZ vertrat die Kontinuität. "Die Natur macht keine Sprünge". Nicht ohne Grund war LEIBNIZ neben und unabhängig von NEWTON Begründer der Infinitisimalrechnung. LEIBNIZ verwies auch auf die ununterbrochene, durch eine unendliche Zahl von Zwischenstufen verbundene Reihe bei den Lebewesen. Die Menschen also verbunden mit den Tieren, diese mit den Pflanzen und noch weiter nach unten mit den 'Fossilien' (zit. bei W. und A. DURANT 1966, S. 689). Das war die Verknüpfung von angenäherter **Kontinuität mit dem Progressions-Denken**. war die **Stufenleiter**: die noch lange bestehende Idee, welche die Evolutionstheorie 'materialisierte'. Aber wie klein konnten Sprünge notfalls sein? Bis hinein in die Sprünge der Elektronen von Bahn zu Bahn in den von BOHR im 20. Jh. postulierten Atomen? **Progression** gab es bei LEIBNIZ in seiner Darstellung der Geschichte der Erde, in dem nachgelassenen, erst 1749 veröffentlichtem Manuskript "Protogaea". Angenommene **Allbeseeltheit** bis hinunter zu den Monaden sollte das Problem des Geistigen überspielen. LEIBNIZ hatte als Gönnerin die geistvolle SOPHIE CHARLOTTE, Prinzessin von Braunschweig-Hannover und ab 1684 die zweite Gattin des preußischen Kurfürsten FRIEDRICH I., ab 1701 auch König in Preußen, ihrem Manne intellektuell überlegen. LEIBNIZ kam so in Beziehung zu Berlin.

Wie geordnet war die Welt und wie kam **Ordnung** zustande. Nur als Schöpfungsakt? DIDEROT (W. und A. DURANHT 1967, S. 639 ff.) dachte, allerdings war das nun 18. Jh., 1749, daß es im Unversum als Ganzem kein Plan zu finden wäre, daß die



Abbildung 1123: LEIBNIZ-Freundin SOPHIE CHARLOTTE.

einen Teile die Hindernisse der anderen sind, Organismen von anderen Organismen verschlungen werden, auch das menschliche Auge seine Unvollkommenheiten ausweist und die einigermaßen vorhandene Ordnung zustandekam wegen des Verschwindens allzu fehlerhafter Kombinationen. Das war also eine Vorwegnahme des Selektionsprinzips!

Vielfach kann man sagen: Die Probleme blieben. Die Philosophen konnten durchaus Vordenker beim Erkennen und Formulieren der Probleme sein. Die grundlegenden Probleme hatte man seit den Tagen der Antike durch Nachdenken über Alltagserfahrungen gewonnen. Es gab also auch zu LEIBNIZ' Zeiten dazu nichts vollkommen Neues. War der Kosmos aber so etwas wie der Belustigungsball der Philosophen (W. und A. DURANT 1967).

PASCAL war sicherlich ein produktiver Mathematiker. Seine binomische Formel beweist es. PASCAL war auch ein exakte Daten gewinnender Physiker. Seine experimentelle Bestimmung des Luftdrucks zeigt dies. PASCAL war auch tief religiös. Und in seinen 'Pensees' denkt er über Unendlichkeit nach. LEIBNIZ hat es exzerpiert (s. 1986). PASCAL spricht von der **Unendlichkeit ins Große**, ins Weltall, und von der **Unendlichkeit ins Kleine**: "Denn war ist schließlich der Mensch in der Natur? Ein Nichts gegenüber der Unendlichkeit, ein All gegenüber dem Nichts, ein Mittelding zwischen Nichts und All" (S. 375). Eine Milbe könne wieder Milben haben, ihr gegenüber so klein wie eine Milbe gegenüber einem Menschen. Und die kleinere Milbe wohl wieder Milben und so fort. Im 20. Jh. werden KON-

RAD LORENZ und die Anhänger der 'Evolutionären Erkenntnistheorie' davon sprechen, daß der Mensch in seiner Evolution nur an die 'Mesowelt', also vor allem die Erde angepaßt wurde und nach dem Großen und Kleinen schließlich an Erkenntnisschranken stößt. Solche Gedanken kann man schon äußern, vielleicht regen sie auch den forschenden Gelehrten zum Nachdenken an. Solche Überlegungen fortlaufend wiederholt können jedoch auch 'unendlich' langweilig werden. Studierenden der exakten Naturwissenschaften war Philosophie dann ein Greuel. Und das, wenn PASCAL zur Selbstbetrachtung des Menschen zwischen All und Nichts etwa meinte (zitiert bei G. W. LEIBNIZ 1986, S. 375): "Wer sich so betrachtet, wird ohne Zweifel erschrecken ... " sich "gleichsam schweben zu sehen zwischen den beiden Abgründen der Unendlichkeit und des Nichts, von welchen er gleichweit entfernt ist. Er wird erzittern in der Erkenntnis dieser Wunder; und ich glaube, seine Neugier wird sich in Bewunderung wandeln und er wird geneigter sein, sie mit Schweigen zu beschauen, als mit Anmaßung zu erforschen." Der Menshc galt auch für PASCAL als denkendes Wesen, wenn auch als schwaches Rohr und es galt ihm, "die Vernunft in ihrer Schwäche und Ohnmacht zu erweisen, ihren Stolz zu brechen und sie unter den Willen Gottes zu beugen" (E. CASSIRER 1995, S. 213). Aber glücklicherweise: Das war die 'Wissenschaftliche Revolution', daß **weitergeforscht wurde**, und **immer weiter** und so doch eine wenigstens auf dem Planeten Erde ein auch manches von Weltall und der subatomaten Welt umfassendes Weltbild erstand, auf das zu Recht mit Bewunderung gesehen werden kann. Auch, wenn es Religiöse manchmal wegreden wollten. Und schließlich teilweise auch die Forschung anerkannten.

LEIBNIZ wirkt weniger zerknirscht als PASCAL, aber trotz seiner viel bewunderten Geistesmächtigkeit lobt er sich in Widerspruch zu den 'Modernen' für seine Anknüpfung an die 'Heilige Schrift' und die 'Kirchenväter' (1686 a/1992, S. 171). LEIBNIZ **lehnt jede Kritik an Gottes Schöpfung ab**, sieht in der 'Welt' die 'beste aller möglichen Welten'. Er "kann auch nicht die Meinung einiger Moderner gutheißen, die kühn behaupten, daß das, was Gott geschaffen hat, nicht letzte Vollkommenheit besitzt und daß er es hätte weit besser machen können" (G. W. LEIBNIZ 1686 a/1992, S. 170). Damit mindere man das Gott gebührende Lob, denn "warum ihn loben für das, was er gemacht hat, wenn er das genaue Gegenteil getan, ebenso zu loben wäre" (S. 170). Gott hat die "diejenige Welt gewählt, die am vollkommensten ist, d. h. die zugleich in den Hypothesen und die reichste an Phänomen ist: ..." (S. 175). Wie sehr widerspricht dem später mit DARWIN die Auffassung von der 'offenen Evolution' und all den aus ihr erklärbaren Unvollkommenheiten. Politiker verschiedenster Cöleur sprachen im 20. Jh. von dem 'Errreichten, das nicht das Erreichbare wäre' und dann davon, ' daß das Gemachte das einzig Richtige ist - altenrativlos'. Hier war also ohne Kenntnis von LEIBNIZ in die Banalität zurückgeholt, was LEIBNIZ an dem angeblich höchsten Gott

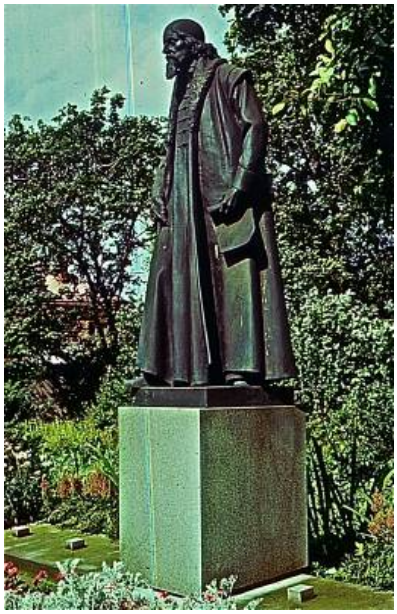

Abbildung 1124: COMENIUS. Fulnek.

debattiert hat!

**Wirklich Neues** und nicht allein wiederholte Gedanken **brachten im 17. Jh. die Naturwissenschaften, das, was durch die neuartigen Beobachtungen und Experimente erschlossen wurde**. Das war eben die 'Revolution', die 'wissenschaftliche'. Gegenüber den Fakten hatte die Philosophie, auch wenn sie im Gewande des 'gesunden Menschenverstandes' auftrat, zurückzutreten. Die Philosophen wie LEIBNIZ suchten immer noch nach einem vermeintlich tieferen Sinn der Dinge, nach eben ihrer möglichen Vollkommenheit, nach dem was vielleicht noch dahinerstand, einer 'Transzendenz'. Bei aller Hochachtung auch vor den großen Denkleistungen seit der Antike und den vielen Wiederholungen und Ergänzunen, mit den lächerlich wirkenden **Funken an geriebenem Bernstein** oder an Schwefelkugeln, **mit deren Erforschung**, kam **eine neue Welt**, Betrachtet man die Jahreszahlen einiger großer Entdeckungen, jene von GALILEI und HARVEY, dann wird deutlich, daß die Naturwissenschaften sich in vielem schon von der Vergangenheit gelöst hatten, als die "Philosophen" erst daran gingen, sich von alten Anschauungen, so der überlieferten Religion, zu lösen. Der immer wieder einmal an andere Orte hingeworfene Pädagoge und Didaktiker COMENIUS suchte reales Wissen, Kennntis der Naturdinge, auch in die besseren Schulen aufzunehmen, und war hier wohl auf dem richtigen Weg.

Etliche Philosophen und auch Dichter versuchten sich bis hinein ins 19. Jh., an einem **umfassenden Weltbild**, an einem 'Ganzen', an einem 'System', das auch

über die verfügbaren exakten Kenntnisse hinwegschritt. LEIBNIZ gehört dazu, wie später GOETHE, HERDER, HEGEL. Der Philosoph und Wissenssoziologe MAX SCHELER sah in diesen metyphysischen Systemen eine eigene Wissensform, unterschieden von den positiven, vorwiegend auch kumuliernden exakten Wissenschaften, die auch zur Kirche kaum in Konkurrenz treten könnten. Es mündet in die von exakten Forschern so geschmähte Naturphilosophie.

## Technik und Naturwissenschaft in ihrem Verhältnis

Technik, techne, gibt es seit langem, seit dem, was man als "Menschwerdung" bezeichnen kann. Das Wissen um die Gründe für das Funktionieren von Technik blieben lückenhaft. Es wurde mehr beschrieben als begründet. Und viel **Wissenschaft kam aus der Betrachtung von technischen Vorgängen**. Von der Wurfbahn von Geschossen. Aus dem Verhalten des Wassers in Festungsgräben, wie bei STEVIN, dem Begründer der Hydrostatik. Bei den längst angewandten Saugpumpen, die Wasser in Brunnen hoben und Wasser in Bergwerken mehr oder weniger beherrschen ließen, und die AGRICOLA wundervoll abbildet, jedoch deren Funktionieren erst Jahrzehnte später TORICELLI, GUERICKE und andere erklären.

Siegt dann doch die Wissenschaft? **In vielem kehrt sich das Verhältnis** zur Technik **später um**. Die **Wissenschaft eröffnet viele Möglichkeiten**: für künstliche Farben, für chemische Pharmaka, für Elektronik, für Hochleistungssorten der Kulturpflanzen und Haustiere, auch für Atombomben.

Das entwertet in vielen Bereichen den Praktiker nicht! Sein vielerorts noch vorhandenes Primat. Aber das spricht nicht gegen den Sieg der Wissenschaft!

Die Wissenschaftliche Revolution ist das eine Fundament der modernen Welt, die - später einsetzende - Industrielle Revolution das andere.

'**Beherrschung der Natur**' ist Ziel des DESCARTES. Vollkommene Berrschung entzieht sich dem Menschen, solange nicht alle Gesetze absolut gekannt sind. Partielle "Erkenntnis läßt einen mehr oder weniger großen Spielraum für alles, was uns "widerfährt", für Zufall und Schicksal (alles bei H. BLUMENBERG 1955, S. 645). Auch Herz und Gedanken können entgegen den Behauptungen der Kirchenväter in unserer Gewalt sein. Die "Dinge außer uns können nur so viel Herrschaft über uns gewinnen, wie wir ihnen einräumen."

Aber auch mit Partialerkenntnissen war schon vieles machbar! Vieles über die Elektrizität wurde erst erfahren als die Elektrotechnik schon in vollem Aufschwung war und auch für die Atombombe war 1945 nicht alles erfaßt. Zu bedenken ist auch:

**Gerade in Technik und Wissenschaft gibt es unbeabsichtige Folgen eines zunächst gar nicht als epochemachend angesehenen,** zuerst eher als harmlos wirkenden **Tuns**. HEGEL (B. SIMMS 2004) betonte die unbeabsichtigten Folgen historischen Tuns, etwas, das im Zentrum historischen Denkens, Forschens und der Lehre stehen sollte.

## Die Jesuiten im Bemühen um die Beherrschung der Bildung

Vor allem die Jugend im Sinne des Tridentiner Konzils wieder zum Katholizismus zu führen wurde das Ziel des vom Papst schließlich anerkannten Ordens, der "Societas Jesu", der Jesuiten. Mit nur religiöser Predigt allein war die Wiederbekehrung zum Katholizismus nicht zu erreichen. Die disziplinierten Jesuiten waren zu manchem Erziehungswerk geeignet. Exaktes Wissen, namentlich auch Mathematik, wurde mit dem Glauben verbunden und trug zur Annahme auch des Glaubens der schließlich verehrten Lehrer bei. In der Verbreitung von exaktem Wissen haben die Jesuiten dabei etliches erreicht. Selbst der atheistische Religionshistoriker FRITZ MAUTHNER (1920- 1923; 1989, S. 636) billigte den Jesuiten zu: "Als politische Leistung, wenn man von der sittlichen Bewertung absieht, ist einfach bewunderungswürdig, was der neue Jesuitenorden für den neuen tridentinischen Katholizismus getan hat. Niemals in der Weltgeschichte ist die Einkreisung eines Gegners mit ähnlicher Staatskunst ausgeführt worden."

1563 wurde in **Eichstätt** das "erste tridentinische Klerikal- und Studienseminar" errichtet und ebenso den Jesuiten anvertraut das alte **Ingolstädter Kollegium** /K. BOSL 1991). In **Frankreich** unterstanden den Jesuiten bis auf einige unterbrochene Jahre wegen ihrer Vertreibung etwa das berühme Lyce´e 'Louis-le-Grand' om Paris, an dem später auch ROBESPIERRE ausgebildet wurde. Eine Jesuitenschule bestand auch in Lyon.

Und in **Böhmen** nach dessen Niederlage gegen die Kaiserlichen 1620: Es war klar, daß mit Gewalt allein die **Rekatholisierung** der protestantischen Bevölkerung nicht möglich war. Zum Märtyrer hochgejubelt wurde der Priester NEPOMUK, der dem König WENZEL 1393 nicht mitteilen wollte, was er als Beichtvater der Königin von dieser erfahren hatte und der nach Folterung von der Karlsbrücke gestoßen wurde, und was um 1450 berichtet wurde. NEPOMUK und andere Heilige auf möglichst vielen Brücken, neue prächtige Barockkirchen mit sinnenbetörender, goldener und silberner Innenausstattung und schöner Musik - und eben die Jesuitengymnasien (R. J. W. EVANS 1986) mit durchaus brauchbarer Bildung: das alles **eine der wohl größten ideologischen Aufwendungen** im neuzeitlichen Mit-



Abbildung 1125: Brückenheilige für Gegenreformation.

teleuropa, **um eine Bevölkerung**, die protestantischen Böhmen, in ihrer Weltanschauung und **Religion zu ändern**, in diesem Falle zurückzugewinnen zu vorlutherische Auffassungen. Die gelehrten Jesuiten waren klug genug und wohl auch intellektuell interessiert genug, um Wissenschaft nicht zu verachten, vor allem nicht die Mathematik. Wissenschaft in für die Religion ungefährlichen Grenzen zu halten war auch Ziel. Dem im einzelnen auch nicht jeder Jesuit entsprach. All die Rekatholisierung fand für viele in Böhmen ein Ende mit dem nationalen Bewußtwerden der Tschechen im 19. Jh., als etwa der Historiker FRANTIZEK PALACKY die Hussitenzeit als die heroische Zeit in der tschechischen Geschichte ins Gedächtnis zurückrief. Welche Ideologe ist dauerhaft?

Ein von einem anderen Orden, **von den Benediktinern** getragene Universität war die von **Salzburg** 1625 (R. R. HEINISCH 1991, S. 106).

**Nie** von j**esuitisch**em Geist geprägt waren die Universitäten **im Norden**, Dorpat, Helsinki, St. Petersburg, wo lange recht freie Forschung möglich war (K. ZERNACK 2004). Die Jesuiten waren im mittleren 17. Jh. milde Beichtväter und liberal im Unterschied zu den Äbtissinnen des Zistezienserklosters **Port Royal** des Champs in der Nähe von Versailles mit seiner Äbtissin ANGELIQUE ARNAULD, das PASCAL in seine Nähe zog.

Jesuiten **missionierten**, erfolgreich oder auch nicht, in den verschiedensten Regionen der Erde. Andere Orden taten Ähnliches. Die Jesuiten folgten den erobernden, kolonialisierenden Mächten, drangen auch über die von westlichen Mächten eingenommene Gebiete hinaus. Dabei wurde geographisch einiges erschlossen. Sie gingen zu den Indianern weiter im Westen in **Nordamerika**, missionierten bei den Algonkin-Stämmen und bei den Irokesen (J. WRIGHT 2005/2006, S. 78). In besonderem Interesse standen die hochentwickelten Länder, Indien, **Japan und**



Abbildung 1126: Steyr, rekatholisiert.

**China**. Ihre Bekehrungserfolge wurden auch übertrieben. Erster und später heilig gesprochener Missionar in Asien war FRANZ XAVER (J. WRIGHT 2005/2006). Er reiste 1541 nach dem von den Portugiesen eroberten **Goa** in Indien und 1549 mit bekehrten Japanern, die er in Südost-Asien kennengelernt hatte, nach **Japan**, 5 Jahre nachdem erste Europäer dorthin kamen. FRANZ XAVIER starb 1554 auf einer Insel vor China, wohin er wollte. **China** zu bekehren reiste dorthin 1582 MATTEO RICCI, ab 1599 in Nanking, 1601 in Peking. RICCI, der die Mandarin-Sprache erlernt hatte, paßte sich auch in der Kleidung an und glänzte durch Übermittlung von Kunstuhren, astronomischen Instrumenten und wissenschaftlichen Kenntnissen. (S. 77). 1937 war auch das Jahr, Im Sinne anderer Jesuiten und von Päpsten war die Anpassung der katholischen Religion in China an chinesische Traditionen nicht und wurde 1701 und 1715 von CLEMENS XI. verurteilt. Hier zeigt sich das immer wieder auftretende Problem jeder Missionierung und Akkulturattion: **Welche Anpassung ist von den Besuchten**, denn zu Überzeugenden und zu Bekehrenden **überhaupt zu erwarten**, namentlich in den windigen religiösen Fragen. Willkommen war jedenfalls bei gebildeten Chinesen westliche Wissenschaft. Der wohl größte Gelehrte der Jesuiten war KIRCHER, der aus Europa nicht herausging, aber am Vesuv forschte. In Südamerika, im Gebiet des heutigen Paraguay, begründeten die Jesuiten einen **Indianerstaat der Guarani** unter ihrer straffen Führung, wo die Untertanen nicht machen konnten, was sie wollten. Hierher flüchteten aber auch Sklaven aus den Nachbarstaaten. Die sklavenhaltenden Nachbarn, mit in Brasilien auch Indianersklaven, die Sklavenhalter durchaus ebenso katholisch wie die Jesuiten, haben dem auch in ihrem Wesen umstrittenen 'Heiligen Experiment' (Drama von FRITZ HOCHWÄLDER

1942/1943), den '**Jesuitenreduktionen**' der ersten Häflte des 18. Jh., ein gewaltsames Ende bereitet und dort Ruinen hinterlassen.

Etwa als Beichtväter von Königen waren Jesuiten auch politisch von Einfluß. Die Jesuiten besaßen eigene Handelsunternehmen, Industrie, Pflanzungen in der Karibik und eben die Indianerreduktionen. Vielfach gefürchtet als 'Staat im Staate' und schließlich als Hindernis säkularisierter Bildung wurden zahlreiche Jesuiten zuerst aus Portugal verbannt unter dem despotisch herrschenden, aufgeklärten Marquis DE POMBAL. 1764 folgte das Jesuiten-Verbot in Frankreich. Die von den Jesuiten schlecht gemachte Madame POMPADOUR konnte sich gerächt fühlen. 1773 hob der Papst CLEMENS XIV. den Orden auf. Und wer erzog nun und bildete die Jugend? Frankreichs Philosophen fürchteten das Vordringen der gegenüber den in vielem freisinnigeren Jesuiten strengeren Jansenisten. Vergleichbar den Puritanern in England. Gegner etwa des Theaters. Und VOLTAIRE war zu gern auch Theaterdichter. Später wurden die Jesuiten wieder zugelassen,

Die Jesuiten - ein Parallellauf zur wissenschaftlichen Revolution? Von gleicher Bedeutung kaum.

## Suche nach sicheren und besseren politischen Verhältnissen, nach funktionierender Gesellschaftsordnung - unterschiedliche Meinungen: HOBBES und PENN

## Für den starken Staat: HOBBES

Philosophen wurde auch politisch. Nach den Jahren des Bürgerkrieges in England hatte **1651** der Philosoph THOMAS HOBBES (s. 1978) in seinem Buch "Leviathan" **für den absoluten Herrscher** plädiert, dem auch bei Fehlgriffen, ja selbst Tötung von Unschuldigen, sich zu fügen immer noch besser wäre als Anarchie und Chaos. Und im Interesse der Sicherheit des Gemeinwesen sollte Zensur der Bücher geübt werden, "Denn die Handlungen der Menschen entspringen ihren Meinungen, und eine gute Lenkung der menschlichen Handlungen, die Frieden und Eintracht unter ihnen bewirken soll, besteht in einer guten Lenkung ihrer Meinungen" (S. 154). War ein Revolutionär erfolgreich wie CROMWELL sollte man dann sich allerdings auch dem fügen. Jedenfalls sollte Ordnung von oben nach unten garantiert sein, da sie andersherum nicht möglich sei. Im 20. Jh. konnten LENIN und STALIN mit solcher Ansicht sehr zufrieden sein.

## Für den friedfertigen Staat: WILLIAM PENN

In der Zeit der religiösen Auseinandersetzungen der Zeit von CROMWELL konnte als eine besondere Gruppe auch die der **Quäker** erscheinen, welche den Krieg ablehnten. Zu ihnen stieß als führende Gestalt WILLIAM PENN (Wikipedia 2018; E. FOGELKLOU 1963), Sohn eines Admirals der britischen Flotte. 1669 erschien von dem jungen PENN ein nicht sehr begrüßtes Buch gegen die Heilige Dreinigkeit. PENN konnte sich aber vom englischen König KARL II, der eine Geldschuld bei den PENNs zu tilgen hatte, eine Region in Nordamerika überschreiben lassen. Hier gründete PENN einen kleinen Idealstaat, in der Kolonisten Boden kaufen konnte, wenn man eine dort geltende ideale Verfassung anerkannte, die jede Form von Gottesglauben duldete und in der die volle Gleichberechtigung der weißen Einwanderer und der Indianer kein Problem war. Strafbar waren "Flüche, Lügen, Verleumdungen, Trunksucht, Verkauf von Branntwein an die Indianer." Dieser Idealstaat, ein 'heiliges Experiment'. zu dem 1682 PENN selbst aufbrach und wo 1683 Verträge mit den Indianern unterzeichnet wurden, **Pennsylvanien**', für das PENN vom König KARL II. zum Gouverneut ernannt wurde, funktionierte anfangs,wie es hieß. mit etwa 7000 Einwohnern und dem Hauptort Philadelphia mit "300 fertigen Häusern", Es trafen auch deutsche Kolonisten ein. PENN mußte nach England zurück und es versuchte König eine solche Sonderverfassung aufzuheben. Es kamen später mit zunehmender Einwanderung die Probleme aller kolonialen Idealstaaten und die Idealverfassung wurde brüchig.

# Die großen Einzelleistungen in der 'Wissenschaftlichen Revolution

## GALILEO GALILEI - Exponent der 'Wissenschaftlichen Revolution'

## Was brachte GALILEI?

Bevor es zur Formulierung der neuen Gottes-Auffassung vor allem in der Zeit NEWTONS ab dem Ende des 17. Jh. kam, brachte die Auseinandersetzung der Inquisition mit GALILEI 1633 Grundsätzliches zum **Verhältnis von Kirche und Wissenschaft** zum Austrag. Vor GALILEI und etwa bei DESCARTES auch danach wurde aus oft laschen Beobachtungen von Alltagsvorgängen ganze Weltbilder abgeleitete, aus dem angeblich bekannten Fallen von Körpern bei und seit ARISTOTELES, aus den sinnlich bekannten Wärme und Kälte bei TELESIO, oder

aus Wirbeln auf Flüüsen und Beobachtungen beim Schmied bei DESCARTES (s. unten). Wenn das verglichen wird mit dem wie GALILEI vorging bei der Messung vom Fallen von Körpern oder bei schwimmenden Körpern, dann wird **das Revolutionäre** deutlich, das mit GALILEI kam. Es ging nicht um den Zweck des Falles von Körpern oder um Dinge jenseits der Sichtbarkeit. Gegenüber all den philosophischen, metaphysischen Erörterungen mag es simpel erscheinen das von GALILEI nachgewiesene Fallgesetz, daß nur die Beschleunigung fallender Körper messend feststellt. BRECHT (1955, S. 68) läßt nicht ohne Einfühlung seinen GALILEI einmal sagan: "Es ist nicht das Ziel, der unendlichen Weisheit eine Tür zu öffnen, sondern eine Grenze zu setzen dem unendlichen Irrtum." **Begrenzte sichere Erfassung** - das oder zuminestens auch das wurde die neue Wissenschaft. Und über Vorgänge in der Natur sich spekulativ zu äußern, dafür wurde der Boden der reinen Philosophie zu schlüpfrig. Philosophie mochte vorsichtig verallgemeinern, Grundästzliche zur Erkenntnisfähigkeit des Menschen feststellen oder Probleme aufwerfen, aber ansonsten sollte sie nun vorsichtig sein! GALILEI, kann man sagen, verhielt sich, wie es etlliche Jahrzehnte später der Philosoph LOCKE vom Geist meinte; der eine unbeschriebene Tafel sei, auf der sich Sinneseindrücke sich einzeichnen und zu Erkenntnissen führen. Vielleicht so meinte er. So wie BRECHT in einfühlsamer Weise das Leben und Forschen GALILEIs nachzeichnet mit so vielen Äußerungen zum Werden von Erkenntnis und den Einwirkungen neuen Wissens auf die Gesellschaft, kann man **BRECHTs 'Leben des Galilei'** wohl als **ein 'Faust'-Drama** sehen, eines, das dem Denken der Menschen auch des 20. Jh. gerecht wird. BRECHTs 'GALILEI' (S. 63) strebt ebenfalls nach Wissen, nach Erkenntnis: "Ich denke manchmal: ich ließe mich zehn Klafter unter der Erde in einen Kerker einsperren, zu dem kein Licht mehr dringt, wenn ich dafür erführe, was das ist: Licht." Aber BRECHTs GALILEI weiß, und das unterscheidet ihn so grundlegend als Erkenntnissucher von dem 'Faust' der nur wenig zurückliegenden Renaissance, daß man nicht durch Beschwörung, durch Magie weiterkommt, sondern durch Zuwendung zur Wirklichkeit, zu Beobachtung und Experiment und Messung: "Die Alte, die am Abend vor der Reise dem Maulesel mit der harten Hand ein Extrabüschel Heu vorlegt, der Schiffer, der beim Einkauf der Vorräte des Sturmes und der Windstille gedenkt, das Kind, das die Mütze aufstülpt, wenn ihm bewiesen wurde, daß es regnen kann, sie alle sind meine Hoffnung, sie alle lassen Gründe gelten. ... Die Verführung, die von einem Beweis ausgeht, ist zu groß. Ihr erliegen die meisten, auf die Dauer alle. Das Denken gehört zu den größten Vergnügungen der menschlichen Rasse." Oder ist der letzte Satz der sprachlich so großartigen Darlegung eine Illusion, von der auch der 'Faust' im Geiste des modernen Denkens nicht loskommt?

## GALILEI - Leben bis zum geehrten Forscher

Als eine Schlüsselfigur der "Wissenschaftlichen Revolution" erscheint GALILEO GALILEI (u.a. M. DORN 2000, S. DRAKE 1972, H.-CHR. FREIESLEBEN 1956, S. MASON 2002, E. WOHLWILL 1909). Sein Vater VINCENZIO GALILEI gab den Kleiderhandel auf und war Musiker, auch mit Saiten experimentierender Musiktheoretiker. Der Sohn GALILEO wurde geboren am 15. Februar 1564 in Pisa, und hier studierte er an der Universität Medizin. GALILEI interessierte sich aber mehr für Mathematik, die er sich selbst oder durch Freunde aneignete. Hohe Anregung gaben ihm die Werke des ARCHIMEDES. Nach dem Erteilen von Privatunterricht in Florenz erhielt GALILEI 1589 die Professur für Mathematik an der Universität Pisa. Hier lehrte er nach dem 'Euklid'. Hier begann er seine Arbeiten über die Bewegung der Körper. Im Jahre 1592 folgte er auf den Mathematik-Lehrstuhl der in der Republik Venedig gelegenen Universität Padua, wo auch sein Interesse an Astronomie erwachte. Venedig, die auf Schiffe setzende Handelsstadt, hatte ihr **Arsenal, für Waffen- und Schiffsbau**, wo Ingenieurskunst (M. VALLERIANI 2014, 2015) gefragt war und GALIEI ar zunächst einer der Militäringeneure. Später lebte er vor allem in **Florenz.**

In GALILEIs privatem Leben hatte er mit seiner Lebensgefährtin MARINA GAMBA 3 Kinder.

Sein Ansehen vermehrte GALILEI als ihm 1609 gelang ein **Fernrohr** zu bauen, das die kurz vorher in Italien bekanntgewordenen Fernrohre an Leistungsfähigkeit übertraf. GALILEI (s. dtsch. 1987, S. 22) übermittelte seine Kenntnis am 24. August 1609 an den Dogen von Venedig, LEONARDO DONATO. Ferne Schiffe auf dem Meere könnten mit dem zunächst etwa **9-fach vergrößernd**em Fernrohr rechtzeitig als eigene oder feindliche, etwa solche von Piraten, ausgemacht werden, "um uns zur Verfolgung, zur Schlacht oder zur Flucht zu rüsten." Aber auch auf dem Lande war Einblick in das Verhalten feindlicher Kräfte möglich.

Nachdem GALILEI noch im venezianischen Padua in klaren Nächten im Herbst und Winter seine wegweisenden astronomischen Beobachtungen nun mit seinem gegenüber einstigen Instrumenten verbesserten Fernrohr durchführte, ging er im September 1610 als Philosoph und Mathematiker des toskanischen Großherzogs nach **Florenz** und wirkte auch wieder für die Universität Pisa.

GALILEIs astronomische Beobachtungen stehen mit seiner Verteidigung des kopernikanischen Weltbildes wie auch vielen seiner physikalischen Ansichten in Zusammenhang.

Mit dem Fernrohr, dem Teleskop, wie dem auch im Umkreis von GALILEI enstandenen und dann etwa in Rom benutzten **Mikroskop** hatte GALILEI die

"optische Vergrößerung zum wissenschaftlichen Werkzeug" erhoben (L. BELLONI 1985, S. 58), also die Wissenschaft auch im **Instrumentarium** wesentlich **bereichert**.

## Auseinandersetzung mit der Inquisition

1611 wurde GALILEI in Rom wegen seiner astronomischen Entdeckungen geehrt und hatte auch mit CHRISTOPH CLAVIUS, dem Hauptmathematiker am Jesuiten-Collegium in Rom freundschaftlich korrespondiert. Als GALILEI auf Grund namentlich seiner Himmelsbeobachtungen sich für das Weltbild des COPERNICUS aussprach, meldeten sich vor allem ab 1613 die Gegner zu Wort und GALILEI wurde aufgefordert, daß noch umstrittene Weltbild nicht ohne gleichwertige Darstellung der bisherigen Auffassung zu lehren. Auf den **Index** der katholischen Kirche kam das Werk des **COPERNICUS** 'De revolutionibus orbium coelestium' **1616.** Der erste Zusammenstoß in der Frage des Weltbildes kam aber nicht durch GALILEI, sondern durch den Provinzial der Karmeliter der Provinz Kalabrien PAOLO ANTONIO FOSCARINI, der wegen des kopernikanischen Weltbildes die Bibel neu interpretieren wollte.

GALILEI 1615 schrieb GALILEI an CASTELLI und erweitert an die Großherzogin CHRISTINA von LOTHRINGEN den bald vervielfältigten **Brief**, in dem er seine **Ansicht über das Verhältnis von Bibel-Lehre und naturwissenschaftlichen Entdeckungen** darlegte. Für den Brief hat GALILEI umfangreiche Studien durchgeführt (M. DORN 2000). Es gibt zwar keine Zeugnisse über GALILEIs inneren persönlichen Glauben, aber nach dem, was er mehrfach äußerte, kann erkaum als ungläubig betrachtet werden. Weder die Natur noch die Bibel könnten nach seiner veröffentlichten Meinung falsch sein. In der Erforschung der Natur sollte der Forscher gemäß GALILEI daher unbeeinflußt und ungestört zu Werke gehen können. Es war die schon bei THOMAS VON AQUIN vorgegebene mögliche **Trennung von Theologie und Naturforschung**. Es wäre Aufgabe der Theologen, die Versöhnung der von der Naturforschung festgestellten Tatsachen mit der Sprache der Bibel zuwege zu bringen. GALILEI betrachtete damit die **Naturwissenschaft als emanzipiert von der Theologie**, aber die Naturwissenschaft war ihm nicht Korrektiv der Heiligen Schrift. Einmal bemerkte er über KEPLER, daß dieser als Protestant nicht als erster die Richtigkeit des kopernikanischen Systems beweisen solle, wollte also die Priorität dafür für einen Katholiken. Unter Hinweis auf den AUGUSTINUS meinte GALILEI, daß die Bibel den intellektuellen Kapazitäten des jeweils volkstümlichen Geistes angepaßt war und nicht naturwissenschaftliche Entdeckungen bestimmen könne. Und auch an ELIA DIODATI in Paris, der GALILEIs Werke aus dem Italienischen ins La-

tein übertrug, schrieb GALILEI (1987, S. 99) aus Florenz am 15. Januar 1633, also kurz vor dem Verfahren in Rom, daß es bei "Berufung auf die Väter" ... " einen großen Mißbrauch bedeutet, die Heilige Schrift derart in natürlichen Fragen zu bemühen, und daß es am ratsamsten zu untersagen wäre, die Schrift in derlei Dispute hineinzuziehen; ..."

Die Dominikaner in Florenz begannen aufzumerken, GALILEIs Brief an die Großherzogin CHRISTINA von LOTHRINGEN war in Rom bekannt geworden. 1616 wurde GALILEI im Auftrag von Papst PAUL V. nach Rom vor den jesuitischen Kardinal ROBERT BELLARMIN gerufen und GALILEI auferlegt, das copernicanische System bestenfalls als hypothetisch anzusehen (P. GODMAN 2001), weder für noch gegen es zu lehren. Der florentinische Botschafter in Rom, PIERO GUICCIARDINI (dtsch. in G. GALILEI 1987, S. 54), schrieb am 4. März 1616 von Rom an den Großherzog COSIMO II. in Florenz, daß es kaum gelang, GALILEI zu beruhigen und man ihm versuchte klarzumachen, daß, wenn er an seiner Meinung festhalten wolle, einsehen solle, "sie in der Stille beizubehalten, ohne so große Anstrenungen zu unternehmen, andere dahin zu bringen und sie zu verleiten, sich ihr anzuschließen." Für 'Parteidisziplin' war GALILEI also nicht geeignet.

Die Jesuiten in Rom hielten sich damals an das tychonische Weltsystem, das von BRAHE, vollendet 1588 und etwa auch in Wittenberg vertreten, immerhin auch die von GALILEI gesehenen Phasen der Venus erklärte. Geschützt wurde GALILEI damals von Großherzog COSIMO II. MEDICI, der jedoch 1620 starb. GALILEI vertrat auch atomistische Ansichten. Solche galten als nicht mit der Abendmahlslehre vereinbar und der Atomismus wurde 1631 in Florenz verboten (S. MASON 2002).

Besonders lächerlich muß es dem späteren kritischen Geist erscheinen, daß auch mit der im Alten Testament der Bibel bei Josua 10:13 mitgeteilten Stelle argumentiert wurde, daß Gott wegen der Rache der Israeliten an den Amoritern auf Bitte von Josua Gott während der Entscheidungsschlacht zur Verlängerung der Schlachtungdmöglichkeit die "Sonne im Tale zu Gideon" auf Mittagshöhe einen ganzen Tag und den Mond im Tale Ajalon" stehen ließ." Nur eine die Erde kreisende Sonne sollte aber eine solche Möglichkeit des Stillstands bieten, also mußte das heliozentrische System die Bibel bezweifeln lassen und war auch deshalb zu verdammen, Das alles erscheint als eine Lächerlichkeit! Aber so war es, und die Bibelskeptiker späterer Zeiten, zu Recht, hatten ihre bleibende Genugtuung, auch als etwa in chinesischen Quellen offenbar von dem Sonnenstillstand nichts zu finden war. Ein Problem für GALILEI war aber andererseits, daß sich bei Fixsternen keine Parallaxe (s. d.) finden ließ, die bei verschiedener Stellung der wandernden Erde hätte erwarten lassen.




Abbildung 1127: Debatte bei GALILEI.

Das Buch des Anstoßes im Vatikan wurde der "**Dialog über die beiden Weltsysteme**", das in 1000 Exemplaren im Februar 1632 gedruckt in Florenz vorlag.

Der Schrift wurde vorgeworfen, das copernicanische Weltbild im Vergleich zum bisherigen so dargestellt zu haben, daß es den größeren Eindruck hervorrufen mußte. Der Haupteinpeitscher des Prozesses war wohl Papst URBAN VIII. selbst, der einstige MAFFEO BARBERINI, der ein gebildeter Mann war, gegen die Astrologen und gegen die Versklavung von Indianern schrieb, die christliche Missionierung durch Orden im Fernen Osten eröffnete, ja der dichtete. Jetzt ging es bei GALILEI um Disziplin wegen des Stillhalteversprechens von 1616, und GALILEI wurde auch zum Opfer bei Machtauseinandersetzungen im Vatikan (H. GRÖSSING 2000). Der Papst war eben der Chef und wollte das zeigen, hatte viele im heiligen Konzilium hinter sich. Arme Wissenschaft, die im Machtkampf außenstehender Ehrgeizlinge zerrieben wird! Trotz Kränklichkeit mußte der fast siebzigjährige GALILEI im Februar 1633 nach Rom reisen und kam im April vor das Tribunal der Inquisition. Durch den Vormarsch der lutherischen Schweden in Deutschland 1632 bis München war die römische Kurie gerade zu dieser Zeit in Angst versetzt worden. GALILEIs Schrift, wie er zynisch anmerkt, schien den Jesuiten in Rom wohl jetzt noch "verderderblicher" als LUTHER und CALVIN. Immerhin wurde GALILEI als europäische Berühmtheit anstandig einquartiert, zuerst im Haus des florentinischen Botschafters in Rom, und der Vatikan rühmte sich wegen dieser Gunst als hochanständig. GALILEI gab zu, zu weit gegangen zu sein und es wurde nach dem

Urteil vom 22. Juni 1633 wegen des Widerspruchs zur "Heiligen Schrift" festgelegt, daß man die copernicanische "Häresie" weder aufrechterhalten noch verteidigen könne. Der "Dialog über die beiden Weltsysteme" wurde auf den Index der vom Vatikan verbotenen Bücher gesetzt. Das Urteil von 1633 wurde sofort in der ganzen katholischen Welt bekannt gemacht, was dem Verfahren den Charakter eines "Schauprozesses" gibt und die nachfolgenden, bis heute andauernden Reaktionen darauf begründet. Auch unter der katholischen Geistlichkeit gab es viele, welche GALILEI wenigestens insgeheim den Rücken stärkten, und seine Beobachtungen wurden auch von den Jesuiten anerkannt (s. a. J. WRIGHT 2005/2006, S.208). Drei Kardinäle des Inquisitionstribunals haben das Urteil gegen GALILEI nicht unterschrieben, die spanischen Kardinäle um Kardinal BORGIA, und das verweist auf tiefe innere Auseinandersetzungen in der Kurie.

GALILEIs Schrift wurde nun weit bekannt geworden rasch gekauft. Zuerst wohnte GALILEI 5 Monate lang angenehm als eine Art Ehrengast beim Erzbischof in Siena, der Schüler und Freund GALILEIs war. Im Jahre 1634 übersiedelte GALILEI in seine Villa, in sein Landhaus, in Arcetri auf den Hügeln über Florenz. Er durfte diesen Wohnsitz nicht verlassen und Besuch wurde kontrolliert. Am 7. März 1634 schrieb GALILEI (1987, S. 130) an E. DIODAT in Paris, daß ihn aber der Großherzog von Florenz besuchte, "um sich in unsäglicher Güte nahetu 2 Stunden mit mir in meiner Kammer zu unterreden." Wie gut, wenn man es sich nicht mit allen Großen verdirbt, auch wenn der eine eben mächtiger ist als der andere, der gefällige, der bewundernde! Ab 1639 lebte VINCENZIO VIVIANI mit im Landhaus des mehr und mehr erblindenden GALILEI und wurde dessen erster Biograph. Drei Monate vor GALILEIs Tod stieß TORRICELLI dazu. Er wurde Nachfolger GALILEIs am Florentiner Hof, starb aber 39-jährig 1647, viel jünger als GALILEI starb.

Vom Selbstbewußtsein GALILEIs soll zeugen, daß er nach der Verurteilung geäußert habe: "Eppur si muove" - "Und sie" - die Erde - "bewegt sich doch". Sofort nach dem Prozeß hat er das kaum öffentlich gesagt. Berichtet wurde das Zitat erst 114 Jahre nach GALILEIs Tod, und wurde auch als Legende angesehen. Aber 1911 wurde in Belgien ein um 1643 entstandenes Bild gefunden, das GALILEI zeigt und sogar, wohl fehlerhafterweise, MURILLO zugeschrieben wurde. Der Rahmen des Bildes, das vielleicht dem GALILEI-Beschützer ASCANIO PICCOLOMINI, Erzbischof von Siena, gehört hatte, bedeckt diese Worte "Eppur si muove" (M. DORN 2000). Das Zitat muß also einst bekannt gewesen und GALILEI zugetraut worden sein.

In den letzten Jahren brachte GALILEI in der Schrift von den "Zwei neuen Wissenschaften" ein Gesamtbild der damaligen Physik. In Arcetri wurde GALILEI 1636 auch besucht von dem niederländischen Verleger LOUIS ELZEVIER, der das Ma-



Abbildung 1128: Florenz.Santa Croce.

nuskript von den zwei Wissenschaften mitnahm und 1638 in Leiden veröffentlichte. GALILEIs Lebensabend überschattete Blindheit. 1638 besuchte ihn der damals 30-jährige englische Dichter JOHN MILTON. Für den Protestanten, der selbst religiös war, erschien GALILEI nun als der Märtyrer der Wissenschaft. Gestorben am 8. Januar 1642 war man im Vatikan besorgt, daß GALILEI ein zu großartiges Grab erichtet wird und auch die Leichenrede Anstoß erregen kann. Kardinal BARBERINI (GALILEI 1987, S. 175) schrieb von Rom an den in Florenz ansäassigen und dort zuständigen Generalinquisitor, daß GALILEI schließlich noch vor dem Ende der Buße starb und an dem eventuell vom Großherzog geplanten Epitaph oder der Inschrift "keinerlei Worte zu lesen" sein sollten, "die das Ansehen" des Tribunals in Rom "schädigen könnten", Im 18. Jh., als das Denken der Aufklärer schon viele intellektuelle Geister bewegte, wurde GALILEI zum Vorbild, zum Vorkämpfer einer sich aus allen Banden befreienden und nur der Wahrheit verpflichteten Wissenschaft. GALILEIs sterbliche Überreste wurden fast 100 Jahre nach seinem Tode und einer Änderung der Zeiten 1737 in feierlicher Prozession in die Begräbniskirche bedeutender Italiener, in die Kirche Santa Croce ("Heiliges Kreuz") in Florenz, unter ein würdiges, figurengeschmücktes Grabmal überführt.

Der **Inquisitionsprozeß, der "Fall GALILEI"**, wurde immer wieder diskutiert und in Wort und Bild dargestellt, wenn es galt, für die Unabhängigkeit der Wissenschaft einzutreten.

Wer durchaus will, auch als Theaterregisseur, kann denken wie der von BERTOLT



Abbildung 1129: Pro-GALILEI-Propaganda. 19. Jh..

BRECHT (1955, S. 59/60) in sein Wissenschaftlerdrama als zeitweiliger Mitbeobachte GALILEIs eingeführte 'Kleine Mönch', der seinem Meister zu Bedenken gibt: "Ich bin als Sohn von Bauern in der Campagna aufgewachsen" unter völlig verarmten und primitiv denkenden Leuten. Aber: "Es ist ihnen versichert worden, daß das Auge der Gottheit auf ihnen liegt ... Was würden sie sagen, wenn sie von mir erführen, daß sie sich auf einem kleinen Steinklumpen befinden, der sich unaufhörlich drehend im leeren Raum um einanderes Gestirn bewegt, einer unter sehr vielen, ein ziemlich unbedeutender. ... Wozu sind die heiligen Schriften noch gut, die alles erklärt und als notwendig begründet haben, den Schweiß, die Geduld, den Hunger, die Unterwerfung, und die jetzt voll von Irrtümern befunden werden? ... Kein Sinn liegt in unserem Elend ... Verstehen Sie da, daß ich aus dem Dekret der Heiligen Kongregation ein edles mütterliches Mitleid, eine große Seelengüte herauslese?" Weiter (S. 61): "Es sind die allerhöchsten Beweggründe, die uns schweigen machen müssen, es ist der Seelenfrieden Unglücklicher!" Aber BRECHTs GALILEI und wohl nachgefühlt dem wirkichen läßt solches nicht gelten, fordert das Wissen dennoch (S. 62): "... wenn sie nicht in Bewegung kommen und denken lernen, werden ihnen auch die schönsten Bewässerungsanlagen nichts nützen. Zum Teufel, ich sehe ihre göttliche Geduld, aber wo ist ihr göttlicher Zorn!"

Wenn BRECHT in "Leben des Galilei" die Forscher aufforderte, sich der Obrigkeit zu widersetzen, vor allem nicht zu Krieg und Verderben führende Erfindungen an Machthaber zu liefern, so stand das im 17. Jh. allerdings noch nicht so zur Debatte.

Gläubig und gehorsam katholisch waren im 17. Jh. manche Gelehrte durchaus, gerade in Italien.

Trotz COPERNICUS und GALILEI, trotz des Alleinseins im unendlich wirkenden Weltall, kaum irgendwelche Menschen und auch **nicht** viele Intellektuelle **fühlten sich** deshalb **gottverlassen**, als "Zigeuner" in der Unendlichkeit, um MONODs (1970) Ausspruch aus dem 20. Jh. vorwegzunehmen. Im Gegenteil! Im 18. Jh, wurde von vielen nicht nur betont, welehen Nutzen die Dinge für den Menschen haben, sondern auch, daß sie für diesen Nutzen gottgewollt in Existenz traten. Die "Physikotheologie" trat in ihre Hochphase. Das baldige Sterben der Religion kam nur für einen Teil der Menschen und ließ sich nicht zwangsweise durchsetzen. Der Aufgeklärte mag es bedauern1

Der von Kopenhagen als Protestant nach Florenz gekommene NICOLAUS STENO, Anatom und erster Erforscher der Erdgeschichte, trat nicht nur zum Katholzismus über, sondern wurde Priester und schließlich Bischof, im Norden, in Schwerin, in der katholischen Diaspora. Von individuellen Unterschieden in der Gläubigkeit der Forscher zeugt, daß etwa KEPLER mit seinen "Harmonices mundi" doch andere Saiten angeschlagen hat als GALILEI (B. STICKER 1964, S. CXII). Auf dem katholischen **Index** verbotener Bücher wurden die über das Weltsystem des COPERNICUS erst 1835 gestrichen, nachdem LALANDE 1765 - mit wohl zu wenig Nachdruck - vergeblich die Streichung angeregt hatte (F. DESSAUER 1947).

Wenn man betrachtet, welche Autoren auch in den folgenden Jahrhunderten noch auf den Index der verbotenen Bücher kamen, dann wird **zweifelhaft, wieso** man **das moderne Europa auf seine christlichen Wurzeln zurückführen** soll**. Die Aufklärung, und eigentlich nur sie, begründete die moderne Welt!**

## Wissenschaft auch im Bereich der Päpste

Immerhin sei anerkannt: Auf Gebieten, **wo die kirchliche Lehre nicht betroffen** war, konnte Forschung betrieben werden, ja wurde zeiweilig sogar gefördert. Das galt für die **Anatomie**. Die Anatomen mußten nicht, jedenfalls nicht wegen ihrer anatomischen Forschung, Märtyrer liefern. Wurde der tote menschliche Körper geöffnet, dann ethüllte dieser sterbliche Überrest Gottes Schöpferwerk (A.-H. MAEHLE 1989). Es wurde nichts von der Bibel in Frage gestellt. In Ehren und Anerkennung stand bei den Päpsten INNOZENZ XI., INNOZENZ XII. und CLEMENS XI. ihr 1720 gestorbener Arzt GIOVANNI MARIA LANCINI. Er hatte neben Untersuchungen zu Herzkrankheiten nicht nur die von Sumpfgebieten und

ihren Mosquitos ausgehende Gefahr für die Auslösung von Malaria erkannt, sondern auch die Drainage solcher Gebiete angeregt.

## Gegen das Kopernikanische Weltbild auch anderswo

Namentlich nach dem Urteil gegen GALILEI mit seiner allgemeinen Beachtung wurde das neue Weltbild **von geistlicher Seite auch in den Niederlanden**, den ach so "freien", schwer **angegriffen** (J. ISRAEL 1995, S. 583). Das Amsterdamer Reformierte Konsistorium verdammte 1636 die Lehre des Heliozentrischen Systems in Amsterdam und es wurde von den maßgebenden Leuten attackiert an der Universität Utrecht.

## Die Welt der Wissenschaftler – Kontakte in der Republik der Gelehrten

Es wirkte schließlich eine größere Zahl von Wissenschaftlern oder wenigstens wissenschaftlich tätiger Menschen als jemals vorher. Viele waren auch nicht mehr Geistliche, sondern etwa Ärzte, auch Hochschullehrer wie zeitweilig GALILEI. Sie standen über alls Ländergrenzen und auch konfessionelle Scheidungen, ja kriegerische Auseinandersetzungen hinweg, miteinander in Kontakt (E. J. HOBSBAWN 1996)., verfaßten zum Druck gebrachte und so verbreitbare Schriften, auch gedruckte und für die Verbreitung gedachte Briefe, und diese Kommunikation beschleunigte die Entwicklung. Wissenschaft erwarb Ansehen. Es entstand eine Art intereuropäische "Gelehrtenrepublik".

Verstanden sich viele untereinander über Latein, so wurden viele in den Nationasprachen verfaßte Arbeiten bald in verschiedene andere Nationalsprachen übertragen.

Persönlicher Kontakt von Wissenschaftler zu Wissenschaftler wurde gesucht. Mit **Briefen**, deren **Druck** in vielen Fällen angestrebt wurde, tauschte man Ergebnisse und Ansichten aus. Jeder las möglichst alles Wichtige von jedem. Und gab dazu seine Rezensionen, seine eigenen Ansichten, oft in ganzen eigenen Büchern, wenigstens Artikeln.

Irgendwo durchgeführte **Experimente** wurden anderenorts meist bald **wiederholt**, und damit nicht durch Lektüre allein, sondern durch so gewonnene eigene, wenn auch nachgeahmte Erfahrung wurde das neue Wissen verbreitet, oft dabei erweitert und das Geschick der Experimentatoren erhöht. Aus diesem Grunde muß der Studierdende der Naturwissenschaften zahlreiche Praktika durchlaufen.

Die Florentiner Accademia del Cimento setzte sich sogar die Durchführung aller von irgendwoher bekannt gewordenen Experimente regelrecht zum Ziel (M. BERETTA 2000). Anfänglich wurden auch in den Sitzungen der englischen Gelehrtengesellschaft, der Royal Society, irgendwo durchgeführte neue Experimente vorgeführt (J. R. JACOB 1998). Bei ihrer Wiederholung wurden die Experimente auch variiert, dabei Neues hinzugefunden, ja die Mühe des experimentellen Nacharbeitens bereits gemachter Erfindungen galt als wichtiges Mittel, die Möglichkeit des Zufalls für neue Erkenntnisse zu erhöhen (A. SCHMIDT et al. 1943).

Begriffe und **Termini** haben sich öfters mit der Zeit **geändert.** Was später im Englischen "science" hieß, wurde im 18. Jh. und sogar auch später "natural philosophy" genannt. Statt von Physik wurde teilweise gesprochen von "mechanics", "hydraulics", "pneumatics", "optics" (A. E. MUSSON et al. 1969). Aber der Begriff "Physik" war da, etwa bei KEPLER und anderen. JOHN KEILL, erster Professor der Newtonschen Physik in Oxford, veröffentlichte 1700 das gefeierte Buch "Introduction to true physics" (P. ROSSI 2000).

Die Auflagenhöhe etwa der Bücher von BOYLE sowie ihrer Nachdrucke und Übersetzungen zeugen vom Vorhandensein von Lesern und davon, daß seit diesem 17. Jh. die **Naturwissenschaft**, oft in Verbindung mit Physikotheologie, **Teil der allgemeinen höheren Bildung wurde** (J. F. FULTON 1932).

## Autoren-Briefe, Gelehrten-Briefe

Vor allem auch **Dichter**, haben bis in neueste Zeit viele Briefe erhalten, viele davon beantwortet, auch von sich aus Briefe verfaßt. Ganze Bände von erhaltenen und empfangenen Briefen gibt es bei GOETHE. **Gelehrte** schrieben einander ebenso Briefe/Letters. Sie sind, vor allem auch gedruckt, eine ganz wichtige Quelle der Wisenschaftsgeschichte, gedruckten Büchern mindestens gleichwertig, oft auch wegen der brieflich niedergelegten noch in der Ausreife befindlichen Gedanken überlegen. Mit Telefon und Computer e-mail geht da manches verloren. Von der Menge zeugt etwa, daß sich in der Zentralbibliothek Zürich 5.150 Briefe von etwa 700 Korrespondenten an SCHEUCHZER (T. WALTER 2018) befinden und 1800 Briefentwürfe und Abschriften eigener Briefe von SCHEUCHZER. Es gab kein Durchschriftpapier und wer seine ausgehende Korrespondenz in einem Exemplar behalten wollte, mußte eben abschreiben oder abschreiben lassen oder wenigstens seine Briefentwürfe aufbewahren.

## Neue Organisationsformen für die Wissenschaft: Akademien

Auf nationale Grundlage wurde **Akademien**, Gelehrtenvereinigungen, mit der Wahl der Akademiemitglieder, gegründet. Die Akademien sollten nicht und blieben nicht in nationaler Abgeschlossenheit, sondern haben internationale Kontakte gepflegt, was auch in der Wahl von Akademie-Mitgliedern aus anderen Ländern, "auswärtige Mitglieder", und in Besuchen oder gar im längeren Aufenthalt ausländischer Forscher in den Akademien zum Ausdruck kam. Der "Einheit" des Intellektualismus im Mittelalter war eine nationale Teilung erfolgt, auch durch nationalsprachlichenVeröffentlichungen, jedoch wurde auch eine neue Einheit, die der 'Gelehrtenrepublik" geschaffen, auch durch Übersetzungen von Sprache zu Sprache. In diesen Akademien wurde die neue, gerade auch experimentelle Wissenschaft viel mehr als an den Universitäten betrieben und vor allem weiterentwickelt. Das fingierte Ideal einer Akademie schilderte FRANCIS BACO(N) in seiner Utopie "New Atlantis".

Literarisch-geisteswissenschaftliche Akademien gab es bereits im 16. Jh., so 1470 - 1521 die **Accademia Platonica in Florenz** unter MARSILIUS FICINUS. Um 1490 stiftete nördlich der Alpen CELTIS mehrere Sodalitates, so in Krakau, in Pest. 1498 entstand die Accademia antiquaria zu Rom (Accademia di storia e di archeologia) und später die Accademia della Crusca in Florenz. Auch naturwissenschaftlich ausgerichtet waren die 1560 gegründete Accademia secretorum naturae in Neapel, die **1603 in Rom** gegründete **Accademia dei Lincei** (Akademie der Lüchse), die durch JOACHIN JUNGIUS 1623 begründete "**Societas Ereunetica" in Rostock**. 1606 wurde in Annecy in Savoyen eine '**Academia Florimontana**' gegründet, die als "Inspiration" für die Französische Akademie der Wissenschaften gilt (N. DAVIES 2015, S. 451).

Weit auf dem Wege schon zur modernen Forschungsakademie war die 10 Jahre lang, 1657 bis 1667, bestehende **Accademia del Cimento** / die Akademie der Erfahrung, in **Florenz**, ins Leben gerufen und gestützt durch den dem Geschlecht der Medici angehörenden Großherzog der Toskana FERDINANDO II. und durch dessen Bruder LEOPOLDO, dem später in Rom residierenden Kardinal (M. BERETTA 2000). Ihre Wertschätzung durch ihre fürstlichen Gönner wurde schon durch ihr Domizil in dem prächtigen Palazzo Pitti deutlich. Mit Instrumenten, auch neuen, wurde die Accademia del Cimento, großzügig ausgestattet. Die Untersuchungen wurden in einem Band, den "Saggi di naturali esperienze", veröffentlicht. Die Experimente wurden in sachlicher Beschreibung und interpretationsfrei mitgeteilt. Es wurde ohne Nennung von Personen veröffentlicht, weshalb manche, wie BORELLI, dann aus der Akademie-Forschung ausscherten. Nicht publiziert wurden etwa die

im Archiv erhaltenen meteorologischen Beobachtungen aus verschiedenen Teilen Europas.

**Bleibend** war dann die berühmte englische Akademie der Wissenschaften, die **Royal Society** von **1666**, entstanden aus dem "Invisible College", das erstmals in einem am 22. Oktober 1646 in London von ROBERT BOYLE an MARCOMBES addressierten Brief genannt wird. In der Mitte der 50er Jahre des 17. Jh. lebten etliche dieser Männer des "Invisible College", so BOYLE, CHRISTOPHER WREN, JOHN WALLIS, der Mediziner THOMAS WILLIS, wegen des englischen Bürgerkrieges in Oxford. Nach der Wiedereinführung der Monarchie stand der König mit etlichen Mitgliedern recht gut und besuchte auch das Laboratorium in Whitehall. Aber es gab, auch schon in Oxford, Stimmen **gegen** die neue wissenschaftliche Gesellschaft, die trotz des religiösen Bekenntnisses der Mitglieder als Einrichtung gesehen wurde, die doch Atheismus befördere, nicht unbedingt auf das Religiöse Gedanken richtete, zumindestens vom Beten abhielt, ja wohl als eine Konkurrenz der herrschenden Autoritäten in Kirche und Universität empfunden wurde (C. HINSHELWOOD 1960). Der 1664 hinzugestoßene Geistliche JOSEPH GLANVILL befürchtete sogar, daß ohne den Glauben an Geister und Hexen das Volk auch den Glauben an Gott verlieren könne (D. KNIGHT 1986, S. 195). 1666, also im Gründungsjahr der Royal Society, bereitete das Parlament, das House of Commons, eine **'bill' gegen Atheismus und Profanität** vor und fühlte sich davon etwa der Philosoph THOMAS HOBBES bedroht. In den Statuten der Royal Society wurde festgelegt, daß auf den Sitzungen keine strittigen Frage der Politik, der Religion, der Metaphysik behandelt werden durften (S. SHAPIN 1998, S. 156/157), also kein weltanschaulicher Anstoß erregt werden solle. Das wurde im 20. Jh. wegen Ausklammerung der 'Verantwortung der Wissenschaftler' kritisiert, hat aber in seiner Zeit sicherlich die nötige Ruhe und Sachlichkeit in vielen Debatten bewahrt.

Aber: **Wer bestimmt jeweils, wer Wissenschaft betreiben darf und Wissenschaft repräsentiert? - Wer darf wem vorschreiben, was er an nicht nachweisbaren Dingen zu 'glauben' hat?**

In **Frankreich** wurde zu etwa gleicher Zeit wie in England für die Naturwissenschaften die **Acade'mie des sciences** (V. FERRONE 1996/2004), Akademie der Wissenschaften, gegründet. Frankreich wurde im 17. Jh. ein Land mit zahlreichen Akademien (P. BURKE 1995, S. 76) für alle möglichen Dinge, jedenfalls wurde er Terminus 'Akademie' weit verwendet, auch eben wie anderswo auch für Hochschulen. Für Sprache und Literatur bestand seit 1634 die von RICHELIEU geschaffene Acade´mie Francaise. Eine 1663 abgetrennte Kleine Akademie/Petite Academie wurde 1696 in eine Akademie der Inschriften/Academie Inscriptions, denn auf die Inschriften etwa an Denkmälern wurde im Dienste der Propaganda hoher Wert ge-

legt. Entstanden waren 1661 auch eine Akademie des Tanzes. Umorganisiert wurde 1663 die 1648 gegründete Acadmie Royale de Peinture et de Sculpture/...Malerei und Bildhauerkunst. 1671 wurde eine Academie d' Architecute gegründet. Eine Akademie der Oper von 1671 ging 1672 auf in der Academie Royale de Musique. Für die Gründung der Akademie der Wissenschaften, also der für **Naturwissenschaften**, waren wie in England private Zirkel naturwissenschaftlich und philosophisch interessierter Männer der Gründung einer naturwissenschaftlich ausgerichteten Akademie mit fester Satzung vorangegangen. Versammelt hatte man sich vor allem im Hause des LOUIS-HENRI-HABERT DE MONTMORT (H. KORTUM 1966). 1672 war König LOUIS XIV. Protektor der Akademie geworden, und die Akademie erhielt eine Heimstätte im Louvre. Der auf einem Frontispiz bei CLAUDE PERRAULT (P. BURKE 1995, S. 81/82) vorgestellte Besuch des Königs in der Akademie hatte aber nicht wirklich stattgefunden. Über 30 Jahre später nach der Gründung der Akademie kam 1699 die Satzung unter dem Primat des Königs, auch mit bezahlten, .also festangestellten und damit materiell gesicherten Wissenschaftlern, wurde ein 'corps d'Etat', mit mehr als 300 Personen, entstand eine neuartige Einrichtung im neuzeitlichen Wissenschaftsbetrieb. Bezahlung bedeutete auch eine gewisse Abhängigkeit. Es gab auch Auftragsarbeiten, aber nicht nur. Der forschende Gelehrte genoß auch Unabhängigkeit. An der Spitze standen allerdings die honoraires, Vertreter der hohen Geistlichkeit, des Adels, der Regierung, von denen keine wissenschaftlichen Meriten erwartet wurden. Gehalt für Forschung erhielten die **pensionnaires**, angesehene Wissenschaftler. Es gab dann die **associe's**, die ausländischen und französischen **corresondants** und die **e´le'ves**. Die Erfindungen wurden niedergelegt zuerst in den '**Descriptions des arts et des me´tiers**'. Sekretär war zuerst FONTENELLE, später DIDEROT, ab 1777 CONDORCET. Dem Andenken der Großen der Akademie galten nach ihrem Tod die **e'loges**, die würdigenden Nachrufe, die so etwas wie ein eigenständiges literarisches Genre wurden, hoch gepflegt unter FONTENELLE.

Manche von Frankreichs Gelehrten haben auch für das Militär gewirkt. Aber währendder Sonnenkönig mit der Akademie immerhin eine erhabene Institution schuf, wurden Frankreichs Hugenotten verfolgt, wurde zersört und verbrannt. Das Heidelberger Schloß, seit 1689 Ruine, zeugt von dem staatlich gestütztem Mordbrennertum der französischen Soldateska. Versailles stieg empor. Worms und Speyer verbrannten. Staaten mit Wissenschaft und Philosophie sind nicht unbedingt die menschlichen und gerechten. Die Größe der französischen Wissenschaft kann damit so wenig in Frage gestellt werden wie später die deutsche. Aber Fragen erstehen doch!

In Deutschland erstand 1651 in Schweinfurt durch den Arzt JOHANN LAURENTIUS BAUSCH die "**Academia Naturae Curiosorum**", mit Begründungsdatum




Abbildung 1130: Leopoldina.Halle.

1. Januar 1652, die am 7. August **1687** ihre Bestätigung durch Kaiser LEOPOLD I. erhielt und deshalb fortan kurz "Leopoldina" hieß. Diese Gründung 1652 war endlich eine Tat des Friedens nach 30 Jahren Krieg. Und Kaiser LEPOLD hatte 1683 aus dem von den Türken belagerten Wien weichen müssen und nutzte nun den Sieg durch Vordringen nach Osten aus. Hohe Verdienste um die junge Leopoldina und ihre Zeitschrift erwarb sich der Breslauer Arzt und ab 1671 auch Breslauer Stadtphysikus PHILIPP JAKOB SACHS VON LÖWENHEIN (Wikipedia 2018). Er veröffentlichte 1661 die 'popular-hygienische Schrift über die Trauben, die 'Ampelographia' und behandelte in dem 'Oceanus macro-microcosmos' 1664 eine damalige Weltvorstellung. Der Sitz der Leopoldina lag bis weit in das 19. Jh. am Wohnort des jeweiligen Präsidenten, weshalb die Akademie mitsamt ihrer wachsenden Bibliothek immer wieder einmal umzog, über Nürnberg, Augusburg, Altdorf, Erfurt, Halle, Erlangen, Bonn, Breslau, Jena, Dresden, Halle. Wohl dann, wenn der Umzug wenigstens großenteils mit Schiffstransport über Flüsse geschehen konnte. In Halle wurde dann 1878 beschlossen. nunmehr am Ort zu bleiben,. Und so besteht die Gesellschaft bis heute hier fort. Die "Leopoldina" hatte einige geldbringende Privilegien, so uneheliche Kinder zu legitimieren. Bis 1870 trugen die Leopoldina-Mitglieder einen Beinamen eines einstigen Gelehrten. DARWIN beispielsweise hieß auch "Georg Forster II", also lange nach dem Tode des richtigen GEORG FORSTER 1794.

## Zeitschriften

Eine neuartige Kommunikationsform der Wissenschaftler wurde die **wissenschaftliche Zeitschrift**, die heterogene Aufsätze namentlich über neue Entdeckungen brachte. Vorher schrieben Gelehrte oft Briefe an, ja gegen andere Gelehrte, Briefe, deren Druck und Verbreitung beabsichtigt war. Der Entdecker des Blutkreislaufs WILLIAM HARVEYs etwa verfaßte zwei gedruckte und als solche verbreitete Briefe an seinen französischen Kontrahenten JEAN RIOLAN jr. zur Verteidigung der Kreislauflehre. Solche Briefe wurden nun in den Zeitschriften gewissermaßen zusammengefaßt, und die Autoren ließen ihre Veröffentlichungen in Zeitschriften noch lange in Briefform an den Herausgeber drucken, begannen, in England, in der ersten wissenschaflichen Zeitschrift, den 1665 / 1666 mit der in der ersten Nummer erscheinenden "**Philosophical Transactions**" der Royal Society, mit "Dear Sir" und endeten mit höflichen Gruß "Yours sincerely ..." Sekretär der Royal Society war längere Zeit der aus Bremen stammende, studierte Theologe und Lehrer in englischen Adelshäusern HENRY /HEINRICH) OLDENBURG (Wikipedia 2018). 1648 - 1652 war er auf Europareise, handelte mit CROMWELL Bremens Neutralität im Krieg Englands mit den Niederlanden aus, bereiste Europa auch mit BOYLEs Neffen. Briefverkehr war immer noch wichtig. OLDENBURG führte eine umfangreiche Korrespondenz mit führenden Wissenschaftlern, so mit VON TSCHIRNHAUS, VAN LEEUWENHOEK, SPINOZA, SWAMMERDAM, HUYGENS, THEVENOT, WREN, HALLEY, BOYLE, mit HEVELIUS in Danzig. Er schuf damit eine wichtige Quelle für die Naturwissenschaft im 17. Jh. VAN LEEUWENHOEK sandte 223 Briefe an die 'Philosophical Transactions', 113 davon wurden gedruckt, etwa 85 mit Bildern, 81 liegen im Archiv (Vortrag bei Leoüoldina 10. 4. 2018).

Als weitere Zeitschriften fast gleichzeitig mit den Philosophical Transactions erschien 1665 das "**Journal des Scavans**" der französischen Akademie der Wissenschaften. Es folgten 1670 die "**Miscellanea curiosa** medico-physica" der Leopoldina in Deutschland, mit ihren Jahresberichten, den 'Ephemeriden'..

Unabhängig von einer wissenschaftlichen Gesellschaft gab der aus Oldenburg stammende OTTO MENCKE in Leipzig ab 1682 die "**Acta Eruditorum ...**" heraus. Die Zeitschrift wurde von der Familie fortgeführt, ab 1732 als 'Nova Acta Eruditorum', Auf Französisch erscheint begründet durch BAYLE ab 1684 die '**Nouvelles de la republique des lettre**s', welche die Interessierten mit neuen Veröffentlichungen bekannt macht (V. KLEMPERER 1954, S. 121).

Zwischen 1701 bis 1730 sollen dann, nicht so sehr als Akademiegründungen, 316 neue Zeitschriften herausgekommen sein, dann bis 1760 767, bis 1790 wird die Zeitschriftenzahl mit 2353 angegeben (R. CHARTIER 1996 / 2004). Da wird es

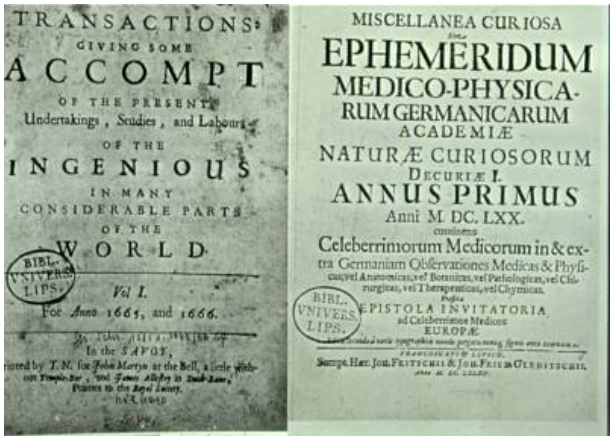


Abbildung 1131: Älteste Zeitschriften.

mit dem Beziehen und Lesen schon schwer.

Viele Zeitschriften wurden reine **Rezensionsblätter**. In ihnen wurden also Originalarbeiten, Buch oder Zeitschriften-Artikel, besprochen: kritisch, skeptisch, lobend, auch gänzlich niedermachend. Das ersparte, und heute ebenso üblich, vieles Lesen von Originalarbeiten, die als Buch oder nur in manchen Zeitschriften erschienen.

**Akademiegründungen, bis ins 20. Jahrhundert:**

Schon genannt:

1651 / 1652 "Leopoldina"

1657 Florenz: Accademia del Cimento

1662 Royal Society, London

1666 Academie des Sciences, Paris

Weiter:

1700 Brandenburgische Sozietät der Wissenschaften, durch LEIBNIZ eröffnet 1711

1711 Bologna

1720 Lissabon

1724 St. Petersburg

1739 Stockholm

1742 Kopenhagen

1751 Göttingen, Gesellschaft der Wissenschaften, durch A. v. HALLER

1757 Turin

1754 Erfurt: Akademie gemeinnütziger Wissenschaften

1759 München: Bayerische Akademie der Wissenschaften, zuerst bevorzugt für Geschichtsforschung

1773 Brüssel: Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts

1783 Royal Society of Edinburgh

1785 „ Irland

1808 Amsterdam

1846 Leipzig: Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, in Leipzig war seit

1768 die Fürstlich Jablonowskische Gesellschaft der Wissenschaften

1847 Wien

1852 Budapest

1857 Oslo

1863 Washington

1869 Sofia

1886 Gent: Flämische Akademie

1909 Heidelberg: Badische Gesellschaft der Wissenschaften

1926 Athen

1948 Bukarest

1954 Australien

Eigene Forschungsstätten wurden errichtet für die **Himmelsbeobachtung** namentlich mit dem Fernrohr und auch für die Erdmessung. Im Jahre 1642 wurde die Sternwarte in Kopenhagen begründet, 1667 - 1672 die von Paris, 1675 das Royal **Greenwich Observatory** bei London mit JOHN FLAMSTEED als erstem Direktor eröffnet, 1700 entstand die Berliner Sternwarte. In Indien, etwa in Jaipur, wurden im 18. Jh. noch Sternwarten mit großen steinernen Quadranten und ohne Fernrohr eingerichtet.



Abbildung 1132: Greenwich 1999.

## Wissenschaft in den Akademien für die Praxis, für die Menschen

Wissenschaft und die Tätigkeit in den Akademien sollte nach immer wieder geäußerter Vorstellung dem Wohl der Menschen dienen. FRANCIS BACON hatte das utopische Bild eines Insel-Staates entworfen, in dem eine Elite von Gelehrten in einer Art Akademie Erfindungen tätigt und so das Wohl der allerdings arg bevormundeten Staatsbürger verbessert.

Popularisierung der Wissenschaften, **Gründung von Provinzakademien** - das erstand in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und namentlich im vorrevolutionären Frankreich.

## Wie wurde man Gelehrter und Naturforscher? Welche Stellung in der Gesellschaft gewann man?

Hohe Geburt, bei einem höheren Staatsbeamten, oder in einer erfolgreichen Juristen- oder Gelehrtenfamilie, das sicherte bei entsprechender Begabung und dem Interesse den Weg in die Forschung. Schwieriger war es gewiß bei einfacheren Verhältnissen und gar noch vielen Geschwistern. Aber man ist beim Lesen der Biographien etwa bedeutender Engländer (Oxford Dictionary of National Biography u. a.) immer

wieder erstaunt, aus welchen oft einfachen und vor allen kinderreichen Familien manche bedeutenden Forscher kamen. Der auf Begabungen achtende Lehrer oder Geistliche, der auch Möglichkeiten der Förderung besaß, wenn auch zunächst oft in den kirchliche Laufbahn, war das wichtig. Ein Weg vieler war der als **Hauslehrer** bei Begüterten. Dann gab es oft für die eigenen Studien die Mitbenutzung der Bibliothek des Auftraggebers und oft mehr freie Zeit als für den öffentlich angestellten Lehrer. Und mancher Hauslehrer durfte den Zögling oder mehrere auf der Studien- und Kavaliersreise auf den Kontinent begleiten, dort Museen und auch Gelehrte besuchen. Schön, wenn der Zögling auch oder gar nur Interesse für die geistigen Güter hatte. Der arme LAMARCK mußte den Sohn des berühmten Pariser Naturforschers BUFFON auf den Kontinent begleiten. Viel Ärger. Daß dieser Sohn geköpft wurde, nicht wegen des Ärgers, mag LAMARCK als 'Strafe' empfunden haben.

In Frankreich waren auch Naturforscher und Philosophen sowieso geachtet, wenn sie einen klaren und verstehbaren Stil schrieben. **Auszüge** aus ihren Werken fanden hier und auch in England bis heute Eingang **in die Lesebücher** höherer Schulen. Der Insektenforscher FABRE im 19. Jh., das war auch 'Literatur'.

# Einzelgedanken und wissenschaftliche Einzelleistungen im 17. Jahrhundert

## Wie ließen sich die Eigenschaften der Materie feststellen und trennen

Um Zugang zu den Eigenschaften der Materie zu haben, mußte man sie getrennt feststelllen und dann auch quantitivi, also messend, untersuchen. Was später wie selbstverständlich erschien, die **Eigenschaften**, die Merkmale **der Materie** zu **unterscheiden**, war es zunächst nicht. 1751 läßt VOLTAIRE (1981, 1, S. in seiner 'philosophischen Geschichte' 'Mikromegas' offen, ob auf den verschiedenen Himmelskörpern verschiedene Eigenschaften bestehen und der Mann vom Saturn meint, daß bei ihnen 300 Eigenschaften vorhanden sind, "als da sind Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Beweglichkeit, Anziehung, Teilbarkeit usw. usw.", wohl auch auf der Erde vorhandene Eigenschaften und vielleicht auch all-verbreitet.

## Erforschung von Magnetismus und elektrischen Erscheinungen

Noch vor den großen Forschungen von GALILEI erscheinen die ersten Gedanken nicht nur zu dem schon grob bekannten Magnetismus, sondern auch zur Elektrizität, ja erfolgt die Entdeckung der Elektrizität. Die Naturkraft Elektrizität wurde erst 1600 genannt. Schon lange bekannt war lediglich die Anziehung kleiner Körpern durch geriebenen Bernstein.

Eigenschaften der **Magnetnadel** wurden zunächst eher von Kapitänen beschrieben. So beobachtete 1522 JOHN CABOT die Abweichungen der Magnetnadel von der Ausrichtung nach dem geographischen Norden, die **Deklination**. Ein englischer Seemann und nachmaliger Kompaßhersteller, ROBERT NORMAN, untersuchte Eigenschaften des seit dem Mittelalter benutzten Magnet"steins" und beschrieb das 1581 (P. ROSSI 2000). NORMAN fand auch die **Inklination**, das Phänomen, daß die freihängende Magnetnadel je nach Breitengrad nach unten weist.Viel später, im 19. Jh. wurde festgestellt, wie an den magnetischen Polen die Magnetnadel senkrecht nach unten weist und am Äquator gar nicht (Sir A. COOK 2001).

Wegweisende experimentelle Untersuchungen zum **Magnetismus** und dessen **Unterscheidung von elektrischen Erscheinungen** bot 1600 in seinem Buch '**De Magnete**' WILLIAM GILBERT (u. a. S. PUMFREY 2004). Das war der erste, noch bescheidene **Beginn der Elekrizitätslehre**. Mit seinem Buch beeinflußte GILBERT sowohl GALILEI wie KEPLER, und W. GERLACH (1970) nannte GILBERTs vorangehendes Werk das 3. bedeutende Ereignis der wissenschaftlichen 'Umwälzung sm Anfang des 17. Jh.'

GILBERT war seit 1601 einer der Leibärzte der englischen Königin ELISABETH I., die am 24. März 1603 starb. Nur wenige Monate lang war GILBERT Leibarzt bei ELISABETHs Nachfolger JAMES I., bevor der 1544 geborene GILBERT 59-jährig am 30. Novermbet 1603 starb.

GILBERT hatte Kontakte mit bedeutenden Londoner Seefahrern und lobte die Erfahrungen der Praktiker. Ihnen wollte er auch helfen. GILBERTs 1600 veröffentlichtes Buche 'De Magnete ...' ist ein erstes bedeutendes Buch, das eine zahlreiche **Experimenten, auf einem Gebiet**, beschrieb, GILBERT ist also **einer der Pioniere experimenteller Forschung**, aber das geschieht auch auf dem Hintergrund umfassender Hypothesen und Theorien zu Materie und Kosmos (G. FREUDENTHAL 1983). Es gibt in dem Buch keine Mathematik. GILBERTs experimentelle Untersuchungen waren rein qualitativ. GALILEI schätzte sie dennoch als bedeutsamen Beitrag zur Experimentalphysik (R. HOOYKAAS 1999). GILBERT sah die Erde

als eine große Kugel aus Magneteisenstein. Deshalb wird die Kompaßnadel angezogen. Die georgaphischen Meridiane auch die magnetischen, die magnetischn Pole auch die geographischen, um die sich die Erde drehte (so E. WOHLWILL 1909, S. 204). Um über die Magnetkugel Erde auch experimentell etwas zu erfahren, rundete GILBERT ein größeres Stück Magneteisenstein zu einer Kugel, die ein stark verkleinertes Modell der Erdkugel sein sollte (F. FRAUNBERGER 1967, G. FREUDENTHAL 1983, S. KELLY, 1972, S. PUMFREY 2004, auch in Wikipedia 2019) und die er "**terella**", "kleine Erde", von Erde = terra, nannte. Er tastete den Raum um sie mit einer an einem Faden hängenden und somit in der Waagerechten wie nach unten beweglichen Magnetnadel ab. Das von der richtigen großen Erde her bekannte Verhalten der Magnetnadel, auch die Inklination, zeigten sich ebenso auf der Oberfläche der "terella". Damit erschien erwiesen, daß die richtige große Erde eine große magnetische Kugel ist. Sogar die Abweichungen in der Deklination suchte GILBERT experimentell nachzuahmen, indem er auf der terella kleine Erhebungen als Abweichungen verursachende Gebirge anbrachte. An die magnetische große Erde kam man nicht heran, da sie von nichtmagnetischem Material, den normalen Gesteinen bedeckt ist. Aber es sollte nur ein Element geben. die 'wahre Erde'/"true earth" (G. FREUDENTHAL 1983, S, 24). Eisen sollte das vollendetste Metall sein (S. 28). GILBERT zeigte mit seiner terella, daß menschengemachte Objekte natürliche nachbilden können. Festgestellt hat GILBERT auch, daß Magneten durch Körper hindurchwirken. GILBERT vertrat das heliozentrische Weltsystem, wenigstens die tägliche Umdrehung der Erde um sich selbst, nicht den jährliche Bewegung um die Sonne (S. 32) . Andere Himmelskörper sollen wie die Erde zusammengesetzt sein. Die Erde war nicht wie bei ARISTOTELES unvollendeter als andere Himmelkörper, so wie es bald auch GALILEI sah .Damit gab es also eine für die Erde wie für die Himmelskörper geltende **einheitliche Physik** (G. FREUDENTHAL 1983, S. 33). Magnetismus diente nicht nur bei GILBERT der Erklärung kosmischer Erscheinungen. Möglicherweise magnetische Kräfte sollten die Planeten an die Sonne binden. NEWTON trennte sich dann von der Erklärung mit Magnetismus für die Planetenbahnen.

Forschungen zum Magnetismus unternahm in Frankreich GUILLAUME DE NAUTONIER (Sir A. COOK 2001).

GILBERT war auch der eigentliche **Erstentdecker** der **"elektrischen" Kraft** als unterschieden von der unbeeinflußbaren "magnetischen". Er wies nach, daß die magnetische Kraft offensichtlich nur Eisen anzieht, sich die "**vis electrica**" jedoch an verschiedensten geriebenen Gegenständen bemerkbar macht durch Anziehung leichter Körper anderer Substanz. Diese 'vis elecrtica' sollte zusammenhalten, was nicht magnetische ist. Die "**Elektrizität**" wurde damit als **eigenständiges**, vom Magnetismus unterschiedenes **Phänomen** aufgestellt. Zunächst war von der neuen

'Kraft' allerdings nur die Anziehungswirkung bekannt und selbst die Blitze wurden ihr nicht zugeordnet. 'Elektrizität' – das schien eher ein Randphänomen in der Natur zu sein.

Immerhin popularisierte und erweiterte der Jesuit NICHOLAS CABEO das Wissen um den Magnetismus in seiner 1629 erschienenen "Philosophia magnetica" und beschrieb darin auch erstmals das Phänomen der elektrischen Abstoßung, daß GILBERT noch in Abrede gestellt hatte (F. FRAUNBERGER 1967). Ließ CABEO ein Stück geriebenen Bernstein auf trockene Sägespäne wirken, spreizten sie sich nach kurzem Anhängen auseinander und wurden oft in Bögen weggeschleudert. Auf einem Magneteisenstein spreizten sich kleine Eisenspäne auseinander, wenn ihnen der gleichnamige Pol eines zweiten Magneteisensteins genähert wurde. GALILEI ergriff den Gedanken, daß vielleicht magnetische Kräfte die Planeten an die Sonne binden (F. FRAUNBERGER 1967, S. 490).

## Astronomische Beobachtungen und Schlußfolgerungen - Begründung des heliozentrischen Weltbildes

Neu war das **Fernrohr**, das Teleskop, erfunden in den Niederlanden, wie es etwa in Paris verkauft wurde. GALILEI baute Fernrohre nun selbst, angeblich Nachbau, und nutzte das Fernrohr erstmals zu **Beobachtungen am Himmel**, 1609, 1610. Dabei sah er Dinge, die wenigstens indirekt für das heliozentrische Weltbild des COPERNICUS sprachen. Damit waren nicht nur Astronomen angesprochen.

Im März **1610** publizierte GALILEI seine Schrift "**Siderius Nuncius**", der "Himmelsbote", in dem er seine astronomischen Beobachtungen mit Fernrohren beschrieb und die, wenn auch zunächst nicht direkt, zu seiner schon erfolgten weiteren Anerkennung und Verteidigung des Kopernikanischen Weltbildes führten. GALILEI sandte die Schrift und Teleskope auch an Wissenschaftspatrone.

GALILEI hatte gefunden:

1. Deutlicher als mit dem bloßen Auge zeigte die **Oberfläche des Mondes Berge und Täler**, erschien der Mond wie eine "andere Erde". Gewiß sollte der Mond auch bisher die Grenze zwischen dem Veränderungen unterworfenem Erdraum, der sublunaren Region, und dem erhaben unveränderlichen All, dem superlunaren Raum sein, und man mochte ihn fast noch dem Erdraum zuordnen. Aber er galt doch der Erde fern genug, um dem All anzugehören, und so deutlich wie bei dem Erdmond war die Oberfläche eines anderen Himmelskörpers noch nicht gesichtet worden. Irgendwelche besonderen himmlischen Dinge, eine Andersartigkeit außerhalb der Erde, wie bei ARISTOTELES, gab es also nicht. So hatte es auch 10

Jahre vorher W. GILBERT gesagt (s. o.).

2. Fixsterne erschienen im Fernrohr nicht größer als mit bloßem Augen, jedoch zahlreiche **neue Fixsterne** wurden im Fernrohr gesehen, "derene es", wie GALILEI (dtsch. 1987, S. 23) am 30. Januar 1610 an BELISARIO VINTA in Florenz schrieb, "zehnmal mehr gibt als mit bloßem Auge erkennbar." Eine Ahnung von einem unendlichen Weltall, hier nicht ausgesprochen, aber dämmerte. Die **Milchstraße** wurde in zahlreiche **getrennte Sterne** aufgelöst. Zu den mit bloßem Auge erkennbaren 7 Sternen der Plejaden traten im Fernrohr 36 weitere (S. SHAPIN 1998, S. 37), das Sternbild des 'Gürtel des Orion' mit bisher 3 Sternen mußte mit etwa 80 weiteren ergänzt werden (S. 36).

3. Noch mehr Aufsehen erregte der Befund, daß der Planet **Jupiter** von "Monden", gemäß KEPLERs Ausdruck '**Satelliten'**, umkreist wird. GALILEI sah deren 4 und stellte ihre unterschiedliche Stellung bei der Umkreisung des Jupiter fest. Diese Jupitermonde, GALILEI sprach von neuen Planten mit eigenständigen und besonderen Bewegunen. umkreisen eindeutig nicht die Erde, werden mit dem Jupiter zusammen fortbewegt. **Wenigstens einige Himmelskörper**, die Jupitermonde, so war damit gefunden, **umrunden** jedenfalls **ein anderes Gestirn** als die Erde. Das mochte nicht unbedingt und völlig gegen die zentrale Stellung der Erde zeugen, aber ließ doch wenigstens in diesem Falle die Erde aus der Zentralstellung rücken. Außerdem verlor durch die 4 Jupitermonde die Erde wieder etwas von ihrer Sonderstellung, indem sie nicht mehr allein im Besitze eines Mondes war. Die Entdeckung rief Aufsehen hervor. Manche suchten den Befund abzustreiten. GALILEI selbst schreibt von dem Humanisten CESARE CREMONINI, der den Blick durch das neue Fernrohr GALILEIs verweigert (zit. bei H. BLUMENBERG 1955, S. 637). Wohl auch um seiner Entdeckung der 4 Jupiter"planeten" Aufsehen zu verschaffen nannte sie GALILEI nach dem Herrschergeschlecht seines Florentiner Arbeitgebers und Mäzen 'Mediceische Sterne". GALILEI hoffte aus den Umkreisungen der Jupitermonde Tabellen zur Zeitbestimmung und damit zur Längenbestimmung auf See aufstellen zu können, aber das Verfolgen der Jupitermonde war nicht einfach und deshalb auf Schiffen kaum anzuwenden.

4. GALILEI (1987) sah sich auch als Entdecker der **Sonnenflecken**. Aber darauf erhoben auch andere Anspruch (s. u.). In einem Brief an BALIANI in Genua vom 12. März 1614 (G. GALILEI dtsch. 1987, S. 41) schreibt GALILEI auch von "kleinen, helleren Stellen", die "weitaus schwieriger zu beobachten" sind "als die Flecken".

Jedenfalls zeigten GALILEI die unterschiedlichen Gebilde auf der Sonnenscheibe, daß der **"Sonnenkörper"** sich **um sich selbst dreht**. Um sich selbst wie täglich **auch die Erde**.

Nach der Veröffentlichung des "Siderius Nuncius" wurden noch 1610 festgestellt:

5. die **Phasen der Venus**,

6. die **Abplattung** und damit die auf Eigenrotation verweisende Gestalt des Planeten **Saturn**. Den "Ring" des Saturn deutete GALILEI als Ansammlung von Satelliten. HUYGENS erkannte dann den Saturn-Ring als vom Planeten getrennt.

7. Später verwies GALILEI auch auf die mit dem Kopernikanischen Weltbild besser erklärbare **unterschiedliche Größe**, in der **die Planeten am Himmel erschienen**. Die unterschiedliche Größe, mit der die Planeten je nach Stellung zu sehen waren, war eines des gewichtigen Probleme im Ptolemäischen Himmelsbild. Es hatte nun im Kopernikanische Himmelsbild also auch eine Lösung gefunden.

Standen die sonnennäheren Planeten auf derselben Seite der Sonne wie die Erde erschienen sie, wegen größerer Erdnähe, größer. Auch ihre Bewegung nicht mit dem sich täglich umdrehenden Himmelsfirmament erkannte sie als eigene, nicht an die Erde gebundene Himmelskörper.

8. Selbstverständlich wurde auch das Hauptargument mit erwähnt, daß die tägliche Erdumdrehung viel eher die tägliche Umdrehung des Firmamentes erklärt als die Annahme, daß bei stillstehender Erde sich das weite Firmament täglich einmal um sich dreht, was ein gewaltiges Rasen voraussetzte. Es schien fast ausgemacht, daß sich die Natur für die '**Einfachheit**' entschieden hatte. Salviani sagte (1987, S. 215): "... kann ich mir nicht einreden, wie es jemand für vernünftiger und glaublicher halten kann, daß die Himmelssphäre es sei, die sich dreht, der Erdball hingegen fest bleibt."

GALILEI führte allerdings auch die Existenz von **Ebbe und Flut** auf **die Erdumdrehung** zurück, ja sah darin den für ihn entscheidenden Beweis für die tägliche Erd-Rotation. Er verkannte den entscheidenden Einfluß des Mondes, der Ebbe-und Flut-Beweis war nicht stichhaltig.

Früh im Jahre **1611** reiste GALILEI nach Rom, um hier seine **mit dem Fernrohr** gewonnenen **Entdeckungen vorzuführen**. Ein Einwand der Gegner lautete, daß die Realität der aus dem Fernrohr erschlossenen Phänomene nicht bewiesen sei, sie vielleicht nur Erscheinungen der Teleskoplinsen und somit Täuschugen sind. Immerhin war über den Strahlengang in den Fernrohrlinsen noch nichts bekannt. Auch waren die Jupitermonde nur sehr schwach zu sehen und mancher mochte sie wegen seiner nicht ausreichend guten Augen wirklich nicht erkennen (S. SHAPIN 2001). Andererseits hatte man mit dem Fernrohr auch irdische Dinge beobachtet, etwa Schiffe auf dem Meer, und diese sahen im Fernrohr so aus wie man sie unvergrößert auch sah. Warum sollte also das Fernrohr zwar Schiffe richtig abbilden,

jedoch im Falle der Jupitermonde eine Täuschung sein? Manche weigeten sich nach einem Brief GALILEIs an KEPLER; durch ein Teleskop überhaupt hindurchzublicken (YouTube 2019).

Auch anfängliche Zweifler erkannten die Entdeckungen von GALILEI im allgemeinen schließlich an und er wurde geehrt.

GALILEI verkündete die **prinzipielle Gleichartigkeit der Erde und der beweglichen Himmelskörper** des Sonnensystems. Er **beseitigte** damit die Annahme von einem **prinzipiellen Unterschied zwischen der sublunaren und supralunaren Stofflichkeit**. Das stand gegen die Auffassung des ARISTOTELES von der 5. Qualität, der "Quintessenz", welche die Substanz des Weltalls wäre. Die astronomisch-physikalische Sonderstellung der Erde wurde aufgehoben (O. HECKMANN 1962). Das Irdische, das Veränderliche, erhielt damit Respekt und Achtung. "Ich für meinen Teil", schrieb GALILEI, "halte die Erde für höchst vornehm und bewundernswert gerade wegen der vielen verschiedenartigen Wandlungen, Veränderungen, Erzeugungen, die ohne Unterlass sich auf ihr abspielen" (zitiert nach B. STICKER 1964, S. CXII). Auch bei GALILEI sollten aber die Fixsterne, auch die Sonne, "allzeit unbewegt" sein und die Planeten sollten auf Kreisen laufen.

Für das kopernikanische Weltbild schienen von den Himmelsbeobachtungen für GALILEI etwa im Brief an BALIANI 1614 (dtsch. S. 42) namentlich zu sprechen die Beobachtungen an der Venus, die Sonnenflecken, die 'Mediceischen Sterne', also die Jupitermonde.

Für das kopernikanische Weltbild waren dann **noch einige physikalische Sachverhalte** zu klären, so die **Trägheit** bewegter Körper, die Mitführung etwa der Wolken bei der Erddrehung oder senkrecht wirkende Herabfallen von Gegentänden aus der Höhe, etwa auch von einem Schiffsmast.

## Sonnenflecken – umstrittene 'Unreinheiten' im Himmel

Dunkle **Flecken auf oder vor der Sonne** (E. ZINNER 1951), **Sonnenflecken**, sahen 1610 der das erst 1613 publizierende GALILEI, als erster wohl der weniger als GALILEI bekannt gewordene und ihm doch ebenbürtige Engländer THOMAS HARRIOT mit seinem Teleskop am 8. Dezember 1610, dann etwa gleichzeitig im Dezember 1611 der Jesuitenastronom CHRISTOPH SCHEINER, JOH. FABRICIUS. Das war Anlaß für Prioritätsstreitigkeiten wie für zahlreiche Sonnenbeobachtungen. SCHEINER (F. DAXECKER 2005), der die Sonnenflecken am eingehendsten verfolgte, war nach dem Besuch des Gymnasiums in Augsburg in den Jesuitenorden eingetreten, studierte in Ingolstadt Metaphysik und Mathematik,



Abbildung 1133: KEPLER.Weill.

war Lateinlehrer in Dillingen, wurde 1610 in Ingolstadt Professsor für Mathematik bzw. Astronomie und Hebräisch. Der auch gute Abbildungen liefernde, aber zuerst pseudonym publizierende SCHEINER sah die Flecken auf der Sonne entlangwandern, was er zuerst auf vor der Sonne rotierende kleine Himmelskörper zurückführte. Damit war die 'Reinheit' der Sonne unberührt. GALILEI aber sah etwa, daß sich die Sonnenflecken zu langsam für einen Transit bewegten, sie zu groß und in der Gestalt zu andersartig als für einen Planeten waren und am Sonnenrand langsam verschwanden. Die Sonnenflecken folgten ganz augenscheinlich der damit nachgewiesenen Eigenrrotation der Sonne. 1630 gab SCHEINER zu, daß die Sonnenflecken ein Phänomen auf der Sonnenoberfläche sind.

## KEPLER und die Astronomie

Als ungefährer Zeitgenosse von GALILEI erweiterte JOHANNES KEPLER das neue Weltbild (F. BURDECKI 1980, W. GERLACH 1971). Am 27. Dezember 1571 wurde er in Weil der Stadt, etwa 25 km westlich von Stuttgart, eine besonders kleine freie Reichsstadt, hineingeboren in eher zerrüttete elterliche Verhältnisse.

Der Vater war Wirt in der Schenke "Zum Engel", war auch etwa 10 Jahre Bürgermeister in Weil. Er verließ später die Familie und wurde Söldner. Die Mutter gilt als charakterlich eigenwillig und streitsüchtig. Die Familie war nach dem nahen Leonberg

gezogen und hier erhielt KEPLER regelmäßige Schulbildung. Der körperlich recht kleine KEPLER fiel früh durch mathematische Fähigkeiten auf. Mit Unterstützung des Herzogs von Württemberg wurde KEPLER 1589 zum Studium der protestantischen Theologie an das Stift in Tübingen geschickt. Nach zwei Jahren promovierte er als zweiter unter 15 Kandidaten zum Magister der Sieben Freien Künste. In Tübingen beeindruckten ihn außerhalb des eigentlichen Studiums der Theologie an der Universität die Ausführungen von MICHAEL MÄSTLIN über das copernicanische Weltbild. Das Studium wurde 1594 abgebrochen, KEPLER als Lehrer der Mathematik an die Protestantischen Stiftsschule in Graz in der Steiermark gesandt. Hier in Graz konnte KEPLER die Originalwerke von COPERNICUS und RHETICUS studieren, sich weiter mit Mathematik befassen. Ihm kam die Idee von einem geometrisch bestimmten Aufbau des Sonnensystems mit seinen Planeten und er veröffentlichte seine Vorstellungen dazu in dem 1596 in Tübingen gedruckten Werk "... Mysterium Cosmographicum". KEPLER sandte ein Exemplar des Buches an den berühmten BRAHE in Prag. BRAHE lehnte zwar KEPLERs Gedanken ab, erkannte ihn dennoch als fähigen jungen Mann und lud ihn zur Mitarbeit nach Prag ein. BRAHE starb jedoch 1601. Der 31-jährige KEPLER wurde nunmehr als Nachfolger BRAHEs zum kaiserlichen Mathematiker bestallt. KEPLER verfolgte einen neuen hellen Stern, der 1604 im Sternbild "Schlangenträger" aufgetreten war. Aber wegweisend wurde KEPLERs Auswertung der von BRAHE ihm überlieferten Daten über die Bahn des Planeten **Mars**. Die Rechnungen zogen sich über Jahre hin. **Abweichende 8 Bogenminuten**, eine fast vernachlässigbar kleine Diskrepanz, wiesen den Weg zu einer neuen Interpretation der Marsbahn, zu einer **Ellipsenbahn**, und das ergab eine Erneuerung in der Astronomie (W. GERLACH 1964 c). Die "Kreisbahn" aller vorangegangenen Astronomen einschließlich GALILEIs hatte nicht nur eine mystische Begründung, denn die Bahnen der Himmelskörper gaben den beobachtenden Astronomen bisher anscheinend nichts anderes her als eben Kreisbahnen, und aus der Feststellung dieser Kreisbahnen ließ sich dann die angebliche Großartigkeit und Normalität der Kreisbewegung ableiten. Es ist die Genialität KEPLERs aus der von ihm gefundenen geringen Abweichung in der Mars-Bahn die Ellipsenbhan abgeleitet zu haben, diese kleine Abweichung nicht als zu vernachlässigende Größe, in viel späterer Zeit würde man sagen "Dreckeffekt", abgetan zu haben.,

KEPLER veröffentlichte 1609 in seiner "Astronomia Nova" die daraus abgeleiteten Befunde: 1. die Marsbahn ist eine Ellipse, 2. die Geschwindigkeit der Planetenbewegung ist nicht auf der ganzen Ellipsenbahn gleich, aber der Brennstrahl überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. Zehn Jahre später, 1619, in den "Harmonices Mundi", veröffentlichte KEPLER sein zunächst kaum verwertetes 3. "Prinzip", das besagt, daß die Quadrate der Umlaufzeiten sich wie die 3. Potenzen der mittleren Abstände von der Sonne verhalten. Der Ersatz der Kreisbahn durch die Bewegung

des Mars auf einer Ellipse war das entscheidende, endgültig das antike Weltbild von den vollendeten Kreisbahnen ablösende Bild vom Geschehen im All. Es erhob sich die Frage auch nach den bewegenden Kräften. Zwar hatte sich KEPLER auf den Mars konzentriert, aber schon der Untertitel des Werkes, "Physica Coelestis", weist darauf hin daß es ihm um mehr als um den Mars, nämlich ebenso um die Bahnen der anderen Planeten ging, für die er ebenfalls Ellipsengestalt postulierte. KEPLER sah die Verknüpfung der Astronomie mit der Physik, meinte etwa: "Keine der beiden Wissenschaften wird ohne die andere je zur Vollkommenheit gelangen" (zit. bei W. GERLACH 1971, s. 534). Von KEPLER stammen die Termini "Perihel", "Aphel". Für die Jupitermonde führte er den Terminus "Satellit" ein.

Nach dem von seinem Bruder MATTHIAS erzwungenen Rücktritt RUDOLFs II. als böhmischer König ging KEPLER 1611 als "Landschaftsmathematiker der Stände Österreichs ob der Enns" nach Linz. Er verfaßte zwar nicht die erwartete Karte und die Landbescheibung, veröffentlichte aber 1619 die wiederum etwas mystischere "Harmonice Mundi". KEPLER blieb ein tiefreligiöser Mann, denn anders sind seine Lobpreisungen Gottes, den er als den Urheber all der Ordnung im Weltall, als Ursache der von ihm gesuchten Harmonie im All sah, nicht zu verstehen. Einmal jubilierte er (zitiert aus E. ZINNER 1951): "Ich trotze höhnend den Sterblichen mit dem offenen Bekenntnis: Ich habe die goldenen Gefäße der Ägypter geraubt, um meinem Gott daraus eine heilige Hütte einzurichten ..." Als junger Mann hatte er dem bayerischen Kanzler gesagt: "Mit der Religion ist es mir ernst, ich treibe kein Spiel mit ihr ... (zit. bei F. BURDECKI 1980, S. 323) und schrieb auch an VON HOHENBURG (zit. aus A. C. CROMBIE 1965): "... Gottes Ratschläge sind unerforschlich, seine materielle Schöpfung ist es aber nicht." KEPLER, der als Theologe begonnen hatte, verkündete Gott aber nicht mit der Bibel, sondern mit der Natur, dem seiner Meinung nach schönsten Tempel Gottes, als dessen Erforscher. Er hatte einst an MÄSTLIN geschrieben, daß Gott durch das Bemühen auch in der Astronomie gefeiert wird (zit. b. F. BURDECKI 1980, S. 324). KEPLER war ungeachtet tiefer Religiosität nicht strammer Bibelanhänger und hat auch deshalb das Kopermikanische Weltbild übernehmen können. Noch einmal griff 1620 seine Herkunft in KEPLERs Leben ein, denn seine in ihrer Heimat gebliebene Mutter wurde der Hexerei beschuldigt. KEPLER reiste zu ihrer Rettung nach dorthin. Auch sein eigenes Ansehen galt es wohl zu wahren. Einer Verurteilung der Mutter konnte vorgebeugt werden.

KEPLER war Lutheraner, verweigerte aber die neue 'Concordienformel', blieb aber Protestant und war so ämtermäßig 'heimatlos' (E. KRETSCHMER 1863, S.35). Die Daten BRAHEs über die anderen Planeten wertete KEPLER in dem als sein Hauptwerk betrachteten Werk "Rudolphinische Tafeln" aus, jedoch mit der




Abbildung 1134: KEPLER-Erinnerung, poln., Sagan.

Überreichung dieses Werkes an Kaiser FERDINAND II. erlosch seine Bestallung als Kaiserlicher Mathematicus, in Linz. In Teilen Deutschlands wütete schon der Dreißigjährige Krieg. KEPLER folgte 1628 einem Angebot des Feldherrn WALLENSTEIN nach Sagan in Schlesien. Um ausgebliebenes Gehalt einzufordern, reiste Kepler nach Regensburg. Hier starb er am 15. November 1630.

Wie KEPLERs Nachlaß ergab, hatte er darüber nachgedacht, wie sich Astronomie von der Mondoberfläche, also aus einer anderen Perspektive, aus nichtirdischer Sicht, gestalten würde. Er vermutete auf dem Monde und sogar auf der Sonne lebende Wesen. Schon in der "Weltharmonik" hatte er gemeint, daß Gott die anderen Weltkörper nicht umsonst geschaffen hatte. In der immer deutlicher werdenden Weite des Alls erschien die Erde als einziger mit Lebewesen versehener Himmelskörper wohl zu einzigartig. Wie die Physik im ganzen Weltall gelten sollte, so also auch das Lebendige. Die so mechanische Welt schien damit wohl auch freundlicher zu sein. Die Menschheit nicht ganz so allein. Dadurch vielleicht Gott näher. Die **vermeintliche Vielheit bewohnter Himmelskörper**, bis hin zur Sonne, hat nicht nur Dichter angeregt, sondern galt auch führenden Astronomen, bis hin zu WILHELM HERSCHEL im späten 18. Jh. Was könnte auf fernen Planeten anderer Fixsterne sein - die Frage kommt auch im 21. Jh. immer wieder und es wurde schon im 20. Jh. nach Signalen ferner intelligenter Bewohner gefahndet.

Angeregt von den Beobachtungen im Fernrohr schuf KEPLER auch die geometrische **Strahlenoptik**, erklärte auch die **Wirkung der Augenlinse,** beförderte so entscheidend die Optik.

Eine alte und nunmehr vordergründige Frage war, **was die Himmelskörper** auf ihren Bahnen hielt und sie **bewegte**. Gemäß GALILEI mußten sich einmal in



Abbildung 1135: KEPLER Denkmal Regensburg 1808.

Bewegung gesetzte Körper ohne Widerstand selbstätig weiterbewegen. Aber die Himmelskörper mit ihren geordneten Bahnen ließen nach einem Erstbeweger und einem Ordner fragen. KEPLER ging von dem Gedanken aus, der natürliche Zustand aller Materie, auch der Erde und der anderen Planeten, sei die Ruhe und diese Trägheit muß von einer Kraft überwunden werden. KEPLER meinte dazu: "Die Welt ist kein göttliches Lebewesen; sie läuft wie das Räderwerk einer Uhr, getrieben von einer Kraft" (zit. bei W. GERLACH 1971, S. 537). KEPLER dachte 1621 noch an eine die Welt bewegende "anima" (Seele), kam dann zu der von GILBERT 1600 vorgestellten **"magnetischen Kraft"**, zu von der von ihm erstmalig als rotierend angenommenen **Sonne** (U. HOYER 1973) ausgehenden immateriellen magnetischen Kraftarmen oder -strahlen. Sie sollten die Planeten in Schwung halten und auch die stärkere oder geringere Anziehung auf den verschiedenen Teilen der Bahn und daher deren elliptische Gestalt und sich ändernde Geschwindigkeit bedingen. KEPLER erweitere diese Vorstellung zur Annahme einer "zwischen aller körperlichen Materie wechselseitig wirkenden, der magnetischen ähnlichen Kraft" (zit. ... S. 537), was der Vorstellung von Gravitation nahekommt. Wenn KEPLER die von der Erde her bekannte magnetische 'Kraft' auch im Himmel wirken sah, dann wurde im Weltall immerhin eine auch auf der Erde vorhandene, hier erforschbare Kraft angenommen, also wurden Erde und Himmel verbunden, ihr Dualismus in Frage gestellt (F. KRAFFT 1985, S. 74). Zwar war die Annahme von der magnetischen Wirkung der Sonne falsch, aber die den Erde-Himmel überwindende Dualismus anerkennenswert. KEPLER suchte die Gravitation auch mit dem Licht

zu identifizieren. Ähnlich meinte 1666 GIOVANNI ALFONSO BORELLI "daß die im Äther schwimmenden Planeten von den Lichtstrahlen der sich drehenden Sonne bewegt würden, deren Kraft, durch die Zerstreuung geschwächt, mit der Entfernung abnehme" (F. KRAFFT 1991, S. 801). Des Magdeburgers GUERICKEs (s. 1968, S. 150) Versuche mit der geriebenen Schwefelkugel dienten nicht der Erforschung der hier gar nicht genannten Elektrizität, sondern die Kugel aus Schwefel war ihm wie die terrella des GILBERT eine winzige Erde und die Anziehung etwa von Federn auf die geriebene Schwefel-Kugel sollte Aufklärung über die Anziehung von Körpern aufeinander geben. GUERICKE war dabei der Auffassung, daß die bei den Planeten und also **im Weltraum wirkenden Kräfte** und auch das **Vakuum im Laboratorium reproduziert** werden können (P. ROSSI 2001), was wie dann bei NEWTON dem Gedanken von der prinzipiellen Gleichheit von Erde und Weltall entsprach.

## Mechanik, Kinematik und GALILEI

GALILEI war neben dem, was ihn berühmt machte, **einer der Militäringenieure** (M. VALLERIANI 2914, 2015), die vor allem im Dienste des Arsenals von Venedig standen (GALILEI 1987, S. 329). In dieser Hinsicht war GALILEI nicht der Einzelgänger, sondern stand "in enem großen europäischen wissenschaftlichen Netzwerk" (M. VALLERIANI 2914, S. 46). Im Arsenal spielte vor allem der Schiffbau eine große Rolle, auch der von Kriegsschiffen. Ein Problem für die Schiffbauer war, daß die Ruderer in der Mitte eines Bootes stärker rudern müssen als jene am Bug und am Heck, und tragen die Ruderer in der Mitte am meisten zur Fortbewegung bei. Schon ARISTOTELES hatte das gesehen. Mit Schiffsmodellen und Mathematik wurde nun nach Lösungen gestrebt. GIOCOMO CONTARINI hatte GALILEI Fragen gestellt, mit ihm tauschte er sich aus. So wurde erörtert, ob die Stützpunkte für die Ruder innerhalb oder außerhalb der Schutzwand des Bootsrumpfes am günstigsten fixiert sind. Wie wirkte sich eine Vergrößrerung von Rudern aus? Im Gefecht konnte Schnelligkeit eines Schiffes entscheidend sein. Mit Mathematik wurde auch ein Hör- oder Sprechrohr konstruiert. Es wurde untersucht, wie die Läufe an Pistolen und Gewehren für beste Wirkung gebogen sein sollten. Alles waren konkrete, einzelne Probleme, welche GALILEIs Herangehen auch an die anderen späteren Fragen prägten.

GALILEI leistete auch Pionierarbeit in der **Materialforschung**. Er untersuchte etwa, wann, nach Länge und Dicke, ein Balken zerbricht, war also einer der neuzeitlichen Begründer der **Festigkeitslehre**. Er begann damit 1593, also in Padua, In der Antike war angenommen worden, daß "die Festigkeit eines Körpers erhalten bleibt, wenn alle seine Maße linear vergrößert werden" (M. VALLERIANI 2914,

S, 447449Aber nun wurde gefunden, daß eine kleine Maschine in größerem Format gebaut nicht die gleiche Festigkeit aufweist wie das kleine Modell. Alles Dinge von Bedeutung etwa für die Bautechnik, die Praxis überhaupt.

Herrschende physikalische Disziplin wurde die **Mechanik**, namentlich als **Kinematik**, die Bewegungslehre. GALILEI (s. 1987) stellte seine Ansichten zur Bewegung vor in dem "Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische" von 1632 und 1638 in "Unterredungen und mathematischen Demonstrationen, zwei neue Wissenschaften betreffend". In beiden als Dialog verfaßten Werken, wobei fingiert an je 4 Tagen drei Personen debattieren, vertrat die eine Gestalt, Simplicio, jedenfalls anfänglich die aristotelische Schulmeinung. Salviati und Sagredo sind zwei kluge, unverbildete Edelleute, von denen Salviati die Ansicht des GALILEI vorträgt, Sagredo aber jene Fragen stellt, die GALILEI sich einst vorgelegt hatte und Leser noch vorbringen mochten, und deren Erörterung Klärung bringen sollte. Ein venezianischer Patrizier GIOVANFRANCESCO SAGREDO, Freund GALILEIs, hat übrigens existiert.

GALILEI war sich bewußt, daß so alltägliche Dinge wie **Fallen von Körpern, Wurf und Pendelschwingung** manchen nicht als Gipfel der 'tiefste Probleme der Natur' behandelnden Philosophie erscheinen mochten. Sagredo sagt zu Salviati/GALILEI (1987, S. 366): "Wie oft gebt Ihr mir Gelegenheit, den Reichtum und zugleich die Freigebigkeit der Natur zu bewundern, indem ihr über einfache, ja in gewisser Weise niedrige Dinge so merkwürdige, völlig neue, der Einbildungskraft fernliegende Betrachtungen anstellt."

Das Verhalten bewegter Körper war namentlich seit ARISTOTELES immer wieder diskutiert worden. Bewegung und der Wurf von Körpern interessierten auch wegen geschleuderter Waffen, namentlich von Geschossen, jedoch auch die Autorität des ARISTOTELES allein hat wohl immer wieder zu Überlegungen über Bewegung angeregt. Und bei GALILEI (1632/1987) werden auch Spiele mit dem Wurf von Kugeln oder Scheiben in die Betrachtung einbezogen.

Gemäß ARISTOTELES sollten die Körper umso schneller fallen, je schwerer sie sind. Es wurden auch vor und neben GALILEI Experimente angestellt, etwa ein großer schwerer und ein kleiner leichter Körper oder ein leichter schwerer und ein großer leichter Körper zusammengebunden und ihre Fallzeit zu bestimmen gesucht, indem etwa der beim Aufplatschen entstehende Ton der verschiedenen gleichzeitig fallengelassenen Körper auf Zeitgleichheit und Zeitunterschied verglichen wurde (R. HOOYKAAS 1999). Die überkommenen Vorstellungen hat gerade GALILEI gründlich verändert und gerade darin die **Notwendigkeit des eigenen, das Überkommene in Frage stellenden Denkens auch über scheinbar geklärte Dinge** erwiesen.

Die Vorstellungen über die Bewegungen von Körpern auf der Erde werden verbunden mit der Vorstellung der sich bewegenden Erde, da hierin für wichtige Phänomene eine Erklärung gefunden wird. Kopernikanisches Weltbild und Bewegungslehre sind bei GALILEI fest verbunden. Das läßt das Verbot der Erörterung der kopernikanischen Lehre besonders lächerlich und abseitig erscheinen.

Bewegungen, die in GALILEIs (1632/1987) Erörterungen einfließen sind verschiedene: von einem Turm oder vom Mast eines stillstehenden und die vom Mast eines fahrenden Schiffes herabgeworfenen Körper, in Ostrichtung und damit in die Richtung der Erdumdrehung oder in Westrichtung abgefeuerte Kanonenkugeln, von einem fahrenden Wagen nach vorn, in Fahrtrichtung, oder in die Gegenrichtung abgeschossene Pfeile von einer Armbrust, die Flugbewegung der Vögel.

Begriffen werden muß, und da hat der Dialogpartner Simplicio seine Schwierigkeiten, daß die Erde alle Körper an ihrer Oberfläche und auch das Luftmeer bei ihrer Umdrehung völlig mit sich bewegt. Die Wolken bleiben nicht wegen der sich unter ihnen drehenden Erde zurück, und die Erdbewegung schafft nicht den Wind. Die abgeschossene Kanonenkugel war mit der Kanone schon in Bewegung und beim Abschießen kommt nur eine zusätzliche Bewegung hinzu. Deshalb schießt eine gleichartige Pulverladung die Kanonenkugel in jede Richtung gleich weit. Die Kanone eilt beim Abschießen der Kugel nach Osten nicht der Kugel hinterher. Auch werden wegen der Drehbewegung der Erde nicht Gegenstände von der Erde weggeschleudert.

Zentral ist die Vorstellung, daß ruhende ebenso wie in Bewegung befindliche Körper ihre Ruhe oder Geschwindigkeit nur ändern, wenn auf sie eine Kraft wirkt, was dem von GALILEI jedoch noch nicht explizit formulierten Prinzip der Trägheit entspricht (A. KOYRÉ 1998). Die **abgefeuerte Kanonenkugel** fliegt zunächst gemäß dem Trägheitsprinzip **geradeaus** davor, aber **dann** senkt sie sich, beschreibt eine Parabel, **fällt zur Erde zurück**. Welche 'Kraft' bewirkt dieses Absinken? Erst NEWTON sollte damit Klarsicht bekommen!

Das **Fallgesetz,** von dem GALILEI 1604 an den vielseitigen venezianischen Gelehrten PAOLO SARPI berichtete und um 1609 formulierte, als Resultat allgemeiner Überlegungen, auch mit Berufung auf die angenommene Einfachheit der Natur, und mit der zunächst fast unmöglich erscheinenden Ansicht, daß beim Aufheben des Widerstandes der Luft alle Körper gleich schnell fallen.

Erfaßt war die gleichmäßige **Beschleunigung** fallender Körper, gleich schnell fallend also **im Vakuum,** unabhängig vom Gewicht der Körper, gleich schnell also die Bleikugel wie die Vogelfeder. Es gab damit ein universelles Fallgesetz.

In seiner ersten Schrift über Bewegung, "De Motu Gravium" von 1590, nahm GA-




Abbildung 1136: SARPI. Venedig.

LILEI noch an, daß nur Körper mit gleichem spezifischen Gewichtes gleich schnell fallen. Die Geschwindigkeit sollte, wie er auch in einem Brief an den venezianischen Gelehrten PAOLO SARPI vom 16. Oktober 1604 mitteilte, proportional dem zurückgelegten Weg zunehmen, die Körper also gleichmäßig beschleunigt fallen. Experimente unternahm GALILEI wohl mit der Fallrinne, **auf der schiefen Ebene**, auf der die Bewegung einer hinunterrollenden Kugel zwar gegenüber dem freien Fall verzögert ist, aber , wie GALILEI feststellte, proportional dem freien Fall abläuft, mit eben anderer konstanten Beschleunigung - Beispiel großartiger Abstraktion. GALILEI habe die Rinnen für das Hinabrollen der ganz glatt polierten Kugel ebenfalls "ganz glatt" gemacht und Pergament eingeklebt (J. HONERLAMP 2010, S. 20). **Der Zeitverlauf** wurde **verfolgt**, indem man aus einem Eimer mit feinem Loch im Boden Wasser in einem feinen Strahl in einen darunterstehendem Behälter rinnen ließ und die Gewichtszunahme des Behälters feststellte (GALILEI 1987, S.394). Gleichmäßiger Wasserausfluß wurde vorausgesetzt. Meßwerte teilte GALILEI aber nicht mit (W. GERLACH 1964), Ja vielleicht, wurde auch gemeint, wurden die von GALILEI durchaus beschriebenen Experimente nur gedanklich erörtert, jedoch nicht durchgeführt (A. KOYRÉ 1998, S. MASON 2002). Angebliche Fallversuche vom etwa 55 m hohen "Schiefen Turm" in Pisa sind noch offensichtlicher nur Legende, zumal beim Fallen vom Turm von Pisa in 3,3 Sekunden damals kaum Messung möglich war. Der forschende italienische Jesuit FRANCESCO MARIA GRIMALDI (B. S. EASTWOOD 1972) hat in seiner Heimatstadt Bologna 1640 den freien Fall von Körpern vom hohen Asinelli-Turm

gemessen, mit einem Pendel als Zeitmesser. Hatte man das abstrakte Fallgesetz mit der Gültigkeit im Vakuum, so blieb sicherlich die Notwendigkeit, auch den realen Fall und Wurf im Luftmeer irgendwann zu erforschen (S. SHAPIN 1998, S. 75).

Für die Gewinnung dieser Vorstellung vom Fall der Körper war es naheliegend, auch das "Fallen" resp. **Absinken in einem anderem Medium**, in einer Flüssigkeit, also vor allem in Wasser, zu verfolgen und sich im Falle eines Nichtabsinkens mit dem "**Schwimmen" der Körper** zu befassen. Bereits im Altertum hatte man den "Fall" beziehungsweise die "Sinkgeschwindigkeit" von Körpern in verschiedenen Flüssigkeiten vergleichend betrachtet (A. HERMANN 1968) und gesehen, wie unterschiedlich Körper in Wasser und Luft sinken. In Wasser sah ARISTOTELES die Abhängigkeit des Sinkens von der Flächigkeit eines Gegenstandes, wie es in der Luft von einem Baumblatt im Vergleich mit einem fallenden Ast geäußert werden konnte. Ein flächiges Blatt schwamm auf dem Wasser, ein dünnes Stück Metall mochte sinken. Eine Nadel auf einem Stück Papier schwamm auf ihm. Flächiges Eis schwamm. Aber man mußte begreifen, daß es verünntes Wassser wäre. ARCHIMEDES kam zwar schon zur Abhängigkeit des Schwimmen vom spezifischen Gewicht. Aber GALILEI kam nicht umhin, daß zu überprüfen. BRECHT läßt den GALILEI-Schüler Federzoni ausrufen: "Heiliger Aristoteles, sie haben ihn niemals überprüft!" An der Luft, mit dem Luftwiderstand, waren die Unterschiede im Fallen der Körper von verschiedenem Material und verschiedener Größe geringer als im Wasser. Je schwerer ein Medium war, desto unterschiedlicher sanken die Körper. Und umgekehrt wurde dann die Annahme gewagt, im Vakuum, also leerer Raum, ohne Widerstand, müßte so etwas wie der Luftwiderstand fehlen und fallen eben alle Körper gleich schnell. Wie es heißt (1987, S. 345), "daß trotz sehr großer Verschiedenheit der fallenden Körper im allerfeinsten Medium der allerkleinste Unterschied verbleibt, ja eine kaum noch wahrnehmbare Differenz, ..."

Es gehört zu den Abstraktionen GALILEIs, daß er ein **Naturgesetz** aufstellte über Verhältnisse, das Fallen im Vakuum, das sich damals und noch lange **nicht direkt** und auf der Erde **überprüfen ließ** (C. F. von WEIZSÄCKER 2004).

Das **Interesse am Vakuum**, an der Herstellung eines wenigstens in einem kleinen Raum erzeugten Vakuums, war aber geweckt. Und es war schließlich ein GALILEI-Schüler, TORRICELLI, der ein erstes Vakuum herstellte, und Überlegungen zum Weltraum bestimmten auch einen Denker wie GUERICKE.

Da die Körper im Luftraum der Erde sehr ungleich schnell fallen, die windbewegte Vogelfeder fast kaum, war auch das Interesse am **Luftwiderstand** (C. F. von WEIZSÄCKER 2004) geweckt, an dem auch, was später - noch nicht bei GALILEI - als **Reibung** vor allem Techniker und Konstrukteure beschäftigte. Ursache des

Widerstandes beim Fallen in der Luft sollte "eine Rauhigkeit" der Körper sein, die beim schnellen Fallen sogar "Pfeifen und Zischen" verursacht und beim Blitz (S. 358), der nun allerdings auf seine Weise herunterzischt, den Donner hervorbringt.

GALILEI (1987, S. 198/199) stellte, durch den Mund von Salviani, auch die **Ursprungs**-, die **Anfangsfrage**, wie denn die Bewegung der Körper überhaupt zustande kam, aus dem Urchaos, oder vom Schöpfer. Zuerst sollte es nur die geradlinige, letztlich ins Unendliche führende Bewegung gegeben haben, wodurch die Baustoffe herbeigeschafft wurden, und dann vom Schöpfer in die Kreisbwegungung umgewandelt wurde. In dem Dialog von 1638 heißt es einmal (S. 375): "Nichts ist älter in der Natur als die Bewegung."

So wie er den Dualismus von Erde und Weltall aufhob, **widersprach** GALILEI auch einem **Unterschied der "natürlichen" und der "künstlichen"** Bewegung. Die Bewegung in Maschinen widersprach nicht der Natur und ihren Gesetzen, war **nicht 'widernatürlich'** (F. KRAFFT 1985, S. 73). **Keine Technik**, so wurde deutlich, **kann gegen die Naturgesetze handeln**. Was nicht dagegen spricht, daß manche Phänomene und damit deren "Gesetzmäßigkeiten" auf der Erde nur im Laboratorium hervorgerufen werden können oder wie im Falle der Elektrizität dort erforschbar waren.

### Das im wesentlichen mechanistische Bild vom Weltall und der Welt bei DESCARTES

Bei ARISTOTELES hatte des das Lebendige viel an Erklärung für Phänomene der Natur geliefert. Das 17. Jh. stützte sich auf die Mechanik, entwickelte ein mechanistisches Weltbild. dem sich schließlich auch die Geschehnisse in den Organismen unterzuordnen hatten. Das einflußreichste mechanistische System vom Weltall war lange das von RENÉ DESCARTES. GALILEI und seine Schüler und andere Forscher entwickelten durch vor allem auch Experimente die Physik, betrieben wie GALILEI selbst "erfolgreiche Physik ohne metaphysische Grundlegung" (K. FLASCH 1996). Auch DESCARTES hat in einigen Dingen, etwa der Optik, selbst geforscht. Er war auch Mathematiker, kannte die zeitgenössische Physik. Es war auch Beobachter in der Natur, etwa von Wasserwirbeln, und Beobachter von Handwerkern, von Schmieden. Vor allem aber wollte DESCARTES unter Berücksichtigung der vorhandenen Kenntnisse ein umfassendes Weltbild liefern, das über die Physik hinausging, **Metaphysik** wurde, also vor und hinter der Physik stand. Um zählen und rechnen zu lernen mußten die Menschen wohl zunächst Stücke in verschiedener Anzahl vor sich hinlegen. Rechenbretter zeigen das bis heute. Um die Beziehung von Algebra und Geometrie aufzufinden, war wohl bei DESACARTES erst einmal nur Denken, also Gehirn, nötig. Dann wurden die Kur-

ven, die Parabeln und Ellipsen in ein Koordinatensystem eingezeichnet. So meinte DESCARTES (G. M. TRIPP 1989), daß die grundlegenden Prinzipien der Physik vor und hinter der experimentellen Physik im Gehirn vorliegen, daß Gott als der Urheber unserer Seele entsprechende Begriffe eingeprägt habe (zit. bei G. M. TRIPP 1989, S. 149) , sie sich wie alle grundlegenden Naturgesetze ableiten lassen **durch Deduktion**. Manche bedeutenden Probleme, denen man erst später mit Beweisen näher treten konnte, hat er formuliert, aber eben auch als für ihn geltende Ansicht formuliert. Es ertstand eine beträchtliche Anhängerschaft des DESCARTES vor allem in den Niederlanden und in Frankreich, wurde vor allem hier der '**Cartesianismus**' (W. W.; X 1910) eine Zeit lang maßgebende Philsosophie.

DESCARTES wurde als Sohn eines - modern ausgedrückt - höheren Beamten, also einem Angehörigen der neuen Nobilität, geboren am 31. März 1596 in La Haye, südlich der Loire zwischen Tours und Poitiers. Nach seiner Geburt starb die Mutter. Ab dem 8. Lebensjahr wurde DESCARTES erzogen in der bedeutenden Jesuiten-Schule in La Fleche. Er erwarb 1616 einen Grad an der Universität von Poitiers. Um einiges kennenzulernen ging der schon durch Begabung aufgefallene DESCARTES in damals friedlicher Zeit in die Armee des Oraniers in Holland und, im nunmehr beginnenden 30-jährigen Krieg, in die des katholischen Bayernherzogs MAXIMILIAN. Im Winterquartier in Neuburg an der Donau 1619 hatte er ein "geheiztes Zimmer" und Muße zum Nachdenken und kam hier zu wesentlichen seiner Erkenntnisse. Er war dabei, als am 8. November 1620 am Weißen Berg bei Prag die Katholischen die aufständischen protestantischen Böhmen besiegten. Schließlich mit Mitteln aus dem Verkauf eines ererbten Gutes ausgestattet hat DESCARTES manche Teile des zugänglichen Europa bereist, von Mähren bis Pommern und Friesland, war in Paris, war in Italien. Wiederum dabei war er im Oktober 1628 beim Fall des Hugenottenplatzes La Rochelle durch die Truppen von RICHELIEU. Vom Frühling 1629 bis zum September 1649 lebte er in Holland, immer wieder umgezogen in andere Universitätsstädte, insgesamt in 13 Orten. Ein Haushalt mit Familie und eine große eigene Bibliothek waren da nicht angebracht und die gab es nicht. Ein eigenes Schiff nahm ihn auf, um den berühmten Mann nach Stockholmzur jungen Königin CHRISTINA zu bringen. Aber überlebte den kalten Winter nicht und starb am 11. Februar 1650 in Stockholm.

Von des jungen DESCARTES' synthetischen Fähigkeiten zeugte die entdeckte Verbindung von geometrischen Figuren, wie Parabeln und Hyperbeln mit algebraischen Gleichungen, das heißt der Möglichkeit, bestimmte Punkte auf den in einem Koordinatensystem mit Abzisse und Ordinate dargestellten geometrischen Figuren mit solcher Gleichung zu finden. DESCARTES wollte die Sicherheit von Schlußfolgerungen erfassen. Sicher wäre, daß er selbst sei, weil er denke, das berühmte "Cogito, ergo sum". Und ebenso sicher wäre die Schlußfolgerung auf die Existenz-

von Gott. Der Atheist stimmte dabei bestimmt nicht zu und hier täuschte sich DESCARTES. Und auch Theologen war es keinesfalls genehm, erst nach einem Beweis für Gott zu suchen. Die Veröffentlichung seines Weltbildes mit den darin bestehenden Vorgängen in dem 1633 vollendten Werk "Le Monde" unterließ DESCARTES mit der Kennntisnahme der Verurteilung von GALILEI. Er gab eine neue Version 1644 in seinen "Principia Philosophiae" (J. HENRY 2002). Für DESCARTES (P. ROSSI 2000) waren es die Gesetze der Natur, die das Chaos ordnen und so die strukturierte Welt bilden. Gott, der dies geschaffen hatte, wirkte andererseits im Rahmen der einzig möglichen Gesetze. Das menschliche Denken setzte allerdings damit der Omnipotenz Gottes Grenzen, was zu Widerspruch etwa in England führte. Materie war Ausdehnung, Vakuum war wegen der nötigen Interaktionen der Teilchen nicht möglich. Wenn die bald erfolgende Erforschung des Vakuums, bei GUERICKE und BOYLE, so viel Beachtung fand, dann auch wegen grundsätzlicher Erörterungen über das Weltall. Das **Ausmaß an Bewegung in der Materie der Welt** sah DESCARTES trotz Veränderungen im einzelnen als **gleichbleibend**. DESCARTES (1644/1965, S. 48/49) begründete diese Auffassung mit Gott, "welcher die Materie zugleich mit der Bewegung und Ruhe im Anfang erschaffen hat" und dann in seine Schöpung nicht mehr eingriff, sich also "so viel Bewegung und Ruhe im ganzen erhält, als er damals geschaffen hat ... , wenn sie sich auch bei den einzelnen Teilen verändert" LEIBNIZ mochte es wiedergeben mit Erhaltung der Quantität der Kraft (G. W. LEIBNIZ 1705/1992, S. 333). Man kann die Vorstellung von DESCARTES über die gleichbleibende Quantität der Bewegung in der Welt als Vorwegnahme des Geseztes zur Erhaltung der Energie interpretierenl, aber eben ohne experimentelle Grundlegung wie bei MAYER, JOULE, HIRN und anderen. DESCARTES (1644/1965, S. 49). kommt bei seiner Annahme der gleichbleibenden '*quantitas*' an Bewegung in der Welt auch zu Vorstellungen, die man als verallgemeinertes **Trägheitgesetz** oder **Trägheitsprinzip** bezeichnen kann, wenn er meinte, "daß jede Sache, sofern sie einfach und unteilbar ist, so viel von ihr abhängt, diese stets in demselben Zustand verharrt und diesen nur infolge äußerer Ursachen verändert". Und so kommt eine ruhende Sache nicht von selbst in Bewegung und wird ein bewegter Körper nicht ohne äußere Ursache abgebremst oder gar zum Stillstand gebracht. Das sollte auch gelten für die **Form**, und ein 4-eckiger Körper bliebe 4-eckig, "solange nicht von außen außen etwas hinzukommt, was seine Gestalt verändert" (S. 49). Und die Sonne brauche für ihr Leuchten (S. 70), für ihre "Flamme", nicht wie ein Feuer auf der diesem entgegenwirkenden Erde neue "Nahrung", denn "nach den Naturgesetzen beharrt die Flamme nicht weniger wie jeder andere Körper, wenn sie einmal vorhanden ist, so lange, bis sie von einer fremden Ursache vernichtet wird." Andere Himmelskörper könnten bei der Sonne nicht eingreifen. Andererseits war zu bemerken, daß "immer neue Materie in die Sonne eintritt und andere aus ihr austritt:" Gemäß GASSEN-

DI waren die Atome mit der Schöpfung mit einen inneren Prinzip der Bewegung ausgestattet worden. War nach anderer Meinung die Welt aber ewig, blieb auch die gefährliche Annahme, daß das System gar keinen Anfang hatte, von jeher existierte, wie bei ARISTOTELES. Die **Bewegung der Himmelskörper** (S. 74), hier zunächst im Sonnensystem, sollte durch die "nach Art eines Wirbels" sich drehendeHimmelsmaterie zustande kommen. DESCARTES gibt an, dies erschlossen zu haben aus gewissen in Flüssen beobachteten Wasserwirbeln, die stabil bleiben und auf denen schwimmendes Gras sich anstatt weggeschwemmt zu werden immerfort auf der Stelle dreht, und zwar ist eine Kreisbewegung dieser Grashalme um so schneller durchlaufen "je näher die dem Mittelpunkte des Wirbels sind." Diese Kreisbewegungen des schwimmenden Grases sind aber niemals "vollkommene Kreise ...." Im Sonnensystem mit seinen Planeten dreht sich "die ganze Himmelsmaterie ... nach Art eines Wirbels, in dessen Mitte die Sonne ist", und es drehen sich "die der Sonne näheren Teile schneller, die entfernteren langsamer", wie bei den in einem Wasserwirbel festgehaltenen Grashalme. Das war nicht nur als Metapher gedacht, sondern als Wesensgeichheit. Die Erde und die Planeten "bleiben" "immer zwischen denselben Teilen der Himmelsmaterie ..." Die Himmelsmaterie wurde dabei als dünnflüssig angenommen. Und wie die Kreise der im Wasserwirbel sich drehenden Grashalme unvollkommen sind, "ebenso kann man sich dasselbe bei den Planeten leicht vorstellen". Womit man bei KEPLERs Ellipsen wäre. Wie auch an den Wasserwirbeln bemerkt, gibt es in jenem großen Wirbel der Himmelsmaterie "andere kleinere Wirbel", indessen Mittelpunkten sich dann etwa der Jupiter und die Erde befinden (S. 78) Der Jupiter wirbelt ziemlich schnell seine 4 damals bekannten "Begleiter", also Monde, mit, und die Erde ihren einen Mond. Und DESCARTES meinte von seinen Vorstellungen: "Dies genügt, um ohne alle Künsteleien die sämtlichen Erscheinungen" der mehr oder weniger kreisförmigen Bewegeungen im Wasserwirbel wie im Planetensystem "leicht zu verstehen" (S. 74). Hier erhebt sich für uns die grundlegende Frage nach den **Möglichkeiten von Analogien**. Und auch die Frage nach zunächst sogar überzeugend wirkenden **Spekulationen** über Dinge und Ereignisse! Waren sie für die weitere Wissenschaft dienlich, **förderlich**, anregend, **oder** eher zu sehr abschweifend, als anscheinend abgeschlossene Erklärung beruhigend, und damit schädlich? Die Analogien des DESCARTES sind vielleicht gar nicht so viel mehr zu verurteilen als die von Atomphyikern der ersten Jahrzehnte des 20. Jh., welche im Atom mit Atomkern und auf bestimmten Bahnen ihn umkreisenden Elektronen eine verkleinerte Wiederkehr des Planetensystems sehen wollten. Spekulation, wüste fast, waren auch DESCARTES' Vorstellungen über die Elemente und das Brennen. Schluß mit der Philosophie möchte man rufen, exakte Untersuchung!

Die Deduktion bestimmte nicht den ferneren Weg der die Realität erforschenden Naturwissenschaft. Das bedeutet nicht, daß aus induktiver Forschung gewonnene

Hypothesen bzw. Theorien nicht deduktiv weiteres ableiten lassen. Wer weiß, daß es einmal Eiszeiten gab, wird in einem neu erforschten Gebiet auch dort, wenn vorhanden, rasch die Hinterlassenschaften von Gletschern erkennen.

**Metaphysik** vermeinte auch bei LEIBNIZ (1686 a/1992, S. 92/93) "nicht entbehren" zu können, daß hinter den Dingen im Gegensatz zu den Atomisten "das eigentliche Innere der Mechanik und ihre ersten Gesetze auf keinerlei Weise ohne metaphysische Prinzipien und ohne die der Teile entbehrenden Substanzen entwickelt werden könne." Aber was waren die "Realien"? Immerhin lobt LEIBNIZ (1686 a/1992, S. 203) einmal SNELLIUS für seine sachliche Auffindung der Gesetze der Lichtbrechung, ohne erst "nachforschen" zu wollen, wie das Licht entsteht, denn darauf hätte er "lange Zeit" warten müssn. Aber gemeint wurde auch, daß bei der Lichtbrechung es "läge in der Absicht der Natur den leichtesten Weg" für das Licht zu finden, zumindestens man sich hier von dem Prinzip der Zweckursache des günstigsten Lichtweges leiten lassen könne.

## Das auf die Mechanik begründete Weltbild bis hin zur Mikromechanik, den kleinsten Teilchen, bis hin zu Atomen oder auch nicht

Vieles in der mechanistisch angenommenen Welt wurde auf das Verhalten kleinster Teilchen zurüclgeführt, gab also fast für alles und jedes eine '**mikromechanische Erklärung**' (S. SHAPIN 1998, PIERRE GASSENDI hatt die antike Atomtheorie mit den unteilbaren kleinsten Teilchen wiederbelebt, Andere, DESCARTES etwa und BOYLE, erklärten auch mit kleinsten Teilchen, jedoch sahen sie nicht als unteilbar en. BOYLE nannte sich zwar "corpuscularist", aber ließ sich nicht als Atomist bezeichnen. Die "Korpuskel- oder Teilchentheorie der Materie war also nicht identisch mit der Lehre des Atomismus" (S. SHAPIN 1998, S. 60). Am weitesten und phantasievollsten war wohl DESCARTES, in der Verbindung von kleinsten Teilchen und den 4 Elemente (S. 60 ff.). GALILEI, der so richtige Sachverhalte aufklärte, war da ein Meister der notwendigen Zurückhaltung. Für DESCARTES war eine 'physikalische Erklärung' die "Bestimmung der jeweiligen Zusammensetzung eines Körpers und des Bewegungszustandes der Teilchen, aus denen er zusammengesetzt war" (S. SHAPIN 1998, S. 60). Sonne und Fixsterne sollten nur aus einem Elemente bestehen, dem 'Feuer'. Die Feuer-Teilchen sollten überall in den Raum eindringen können und im Weltall bestand also kein Vakuum (Fußnote S. 60). Selbst den vielen rätselhaften Magnetismus erklärte DESCARTES, durch "schraubenähnliche Teilchen ... in einem Wirbel im Umfeld der Erde ...", die genau in feine Öffnungen im Eisen einsdringen konnten (S. 60). Da es bei den schraubenähnlichen Teilchen solche mit "Links- oder Rechtsgewinde gab", kam es zu den

zwei Polen der Magneten. Das Wasser (DESCARTES 1644/1965, S. 194) bestünde im Unterschied zum Feuer aus "dickeren, ... weicheren und klebrigen Teilchen." Das Wasser dringt "leicht in die Gänge der brennenden Körper, hält die Feuerteilchen davon ab und hindert das Weiterbrennen." Aber in manchen Körpern springen die Wasserteilchen mit Gewalt heraus, brennen selbst und vermehren das Feuer. Das entnahm DESCARTES Beobachtungene beim Schmied. Die Schmiede besprengen Steinkohlen mit Wasser und das Feuer entfacht sich stärker. Salze bewirken das noch mehr: "Denn deren Teilchen sind starr und länglich und zittern in der Flamme wie Spieße; so haben sie bei dem Stoß auf andere Körper eine Kraft, um deren kleinste Teile zu erschüttern, und deshalb pflegt man sie den zu schmelzenden Metallen zuzusetzen." Holz und andere brennbare Matrrialien "bestehen aus verschiedenen Teilchen", die Feuertielchen dringen zuerst in die dünnsten Gänge, dann die mittleren und reißen die Teile mitsich fort bis auf die "dicksten, welche die Asche bilden." Mit Asche bedeckte amgezündete Kohlen halten wegen des Zurückhaltnes der Feuerteilchen (S. 195). Und die Vorgänge im Körper der Lebewesen und auch des Menschen wurden auf Teilchen zurückgeführt. Bei der Reflex-Antwort auf Hitze verschieben die Feuer-Teilchen die Haut in der Nähe, was an der Nervenfaser zieht, die im Gehirn endende Pore öffnet und die kommen 'animalische Teilchen' an die etwa den Fuß vom Feuer wegziehenden Muskeln. Behscränkt man sich darauf, in DESCARTES einen frühen Beschreiber von Reflexen zu sehen, dann wirkt er vernünftiger als wenn man die Erklärung dazunimmt.

Im **dualistischen System** von DESCARTES aber wurde die **unsterbliche Seele**, diese nie von DESCARTES bezweifelte, **von dem mechanischen Körper** der Lebewesen **trennbar**, auch von dem als Maschine gesehenen Menschenkörper (s. d.). Alle Mechanik bezog sich also nur auf das, was nicht 'Seele' war.

Die Bestätigung der kleinsten Teilchen **erwartete man vom Mikroskop**. Unter das Mikroskop wurden die unterschiedlichsten Dinge gelegt. Eine von HOOKE daruntergelegte Nadelspitze oder eine daruntergelegte Kante eines Rasiermesser erschienen dann nicht mehr glatt, sondern rauh. Und ein gedruckter Punkt löste sich in Puzzel (so bei S. SHAPIN 1998, S. 64). Von kleinsten Teilchen gab es, wie viele erwaret hatten, keine Spur. Zu neuartigen, **großartigen Entdeckungen** führte das **Mikroskop bei der Erforschung der Lebewesen**, ihrer Körper, einschließlich des Menschen, in den Forscungen der 'Biologen' (s. u.).

Die Vorstellung von kleinsten Teilchen wurde auch auf die **Chemie** übertragen, wenn, später, die Partikel der im Mund so ätzenden Säuren als mit Spitzen besetzt galten und deshalb die Zunge verätzen (W. OSTWALD 1895 / 1904).

Wie namentlich LOCKE hervorhob, gibt es die Sinneswahrnehmungen und die kleinsten im Verhalten Teilchen bestehende anzunehmende andersartige Wirklich-

keit, also von den '**Primären Qualitäten**' in den kleinsten Teilchen kam man zu den '**Sekundären Qualitäten**' der Sinneswahrnehmungen (S. SHAPIN 1998; S. 67 u. a.).

Die **Empfindung von Farben** – zurückgeführt auf trennbare Korpuskel oder Wellen, die etwas ganz anderes sind als die Farben im menschlichen Gehirn – das war eine jene Aufklärungen, die **zwischen der objektiven und subjektiven Welt einen Unterschied** sehen mußte, "dass", wie es im 20. Jh. LE´VI-STRAUSS (in: J. ALTWEGG 2008; S. 54) formulierte, "wenn man so sagen kann, die Gegebenheiten und Wahrnehmungen des unmittelbaren Bewusstseins, die Welt der Farben, Gerüche, Töne, eine trügerische, eine Illusion der Sinne sind. Dass man zum Verständnis der Welt tiefer gehen, zu dem, was" Philosophen der Zeit, LOCKE und DESCARTES, "die primären Gegebenheiten nannten, vordringen muss: zum Raum, zur Bewegung, zur Dauer." LE´VI-STRAUSS führte die Gedanken bis zu ´FREUD, der dem Menschen die Illusion nahm, daß seine Gedanken nur die von Rationalität wären anstatt bestimmt zu sein vom "Unterbewußten", so wie MARX darauf verwiesen hatte, dass sich das soziale und das individuelle Bewusstsein selbst betrügt und ständig belügt."

Aus der primären Qualität der Rauhigkeit kleinster Teilchen kam man zum sauren bis ätzenden Geschmack als sekundäre Qualität, aus dem Verhalten kleinser Teichen als primäre Qualität zur sekundären Qualität der verschiedenen Wärmeempfindungen.

Mit der Aufklärung der '**physikalisch-physiologischen' Grundlagen der Sinnesphysiologie** wurde im 20. Jh. der Weg von den primären zu den sekundären Qualitäten in manchen Bereichen weit aufgeklärt, so von HELMHOLTZ (s. etwa H. RECHENBERG 2011).

## Mechanik überall

Einen für manche Forschungen wichtigen exakten Zeitmesser konstruierte CHRISTIAN HUYGENS (G. FRANKE 1991) mit seiner **Pendeluhr**. HUYGENS untersuchte mathematisch auch die gleichförmigen **Kreisbewegung** und den **elastischen Stoß**. HOOKE fand das nach ihm benannte, allerdings nur angenähert gültige Gesetz, das ein fester Körper, etwa eine Metallfeder, sich proportional der ziehenden Kraft **streckt**.

Die **Hydrostatik** entwickelte der aus Brügge stammende SIMON STEVIN, Militär - und Zivilingenieur unter MORITZ VON ORANIEN während des Kampfes der Niederländer gegen Spanien. STEVIN hatte Festungsgräben zu fluten, aber auch durch Einstellung der Schleusen an den Deichen die Lande gegen die spanische Armee zu fluten. Von ihm stammt ein an der flachen Küste entlangfahren-




Abbildung 1137: STEVIN.Brügge.

des **Landfahrzeug mit Segel -** ein Segelfahrzeug am Meer, aber nicht auf dem Meer.

**Wärme** wurde bereits von FRANCIS BACON als Bewegung gesehen, eine im 18. Jh. wieder umstrittene Annahme. HOOKE legte die **Wärmeausdehung** der Körper als Allgemeinerscheinung dar. Die **maximale Dichte des Wassers** war zuerst bei der Accademia del Cimento in Florenz beobachtet worden (A. N. MELDRUM 1933).

**Schall** war als erkannt als **Verdichtungswellen der Luft**. Mit dem Mathematiker und Kieler Jura-Professor SAMUEL REYHER erscheint wieder der Terminus '**Akusti**k'

## Weitere Tatsachen am Himmel und nicht nur Theorien

Die Vorstellungen über das Weltall werden entscheidend über die dort gefundenen Körper, deren Menge und deren Verhalten bestimmt. Im 17. Jh. wurde noch vieles über das Sonnensystem festgestellt

Um Entfernungen innerhalb des Sonnensystems zu bestimmen, war der seltene Durchgang (transit) der sonnennäheren Planeten **Merkur und Venus vor der Sonnenscheibe** ein begrüßtes Ereignis. KEPLER verfolgte 1631 einen Durch-

gang des Planeten Merkur vor der Sonnenscheibe, HORROX 1639 den Durchgang der Venus. 1583 überholte der Jupiter als der schnellere, weil auch sonnennähere Planet, den langsameren, sonnenferneren Saturn, wurde also die alle 20 Jahre wiederkehrende **Konjunkton**/conjunction beobachtet (O. GINGERICH 1975), was ein Bild von der Entfernung der verschiedenen Planetenbahnen bietet.

Die **Höhe der Berge** auf dem **Mond** maß GRIMALDI (B. S. EASTWOOD 1972), der auf der Erde auch die **Wolkenhöhen** festzustellen suchte. Mit GRIMALDI begannen Astronomen, **Regionen** auf dem **Mond nach Astronomen und Physikern zu benennen** und ihnen so ein außerirdisches Denkmal zu setzen, auf den Mondkarten, eine als für dauernd angenommene Erinnerung wie viele lateinische Pflanzen- und Tiernamen für die Botaniker und Zoologen und manche andere.

Nach der Entdeckung von Trabanten des Jupiter durch GALILEI fand HUYGENS 1655 einen ersten Mond auch beim Saturn, den Titan (O. GINGERICH 1975). . 1659 klärte HUYGENS die Gestalt des **Ringes des Saturn**, der sich vorher durch Zipfel am Saturn bemerkbar gemacht hatte, aber die frei im Raum liegen, im 20.Jh. erkannt als aus ganz feinem Staub bestehend, viel dünner als Papier (YouTube Astronomie für alle, 2011 Heidelberg)**.** ROBERT HOOKE fand die Rotation des **Jupiter** um seine Achse und gab detaillierte Zeichnungen vom **Mars**, von denen her im 19. Jh. auch dessen Eigenrotation abgeleitet wurde. Gegen die Unveränderlichkeit im Himmel sprach nach FABRICIUS' Entdeckung der Mira 1696 auch die 1667 von GEMINIANO MONTANARI festgestellten periodischen **Helligkeitsveränderungen** des Fixsterns **Algol** im Sternbild Perseus (W. GERLACH 1964). Veränderliche Sterne wurden später ein besonderes Beobachtungsobjekt der Astronomen, wobei es auch perioidisch von einem Begleitert bedeckte Sterne gab..

Führender beobachtender, konstatierender Astronom wurde trotz sogar Zweifeln an Teilen der Copernikanischen Theorie, nämlich KEPLERs Form der Planetenbahnen, GIAN (GIOVANNI) DOMENICO CASSINI. Geboren 1625 und zuerst tätig in der Republik Genua wurde CASSINI 1669 unter König LOUIS XIV. zur Übernahme der Sternwarte als königlicher Astronom nach Paris berufen wurde. Er hatte 1665 die **Rotationszeit des Jupiter** bestimmt zu 9 Stunden und 56 Minuten, setzte die Tafeln über die Jupiter-Monde fort und fand Ungleichmäßigkeiten, wie solche ROEMER für die Feststellung der Lichtgeschwindigkeit verwerten sollte.. Die **Rotationszeit** des Planeten **Mars** fand er zu 24 Stunden CASSINI fand beim **Saturn**, daß der Ring aus 2 unterschiedlich weit entfernten Ringen besteht, getrennt durch eine dunkle Zone, also aus einem Ring A und einem Ring B besteht, der Cassinischen Teilung. Die Ringe sollten aus zahlreichen kleinen, aus der Ferne nicht trennbaren kleinen Monden bestehen. CASSINI fand auch weitere der

größeren **Monde beim Saturn**, damals nach HUYGENS Entdeckung des Titan weitere **4**, die "Sidera Ludovicea": 1671 den Iapetus, 1672 Rhea, 1684 Tethys und Dione (O. GINGERICH 1975).

Die Astronomie berührte oft die großen, aus dem Irdischen hinausführenden Fragen, so die Stellung der Menschen im All. Wie die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit zeigt, gab es enge Beziehung zu "physikalischen" Forschungen und kamen von irdischen physikalischen Erscheinungen wie etwa der Anziehung geriebener Körper Erklärungen, auch unzulässige, für Vorgänge im Himmel.

## Die Luft ist mehr als eine Selbstverständlichkeit

## Saugpumpe, Vakuum, Luftdruck, Luftpumpe, Dampfmaschine - fast Symbole der neuen europäischen Wissenschaft und Erfindungsfähigkeit

All die Untersuchungen, die von dem Rätsel der Wirkung der lange bekannten Saugpumpe angeregt wurden, die Herstellung eines wenigstens teilweisen Vakuum, die Erkenntnis der Luftdrucks gingen weit über die technische Seite und die Erfindungen hinaus. Eine Sache nicht nur angenähert zu erklären, sondern nach den verschiedensten Seiten hin experimentell zu verfolgen - hier liegt ein eindringliches Beispiel vor, **was abendländische Wissenschaft nun war** und **anderswo so nicht** stattfand. Dieses systematische Verfolgen der Dinge, ohne stets an Anwendung oder Erklärung des technisch Vorhandenen zu denken, hat der abendländischen Wissenschaft und dem großen Umsturz in der Beherrschung der Dinge die Macht gegeben. Alles zu finden, mit allem, was es gibt, bekannt zu werden - das war der Weg in die abendländische Zukunft!

Luft'leere' oder wenigstens luftverdünnte Räume, also ein Vakuum, bewegte im 17. Jh. manchen führenden Gelehrten, ob aus theoretischen Gründen im Anschluß an GALILEIs Gesetz vom gleichmäßigen Fallen aller Körper im luftleeren Raum, Gedanken über die Zustände im Weltall oder aus Überlegungen zu dem begrenzten Wasser- und überhaupt Flüssigkeits-Hebungsvermögen von Saugpumpen.

Anregung zu Überlegungen über leere, auch von Luft leere Räume, über ein "**Vakuum**", bot einesteils schon in der Antike das Saugen von Flüssigkeit mit einem Strohhalm, das Siphon, sowie das Funktionieren der **Saugpumpen**. Letztere sind an einem Ende offene Röhren, in deren Innerem ein der Wand möglichst dicht anliegender Kolben emporgezogen wird. Taucht eine solche Röhre mit dem offenen Ende in eine Flüssigkeit, wird beim Emporziehen des Kolbens die Flüssigkeit bis zu einer be-

stimmten Höhe emporgesogen. In der Neuzeit zeigt das jeder Füllfederhalter beim Einziehen von Tinte. Ein zusammengepreßter Blasebalg, so war bekannt, war nur wieder zu öffnen, wenn Luft hineinkommen konnte. Das Saugen der Flüssigkeit im Siphon erklärte PHILON VON BYZANZ damit, daß die Trennfläche von Wasser und Luft wie Leim ist und Luftansaugen im Strohhalm deshalb das Wasser nachsaugt (F. FRAUNBERGER 1970). Eine mit dem Mittelalter aufgekommene Erklärung war der "Horror vacui", der "Schrecken" der "Natur" vor dem leeren Raum. Dieser sollte bewirken, daß der Raum sich selbsttätig mit Materie anfülle. Die vage Erklärung wurde wohl auch gegeben, weil Gelehrte ungern auf jede Erklärung verzichten. Die Saugkraft des Vakuums sollte etwa auch Atome zusammenhalten.

KEPLER hatte 1603 aus der Veränderung der Lage der Sterne je nachdem, ob sie sich im Zenit oder am Horizont befinden, die Atmosphäre als lichtbrechend angesehen und **Luft** der Atmosphäre erschien ihm daher **als** eine **Materie** (W. GERLACH 1967). GALILEI wies 1613 nach, daß **Luft ein Gewicht** hat, indem er Luft in eine größere Glaskugel hineinpreßte, rasch wog und die Luft wieder hinausströmen ließ (P. ELVIUS 1749).

Andererseits setzten Brunnenbauer in Florenz GALILEI etwa 1630 davon in Kenntnis, daß ihre Wassersaugpumpen unabhängig von deren Querschnitt das Wasser nur bis zu - nach späterer Maßeinheit - etwa 10 m hoch ansaugen. Das regte weiteres Nachdenken über das Vakuum an. Für GALILEI erklärte der Widerstand der Natur gegen ein Vakuum, der "dei repugnanza deil vacuo", vieles, so das Zusammenhalten der Teile in einem Draht, ja den Zusammenhanlt der festen Körper überhaupt. In den Körpern befänden sich Vakuumporen, wenn auch nur sehr kleine; und dehnt sich ein Körper beim Erwärmen aus, dann, weil der Feuerstoff in die Vakuumporen eindringt. Ein größeres Vakuum, meinte er aus diesen Überlegungen, müßte sich vielleicht herstellen lassen.

Die Klärung des Problems des Vakuums lösten dann Schüler von GALILEI. Einen luftleeren oder eine wenigstens luftverdünnten Raum stellte - nicht unumstritten - EVANGELISTA TORRICELLI aus Faenza um 1644 her.

TORRICELLI war 1641 zu dem alten GALILEI auf dessen Alterssitz bei Florenz eingeladen worden, um dessen Werke mit zu vollenden und wurde nach GALILEIs Tod 1642 dessen Nachfolger als Hofmathematiker beim Großherzog der Toskana. Für ein Vakuum füllte TORRICELLI 1643 eine nur an einem Ende offene längere Glasröhre mit Quecksilber, stellte sie mit dem offenen Ende nach unten in Quecksilber in einer Wanne. Das Quecksilber in der Röhre fiel bis zu einem bestimmten Betrag abwärts, nach späterer Maßeinheit bis auf etwa 760 Millimeter. Oberhalb der gesunkenen Quecksilbersäule mußte sich bei geschlossener Röhre



Abbildung 1138: TORRICELLI.Faenza.

ein Vakuum gebildet haben, da dorthin Luft von nirgendwoher, auch nicht durch das darunter befindliche Quecksilber, würde nachströmen können. Es mußte der Druck der auf das Quecksilber in der Wanne drückenden Luft sein, der die 760 mm-Quecksilbersäule in der nur unten offenen Röhre hielt. Mit Wasser war ein Versuch wie der von TORRICELLI mit Quecksilber schon vorher unter CASPAR BERTI in Rom ausgeführt worden, jedoch wurde von ihm erst 1651 und 1653 schriftlich berichtet (F. FRAUNBERGER 1970). Wasser konnte, wie gefunden wurde, wegen seiner geringeren Dichte bis zu einer Säule von etwa 10 Meter gehalten werden. Wie TORRICELLI sagte, leben wir am Grunde eines Meeres aus Luft (S. SHAPIN 1998, S. 52), das durch seinen Masseneffekt alle Aspekte des Lebens bestimmt (J. L. PHILLIPS 1998, S. 10). Als Menschen spüren wir jedoch das mit dem Barometer oder auch der Saugpumpe nachweisbare Gewicht der Luftsäule nicht - ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie **selbstverständliche Dinge** um uns **aufgeklärt** werden mußten, frei von 'Okkultismus'.

Wegen Einwänden hat BLAISE PASCAL, Sohn eines höheren Beamten, bis 1632 in Clermont, später auch Erfinder einer Rechenmaschine, mit einer Wasser- und einer Weinsäule experimentiert und auch der Unterschied in der Steighöhe von Wasser und Wein sprach für die Wirkung des Luftdrucks.

PASCAL stammte zwar aus Clermont-Ferrand mit dem nahen Puy de Dome, lebte aber in Paris, als der 25-jährige 1648 erreichte, daß unter Leitung seines Schwagers PÉR(R)IER der Luftdruck mit Barometern gleichzeitig auf dem Gipfel des



Abbildung 1139: PASCAL.Clermont-Ferrand.




Abbildung 1140: PASCAL, Barometer.



Abbildung 1141: Puy de Dome.

nahe Clermont (-Ferrand) gelegenen 1465 Meter hohen erloschenen Vulkanberges Puy-de-Dome, auf dessen halber Höhe und durch einen Mönch am Fuße des Berges gemessen wurde (a. S. SHAPIN 1998, S. 54). Der Luftdruck nahm, **veröffentlicht 1651**, wie erwartet mit der Höhe ab. PASCAL schrieb. "Scheut sich die Natur denn weniger auf den Bergen als in den Tälern vor dem Vakuum?" (zitiert bei W. GERLACH 1967, S. 101). In Paris stieg PASCAL mit dem Barometer auf Kirchtürme und hohe Häuser und fand hier Differenzen im Luftdruck von wenigen Millimetern unten und oben (F. FRAUNBERGER 1970). Während andere Forscher seiner Zeit die Erfolge der Wissenschaft bejubelten, ging der allerdings ziemlich kranke PASCAL in die Zerknirschung gegenüber der Unfaßbarkeit des Weltalls und der Dinge überhaupt und wurde einer der religiösten Gelehrten (s. a. E. FRIEDELL 1979, S. 170 ff.). Auch bei ihm, könnte man sagen: die **Religiosiät als die Tragödie jener, die mit ihrer Begrenztheit nicht fertig werden** und suchen, was man nicht finden kann. Anstatt sich dessen bewußt zu sein, daß sie Unwissenheit vermindetr haben, und eben mehr nicht möglich ist.

Nur an einem Ende offene Flüssigkeitsröhren mit Quecksilber wurden zum viel benutzten **Barometer**, dem Luftdruckmesser. Die auch an einem-und-demselben Ort von bleibender Höhenlage festgestellten sich verändernden Werte des Luftdrucks hatten schon GUERICKE auf die geringen Änderungen des Luftdrucks auch in gleicher Höhenlage verwiesen und konnten mit Wetterlagen in Verbindung gebracht werden. So wurde das Barometer, später in besseren Haushalten zu einem häuslichen Instrument der **Wetterprognose**, für das 'Hoch' mit Trockenheit und dem Tief" mit oft Niederschlägen. Bei Quecksilber mit seinem bei Normaldruck nur 760 mm Höhe war das Ablesen der geringen Schwankungen an der an den Rändern gebogenen Oberfläche, dem **Meniskus**/= grch. Halbmond, nicht leicht. Bei einer viel höheren Wassersäule war das Ablesen des oberen Randes/Meniskus

viel leichter. Aber ein Barometer mit einer Wassersäule von 10 m mußte eben viel höher sein als ein Quecksilberbarometer, mußte etwa an der Wand eines ausreichend hohen Hauses angebracht werden und von einem oberen Stockwerk aus abgelesen werden, war also viel unbequemer als das überall anbringbare kurze Quecksilberbarometer.

HOOKE stellte 1665 ein **Radbarometer** vor (G. W. LEIBNIZ/E. GERLAND 1995, S. 4).

Luft hatte also ein auf allen Körpern lastendes Gewicht. Der mit der Höhe abnehmende, allerdings nicht schwankungsfreie Luftdruck diente in der späteren **barometrischen Höhenmessung** für die Bestimmung von Bergeshöhen oder Hochlagen in aller Welt. Der Schweizer Naturforscher SCHEUCHZER bestimmte namentlich 1705 zahlreiche Alpenhöhen (M.-L. PORTMANN 1964). Allerdings nimmt die Luft vom Erdboden nach oben auch an Dichte ab, es drückt oben nicht nur eine weniger hohe, sondern auch eine weniger dichte Luftsäule. Zunehmende Dichte fand sich in Bergwerken.

Die Barometer-Herstellung wurde und blieb eine wichtige Aufgabe der Instrumentenmacher und auch der Physiker selbst. So mußte das Quecksilber für die Verwendung im Barometer einer Reinigung unterzogen werden (E.-H. LEMPER 1974).

Die Entdeckung des Luftdrucks löste die unbestimmte Vorstellung vom "Horror" der Natur vor dem "leeren Raum" ab. **"Horror" war keine weiterhin akzeptable Komponente im Naturgeschehen**. Der Chemiker LIEBIG feierte später (1867, S. 26): "... mit dem "Abscheu" vor dem leeren Raum, verlor die Natur ihr "Wollen", ihre Liebe und ihren Haß. Mit diesen Entdeckungen begann der Mensch seine Stärke und Stellung im Universum zu fühlen."

## Phänomene im Vakuum – die Luftpumpe und die von ihr ausgehenden Befunde

## OTTO VON GUERICKE

Ein größeres künstliches Vakuum, einen größeren luftleeren oder wenigstens luftverdünnten Raum als TORRICELLI herzustellen gelang mit der vor 1650 von OTTO GUERICKE ("von" seit 1666) erfundenen **Luftpumpe** (F. KRAFFT 1991). Der am 30. November 1602 in einer angesehenen Magdeburger Bürgerfamilie geborene GUERICKE wurde nach juristischen und mathematisch-technischen Studien 1626 Ratsherr in seiner Heimatstadt. Nach der Zerstörung Magdeburgs durch



Abbildung 1142: GUERICKE.Magdeburg.

die katholische kaiserliche Armee 1631 trat er zuerst in schwedische, dann in kursächsische Dienste und war zwischen 1646 - 1678 einer der Bürgermeister von Magdeburg. GUERICKE war Gesandter Magdeburgs bei den Friedensverhandlungen in Osnabrück. Er nahm etwa 1654 am Reichstag in Regensburg teil.

Das Vakuum interessierte GUERICKE zumindestens auch aus kosmologischen Gründen, um den offensichtlich luftleeren Zustand im Weltall nachzubilden. Andererseits war GUERICKE wie früher viele Bürger auch Bierbrauer und hatte mit Fässern zu tun. Bei ersten Experimenten pumpte, "antilierte", er aus einem geshclossenen, voll mit Wasser gefülltem Holzfaß mit einer Feuerspritze das Wasser heraus. Je leerer das Faß wurde, desto mehr drang durch die feinsten Ritzen im Holz Luft nach. Eine undurchlässige, aber noch dünne kupferne Hohlkugel, "cacabus", implodierte beim Auspumpen. Eine dickwandige Kupferkugel, die er auspumpte, hielt jedoch stand. Um den Luftdruck eindrucksvoll zu demonstrieren, konstruierte er 1656 die "Magdeburger Halbkugeln", zwei dicht aneinandergefügte metallene Halb-Hohlkugeln, aus denen die Luft herausgepumpt wurde und die dann auch durch mehrere auseinandergetriebene Pferde auf jeder Seite nicht auseinandergezogen werden konnten, weil der Luftdruck sie zusammenpreßte. Versuche zum Luftdruck hat GUERICKE auf Reichstagen in Regensburg 1653 und 1654 sowie 1663 am Berliner Hof vorgeführt. Geräte von GUERICKE, so 3 verbesserte Pumpen und Halbkugeln, blieben erhalten. Bevor GUERICKE selbst über seine Versuche schrieb, hat KASPAR SCHOTT, Jesuit und Mathematikprofessor

am Gymnasium in Würzburg, 1657 und 1664 mit Wissen GUERICKEs darüber berichtet. Nach Würzburg waren Geräte von GUERICKE auf Wunsch des Bischofs verkauft wurden. GUERICKEs Schrift "Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio", "Neue (sogenannte) Magdeburger Versuche über den leeren Raum", erschien 1672 (s. 1968). Die Luftdruck-Experimente nehmen in diesem Buch nur einen Teil ein und auch wegen vieler anderer Überlegungen ist das Werk ein Dokument für viele wissenschaftliche Gedanken in jener Zeit. An seinem Hause in Magdeburg brachte GUERICKE ein über 10 m hohes Wasserbarometer an und am geringen Aufsteigen oder Absenken der vom Fenster aus beobachteten Wasseroberfläche, auf der eine kleine stehende und einen Finger vorstreckende Männerfigur das anzeigte, beobachtete er **Schwankungen des Luftdrucks**. Diese Schwankungen erwiesen sich als **verknüpft mit Wetterveränderungen**. Höherer Druck erschien bei Schönwetter, auffällig tiefen Druck gab es vor Sturm. Die Menschen lebten also am Boden eines offenbar nicht unbewegten Luftozeans, dessen Druck aber normalerweise nicht gefühlt wurde. GUERICKE hat mit seinen Forschungen einige der wichtigsten Naturerscheinungen, so auch beim **Wetter, erklärt.** GUERICKE starb 1686.

## Was ist noch Erde und war ist schon Himmel? Wie hoch reicht die Luftsäule?

Was ist in der Höhe der Atmosphäre der Erde? Wie hoch sind die offensichtlich noch der Erde angehörenden Wolken? Wie hoch reicht die den Luftdruck verursachende 'Luft'säile' über der Erde? GUERICKE gibt in seinem Buch über die neuen 'Magdeburger Versuche' (s. 1968, S. 182/183) die Beobachtungen von einem DAVID FRÖHLICH wider, der in den Gebirgen 'Ungarns', in der "Grafschaft Zips", heute Slowakei, auf die hier als besonders schroff und unwegsam geschilderten 'Felsen' stieg. Er stellte etwa fest, daß die verschiedenen **Wolken** in verschiedenem Abstand von der Erde stehen und "die Entfernung der am niedrigsten über der Erde stehenden Wolken viel kleiner ist als einige Naturforscher meinen ..." (S. 83). Nur mit Gebirgswanderung - auch das mußte einmal entdeckt werden.

Rätsel der Atmosphäre? Noch GEORG FORSTER wunderte sich 1784 beim Anblick des auf den Höhen des Harzes im Unterschied zum Tiefland liegenden Schnee in einem Brief an SÖMMERING (zit. b. H. REINTJES 1953, S. 172) vom 24. **April**: "... warum einige Klafter senkrechter Höhe einen so großen Unterschied in der Lufttemperatur machen, da die Dichtigkeit der Atmosphäre mit dem Barometer gemessen, in einer so wenig merklichen Proportion mit den Höhen abnimmt."



Abbildung 1143: Wolken wie hoch? Hier Bulgarien.

## ROBERT BOYLE

In England erfuhr ROBERT BOYLE (M. BOAS 19, J. F. FULTON 1932, H. KRÄTZ 1991) aus der Schrift von SCHOTT von der Luftpumpe. Der wegen Schwäche am eigenen Experimentieren behinderte BOYLE hatte **um 1656** den mechanisch geschickten ROBERT HOOKE in seine Dienste genommen und ließ ihn bald eine Luftpumpe bauen.

Der namentlich auch als Chemiker hervortretende BOYLE war am 25. Januar 1627 in der Nähe von Lismore im südlichen Irland als 14. Kind einer Familie geboren worden, deren Vater, "first Earl of Cork", als Okkupant nach Irland gekommen war und der dort als Beamter und Großgrundbesitzer zu einem der reichsten Männer im Vereinigten Königreich wurde. Das Kind ROBERT BOYLE (M. SUTTON 2011) verlor seine Mutter, als er 3 Jahre alt war. Er besuchte mit seinem älteren Bruder das aristokratische Eton College, Mit diesem Bruder wurde er 1639, also 12 Jahre alt, unter einem protestantischen Tutor auf das europäische Festland geschickt, besuchte namentlich in die Schweiz und studierte nach seines Bruders Rückkehr wegen der ausgebrochenen Revolution in Genf weiter. Eine in London reich verheiratete Schwester mit großen und von Intellektuellen besuchten Haus, wo auch MILTON weilte, ermöglichte dem Bruder ROBERT manchen Aufenthalt in der englischen Hauptstadt. Nach Aufenthalt 1645 - 1655 in Dorset, wohnte BOYLE 1656 - 1668 in der gegenüber London in den unruhigen Zeiten ruhigeren

Universität Oxford. Schon damals betrieb er Untersuchungen in einem eigenem Laboratorium. Trotz fehlendem eigenen Universitätsstudium wurde BOYLE 1665 in Oxford "Doctor of Physick". Am Beginn von 1668 übersiedelte er endgültig nach London. Mit 42 zum Teil religiösen und literarischen Büchern und dazu 35 Artikeln in den "Philosophical Transactions" war er einer der fruchtbarsten wissenschaftlichen Schriftsteller aller Zeiten, wobei er als überzeugter Christ auch über Religion und Moral schrieb, jedoch seine Texte oft durcheinander geraten ließ und schlecht korrigierte.

Mit den ihm verfügbaren Luftpumpen untersuchten BOYLE und HUYGENS, PAPIN und andere verschiedene Vorgänge **in** Gefäßen, im Rezipienten, mit einem doch beachtlichen **Vakuum**. Es wurde damit erstmals **unter anderen als den normalen irdischen physikalischen Bedingungen** untersucht. Es war in bescheidenem Maße ein winziges Stück angenähertes Weltall auf der Erde hergestellt. Die Vakuumpumpe wurde von S. SHAPIN (2001, S. 77) als "die größte faktenerzeugende Maschine der wissenschaftlichen Revolution" bezeichnet. Sie brachte Wirkungen hervor, welche "der normalen menschlichen Erfahrung vollkommen unzugänglich waren." Aber Natur waren auch sie. Unter den Bestrebungen der Physik blieb auch im 20. Jh. die **Schaffung von auf der Erdoberfläche sonst nicht verwirklichten Bedingungen**, etwa sehr tiefe Temperaturen oder sehr hohen Druck und die Feststellung von Materialeigenschaften unter solchen nicht ohne oft große Hilfsmittel erzeugbaren Bedingungen.

Über seine Oxforder Experimente mit der Luftpumpe, mit der er ein Glasgefäß, einen Rezipienten, leerte und in die er gewisse Dinge hineingeben hatte, berichtete er 1660 in "New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air and its Effects": Im Vakuum erlosch eine Flamme sofort, starben Tiere, gab eine angeschlagene Glocke keinen Ton, drang aber Licht ungehindert hindurch. BOYLE fand, daß der Siedepunkt von Flüssigkeiten bei Druckverminderung sinkt und destillierte unter vermindertem Druck.

Mit Luftpumpen und dem leergepumpten Rezipienten wurde auch in Florenz und auch in Paris geforscht, geschah durch Männer wie den Franzosen DENIS PAPIN, der im Dienste BOYLEs stand und als Assistent von HUYGENS ebenfalls eine Luftpumpe konstruierte, mit der er versuchte um 1674 Nahrungsmittel im Vakuum zu konservieren (P. P. MACLACHAN 19). PAPIN bemühte sich auch um die Gründung einer Akademie in Venedig, war 1684 wieder in London, um schließlich in Kassel sich um die Kontruktion einer Dampfmaschine zu bemühen.

Mit der Untersuchung der physikalischen, der mechanischen Eigenschaften der Luft erstand als eigenes Fachgebiet die "**Pneumatik**". Die Untersuchung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Luft und der Gase gingen deren che-

mischen Erforschung voran. Ermittelt wurde das Gewicht der Luft. Auf BOYLE geht auch der **Terminus "Barometer"** zurück. So wurde ein Barometer in den luftleer zu pumpenden Rezipienten gestellt (L. BOSCHIERO 2009). Obwohl im geschlossenen Rezipienten der Druck der kilometerhohen Luftsäule der Atmosphäre nicht auf dem Barometer drücken konnte, blieb der Barometerstand erhalten. Die im Rezipienten vorher eingeschlossene Luft behielt eben ihre Elastizität. Wurde der Rezipient luftleer gepumpt sank die Säule im Barometer, sank der Druck der Luft. Aus solchen Untersuchungen fanden unabhängig voneinander um 1670 / 1680 BOYLE und der Franzose MARIOTTE das nach ihnen benannte **Boyle-Mariottische Gesetz** über die **Beziehung zwischen Volumen** einer Gasmenge **und** darauf lastendem **Druck**, wobei Volumen und auf dem Gas lastender Druck im umgekehrten Verhältnis stehen. Es war ebenfalls eines der vielumjubelten frühen Gesetze der auf "Gesetze" ausgehenden neuen Naturwissenschaft. Die zahlenmäßige Beziehung befriedigte. Über die Gründe dieser Beziehung, das Verhalten erst später postuöierter Gas-Teilchen, wurde zunächst nicht reflektiert.

Mit der Annahme eines leeren Weltalls mußte das Licht der Sonne auf dem Wege etwa zur Erde leeren Raum durchqueren, wie es auch das zumindestens ziemliche Vakuum in einem Gefäß durcheilte. Die Himmelskörper wirkten durch leeren Raum aufeinander, durch **Fernwirkung**, ohne substantielle Kontakte von Bewirkendem und Bewirkten. In der mechanischen Philosphie wurde andererseits gerade die Wirkung von Teilchen aufeinander angenommen. Schall konnte ein Vakuum nicht durchdringen, mußte also etwas ganz anderes als Lichr sein.

Luftpumpe wie der leer zu pumpende Rezipient waren wie dann die Elektrisiermaschine maßgebende Geräte für physikalische Vorführungen in den interessierten Salons des 18. Jh. Die Zuschauer beeindruckte, wenn Im luftleer gepumpten Rezipienten das Weiße und der Dotter aus einem frischen Ei herausquollen, ein runzeliger Apfel sich blähte, Bier oder Branntwein aufschäumte (F. FRAUNBERGER 1972), ein eingeschlossener Vogel grausam verendete.

## Barometrische Höhenmessungen an verschiedenen Orten. - Luftdruckschwankungen am gleichen Ort

Durch an **Geographie** Interessierte wurden **barometrische Höhenmessungen** ausgeführt, wenn auch meistens ohne den Vergleich mit einer Messung am Fuß der Höhe und deshalb nicht unabhängig von der örtlichen Luftdrucklage. In der Schweiz hat J. J. SCHEUCHZER (E. FURRER 1973) in seinen Spazierstock ein Glasrohr einbauen lassen, das er durch Quecksilberfüllung zu einem Barometer gestaltete. SCHEUCHZER ließ regelmäßige Barometer-Messungen auf dem

Gotthard-Hospiz durchführen und verglich sie mit seinen Messungen in Zürich. Den Gotthard hielt SCHEUCHZER daraufhin für einen der höchsten Berge der Schweiz, den Titlis für den höchsten Berg. Berghöhen an vielen Orten der Erde wurden noch manchmal korrigiert. Aber Barometer für Höhenmessungen waren wichtige Begleitinstrumente auch für Reisende späterer Zeit. So erkannte erst um 1800 ALEXANDER VON HUMBOLDT, daß Kastiliens ebenes Zentrum ein etwa 1000m hohes Hochplateau ist. Nicht nur Berge sind hoch!

Und **Luftdruckschwankungen in Zusammenhang mit Wetteränderungen** beobachtete wie GUERICKE aus allgemeinen wissenschaftlichen Interesse noch mancher, so zwischen 1666 und 1683 der englische Philosoph LOCKE (L. BOSCHIERO 2009). In keinem besseren Haushald fehlte später ein Barometer?

## Materie unter höherem Druck

Mit der Luftpumpe wurde ein stark luftverdünnter Raum hergestellt und konnte so andererseits die Wirkung des **normalen** Luftdrucks festgestellt werden. Im 17. Jh. wurden auch erste Experimente vorgenommen, bei denen ein **höherer Druck als der normale** Luftdruck in seiner Wirkung **auf Substanzen** untersucht wurde (A. BIELER 1953). Auch in der Luftpumpe konnte man Luft zusammendrücken.

Als einen ersten Versuch zur Ermittlung des Druckeinflusses auf die Materie füllte FRANCIS BACO(N) of VERULAM Wasser in eine bleierne Hohlkugel, lötete sie zu und drückte sie unter der Presse zusammen, bis Wasser austrat. Messung des Kugelinhaltes vor und nach dem Versuch ließ keine Volumenabnahme des Wassers feststellen. Ebenso ergebnislos verlief der gleichartige Versuch bei der Florentiner Akademie mit einer silbernen Kugel. Kompressibilität, d. h. Zusammendrückbarkeit, von Flüssigkeiten konnte erst 1762 nachgewiesen werden.

BOYLE erzeugte erstmals 1662 **Überdrucke** mit Hilfe einer Quecksilbersäule. In der 2. Auflage von "New Experiments ..." 1662 teilte BOYLE auch sein berühmtes Gesetz **(Boylesches Gesetz)** über die **quantitative Beziehung zwischen Volumen und Druck** in Gasen mit, das die Abnahme des Volumens proportional dem steigenden Druck und die Abnahme des Drucks mit zunehmenden Volumen der gleichen Gasmenge ausdrückt. 1676 bestätigte das Gesetz, das viel später Korrekturen erfahren mußte, auch durch Experimente E. MARIOTTE. Man sprach vom **Boyle-Mariotteschen Gesetz**. Wie jedes Phänomen harrte auch dieses seiner theoretischen Erklärung: hier durch das **Verhalten der Gaspartikel.**

Mit erhitztem Wasser, mit Wasserdampf unter Druck, wurde dann die **Dampfmaschine** erfunden. Mit Luft-Verdünnung und Luft-Kompression wurde Technisches gemeistert, begann die '**pneumatic revolution**' (J. L. PHILIPPS 1998, S.

10).

## "Kräfte" - der Natur eingegebene Wirkprinzipien – vor NEWTON etwa bei GUERICKE

Der Natur innewohnende "Kräfte","Wirkkräfte", Kräfte der Anziehung und der Abstoßung, sollten die Naturvorgänge bedingen. Die "Kräfte" zu unterscheiden galt manches Bemühen der Gelehrten. GILBERT hatte die magnetische Kraft von der "vis electrica" unterschieden. GUERICKE (1672, s. 1968, S. 140) definierte diese "Wirkkräfte" als "weder Substanzen noch Akzidenzen, sondern Ausflüsse der Weltkörper." GUERICKE nannte (S. 148 ff.) eine "Erhaltungskraft der Erde", "eine unkörperliche Wirkkraft der Erde, durch die alle irdischen Dinge zu einem einheitlichen Ganzen verschmelzen". Hatte die Erde also einerseits die Fähigkeit "an sich zu ziehen, was ihr frommt", sollte eine von ARISTARCH übernommene "Abstoßungskraft" der Erde "die Möglichkeit" geben, "abzustoßen, was ihr schädlich ist oder nicht zusagt". Die etwa vom Magneten ausgeübte "Richtkraft" war ein weiteres "unkörperliches Wirkvermögen der Erde", und von ihr wird auch Glas durchdrungen. Außer im Magnetstein sollte die "Richtkraft" auch dem ganzen Erdball innewohnen. Genannt wurden noch die "Drehkraft", die für den Schall zuständige "Hall- und Widerhallkraft".

## ISAAC NEWTON - der Begründer eines neuen Weltbildes

Das mechanistische Weltbild wurde bis zu einem hohen Grad vollendet durch ISAAC NEWTON. Am 4. Januar 1643 (nach neuem Stil) wurde er wenige Monate nach dem Tode von GALILEI als Sohn eines noch vor NEWTONs Geburt gestorbenen Gutsbesitzers (yeoman) in Woolsthorpe, Lincolnshire, geboren. Die Mutter verheiratete sich etwa 2 Jahre später erneut. Das schwache Kind ISSAC wurde der Großmutter überlassen. Aus diesen Jugenderlebnissen wurde manches in NEWTONs späteren Verhalten abgeleitet, wurde ein frühkindlicher Schock vermutet. NEWTON besuchte die grammar school in Grantham. Im Juni 1661 wurde er Student des Trinity College in Cambridge. Hier wurde er etwa vom Atomismus beeindruckt und schrieb sich die Auffassung zu: "Plato ist mein Freund, Aristoteles ist mein Freund, aber mein bester Freund ist die Wahrheit" - was das Denken von vielen in der "Wissenschaftlichen Revolution" überhaupt widerspiegelt. Im Jahre 1669, die Universität war nach der Pest-Epidemie wiedereröffnet worden, wurde er auf die Lucasian Professur für Mathematik in Cambridge berufen. Nach seinen

wissenschaftlichen Erfolgen wurde er 1696 zum "warden" der Münze in Londen berufen, wo er gegen Geldfälscher hart durchgriff.

Daß NEWTON nicht nur Physiker war, sondern auch an Alchemie stark interessiert war und vor allem auch öfters eigenwillig beantworteten religiösen Fragen fand als einer der ersten der britische Physiker und Wissenschaftsjournalist BREWSTER (A. D. MORRISON-LOW 2004) heraus, aber seitdem wurden weitere Manuskripte ausgewertet, die neue Zugänge zu NEWTONs weltbild gaben (J. E. FORCE 1989). BREWSTER hatte 1837 Zugang zur Portsmouth Collection von NEWTON-Manuskripten erhalten. Die Heilige Dreieinigkeit, die Trinität, sah NEWTON als spätere, so aus der Bibel nicht ablesbare Zutat im Christentum. Nicht alles, was etwa im Alten Testament stand, sollte so stattgefunden haben. Aber NEWTON ließ einen Kern der Bibel bestehen, ging nicht so weit wie die skeptischen britischen Deisten, dachte fernerhin an einen Schöpfer am Anfang (J. E. FORCE 1989). Wie bei GALILEI und einst bei THOMAS VON AQUIN betrachtete auch NEWTON Bibel wie Natur als Offenbarung, die einander nicht widersprächen. LEIBNIZ, mit dem namentlich von NEWTONs Seite ein fast abstoßender Prioritätsstreit wegen der Differential- und Integralrechnung geführt wurde, schmähte NEWTON über dessen Tod hinaus. Zuletzt mit seiner Nichte und deren Ehemann in einem Haushalt starb NEWTON am 31. März (neuer Stil) 1727 in London. Der Dichter POPE schrieb einmal: "... God said 'Let Newton be', and all was light."

## NEWTONs Bild von der Welt - mechanistisch, bestimmt von der Gravitation

NEWTONs grundlegendes Werk war die 1687 in erster Auflage erschienene "Principia Mathematica". NEWTON schuf ein Weltbild, das grundlegenden Eigenschaften im All auf einige grundlegende Begriffe zurückführte. Dem ewigen und uniformen Verlauf der Zeit stand der unendliche Raum (absolute space) gegenüber. Der Raum lieferte die Koordinaten für die Bewegung. Ohne äußeren Zwang blieb Bewegung, gemäß dem schon GALILEI und Vorgängern bekannten Trägheitsgesetz, erhalten. Bei einwirkender Kraft änderte sich die Bewegung ihr proportional. Das war in bezug auf die Himmelskörper und untersucht an denen des Sonnensystems die "**Gravitation**", die "Schwerkraft". Sie wirkte, wenn ein Apfel vom Baum fiel – was NEWTON auf den Gedanken der Gravitation gebracht haben soll. Die Gravitation ließ Äpfel und alle Körper auf der Erde fallen - und war Ursache, daß die Himmelskörper des Sonnensystems auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne blieben oder der Mond der Erde nicht den Bereich der Erde verließ. Diese Himmelskörper gingen damit nicht in Trennung, gingen also nicht irgendwie im Weltall verloren. Für den un-mathematischen Geist mußte es fast als Zumutung erscheinen,



Abbildung 1144: Cambridge, Apfelbaum für NEWTON.

wenn also der fallende Stein auf der Erde mit den statt der geradlinigen Fortbewegung zum Umlauf um die Erde gezwungenen Planeten auf dasselbe Phänomen zurückzuführen war. Es war damals vielen wohl so unverständlich wie im 20. Jh. vielen 'Einstein' erschien. Der in Cambridge nachgepflanzte und an den angeblichen Vorgang bei der Entdeckung zur Erinnerung gedachte Apfelbaum ist heute recht niedrig und könnte kaum ein großes Fall-Erlebnis hervorbringen, das NEWTON nicht in Cambridge. sondern wegen Flucht vor der Pest in seinem Geburtsort Woolshorpe-by-Colsterworth in Lincolnshire hatte. Aber vielleicht ist der fallende Apfel nur eine Legende.

GALILEI hatte beschrieben den Fall von Körpern auf der Erdoberfläche. NEWTON erweiterte das unter Einführung der in ihrem Wesen hypothetischen Kraft der Gravitation, welche die Körper, welche wegen der Trägheit geradlinig weiterfliegen müßten, zurückbringt, in Erdumlaufbahnen zwingt. Daß NEWTON zwar die Wirkung der Gravitation beschrieb, aber ihr Wesen ihm unbekannt blieb, hat sein Popularisator PEMBERTON (1728, S. 19) mit dem zweifellos bestehenden Aufstieg von Flüssigkeit in Pumpen und der zunächst fehlenden Erklärung verglichen. Das Phänomen war klar, aber, im Falle des Wasseraufstiegs in Pumpen, die Erklärung war zunächst der eigenwillige "horror vacui". Dieser konnte dann durch den Luftdruck ersetzt werden. Feststellen konnte NEWTON die Masse der Planeten. Jede Aktion ruft eine Gegenaktion hervor. Anziehung ging nicht nur von der Sonne auf die Erde aus, sondern auch umgekehrt. Größere wie kleinere Körper und auch in verschiedener Gestalt fallen ohne Luft-Widerstand gleich schnell. Gravitation wirkte auf sie gleich. Es wurde gedacht, daß die Gravitation auf jede Partikel wirkt und von jeder Partikel ausgeht.

Ein Problem bei NEWTON blieb und er äußerste sich dazu nach einem Einwand

von Bischof BENTLEY in einem Brief vom 25. Februar 1693: Da die Fixsterne sich nicht wie die Planeten des Sonnensystems um einen Zentralkörper bewegen, mußten sie wegen ihrer Gravitation ineinanderstürzen. Göttliche Intervention würde das verhindern (N. STRAUMANN 2015, S. 46. Für die 'Gravitation' blieb noch vieles offen und kam neu aufs Tablett im 20. Jh. vor allem durch EINSTEIN.

Beeindruckt hat auch, daß NEWTON ebenso für die **Kometen**, die "third species of the heavenly bodies" (H. PEMBERTON 1728, S. 230 und ff.), eine Umlaufbahn postulieren konnte, auch wenn diese nicht annähernd einem Kreise glich. Daß der Komet, so der beobachtete 1680, auch nahe der Sonne ungeachtet der offensichtlichen Abstoßung von Partikeln im Schweif, intakt blieb, verwies NEWTON auf die feste Substanz, die Solidität der Kometen. Kometendunst sollte auch auf die Erde gelangen, also eine natürliche Bereicherung der Erdsubstanz über die Atmosphäre stattfinden.

Indem NEWTON die Gültigkeit seiner Annahme von einer Gravitation für die Erde wie für die Himmelskörper nachwies, erwies er jedenfalls für diesen Fall dieselbe **Gültigkeit der Naturgesetze im irdischen wie im himmlischen Bereich**. Er fand, wie GALILEI aus anderen Gründen schon postulierte, daß also **Erde und Weltall von den gleichen Prinzipien** beherrscht werden, es nicht den Dualismus Erde - Himmel wie bei ARISTOTELES gibt. Das wurde zu einer in den Naturwissenschaften **allgemein angenommenen Maxime**. Von COPERNICUS über GALILEI und KEPLER zu NEWTON ergab sich die Möglichkeit einer universellen Naturwissenschaft, die Annahme der universellen Rationalität der Natur, ja ihrer universellen, wenn auch oft verborgenen mathematischen Harmonie (O. HECKMANN 1962).

Attraktion, "Anziehung", verschiedener Art, auch zwischen Stoffen bei chemischen Reaktionen, hatte NEWTON ebenfalls viel interessiert, schon um die Stellung der Gravitation unter den "Kräften", den anziehend wirkenden auf jeden Fall, zu ermitteln..

Inwieweit 'empfinden' Wissenschaftler einer Zeit ihr **Weltbild als abgeschlossen** oder wenigstens als weitgehend fertig?

**Offene Fragen** waren NEWTON -wie auch anderen Gelehrten der Zeit - **bewußt** und NEWTON hing in den verschiedenen Ausgaben seines Werkes "Opticks", 1707, 1706, 1717, seine Fragen, "Queries", an.

LEIBNIZ etwa sah in der "Gravitation" eine scholastische okkulte Qualität" (J. HENRY 2002).

## Einheit in den Naturgesetzen und Naturphänomenen - allüberall

Es gab eine Folge von **Schritten in der Anerkennung der gleichen Naturgesetze auf der Erde und im Weltall und in der Natur -und Menschenwelt**, also **Aufhebung von** angenommenen **Dualismen**, wie sie bei ARISTOTELES bestanden hatten (s. F. KRAFFT 1985). Man kann als einen Beginn in der Aufhebung der Sonderstellung das Weltbild des COPERNICUS nennen, wonach **die Erde ein Himmelskörper** wie andere wurde und nicht mehr die Sonderstellung als Zentrum genoß. GALILEI hat das ausgebaut, sah den **Mond als eine andere Erde**, nicht mehr aufgebaut aus der besonderen Himmelssubstanz 'Quintessenz'. **Dieselben Gesetze** der Mechanik **wie in der Natur** gelten **in der Technik**. Es gibt keine erzwungenen künstlichen mechanischen Bewegungen. KEPLER sah wenigstens schließlich die magnetische Kraft wie auf der Erde auch im Himmel, im Weltall viel stärker und von der Sonne aus die Planeten bewegend. DESCARTES behauptete, noch ohne Möglichkeit von Beweisen, die **Uniformität der Materie** im ganzen Universum (W.W.; X. 1910, S.86). Mit NEWTON waren nun Weltall und Erde noch nähergebracht. Das Vakuum ließ sich im Kleinen auf der Erde auch herstellen und so besaß man ein winziges Stückchen Weltall bewußt erzeugt im Laboratorium. Zunächst bezog sich **die Einheit** von **Erde und All** auf physikalische Phänomene. In der Mitte des **19. Jh.** wurde das **auf die Substanzen**, die 'chemischen', **ausgedehnt**, bestätigte sich die Existenz derselben chemischen Elemente im Himmel wie auf der Erde.

Immer wieder und gerade auch im 20. Jh. wurden im Weltall allerdings auch Phänomene beobachtet, die auf der Erde offensichtlich kein Gegenstück hatten, jedenfalls außerhalb des Laboratoriums, die aber ebenfalls als völlig mit den Naturgesetzen übereinstimmend gefunden wurden und wo das Laboratorium eben nur hervorbrachte, was andere Bedingungen benötigte als die gegenwärtige Erdoberfläche. Manches an Temperatur- und Druck-Bedingungen oder manche auch atomare Prozesse sind auf der Erdoberfläche momentan nicht verwirklicht, können aber im Laboratorium hervorgerufen werden und sind so nachweislich mit der Allgültigkeit der Naturgesetze vereinbar. Aus im 20. Jh. im Labor gewonnenen Erkenntnissen über das Verhalten von Atomen wurde dann auf die Vorgänge der Energieproduktion in der Sonne und den Fixsternen geschlossen (F. JACOB et al. 1961, S. 93), wobei dann die dortigen Verhältnisse etwa in der Spektrokopie zu ermitteln waren.

Bei der Auffindung der unterhalb der Grenzen des Atoms liegenden Elementarteilchen, siehe die Positronen, oder auch mit auf der Erde unbekannten energiereichen Korpuskeln in der Kosmischen Strahlung hat Astronomie namentlich die Physik mit immer wieder neuen Erfahrungen bereichert, nie außerhalb der Naturgesetz-

lichkeiten. A. KOPFF betonte 1936 (S. 132) richtig: "Die Astronomie ist also gar nicht die Wissenschaft, die sich weltfremd in ferne Himmelsräume flüchtet, sie hat - wie wir auch heute wieder im Bereich der Atomphysik erkennen - eine ganz konkrete Bedeutung für die Erforschung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten auf der Erde."

Mit NEWTON hatte das mechanistische Weltbild, das auch etwa DESCARTES verkündet hatte, eine neue Grundlage gefunden. **Auch die Lebewesen** sollten auf der Grundlage der mechanischen Prinzipien funktionieren. Etwas Neues, nicht von Anfang an Eingegebenes, sollte in dieser Welt nicht auftreten können, auch nicht bei den organischen Wesen, bei denen alle kommenden Generationen nach der Auffassung vieler Naturforscher in Miniaturform vorgebildet wären.

## NEWTON 'light' - NEWTOn auch für andere als für hochbegabt Mathematische

NEWTONs Denken und Ideen wurde versucht auch in **verständlichere Form** zu bringen, also ein erheblich 'mathematikfreier' NEWTON, eine Art 'Newton light', verbreitet, in England etwa von dem Arzt und Mathematiker HENRY PEMBERTON (W. JOHNSON 2004, R. S. WESTFALL 1981), der die Herausgabe der 3. Auflage von NEWTONs "Principia ..." überwachte und der NEWTONs 'Principia ...' ins Englische überetzte, mit Kommentar versah. Eine PEMBERTONs Übersetzung zeitlich schlagende Übersetzung ins Englische kam von ANDREW MOTTE. NEWTON- Übersetzungen kamen von DESAGULIERS, von MACLAURIN 1748. Die neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse wurden verbreitet in Schrift und Wort. In Leiden wurde der Verbreiter von NEWTONs Ideen WILLIAM GRAVESANDE, der wiederum von DESAGULIERS informiert worden war. VOLTAIRE schrieb ein Buch über NEWTONs Ideen für Frauen. Aber eine hochbegabte Frau, die Marquise des CHATELET (D. F. STRAUß neu 1907), Freundin VOLTAIREs, verbreitete NEWTONs Ideen in Frankreich. VOLTAIRE mußte freundschaftlich anerkennen, daß sich die Marquise einen jungen Liebhaber leistete. Aber sie wurde, mit 43 Jahren und ohne Freude nochmals schwanger und starb im Kindbett am 10. September 1749 - Schicksal einer wissenschaftlich hochgebildetet Frau im 18. Jh.

Die grundlegenden Prinzipien und ihr Ursprung wurden in der mechanistischen Philosophie unterschiedlich gesehen. Aber Wirkung von Teilchen aufeinander, Kontaktwirkung, Analogie mit Wirkungen bei Maschinen waren zentral (J. HENRY 2002). "Welt" – das ist vor allem auch **Leere**, jene Leere zwischen den Himmelskörpern, der schon GUERICKE sein Denken zugewandt hatte. Leere womöglich

auch zwischen den Atomen oder Korpuskeln, lichtdurchlassende Leerstellen im Glas. RUTHERFORDs Gedanken um 1910 von dem Atom als einem nur zu geringen Teil Atomkern und anderen Teilchen erfüllten Gebilde hatte also seine Vorläuferschaft, wenn auch ohne Beweisführung.

## Das Bild von der 'Weltenuhr'

**Die Welt** erschien, ein etwa von BOYLE (S. MASON 1989) wie auch FONTENELLE 1686 (W. und A. DURANT 1966, S. 633) benutzter Vergleich, **wie eine Uhr**, die auf einen "Uhrmacher", zurückzuführen war. In der aufgezogenen Uhr sollten erst einmal die Dinge wie in der Weltenuhr, dem Weltgebäude, im "design", ablaufen. gemäß den ihr 'eingeschriebenen'. 'eingegebenen' Konstruktionen. Nur leider mußten die damaligen Uhren immer wieder einmal aufgezogen, ja manchmal sogar repariert werden und so sollte also auch im Weltganzen der Uhrmacher wie NEWTONs Gott immer wieder einmal auftreten, um Korrekturen vorzunehmen. Im Denken an die Gesetzmäßigkeit in der Welt sollen etwa, und das schon früher, astronomische Uhren auch in Kirchen, in Altarnähe, etwa in Straßburg, ihren Platz gefunden haben (S. MASON 1989).

## Die Bibel und damit die Sintflut in der neuen Wissenschaft

Die in der Bibel vorgestellte **Sintflut** wurde nicht generell bezweifelt, aber es wurde versucht, sie auf **erklärbare Vorgänge** zurückzuführen, sie also, obwohl Gott dahinterstehen sollte, in das wisssenschaftliche Weltbild einzubinden, mit Interesse bei NEWTON. Woher kam das Wasser und wohin floß es wieder zurück? – das waren etwa die Fragen. Und verknüpft wurden diese Überlegungen mit dem Werden der Erde.

Der etliche Zeit mit Cambridge verbundene THOMAS BURNET (R. GROH et al. 1998, S. MANDELBROTE 2004) veröffentlichte 1681 sein später mehrfach wieder aufgelegtes Buch "Telluris theoria sacra" / "The Sacred Theory of the Earth", das, wie aus Zeitzeugnissen hervorgeht, so viel Aufmerksamkeit hervorrief wie NEWTONs "Principia ...", aber BURNET auch den Atheismus-Vorwurf einbrachte. Obwohl er gegen des Philosophen LOCKEs Ablehnung eingeborener Ideen war. Gab es eingeborene Ideen mußte man fragen, wie dann sündhafte Ideen aufkamen – nur durch zusätzliche Einflüsse? Die Erde vor der großen Flut wäre schön und glatt gewesen, die Erdachse ließ ganzjährig im Paradies Frühling walten und auch anderswo war es deshalb angenehm. Die Flut wurde veruracht durch das Aufbrechen unterirdischer Wassermassen, die Flut zerstörte die Erdoberfläche, schuf Ber-

ge und Seen. BURNET (S. TOULMIN et al. 1985) dachte auch in einer linearen, die biblischen Zeitmaße verlängernden Zeitvorstellung. BURNET korrespondierte über seine Auffassung mit NEWTON. Der Schöpfungsbereicht in der Bibel durch Moses wäre für dessen Zeitgenossen vereinfacht worden. Zu erwarten für die Erde wäre einmal eine große, alles vernichtende Feuersbrunst und das Entstehen einer neuen Welt, Himmel wie Erde. Irgendwie erschien das Erdschicksal ob einst und zukünftig nicht sehr hell, eher tragisch.

WILLIAM WHISTON (S. D. SNOBELEN 2004) brachte 1696 seine "A New Theory of the Earth" heraus, in der ein an der Erde vorbeiziehender **Komet die Flut verursachte**. Kometen sollten bei ihm, der NEWTONs Mechanik durchaus anhing, bei der Konsolidierung der Körper des Sonnensystems wichtig gewesen sein. Immerhin besetzte WHISTON 1702 bis 1710 als NEWTONs Nachfolger die Lucasien Professur in Cambridge. Daß er wie NEWTON die Heilige Dreieinigkeit zugunsten einer unitarischen Anschauung aufgab kostete WHISTON 1710 den Lehrstuhl. Mit naturwissenschaftlichen Veranstaltungen namentlich in London wie mit der versuchten Überzeugung der Zweifler durch die Anführung der angeblich vielen eingetretenen Prophezeiungen aus der Bibel führte WHISTON sein bis ins 85. Jahr währendes Leben weiter – Zeugnis für all die in den religiösen Disputen Benachteiligten, so wie das bei jeder staatlich sanktionierten Weltanschauung sich wiederholte.

Daß bei Autoren in entfernteren Regionen, etwa bei Pfarrern, die Sintflut nicht fraglich wurde, war verstehbar. Pfarrer CHR. LEHMANN, Scheibenberg in Sachsen, der 1699 einen Folianten über das Sächsische Erzgebirge veröffentlichte, schrieb darin über die Felsen und herumliegden Steinbrocken (S. 45), daß "diese Zorn-Fluth die Felsen zerrissen / die Wacken weit und breit herum gesplittert / etliche Bogen-Schüsse in die fern geworffen / daß es unbeschreibliche Mühe gekostet / die Felder davon am Gebirge zu reinigen / und das edentheuerliche Wackengerölle im Keller und Grund-Graben zu bewältigen."

## Experimentell arbeitende Naturforscher, namentlich Physiker

Hatte NEWTON in starkem Maße die Theorie bereichert, war mathematisch vorgegangen, so gab es in seinem Umkreis, von ihm ermutigt und gefördert und in ihren Ergebnissen von NEWTON namentlich unter seiner Präsidentschaft der Royal Society wohl beachtet, vorwiegend experimentell wirkende Forscher und gleichzieitig Instrumentenmacher. Auf HOOKE war FRANCIS HAUKSBEE (S. PUMEREY 2004) gefolgt, Ihn ersetzte dann der als Hugenotte 1683 in der Nähe von

La Rochelle in Frankreich geborene und schon als Kind nach England gebrachte JOHN THEOPHILUS DESAGULIERS (P. FARA 2004).

Etwa in HAUKSBEEs Werk "Physico-Mechanical Experiments on Various Subjects", 2. Auflage posthum 1719, zeigt sich die ganze Vielseitig an Beobachtungen, die man damals anstellte, und die auch nicht unbedingt in strenger Reihe aufeinanderfolgend beschrieben wurden, "Discveries ..", die auch noch **nicht eingeschlossen** waren **in die "General Theory**" (Preface, S. A3), jedoch, wie die elektrischen Erscheinungen, "Wonderful and hitherto Unheeded Effects of this strange Property of Bodies, in several of the Operations of Nature; ..." sind. Es gibt immer, und gerade auch am Anfang der Wissenschaften, **Phänomene, die man jedenfalls zunächst einmal uneingebettet in ein größeres Erkenntnis-Gebäude nebeneinander stehen lassen muß**.

Immer wieder wurden, in Fortsetzung der Untersuchungen von BOYLE, die Vorgänge **im Vakuum** beachtet. Wobei HAUKSBEE wußte, daß man natürlich kein vollständiges Vakuum erhielt. Auch im Vakuum, also dem erreichbaren, wurden Flint und Stahl gerieben .Es wurde, auch im Freiland, verfolgt, wie der **Ton** aus dem ausgepumpten Rezepienten einer in ihm angeschlagenen Glocke mit abnehmendem Luftgehalt immer weniger hörbar ist. In der sich in ihrer 'Reinheit' nicht immer gleichen Erdatmtosphäre, öfters eingehüllt in Nebel, wurde der Schall auch unterschiedlich gut verbreitet – auch eines des beschriebenen Phänomene. Von "Sphärenmusik" war im Weltall kaum Hörbares zu erwarten (S. 133). Was alles lohnte sich also, an Phänomenen in der Natur erfaßt zu werden? **Magneten** zogen **auch im Vakuum** an. Alles mußte ausprobiert, experimentell probierend erkundet werden.

HAUKSBEE stellte auch fest, daß wenigstens in etlichen Fällen zwei **zusammengemischte Flüssigkeiten**, er nennt Vitriolöl, also 'unsere' Schwefelsäure, und Wasser, **weniger Raum** einnehmen als die beiden Flüssigkeiten getrennt. In dieser "Penetration of Dimensions" (S. 204) sieht HAUKSBEE die Ursache von Hitze und Feuer, die beim Zusammentritt von Substanzen oft auftreten. Hier werden also schon grundsätzliche Phänomene beim Stoff-Zusammentritt erörtert.

## Phänomene der Attraktion, der "Anziehung von Körpern" - Kapillarität als eine besondere Naturerscheinung

Anziehung und auch Abstoßung, **Attraktion und Repulsion**, festgestellt etwa beim Magnetismus und der Elektrizität, offensichtlich grundlegende Vorgänge in der Natur (J. TYNDALL 1875), erschienen aber nicht nur in Form der von NEWTON postulierten **Gravitation**, der wechselseitigen Anziehung etwa der Himmelskörper durch den Raum, sogar den weiten Raum. Nicht alle 'Anziehung' war

Gravitation.

Als eine Anziehung, Attraktion, hatte sich auch das durch den **Luftdruck** bedingte Aufsteigen von Flüssigkeiten in Saugpumpen dargestellt, war aber von der Gravitation deutlich wesensverschieden, auch wenn der Luftdruck gewiß auf der Erdanziehung beruhte.

Als **gesondertes** Phänomen, anders als der Aufstieg der Flüssigkeiten in kommunizierenden Röhren und anders als der Flüssigkeitsaufstieg in Pumpen, also **nicht** unter der **Wirkung des Luftdrucks**, erschien die **Kapillarität von Flüssigkeiten** (s. a. Physische Abhandlungen Pariser Akademie 1724, Historie; PETIT ebenda), das Aufsteigen von Flüssigkeiten in engen Röhren und zwischen aneinandergepreßten Glasplatten. Es war deutlich: "Die Luft an dem Steigen der flüßigen Materien in den Haarröhren nicht Theil" (PETIT 1724, S. 339). Das **Phänomen Anstieg von Flüssigkeiten,** einerseits in Rohren und andererseits in Röhrchen, war also kein auf eine einziger Ursache zurückführbares Phänomen.

LEONARDO DA VINCI wird als derjenige genannt, der das Aufsteigen von Flüssigkeiten in engen Röhren, Kapillaren, von verschiedenen Radien festgestellt hatte (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 2). Etwa FRANCIS HAUKSBEE (HAWKSBEE) (1719) hat ab 1708 die Kapillarität in verschiedensten Umständen untersucht, die nun auch benannt wurde. Für.Quecksilber gab es keine solche Kapillarität.

**Kapillarität** - auch das war nun in NEWTONs Tagen einer eingehenden Untersuchung wert. Gefärbte Flüssigkeiten stiegen in den Röhrchen um so höher, je enger diese waren. Stießen zwei Glasplatten eng aneinander stieg die Flüssigkeit, in die das eine Ende der aneinandergepreßten Platten tauchte, höher, als wenn durch Papierstücken an den Ecken die Glasplatten weniger eng aneinander gepreßt waren. Ja, es wurde auch messend festgestellt, wie mit der Erweiterung des Abstandes zwischen den Glasplatten die Aufstiegshöhe der Flüssigkeit zwischen ihnen sank. Untersucht wurde das auch im Vakuum, wo es wie in "Open Air" erfolgte. Also war der Luftdruck für den Flüssigkeits-Aufstieg zwischen Glasplatten nicht entscheidend. Untersucht wurde der Flüssigkeits-Aufstieg zwischen Platten aus anderem Material als Glas, so aus Marmor oder Messing, oder in verschiedener Form, auch rund und quadratisch. Verfolgt wurde Flüssigkeits-Aufstieg in zusammengepreßter Asche, in Luft und unter Vakuum. Verschiedene Flüssigkeiten stiegen unter den verschiedenen Bedingungen unterschiedlich rasch auf, so Öl langsamer als "Weingeist".

**Kohäsion**, "Cohaesio" wurde als augenscheinlich eigenes "Phaenomenum generale in der Natur" (Spalte 614) etwa in ZEDLERs "Universal-Lexikon" im Band 6 1733, auf fast 6 Seiten vorgestellt. Kohäsion sollte die Kraft sein, welche Teilchen, gleicher

oder verschiender Art, zusammenhält. In der freien Luft und auch im Vakuum bildet Wasser Tropfen, und der von allen Seiten wirkende Luftdruck müßte wohl anderes hervorbringrn. Goldstückchen in "Aqua regia" steigen schließlich empor, was entgegen der Gravitation ist. Feinheiten, die beachtet werden, sind etwa die Feststellung, daß ein Tropfen Wasser auf einer Metallplatte eine "gedruckte Figur" annimmt, und das noch stärker auf einer Glasplatte. Die Kohäsion des Wassers mit dem Glase muß offensichtlich stärker sein als mit dem Metall. Ein Tropfen Wasser oder ein kleines Kügelchen Quecksilber an der Unterseite einer emporgehobenen Glasplatte fallen nicht herunter, hängen als ob sie "gleichsam kleben" (Spalte 616) entgegen der Schwere / Gravitation.

Auch die **Affinität, die Anziehung verschiedener Stoffe aufeinander,** die zu **chemischen Reaktionen** und damit zu neuartigen Stoffen führt, schien nicht der Gravitation und auch nicht der Kapillarität u. a. zu entsprechen.

Als noch etwas anderes oder auch nicht erschien schließlich die Anziehung geriebener Körper zueinander und auch die Abstoßung, was auf die auch von HAUKSBEE erforschte "**Elektrizität**", die "vires electricas" zurückzuführen war, und von ihr noch verschieden erschien die **magnetische Anziehung**, die "vires magneticas". HAUKSBEE (1719, S. 203) hat diskutiert, ob die Anziehung eines Magneten nicht vielleicht so etwas wie Kapillarität ist, Anziehung in engen Röhren – aber beim Magneten wurden feste Substanzen angezogen.

Wie die Chemiker danach strebten, möglichst alle erreichbaren Stoffe aufzufinden und aufeinander wirken zu lassen, so wurden etwa **möglichst alle Körper auf ihre Phänomene, so die elektrische Anziehung** und überhaupt auf anziehende Kräfte geprüft.

## Kraft oder Stoff - oder Kraft und Stoff (L. BÜCHNER)

Die Schwerkraft und auch etwa die Kohäsion schienen nichts Stoffliches zu sein, sondern eben als "-kraft" angesprochene Imponderabilien. Traf das auch auf Licht, auf Wärme zu? Hier kam es namentlich im 18. Jh., einem Jahrhundert der Chemie, zur Vorstellung von der stofflichen, der substantiellen Natur dieser Phänomene, also war von **Wärmestoff, Lichtstoff**, ja sogar der **stofflichen Elektrizität** die Rede.

# Licht und seine Eigenschaften. Was ist Licht? - Optik

## Optische Vergrößerungsinstrumente

Licht – damit zusammen hingen auch die **Vergrößerungsinstrumente** des frühen 17. Jh., **Teleskop und Mikroskop**. Die Brille ging ihnen voran. Normalerweise Unsichtbares, Winziges groß zu sehen - es wurde möglich durch das **Mikroskop** und auch die Lupen, benutzt zuerst durch und im Kreis um GALILEI (L. BELLONI 1965). Glas und seine Eigenschaften, vor allem auch seine Durchsichtigkeit, sein Brechungsvermögen, waren Materialgrundlage der Vergrößerungsgeräte, ihrer schließlich achromatischen, von störenden Farbrändern freien Linsen. GALILEI, der manches an Himmelskörpern sah, hätte mit seinen Teleskopen die Satelliten des Saturn und Uranus noch nicht entdecken können (J. v. LIEBIG 1867). **Instrumente eröffnen, aber begrenzen gemäß ihren Leistungen auch** das Vordringen in neue Bereiche.

**Linsenkombinationen** rückten die **Himmelskörper näher** und **vergrößerten das Kleine auf der Erde**. Teleskop wie Mikroskop haben die Weltsicht, das Erkenntnisvermögen des Menschen gewaltig erweitert. Durch das Sehen von bisher Ungesehenem die Tatsachenbasis "vergrößert". Durch das Nachdenken, die Erörterungen über das Gesehene das theoretische Bild von "vergrößerten" Dingen gewaltig erweitert. Nach dem Kleinen und dem Großen, es war die zweifache "Unendlichkeit", die '**infinite magnis**' und '**infinite parvis**' (M. KEMPE 2005), von der man sprach. Vom Erreichen irgedneiner Unendlichkeit konnte gewiß keine Rede sein. Gerade auf das Mikrokop wurden auch in bezug auf die Aufklärung der anorganischen Natur große Hoffnungen gesetzt.

### Licht - das immer wieder erörterte Phänomen

Licht erschien als eines der großen Rätsel der Natur. Der biblische Schöpfungsbericht nennt die Schaffung des Lichts als göttlichen Akt eines der grundlegenden Schöpfungsereignisse in der gerade erschaffenen Welt. "Licht" bewegte Forscher im Herrschaftsbereich des Islam, faszinierte die Männer der "Wissenschaftlichen Revolution".

Was war Licht? Woher überall kam Licht? Es kam gewiß von der Sonne, von Gestirnen. Aber Licht kam auch von brennenden Körpern. Um einiges aus dem 18. Jh. vorwegzunehmen: Quelle des Lichts an irdischen Körpern nannte man 'Phosphore', und von denen gab es etliche. Neben dem Licht von brennenden Körpern gab es auch "kaltes" Licht. Das der Glühwürmchen etwa. ZEDLERs 'Universal-Lexikon' (27. Band, 1741) zählt eine ganze Reihe von "Phosphoren" auf: Das

Leuchten faulenden Holzes und faulendem Herings, die Leuchterscheiungen in von darüberliegender Luft befreitem Quecksilber bei dessen Schütteln. Ein erstaunliches Leuchten kam vom "**dicke eingekochten Urine**" (Spalte 2202), entdeckt wohl 1669 von BRAND, der dieses Leuchten noch nicht auf ein chemisches Element, den Phosphor, zurückführte, aber eben das Element 'Phosphor' damit letztlich entdeckte. Der "**Bologneser Leuchtstein**", später als Bariumsulfat, also Schwerspat, erkannt, vom Monte Paterno bei Bologna, wurde durch mäßiges Calcinieren oder Brennen mit 'brenzligen Substanzen' hergerichtet und leuchtet nach Belichtung. Aber auch der Bologneser Leuchtstein, 1602 in seinen Eigenschaften von einem Schuster und gleichzeitig Amateur-Alchemisten entdeckt, war nicht der 'Stein der Weisen'. **Aber die Welt** war doch **voll von rätselhaften Phänomenen!**

Der stark der Alchemie verpflichtete HOMBERG verfolgte alles, was mit Phosphoren zuammenhing, führte dabei den großen Brennspiegel von TSCHIRNHAUS in Paris zu Versuchen der Einwirkung von Licht auf Substanzen ein.

**Zum Wesen das Lichts** gab es vor allem 2 Theorien resp. Hypothesen: NEWTON vertrat die lange als gültig angesehene **Korpuskel-Theorie des Lichts**.

HUYGENS stellte dieser Vorstellung entgegen die **Wellen-Theorie**, ab 1678, publiziert 1690, in seinem 'Traite´ de la Lumie're'. Die Wellen-Theorie unterlag bis ins 19. Jh. Obwohl sie etwa die Doppelbrechung im isländischen Kalkspat befriedigend erklärte (G. FRANKE 1991). Während sich zeigte, daß Schall im Vakuum nicht geleitet wurde, durchdrang Licht das Vakuum, den luftleeren Raum, also auch das als Vakuum gedachte Weltall. Licht mußte also abgeleitet werden von Wellen eines besonderen, alles durchdringenden Mediums, eines aus noch feineren Teilchen als die Luft und sollte den gesamten Weltraum erfüllen. Den Träger der Lichtwellen nannte HUYGENS den "**Äther**". Der 'Äther' als gesonderte Materie wurde noch im beginnenden 20. Jh. gelehrt.

Fast als Substanz erscheint 'Licht', wenn es etwa bei GUERICKE (s.1968, S. 160) heißt: "Eine Zeitlang kann Leuchtkraft im Bologneser Leuchtstein aufgespeichert werden", und kann so unter bestimmten Bedingungen zum Nachleuchten gebracht werden. Licht gar später als 'Lichtmaterie'?

## Eigenschaften des Lichtes - Beugung, Brechung, Fortpflanzung

Unabhängig voneinander fanden um 1620 DESCARTES und WILLEBRORD SNELL(IUS) das **Brechungsgesetz**. "Brechung", Refraktion, ist die Abweichung des Lichtstrahles, wenn dieser von einem durchsichtigen Körper in einen anderen eintritt,

etwa von Luft in Wasser oder umgekehrt. Schon den Alten war aufgefallen, daß ein Gegenstand am Grunde eines Gewässers bei schräger Draufsicht nicht dort liegt, wo man es zu sehen meint. Die **Beugung**, die **Diffraktion** des Lichtes, also seine Ablenkung beim Durchgang durch einen schmalen Spalt, auch unter Beachtung der verschiedenen Farben, untersuchte der italienische Jesuit FRANACESCO MARIA GRIMALDI (B. S. EASTWOOD 1972). In einen dünnen Lichtkegel in einem dunklen Zimmer hielt er einen dünnen durchsichtigen Faden, der einen unscharfen Schatten warf, weiter als eine geradlinige Projektion verursacht hätte. Nach außen folgten Bänder in Weiß, Violett, Rot. Licht sah GRIMALDI als Flüssigkeit, Farbe als Modifikation dieser. Immerhin wurde die Aufgliederung des Sonnenlichtes in Farben anvisiert.

J. KEPLER, mit Fernrohren im Umgang, befaßte sich eingehend mit Optik, und erklärte den Strahlengang im Fernrohr, konstruierte einen eigenen Fernrohr-Typ, erklärte die Funktion der Linse im Auge und damit wenigstens teilweise den **Seh-Vorgang**. Der Ingolstädter Jesuit und Astronom CHRISTOPH SCHEINER bewies KEPLERs Theorie an einem herauspräparierten Auge eines Ochsen.

## NEWTONs Zerlegung des Lichtes

Grundlegende Licht-Phänomene, und das in ihrem Zusammenhang, untersuchte und beschrieb ISAAC NEWTON in seiner "Optics". Bisher war Licht, waren Lichtstrahlen, gleichgültig ob Sonnenlicht oder aus anderer Quelle, im wesentlichen, abgesehen von dem NEWTON nur in Zweithand bekannten GRIMALDI, als etwas Einheitliches gesehen worden. Gewiß die Körper reflektierten oft in Farbe, aber eben das einheitlich wirkende Sonnenlicht. Erscheinungen an fließendem Wasser wirkte da schon anders.

Bei NEWTON wurde Licht beim Durchgang durch ein Prisma getrennt, wurden die in ihrer **Farbe sich unterscheidenden Strahlen getrennt untersucht**. Die Strahlen von **"weißem" Sonnenlicht** im dunklen Raum durch ein **Prisma** zu leiten unternahm NEWTON **1665 / 1666**. Das Licht auf eine weiße Wand projiziert erschien, als Farben-"**Spektrum**", ohne Zwischenräume zerlegt in 7 unterschiedlich farbige Teile, von Rot über Orange, Gelb, Grün, Leichtblau, Indigofarben, Violett-Purpur. Sonnenlicht ließ sich also trennen in Einzelkomponenten. **Farben** wurden **in die Optik** eingeführt. Selbst der Regenbogen war bisher als ein ganzheitliches Phänomen gesehen worden, nicht als Ergebnis einer Trennung des Sonnenliches. NEWTONs Untersuchungen betrafen nun nicht nur das Licht als solches, sondern auch das Verhalten des **Lichtes an Körpern** und damit etwa die unterschiedliche Farbigkeit der verschiedensten Körper (H. PEMBERTON 1728 /2004).



Abbildung 1145: Phänomen Licht-Zerlegung.

Licht zu trennen, das lag auf der allgemeinen Linie, zu **trennen, was trennbar war**, so wie manche einheitlich wirkende Substanz sich in verschiedene Komponenten zerlegen ließ. **Die Dinge der Welt** waren also zu einem beträchtlichen Teil **zerlegbar**, bestanden aus Komponenten. Und was war elementar? Dem Einwand entgegenzutreten, daß das Licht durch das Prisma verändert wird, also nicht das "weiße Sonnenlicht" von vornherein als solches schon aus Komponenten besteht, ließ NEWTON **die einzelnen Farbkomponenten** des Spektrums durch Öffnungen in dem Papier, auf die Spektrum projiziert war, getrennt **durch** ein **zweites Prisma** oder gar noch weitere hindurchgehen. Es gab keine weitere Zerlegung. Das Prisma trennte offenbar, was im Sonnenlicht bereits getrennt ist, aber eben in Mischung vorhanden war. Die Strahlen ließen sich nicht weiter in andere Strahlen zerlegen. Es gab kein immer weiter zerlegbares Kontinuum, Das entsprach dem antiken griechischen Atom-Konzept, daß alle Dinge bestanden aus Komponeneten. Auch Licht konnte zerlegt werden in individuelle Einheiten der Materie (J. L. PHILIPPS 1998; S.9/10). Die **Farben der Körper** sollten zustandekommen durch **Reflexion nur eines Teiles** der Spektralfarben des Lichtes. Ein anderer Teil des Lichtes wurde verschluckt. Nur weiße Körper reflektierten alles Sonnenlicht. Bei der Reflexion wurden die reflektierten Strahlen nicht verändert. Die Reflexion von zwei voneinander im Spektrum getrennten Farben gab die dazwischenliegende, z. B. etwa Orange zwischen Rot und gelb.

In den folgenden Jahrhunderten wird man nicht so sehr die Wirkung des Lichtes als Ganzes auf die Naturprozesse **untersuchen**, sondern **getrennt die Wirkung in den einzelnen Spektralbereichen** – ob bei chemischen Prozessen, wie durch BUNSEN, oder in Wirkung auf Vorgänge wie Stoffwechsel und Keimung in Pflanzen.

Zahlreiche Untersuchungen bei NEWTON galten der Refraktion. Durchsichtigkeit, **Transparenz**, etwa von Glas, wurde erklärt mit Poren in den durchsichtigen Körpern. NEWTON glaubte, auch namentlich wegen des letzteren, das Wesen des Lichtes erklärt durch **Licht-Korpuskel**, unterschiedliche solche Korpuskel für die einzelnen Spektralfarben, was an chemische Vorstellungen erinnerte. Daß Glas solche Licht-Korpuskel durchläßt sollte andererseits für zahlreiche Leerstellen, **Leere**, eben Poren, im Glas sprechen.

## Fortbewegungsgeschwindigkeit von Licht und Fortbewegung überhaupt von Naturphänomenen

Nicht nur für fallende Körper, auch für Schall und Licht, später auch für Elektrizität, wurde eine **Fortbewegungs-Geschwindigkeit** (speed) ermittelt - eine wohl der ganz großartigen Einsichten in die Vorgänge in der Natur, in die Eigenschaften von Phänomenen wie Licht oder eben auch den ganz anders gearteten Schall.

Die nicht direkt verfolgbare Fortbewegung von Licht und Elektrizität, Explosionen, auch der rasche Farbumschlag bei manchen chemischen Reaktionen, ja auch der zwar viel langsamere, dennoch rasche Flug mancher Insekten – das gab erste **Vorstellungen von rasch ablaufenden Naturvorgängen**, rasch, ja it manschlichen Sinnen nicht verfolgbar, aber eben doch nicht ummeßbar rasch. Es blieb eine besonders im 20. Jh. verfolgte Aufgabe, Meßinstrumente für die rasch ablaufenden Naturvorgänge zu entwickeln.

Mit Astronomie verbunden war die Bestimmung der **Lichtgeschwindigkeit 1676**, die in Paris dem dort bei CASSINI 1672 - 1679 wirkenden dänischen Mitarbeiter OLE CHRISTENSEN RÖMER (OLAUS ROEMER) (I. B. COHEN 1940, Z. KOPAL 19) gelang. Man wollte die Jupitermond-Verfinsterung für die Längenbestimmung nutzen. Das gelang, weil auf einem Schiff zu kompliziert, nicht gelang. Aber CASSINI war für eventuelle Daten nach Dänemark gereist und RÖMER folgte ihm. Der 1644 in Aarhus geborene RÖMER hatte vor seinem 7-jährigen Aufenthalt in Paris in Kopenhagen. studiert. Er hat in Paris an den Jupitermonden beobachtet und kam so zu seinem Erfolg. Für ARISTOTELES, KEPLER, DESCARTES und noch für CASSINI am Ende des 17. Jh. war zweifelhaft, ob Licht überhaupt eine meßbare Geschwindigkeit aufweist. Die Bewegung der Jupitermonde, namentlich des Io, wurde als eine geeignete Skala für Zeitmessung betrachtet und entsprechende Tabellen erstellt. Je nach der jeweiligen, jahreszeitlich bedingten Entfernung der Erde vom Jupiter und damit auch von dessen Trabanten fanden sich zeitliche Abweichungen im Eintreten der Verfinsterungen der Jupitermonde. Die




Abbildung 1146: RÖMER-Gedenken Aarhus, Lateinschule.

Erklärung war, das Licht von einem Jupitermond je nach Stellung des Jupiter unterschiedliche Distanzen bis zur Erde überwinden muß. RÖMER ermittelte nun mit Hilfe von Fernrohr-Beobachtungen genau die Verfinsterung der Jupitermonde und bei Berücksichtigung der feststellbaren Änderungen der Entfernung der Erde vom Jupiter die Lichtgeschwindigkeit zu (umgerechnet) 214.000 km pro Sekunde, was immerhin eine Vorstellung von sehr großer und dennoch meßbarer Lichtgeschwindigkeit ergab. Später wurde die Lichtgeschwindigkeit zu knapp 300.000 km / sec. bestimmt.

Nachdem RÖMER 1681 nach Dänemark zurückgekehrt war, wurde der angesehene Mann 1705 Bürgermeister von Kopenhagen, 1707 unter dem neuen Dänenkönig FRIEDRICH IV. Haupt des Staatsrates, königlicher Mathematiker und Professor der Astronomie in Kopenhagen.

Eine Schlußfolgerung war später auch: **Wenn das Weltall** - schon auf Grund der vor dem 19. Jh. nicht nachgewiesenen Parallaxe - **unendlich** ist, dann hat aus den Tiefen des Weltalls auf der Erde eintreffendes **Licht** lange, ja **Millionen Jahre** dauernde Zeit **hinter sich** und dann kann die Schöpfung jedenfalls der gesamten Welt nicht vor jener kurzen Zeit von kaum 6000 Jahren stattgefunden haben, die aus Bibeldaten 'errechnet' wurde (F. KRAFFT 1985, S. 78). Das Weltall ist nicht nur ein unendlicher Raum, sondern beruht auch auf unendlicher Zeit.

Im Januar 1729 bestätigte BRADLEY die von RÖMER mitgeteilte Lichtgeschwindigkeit (I. B. COHEN 1940).

Konnte man sich Lichtausbreitung vorstellen? **Denkbarkeit, Vorstellbarkeit - das war - und wurde im Verlauf der Wissenschaftsentwicklung immer wieder deutlich - ist kein Kriterium wissenschaftlicher 'Wahrheit'!**

Fast 250 Jahre später, 1912 (2. Band, S. 22) wird der russische Physiologe VON CYON schreiben: "... die Vernunft allein" ist "ein trügerischer Führer beim Suchen nach Wahrheit, geeigneter, den Denker auf das Ziel seiner vorgefaßten Ideen, seiner Gefühle, ja selbst seiner Gelüste udn Neigungen einzustellen, als ihn zu den unerreichbaren Gipfeln zu führen, auf denen die verschleierte Wahrheit thront."

Bei der Licht-Geschwindigkeit trat später hinzu: **in den verschiedenen Medien**, den verschiedenen Flüssigkeiten, Wasser etwa war, die **Lichtgeschwindigkeit nicht** dieselbe **wie im angenommenen Vakuum des Weltalls**, auch nicht gleichartig für die verschiedenen Medien und für die verschiedenen Spektrallinien. Letzteres führte zur Brechung.

Der Messung der Lichtgeschwindigkeit nur auf der Erde, der terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit, stand also ein weites Feld offen, betreten im 19. Jh.

# Wärme, Temperatur, Thermometer

## Der Wärmezustand - gemessen mit Thermometern

Die **Temperatur**, der Wärmezustand, wird mit dem **Thermometer** gemessen, eine Vorrichtung, bei der die Ausdehnung von Körpern, vor allem Flüssigkeiten, festgestellt wird. Festgestellt wurde zuerst in Thermoskopen die Ausdehnung der Luft bei Erwärmung durch deren Verdrängung von Flüssigkeit (H. SCHIMANK 1960). In den letzten Jahrzehnten des 17. Jh. wird deutlich (P. WALDEN 1910) , daß Wasser einen offenbar konstanten, wenn auch noch nicht gemessenen Siedepunkt hat, um 1680 wohl bei NEWTON, bei HALLEY 1693. Um 1700 betont AMONTONS den Siedepunkt des Wassers als eine für dieses unveränderliche Größe, die man mit der Ausdehnung von Substanzen in Wärme feststellen kann. Wasser kann, wie AMONTONS feststellte, nicht über den Siedepunkt erhitzt werden. Um 1701 konstruierte OLAUS RÖMER ein Alkohol (spirit)-Thermometer mit zwei Fixpunkten, der obere Fixpunkt für kochendes Wasser markiert als 60 Grad, der untere bei schmelzendem Eis bei 7,5 Grad, während null Grad einem Gemisch von Eis und Salz, der damals niedrigsten erreichbaren Temperatur, zugeschrieben wurde (J. B. GOUGH 19). Es wurde hier also eine absolute Temperatur-Messung mit ausschließlich positiven Temperaturgraden angestrebt. Weitgehend angewandt wurde schließlich die Temperaturskala von GABRIEL DANIEL FAHRENHEIT. Er wurde geboren 1686 in Danzig, traf sich mit O. RÖMER und wurde nach dem Studium der Physik in den Niederlanden einer der dortigen führenden Instrumentenmacher. Er bestimmte dann den Siedepunkt verschiedener Flüssigkeiten. Statt des Weingeistes füllte FAHRENHEIT seit 1714 Quecksilber in die Thermometer,

was ihre Genauigkeit und die Vergleichbarkeit der Temperaturmessungen wesentlich erhöhte. Die Kälte im Winter 1709 zu Danzig galt ihm als Wärmeminimum und damit als Anfangspunkt, als Nullpunkt, seiner Skala. Um 1724 erkannte FAHRENHEIT auch die Abhängigkeit des Siedepunkts des Wassers vom Luftdruck und fand, daß Wasser ohne zu Gefrieren auch bedeutend unter seinen Fristpunkt abgekühlt werden kann, was die Fixpunkte wieder problematischer machte. Eine andere Temperatur-Skala kam 1730 von RE´AUMUR, mit dem Nullpunkt beim Gefrieren des Wassers und 80° bei dessen Sieden.

Die später **allgemein akzeptierte** Thermometer-Skala war die **1742** von dem schwedischen Astronomen ANDERS CELSIUS vorgestellte, bei der Wasser unter Normaldruck bei 100°C siedet und bei 0°C gefriert. Sie paßte in das metrische System, das im Nachklang der Französischen Revolution sich weithin durchsetzte und in der Wissenschaft längst erdweit verwendet wird.

Auf ISAAC NEWTON geht eine **Abkühlungsformel**, für die **Überführung von Wärme** von einem wärmeren zu einem kälteren Körper zurück.

## Weitere physikalische Phänomene, auch Akustik

Über die **Schall**-Geschwindigkeit experimentierten WILLIAM DERHAM und STEPHEN GRAY.

Ein neues Gebiet erschließt DANIEL BERNOULLI mit seiner experimentell erforschten '**Hydrodynamik**' von 1724, dem Verhalten fließender Flüssigkeiten (u. a. Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik You Tube 2008). In einem Rohr mit Engstellen fließt eine Flüssigkeit an der Engstelle schneller. Aus BERNOULLIs Erkenntnissen erwartet Zarin KATHARINA von dem nach St. Petersburg an die Akademie berufenen D. BERNOULLI Neues für die Wasserspiele im Zarenpark. Zurück nach Basel erregt DANIEL BERNOULLI den furchtbaren Neid seines Vaters, des Mathematikprofessor JOHANN BENOULLI, so als sie gemeinsam eine Ehrung an der Pariser Akademie erfahren. Der Vater versucht des Sohnes Erkenntnisse zu rauben und sie zurüchdatiert selbst veröffentlicht. Was für Flüssigkeiten gilt, gilt auch für **Luftströmungen**, Hydrodynamik - erklärt das Versärken des Windes in Engstellen und das Fliegen der Flugzeuge durch den entsprechenden Tragflügelbau. .

# Himmel und Erde bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts

## Himmelskarten – auch für den Südhimmel

Schon wegen der großen Bedeutung bestimmter astronomischer Beobachtungen für die **Seefahrt** wurden in etlichen Ländern staatliche Observatorien eingerichtet wurden. In Großbritannien war es das Obervatorium in **Greenwich** auf einem Hügel über London mit weitem Blick in die Landschaft und dort ein königlicher Astronom, astronomer royal, angestellt. Zuerst war das JOHN FLAMSTEED. Ihm folgte 1720 HALLEY.

Katalogisierung, Kartierung, Benennung behielten in der Astronomie stets ihren hohen Rang. Neu für die Astronomen der "Neuzeit" war der **Himmel** über der **Südhalbkugel** der Erde. Der bei einer Fahrt nach Japan auf Sumatra nach einem Schiffbruch eine Zeit lang festsitzende Niederländer FREDERICK DE HAUTMANN kartierte Position und Größe von Fixsternen der Südhalbkugel. Der gleich noch näher zu behandelnde EDMOND HALLEY, 20 Jahre alt, weilte 1677/1678 zur Kartierung des Süd-Himmels auf St. Helena, war dort auf dem später Mount Halley genannten Beobachtungsberg, fand sich jedoch in der Sternbeobachtung auf der Insel mitten im Atlantik oft durch Wolken behindert. Dennoch stellte er in dem nach der Rückkehr 1679 publizierten "Catalogus Stellarum Australium" von 341 Sternen Größe, Breite und Länge vor (D. GILL 1908).

Der "Vater der Astronomie der Südhemisphäre" wurde NICOLAS-LOUIS DE LACAILLE (O. GINGERICH 1973), der mit dem Schiffe "Glorieux" nach dem damals noch niederländischem Kapstadt reiste und dort 1751 / 1752 auf einer ihm eigens errichteten Sternwarte nahezu 10.000 Sterne erfaßte. Da Kapstadt auf demselben Längengrad wie Mitteleuropa liegt, konnten durch gleichzeitige Beobachtung dort und durch LALANDE (O. GINGERICH 1973) in Berlin Parallaxen und damit Entfernungen von Objekten des Sonnensystems, so des Erdmondes, der Venus, des Mars, der Sonne, festgestellt werden. DE LACAILLE stellte auch die Fixsterne des Südhimmels in Sternbildern (constellations) zusammen, die er gemäß dem Zeitalter der Aufklärung nicht mit mythologischen Namen versah, sondern solchen aus Technik und Wissenschaft, so "Sculptor", "Fornax", "Horologium", "Telescopium", "Microscopium".

## Mondforschung - Selenographie

Von der **Oberfläche des Mondes** wurden nach den ersten Fernrohrbeobachtungen von einigen Leuten Skizzen angefertigt und das Gesehene beschrieben, zuerst durch THOMAS HARRIOT und durch GALILEI, der ein Mond-Abbildung veröffentlichte. Die gesamte der Beobachtung zugängliche Mond-Hemisphäre stellte MATTHIAS HIRZGARTER 1643 in seiner in einer Karte dar (J. D. NORTH 1972).

In zweiten Hälfte des 17. Jh. war ein führender beobachtender und kartierender Astronom JOHANNES HEVELIUS (J. D. NORTH 1972) aus der reicheren Bürgerschaft von Danzig, der auch Mitglied im Rat der Stadt war. Vor allem der Mond hatte es ihm angetan, glücklicherweise zusammen mit seiner Frau. In zweiter, 1663 geschlossener Ehe hatte HEVELIUS eine reiche, 36 Jahre jüngere Frau, ELISABETH geborene KOOPMANN, geheiratet. Ihr beträchtliches Vermögen ermöglichte die weitere Einrichtung des eigenen Observatoriums mit eigenen astronomischen Instrumenten. Es gab im eigenen Haus auch eine Werkstatt zur Herstellung von Instrumenten, eine wertvolle Bibliothek, eine eigener Druckpresse. Frau HEVELIUS half ihrem Mann bei seinem wissenschaftlichen Werk, war Gastgeberin auch der aus dem Ausland anreisenden Astronomen. Ein Feuer zerstörte im September 1679 das Haus des Wissenschaftlerpaares. Das Verlorene wurde möglichst rasch ersetzt. Nach dem Tode des 76-jährigen HEVELIUS 1687 setzte die Frau das Werk bis zu ihrem Tode 1693 fort, gab vor allem noch seinen Nachlaß heraus.

HEVELIUS hatte mit dem Fernrohr die **Mondoberfläche** viel genauer als seine Vorgänger kartiert, und in seiner "**Selenographia:...**" von 1647 bot er großformatige Karten von der Oberfläche des Mondes, wobei er den Bergen auf dem Mond, den Kratern und anderen Gebilden viele der noch heute gebräuchlichen Namen gab, zur Erinnerung an Geographen und Astronomen, weshalb der Mond auch als der 'Astronomenfriedhof' bezeichnet wurde. Posthum erschien 1690 sein Sternkatalog. Für den 1652 erschienen **Kometen** stellte HEVELIUS fest, daß die Parallaxe nicht so groß war, daß er, was bei einam anderen Kometen schon BRAHE ermittelt hatte, dem sublunaren Bereich hätte angehören können.

## Periodizität und Veränderungen – Kometen und Erdmagnetismus: HALLEY

In der Erforschung unter anderem der Kometen wie über den Erdmagnetismus gewann EDMUND HALLEY (A. M. C. 1890, E. BULLARD 1956, A. COOK 2001, 204, C. A. RONAN !972) eine führende Position, galt als der zweite große britische

Gelehrte hinter NEWTON. Zwischen Physik der Erde, als ein – man kann sagen – erster Geophysiker und mit Kartierungen am Himmel bewegte sich sein Leben, das er 1656 als Sohn eines reichen Londoner Bürgers, eines Seifen-Herstellers, begann und in dem der Begabte früh mit bedeutenden Londoner Gelehrten bekannt gemacht wurde. Er studierte in Oxford, verließ es aber ohne Graduierung 20-jährig wegen einer astronomischen Reise nach der Insel St. Helena in Süd-Atlantik. 1678 zurück überreichte er dem König die Darstellung des Südhimmels, soweit er ihn hatte beobachten können und wurde sogar genannt der "Southern Tycho", in Erinnerung an TYCHO BRAHE, den Kartierer des Nordhimmels. Auf einer Europa-Reise beobachtete HALLEY 1679 mehrere Wochen mit HEVELIUS in Danzig mit dem in seinem Wert für die Festlegung der Sternpositionen noch umstrittenen Fernrohr wie 1780 mit CASSINI in Paris, nachdem er auch Italien besucht hatte. HALLEY half NEWTON bei der Publikation seines Hauptwerkes, namentlich auch finanziell. HALLEY war auch Kapitän, 1704 Professor der Geometrie in Oxford.

HALLEYs Forschungen galten sowohl irdischen wie am Himmel angesiedelten Problemen und ihn bewegte unter anderem, ob sich **irdische oder himmlische Naturphänomene** in der Zeit **ändern**. Das zu finden, be**nutzte** er **frühere Datenangaben**, etwa über die Position von Fixtserne, und war sich bewußt, daß man auch heute **Daten über Naturphänomene für spätere Auswertung aufzeichnen** muß. Aber auch für die gegenwärtige Nutzung in der Schiffahrt sollten sich möglichst reiche Daten-Aufzeichnungen verwenden lassen.

Möglichst erdweit die **magnetischen Deklination** festzustellen**,** in der Hoffnung auf ihre Nutzung zur Längenmessung, leitete HALLEY (A. COOK 2001) zwei Vermessungsreisen mit einem eigens für ihn ausgerüsteten Schiff auf dem Atlantischen Ozean , 1698 und 1699, die ersten Forschungsreisen mit einem extra dafür zur Verfügung gestelltem Schiff auf dem Weltmeer. Auf der zweiten Reise gelangte er bis an den Rand der Eisschollen von Antarktika. Die seit COLUMBUS bekannte magnetische Deklination ist die Abweichung der Richtung der sich horizontal frei beweglichen Magnetnadel nach Westen oder Osten gegenüber der geographischen, als durch die Erdpole gedacht gehenden Linie an einem Ort, dem astronomischen Meridian. Die magnetische Deklination ist nicht nur unterschiedlich von Ort zu Ort, sie weist auch säkulare, also über Jahrhunderte sich hinziehende, als, etwas später gefunden durch GEORGE GRAHAM, auch tägliche Variationen auf. Ein solches Phänomen mußte wissenschaftliche Registrierung geradezu herausfordern und hat das auch weiter getan, ohne daß man einer sicheren Erklärung näher kam. HALLEY seinerzeit hat auf einer Karte die **Isogonen**, die Linien gleicher Abweichung, eingetragen, ein Vorbild für Karten, auf denen etwa bei ALEXANDER VON HUMBOLDT die Isothermen und bei anderen anderes eingetragen waren. Die Er-

de war ein Magnet, so viel war klar, und HALLEY hat eine Hypothese über den Schalen-Aufbau der Erde und deren unterschiedliche Rotation aufgestellt,

In einer anderen, einer erdweiten Karte trug HALLEY die auf den Ozeanen bevorzugt bestehenden Wind-Richtungen, the **trade winds**, ein – für die Segelschiffahrt gewiß eine große Hilfe wie die Kenntnis der Gezeiten im Kanal zwischen England und Frankreich.

HALLEY machte 1705 wahrscheinlich, daß Kometen, von denen er die Bahnen von 24 berechnete, **auf bestimmten**, wenn auch langgestreckten **Bahnen** im Sonnensystem kreisen und deshalb **periodisch wiederkehren**. Er suchte zu begründen, daß die hellen Kometen von 1531, 1607 und 1682, wohl auch die aus den Jahren 1305, 1380 und 1456 erwähnten, stets dasselbe Himmelsobjekt waren, das nach annähernd 75 Jahren wieder sichtbar wurde. Die nächste Wiederkehr wurde für 1758 vorausgesagt. HALLEY mußte bedauern, daß er nicht länger leben konnte, seine Voraussage bestätigt zu sehen, denn er starb, allerdings schon nach einem Schlaganfall behindert, 1742, 86 Jahre alt Am 25. Dezember 1758, 15 Jahre nach HALLEYs Tod, wurde dieser **'Halleysche Komet'** tatsächlich, den auch französische Astronomen dann wieder erwarteten, **wieder** gesichtet. Waren die Kometen als Himmelskörper mit periodischen Bahnen anerkannt, entfielen sie für die AstroREICHART

logen als Warnsignale für drohende Katastrophen, waren berechenbar, bestätigten die NEWTONsche Physik, waren als natürliche Mitglieder des Sonnensystems anzuerkennen.

HALLEY, der auf St. Helena am 7. November 1677 erstmals einen Merkur-Durchgang/Transit vor der Sonnenscheibe vollständig verfolgt hatte, empfahl unbedingt den für den 3. Juli 1769 zu erwartenden Transit der Venus vor der Sonne von verschiedenen geeigneten Punkten der Erde aus zu beobachten, um die Parallaxe der Sonne und damit die Entfernung Erde – Sonne zu bestimmen. COOK reiste aus diesem Grunde nach Tahiti. Der schon tote Wissenschaftler, HALLEY, gab Anleitung für die Lebenden,

HALLEY wie dann der sich der Physikotheologie zuwendente DERHAM erfoschten auch die **'Nebel' im Weltall**, was immer man damals dafür hielt (K. G. JONES 1971, S. 34). HALLEY schrieb 1714/1716 von "On nebulae or lucid spots among the Fix'd Stars" und DERHAM 1733/1734 von "... appearances among the Fix'd Stars, calles Nebulous Stars.

**Gravitation als eigene Naturkraft löste die Annahme von Magnetismus** für die Anziehung der Himmelskörper **ab**.

Durch oder unter HALLEY wurden auch erhaltene Manuskripte **aus** dem **Grie-**

**chischen und Arabischen übersetzt**, wie sie, nicht unbedingt vollständig, in Oxford in der Bodleian Library/Bodleian Bibliothek aufbewahrt wurden

HALLEY erkannte, daß einige der hellsten **Fixsterne**, speziell Arcturus, Procyon und Sirius, **nicht** "**fix**", also nicht feststehend sind, sondern in **Eigenbewegung** (proper motion) ihre Position im Laufe der Zeit verändert hatten. Er stellte das fest, und hier bewies er den Nutzen früherer Datenaufzeichnung, indem er die Position dieser Sterne 1710 mit den von PTOLEMÄUS stammenden Angaben verglich. Na, hoffentlich war die antike Ortsangabe genau genug, aber anderes besaß man nicht. 1760 erschloß TOBIAS MEYER eine Eigenbewegung für mehrere helle Fixsterne, LAMBERT verwies auf eine Eigenbewegung für die Sonne und WILLIAM HERSCHEL hat sie nachgewiesen (F. KRAFFT 1985, S. 79).

Himmel und Erde wurden verbunden durch ein beeindruckendes **Nordlicht**, eine, wie sie GASSENDI nannte, **aurora borealis**, über London 1716. Wegen der Weite ihrer Ausbreitung fiel eine ferne vulkanische Eruption als Ursache aus. Aber die Nordlicht-Strahlen korrespondierten mit den Linien des erdmagnetischen Feldes, wobei sie nach dem magnetischen Pol wiesen. Das magnetische Feld schien die Richtung der als materiell gesehenen Nordlicht-Strahlen zu lenken. HALLEY sammelte auch über die aurora borealis ältere Berichte und solche von damals aus anderen Orten als London – war also auch hier auf der Suche nach möglichst vielen verwertbaren Daten. Nicht erklärbar waren ihm die Farben.

Mit einem Schiff im April 1691 vor der englischen Küste untergangenes Gold und Elfenbein zu bergen schlug HALLEY eine **Taucherglocke** vor, von der aus der Taucher die Arme frei im Wasser bewegen konnte.

Den **Anfang der Erde** wollte HALLEY berechnen, indem er annahm, daß **alles Salz** im Ozean **aus den einströmenden Flüssen** stammt, und dann wenn – ja wenn – die Menge des jährlich in die Ozeane eingebrachten Salzes bekannt wäre, sich aus der heutigen Salzmenge im Ozean die Zeit seit deren Beginn ermitteln ließe. Ja wenn! Hiermit wäre das Alter der Erde zwar nicht aus Bibeldaten berechnet worden, aber immerhin wurde der Erde ein Anfang zugebilligt und sie nicht als ewig und damit unerschaffen betrachtet, was man HALLEY (D. LEVITIN 2013) einmal vorgeworfen hatte und 1691 eine Astronomie-Professur jedenfalls nicht mit ihm besetzt hatte. Vom Festland stammendes Salz konnte natürlich nur in langer Zeit in die Ozeane eingebracht worden sein und er meinte, daß die Schöpfungs'tage' vor Gott auch lange lange Zeiträume gewesen sein können, was die anglikanische Geistlichkeit ihm auch übelnahm.

Was die veränderliche **magnetische Deklination** betrifft, so hat in Deutschland, in Nürnberg, der auch naturwissenschaftlich hochinteressierte Mediziner JOHANN GEORG VOLCKAMER (GÜNTHER 1896) in seinem Garten eine Sonnenuhr ge-

nau in Richtung des Meridians aufgestellt und "unausgesetzt" die Mittagslinie dieser Sonnenuhr mit der Achsenrichtung einer darüber aufgehängten Magnetnadel verglichen und konnte mehr als Vorgänger die auch **tägliche Veränderung** der magnetischen Deklination erkennen. Auch das also ein Beispiel von **fortgesetzter Aufzeichnung eines Naturphänomens** mit interessanter Feststellung. Der seit 1669 Altdorfer Professor der Mathematik und Physik JOH. CHRISTOPHORUS STURM empfahl geomagnetische Korrespondenzbeobachtungen in allen "gebildeten" Ländern ins Leben zu rufen.

## Auf der Erde: Woher stammt das Wasser der Quellen? – Der Wasserkreislauf

Daß jedenfalls in vielen Teilen Europas und auch in anderen Regionen der Erde aus Quellen ganzjährig Wasser fließt, und, wenn auch oft nicht ohne Schwankungen, in zunächst oft dünnen Rinnsalen und dann zu Bächen und schließlich zu Flüssen zusammenströmt, wurde beachtet, aber zunächst sehr unterschiedlich erklärt. Zahlreiche sachliche Argumente wurden in den Diskussionen gegenübergestellt ZEDLER Universal-Lexikon, 4. Band, Spalten 1613 – 1628) und wurde die Entstehung von Quellen und der Herkunft ihres Wassers zu einem viel debattierten Gegenstand. .

Die uns so selbstverständiche Erklärung eines **Wasser-Kreislaufs** war zunächst vielen nicht einleuchtend! Regen und Schnee schienen als Ursprung allen Wassers in den die Bäche und Flüsse speisenden Quellen nicht auszureichen. Regenwasser sollte nicht tief in den Erdboden eindringen zu können. Wasser auf dem Festland sollte unterirdisch aus dem nun allerdings tiefer liegenden Meer ins Festland eindringen und im Erdinneren infolge der Kapillarität in den Bergen bis zu den Quellen aufsteigen. Meer-Wasser ist salzig. Quellen liefern - im allgemeinen – trinkbares Quellwasser. Das unterirdisch vom Meer eindringende Wasser sollte im Erdboden sein Salz abgeben, wie die Seeleute Salzwasser durch Hindurchgehen durch Sand oder Erde trinkbar machen.

HALLEY publizierte erst 1694, was ihm schon 1676 auf der Insel St. Helena aufgefallen war: die atmosphärische Zirkulation des Wassers (R. H. GROVE 1995), vom Meer in die Wolken und wieder zur Erde in den Niederschlägen.

PIERRE PERRAULT (M. R. et A. K. BISWAS 1974) 1674 und 1686 EDME MARIOTTE legten dar, daß alle natürlichen Quellen auf dem Festland und damit alle Flüsse ihr **Wasser ausschließlich den Niederschlägen** verdanken (M. S. MAHONEY 1974). Nur für das Grundwasser hatte PERRAULT noch andersartige Herkunft aus dem Erdinneren erörtert. Das Wasser der Erdoberfläche war

ansonsten in einen **Wasserkreislauf** einbezogen.

Nach HARVEYs Blutkreislauf also wieder ein 'Kreislauf', jetzt auf der Gesamterde. JOHN WOODWARD, auch ein vielseitiger Naturforscher, schrieb 1696 und 1708 über die Verdunstung des von Pflanzen aufgenommenen Wasser in die Atmosphäre (R. H. GROVE 1995). Wo viele Bäume sind, dort ist die Luft feuchter. gibt es reichlicher Niederschläge. Entwaldung bringt Austrocknung.

Im einzelnen wurden manche Experimente zur Bildung von Quellen durchgeführt. MARIOTTE fing in einiger Entfernung von seinem Haus alles Regenwasser in einem Gefäß auf und extrapokierte daraus die Niederschlagsmenge für einen größeren Erdraum. Auch bei Berücksichtigung von raschem Abfluß und Verdunstung sollte MARIOTTEs Meinung nach das in der freien Natur verfügbare Niederschlagswasser zur Speisung der Quellen ausreicht, um etwa "die Seine und andere umliegende Flüsse" zu versorgen. MARIOTTE legte auf einen festen, für Wasser undurchlässigen Erdboden eine große Menge Sand und Pflastersteine. Schüttete man darauf Wasser, trat nach etlicher Zeit am niedrigsten Ort des undruchlässigen Bodens Wasser aus, war also eine Quelle nachgebaut worden. Unterirdisch würde das Wasser auch in Behältnisse dringen, in denen es sich zunächst ansammelt und dann die weitgehende Kontinuität der Quellen unterhält. Es ist also nicht nötig, daß das Wasser an dem Orte, wo es zusammenfloß, auch "heraus quillt" (ZEDLERSpalte 1616).

Aber es gab durchaus noch Zweifler, so DE LA HIRE, denen das Regenwasser zu wenig tief in den Erdboden eindringt. Es wurde dem entgegen auch bemerkt, daß von den Pflanzen 'ausgedünstetes' Wasser, nicht verloren geht, sondern mit dem Tau wieder "herunter kommt".

# Erforschung von Lebenserscheinungen und von Lebewesen

## Physiologie - die Erforschung der Lebensvorgänge

## Die Physiologie - die neue Wissenschaft - Gesamtbild der Körpervorgänge

Erneuert wurde im 16. Jh. die Anatomie. Völlig umgestürzt wurde im 17. Jh. die Kenntnis von den **Lebensvorgängen**. Den Begriff "Physiologie" brachte in Umlauf JEAN F. FERNEL (s. d., a. K. E. ROTHSCHUH 1970), Leibarzt des

französischen Königs HEINRCH II., namentlich ab 1554, wobei Gegenstand die noch von der Seele beherrschte Gesamtnatur des Menschen war. Durch den Leipziger Professor JOHANNES BOHN und den Jenaer Professor GEORG WOLFGANG WEDEL wurde der Begriff "**Physiologie**" etwa im heutigen Sinne als Wissenschaft von den Lebensvorgängen benutzt. Wenn auch Mediziner von Beruf und oft als Ärzte tätig, so sind die Männer der Physiologie eher Naturforscher und von außen stoßen noch andere, eher Naturforscher, hinzu. Als Privatleute wirken sie, in Zirtkeln, in den neuen Akademien, in Leiden auch an der Universität (N. MANI 1976). Im Dienste der Medizin stehen die Forschungen, aber reine Wissenschaft, Befriedigung von höherer Neugier, Lösung der Lebensrätsel, das ist ebenso dabei. Über die großen Organe wird manches bekannt. Auch ältere Auffassungen, über die Spiriti, die des Spirits animalis im Gehirn, werden einbezogen. Aber gefunden wird eben vor allem großartiges Neues. Es entsteht ein **großartiges** neues **Bild**, so muß man sagen, **der Lebensvorgänge**, der Organfunktionen. Ein **synthetisches Flechtwerk**. Vieles damals gefundene Gundsätzliche bleibt. So der Blutkreislauf als solcher, die Rolle der Lungen, Wenn schon von "wissenschaftlicher Revolution" gesprochen wird, in der Umbildung der Physiologie gilt es auf jeden Fall. Auch wenn manches, wie die Reduzierung der Leberfunktion auf die Gallenbildung, viel später, im 19. Jh., zurückgenommen werden muß.

Es wurde auch am und im Körper **gemessen** und dann wurde vor allem auch **experimentiert**, am lebenden, auch öfters grausam gequälten Tier. **Am aufgeschnittenen lebenden Hundekörper** wird **verfolgt**, wie vom Darm aus bei der Verdauung in speziellen Gefäßten Lymphe strömt. Am lebenden Körper wird **verändert**. Statt seine Luft über den Mund und die Luftröhre zu nehmen, wird beim Versuchshund Luft unmittelbar in die Blutbahn gepreßt und das venöse Blut wird hellrot, wird 'Arterialisiert' (N. MANI 1976), bei LOWER. **Fisteln, d. h. künstliche Ausführgänge** werden bei Speicheldrüse, Pankreas und Galle angelegt und nach außen geführt, um die Sekrete zu gewinnen, bei DE GRAAF. **Ganz- oder Teil-Exstirpation** von **Organen** brachte im Falle überhaupt überlebt wurde Ausfälle, welche auf die Funktion im intakten Tier schließen ließen. Öfters fand man weniger als erhofft. Und es gab auch die in der Geschichte immer wiederkehrende Frage, in wie weit ein allgemeiner Operationsschock die Ergebnisse verdeckte. Die Milz-Entfernung führt zu keiner erkennbaren Lebensbeeinträchtigung. Wenn SWAMMERDAM Muskeln mit anhängendem Nerv isolierte und an dem "**neuromuskulärem Präparat**" (N. MANI 1976, S. 192) die Muskeln durch Stimulation zum Zucken brachte, dann wurde auch schon an einem **isoliertem Organ** geforscht.



Abbildung 1147: SANTORIO Stoffwechselwaage.

## Messung des Stoffumsatzes - SANTORIO

Das **Quantifizieren**, das **Meßinstrument**, das **Messen** hielt auch in der Physiologie Einzug. Der aus Istrien stammende SANTORIO SANTORIO, Mediziner in dem Wissenschaftlerkreis um GALILEI, tätig in Venedig und Padua, beschrieb 1614 in seinem Büchlein "De Statica medicina" wie er für etliche Zeit seine Mahlzeiten wog und ebenso seine ausgeschiedenen Exkremente, sich sogar auf einer Waage sitzend abbildete und die durch Nahrungsaufnahme und Ausscheidung bedingten Gewichtsveränderungen seines Körpers verfolgte. Die Differenz von Stoffaufnahme und Stoffabgabe, welche durch Ausdünstungen, perspiration insensibilis, zustandekäme, sollte auf latente Krankheiten aufmerksam machen, sollte möglicherweise, wenn auch aufwendig, als diagnostisches Verfahren dienen. Während 25 Jahren soll SANTORIO an 10.000 Versuchspersonen untersucht haben (N. MANI 1976, S. 188). SANTORIO führte auch eine Art Thermometervorläufer, das Hygrometer und ein Pulsmeßgerät, ein "Pulsilogium", in die Medizin ein.

# WILLIAM HARVEY und die Entdeckung des Blutkreislaufs

## Blutverteilungslehre vor HARVEY

Die nach verschiedenen Seiten ausgreifendste physiologische Entdeckung wurde die des **Blutkreislauf**s durch WILLIAM HARVEY (G. ZIRNSTEIN 1977). Mit ihm wurde eine Jahrhunderte in den wesentlichen Zügen bestehende "Lehre" völlig korrigiert.

Bis zu HARVEY wurde im wesentlichen und nur mit kleinen Varianten die **Blutverteilungslehre des GALEN** akzeptiert. Die im Darm verdaute Nahrung sollte in die Leber geführt und dort zu Blut umgebildet werden. Ein Teil dieses Blutes sollte, gleich von der Leber aus, als venöses Blut in den Venen zur Körperperipherie fließen, also in alle Körperteile, auch nach oben, und dort verbraucht werden. Von einem anderem Teil des in der Leber gebildeten Blutes, von vornherein feiner, wurde angenommen, daß es zur rechten Herzseite fließt, die Herzscheidewand durchdringt und die linke Herzkammer tritt. Da man bei Leichenobduktionen die von der Lunge zur linken Herzkammer führende Lungenvene leer fand, wurde angenommen, daß sie Luft und nur Luft von der Lunge in die linke Herzkammer leitet. Unerkannt war, daß die Vene von der Lunge zum linken Herzen nur im Tode leergelaufen war. Diese Luft aus der Lunge sollte in der linken Herzkammer das Blut mit Pneuma und Spiritus vitalis versorgen und es so arteriell machen . Es sollte durch die Luft aus der Lunge das Blut im linken Herzen auch **gekühlt** werden. Es war ein ziemlich merkwürdiges Wechselspiel, wenn das Blut im linken Herzen wegen der dort bestehenden "eingeborenen Wärme" erst einmal übermäßig warm wurde und gleichzeitig Kühlung dämpfen mußte. Aus der linken Herzkammer wurde hellrotes arterielles Blut in die Hauptschlagader/Aorta und dann die übrigen Arterien gedrückt. Auch dieses Blut sollte im Körper verbraucht werden, also nie zum Herzen zurückkehren. Der Herzschlag beförderte nach der alten Auffassung nur einen Teil des Blutes, den arteriellen, in den Körper. Der an Arterien entstehende Puls war deutlich fühlbar und wurde auch an bestimmten geigneten Stellen diagnostisch abgetastet.

Schon vor HARVEY hatten einige, auch lange Zeit nach dem im westlichen Europa unbekannt gebliebenen, in Ägypten wirkenden IBN-AN-NAFIS ermittelt, daß aus der rechten Herzkammer dorthin aus der Leber geflossenes Blut nicht durch die Herzscheidewand dringt, sondern **über die Lungen** und damit die von der Lunge zum Herzen führende Lungenvene in die linke Herzkammer fließt. Das war die Ansicht von MIGUEL SERVET und unabhängig von JUAN VALVERDE DE HAMUSCO (J. SPIELMANN et al. 1983, S. 80) und REALDO COLOMBO. SER-

VET hatte das in einem theologischen Werk, in seinem verdammten 'Christianismi Restitutuio' (s. d.) dargelegt. Man spricht vom "Kleinen Kreislauf": rechte Herzkammer - Lunge - linke Herzkammer. Aber wie der Medizinhistoriker MAX NEUBURGER richtig sah, das Blut aus der Lunge wurde nach SERVET und COLOMBO wie nach bisheriger Ansicht von der linken Herzkammer in den Körper ausgestoßen zum Verbrauch. Es gibt eine Lungenpassage statt der Durchdringung der Herzscheidewand, aber **keinen "Kreislauf"** in dem Sinn, daß das aus der linken Herzkammer nach der Lungenpassage ausgestoßenes Blut jemals zum Herzen, zur rechten Kammer, zurückkehrt. gibt also **keine Rückkehr des Blutes aus dem Körper zurück zum Herzen**. SERVET ging es nicht um die reine Anatomie, sondern den Weg der Seele in den Körper. Die Farbänderung des Blutes in der Lunge zeige, daß neben der Luft "auch der Gotteshauch ins Blut eindringt" (J. SPIELMANN et al. 1983, S. 57). SERVETs Entdeckung der Lungenpassage des Blutes von der linken zur rechten Herzseite wurde in den 1690er-Jahren wiederentdeckt, durch WILLIAM WOTTON, lange nach HARVEY (J. SPIELMANN et al. 1983, S. 51).

## HARVEY kommt zum Blutkreislauf

Geboren wurde HARVEY am 1. April 1578 als Kaufmannssohn mit 7 jüngeren Brüdern und zwei Schwestern in der an der Küste liegenden Stadt Folkstone westlich von Dover.

HARVEY studierte Medizin in Cambridge und, wohl zwischen 1600 bis 1602, in Padua. Ab 1604 war er Arzt in London, wurde dort 1609 Chef am St. Bartholomäus-Krankenhaus und trat in den Gesichtskreis des Königshauses der Stuarts. HARVEY wurde Leibarzt bei König JACOB I. und dann bei dem HARVEYs Forschungen unterstützenden CHARLES I. 1636 war HARVEY Begleitarzt einer britischen Gesandtschaft unter Lord von ARUNDEL an den Kaiserhof in Wien, also den Rhein aufwärts mitten durch das von Hunger und Seuchen heimgesuchte Deutschland des Dreißigjährigen Krieges. HARVEY konnte auf der Reise, von der er etliche erhalten gebliebene Briefe an Freunde in England schrieb, einige Extratouren unternehmen. Er besuchte Nürnberg und dessen Universitätsstädtchen Altdorf, mit ARUNDEL Prag und etliche Städte in Italien, von Venedig bis hinab nach Neapel. Trotz eines abgestempelten Gesundheitspasses verlor der aus dem nicht pestfreien Deutschland Kommende bei Zwangsquarantäne in der zu Venedig gehörenden Stadt Treviso wertvolle Reisezeit. Nichts von: 'Ich bin der Entdecker des Blutkreislaufs'. HARVEY blieb königstreu, als sein Herrscher in der englischen Revolution von London vertrieben zeitweise in Oxford residierte und nach Flucht und Gefangennahme am 30. Januar 1649 enthauptet wurde. HARVEYs Londoner



Abbildung 1148: HARVEY. Folkestone.

Wohnung wurde geplündert und es gingen Manuskripte verloren.

Der im 20. Jh. führende britische Physiologe Sir HENRY DALE wird 1935 in seiner Harvey-Oration (Harvey-Vortrag) sagen, daß HARVEY nicht nur eine große und bleibende Entdeckung machte, sondern für alle Zeiten die **Methode** ausbildete**, die solche Entdeckungen ermöglicht und sichert.**

HARVEY kannte sicherlich das weit verbreitete, religiös durchdrungene und auf der Physiologie der Alten aufbauende Buch FERNELs und hatte sich auch von ihm zu lösen. Etliche anatomische Befunde erschienen mit dieser Blutverteilungslehre nicht vereinbar zu sein. Die Herzscheidewand erschien als undurchlässig. Es wurde jedoch gemeint, daß Blut durch die Herzscheidewand hindurchdringt wie Schweiß durch die Haut. Vermutlich waren es **vor allem die Venenklappen**, die HARVEY zum Zweifel an der bisherigen Auffassung führte. Die Venenklappen sind segelartigen Gebilde im Inneren der Venen, so in den Venen der Beine. FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, HARVEYs Lehrer in Padua, hatte sie eingehend untersucht und veröffentlichte 1603 eine 24-seitige Schrift über die Venenklappen, ein Anzeichen auch dafür, daß man sich in der Anatomie nach den größeren Befunden nun den feineren Gebilden eingehend zuwandte.

HARVEY bemerkte, daß diese Venenklappen so gebaut sind, daß sie das Blut in den Venen nur herzwärts fließen lassen, das Blut also nicht, wie bisher angenommen, in den Venen körperwärts strömen kann. Aus der Strömungsrichtung des

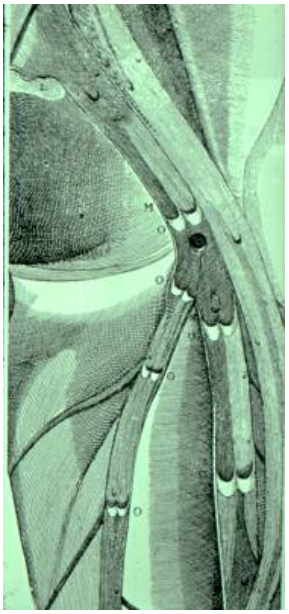

Abbildung 1149: FABRICIUS AB AQU., Venenklappen.

Blutes in den Arterien vom Herzen weg und in den Venen zum Herzen hin ergab sich die Vorstellung von einem "Kreislauf" des Blutes im Körper. HARVEY besaß die **Idee** wohl um 1616. Es war sein Bemühen, diese Annahme zu beweisen, zu **verifizieren**.

Sowohl bei HARVEY wie bei zeitgenössischen anderen Untersuchern wie ASELLI, DE GRAAF und auch bei dem sich so religiöse gebenden HALLER im 18. Jh. wurde **am lebenden**, nicht narkotisiertem und nicht narkotisierbarem **Tier**, auch dem Hund, in einer Weise **experimentiert**, die heute nicht zu billigen wäre. Kann der Erfolg das rechtfertigen? In einer Zeit, die auch Menschen grausam folterte?

**Für den Blutkreislauf** sprachen nach HARVEYs Ansicht: 1. Die pro Herzschlag aus der linken Herzkammer ausgestoßene Blutmenge erschien so hoch, daß diese Blutmenge nicht wie bei GALEN und bisher angenommen ständig im Körper verbraucht und nachgeliefert werden konnte. HARVEYs Gegner JEAN RIOLAN jr. argumentierte später, daß angeblich nur 2 bis 3 Tropfen Blut pro Herzschlag aus dem Herzen ausgestoßen werden. Aber dem widersprachen HARVEYs Feststellungen. - 2. HARVEY schnürte am geöffneten, noch lebenden Tier, bei denen also der Blutfluß weiterging, Gefäße zu, legte **Ligaturen** an. In den Venen staute sich das Blut erwartungsgemäß körperwärts von einer solchen Ligatur, in den Arterien herzwärts, also jeweils dort, von wo das Blut herbeiströmt. Besonders geeignet für solche Versuche waren etwa Schlangen mit ihrem langgestreckten Herzen. HARVEY öffnete also den Körper von Schlangen, um hier an dem langen Herzen

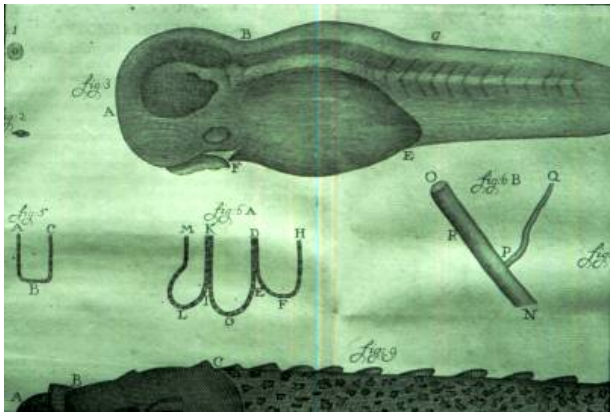

Abbildung 1150: LEEUWENHOEK, Kaulquappenschwänze.

Untersuchungen durchzuführen. HARVEY benutzte auch augeschnittene Hunde. An manchem Arm eines Menschen, bei älteren Frauen etwa, treten die Venen so deutlich hervor, daß man von außen ohne Verletzung für kurze Zeit Ligaturen anlegen konnte und bei den Venen die Anschwellung auf der vom Herzen abgewandten Seite sah. - 3. In die Venen von Menschenleichen eingespritztes Wasser erschien auch in den Arterien, in die Arterien eingespritztes Wasser ebenso in den Venen. Das bestätigte den Zusammenhang der Blutgefäße im Gefäßsystem. 4. Für den Blutkreislauf sprach auch, daß sich die Wirkung von Medikamenten, auch an die Füße gebundener Knoblauch, daß sich die offenbar mit Gift verbundenen Bisse von Schlagen, Taranteln, Skorpionen ziemlich rasch im ganzen Körper verbreiteten (a. D. GOLTZ 1986).

Der Brei der im Darm verdauten Nahrung sollte auch gemäß HARVEY durch Blutgefäße in die **Leber** fließen, durch eine in den Blutkreislauf einbezogenen Leber. Bei allem Kreislauf ging auch immer Blut verloren, so durch Verletzungen. Und Blutneubildung war auch weiterhin nötig.

Den **feinsten Übergang von den letzten Verzweigungen der Arterien in die** feinsten Verzweigungen **der Venen** konnte HARVEY nur vermuten, eine nicht unbedenkliche Lücke. Die feinen, die letzten Ausläufer der Arterien und der Venen hier verbindenden **Kapillaren** wurden erst unter dem Mikroskop gesehen, **1660** durch MALPIGHI in den Lungen und dann am Mesenterium, 1688 durch VAN LEEUWENHOEK im Schwanz einer Kaulquappe und in der Schwimmhaut eines Froschfußes.

Erst mit der Entdeckung der Kapillaren zwischen feinsten Arterien und Venen wurde für manche der Schlußpunkt unter die Lehre vom Blutkreislauf gesetzt.

Seine Ansicht vom Blutkreislauf veröffentlichte HARVEY **1628** in seiner in Frank-

furt am Main erschienenen Schrift "**Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus**". Nicht der Mensch erschien im Titel von HARVEYs Programmschrift, sondern die Tiere, "in Animalibus", und Tiere waren die Forschungsobjekte gewesen. Nur an Tieren durfte man richtigerweise experimentieren, am Menschen allenfalls an der Leiche untersuchen und von außen abtasten.

Manche hielten die Existenz eines Blutkreislaufs für absurd. Bald gab es aber ausreichend Anhänger der Lehre. Und eines hatte HARVEY auf jeden Fall: die Gunst von König CHARLES I.

Es wird ersichtlich, daß **Experimente**, die Fakten erwiesen, den Ausschlag zur Anerkennung des Blutkreislaufs gaben, **Die Physiologie** war also **zur Experimentalwissenschaft** geworden. Das demonstrierte bald außer HARVEY selbst sein niederländischer Anhänger JAN DE WALE (WALAEUS) in Leiden an Hunden. Am lebenden geöffneten Hund hatte DE WALE zahlreiche Abbindungen an Gefäßen vorgenommen, auch an den Lungenvenen. In Altdorf besuchte HARVEY den Medizinprofessor CASPAR HOFMANN, ein Gegner der Kreislauflehre. HARVEY versuchte ihn am lebenden Tiere, zu überzeugen, also experimentell. HOFMANN soll dauernd herumgenörgelt haben und HARVEY will zornentbrannt das Seziermesser auf den Bodcn geworfen haben und aus dem anatomischen Theater geeilt sein. Nachfolgend ging freundschaftlicher Briefwechsel zwischen den beiden weiter. Und auf experimentelle Befunde, die oben erwähnten, stützte sich HARVEY in den beiden gedruckten 1649 Briefen an den französischen Hauptkritiker JEAN RIOLAN der Jüngere, Arzt bei der französischen Königin MARIA von MEDICI. RIOLAN war ansonsten keineswegs fortschrittsfeindlich. Er sezierte mit eigener Hand, begrüßte die Wiedergeburt der Anatomie und gab auch einen begrenzten Kreislauf zu. Einer der ersten HARVEYs Blutkreislauflehre in Deutschland vertretenden Mediziner war WERNER ROLFINCK (C. PRIESNER 2005) an der Universität Jena. HARVEYs Entdeckung verglich er mit der von COLUMBUS. 1599 geborener Sohn des Hamburger Johanneum hatte er in Wittenberg, Leiden, Oxford, Paris und Padua studiert und wurde nach einer Professur in Wittenberg 1629 Professor der Anatomie in Jena, lehrte 1631 auch Chirurgie und Botanik. ROLFINCK gründete den Jenaer Botanischen Garten, ein chemisches Laboratorium und hatte 1629 ein anatomisches Theater auch für öffentliche Leichensektionen eingerichtet. Wer vor der Hinrichtung stand, fürchtete danach "gerolfinckt", nämlich seziert zu werden. Ohne große eigene Entdeckung gehört ROLFINK zu jenen gerade auch im 17. Jh. wichtigen Gelehrten, die an einer Universität, hier Jena, die **damalige 'Moderne'** jedenfalls für die eigenen Fächer einführten. Relativ frühe deutsche HARVEY-Anhänger waren ebenso neben PAUL MARQUART SCHLEGEL und der universal gebildeten Professor HERMANN CONRING in

Helmstedt.

JOHANN GOTTFRIED BERGER (K. E. ROTHSCHUH 1970), nach 4-jährigem Aufenthalt in Leipzig ab 1688 bis zu seinem Tode 1736 Professor in Wittenberg faßte die physiologischen Kenntnisse um 1700 in seinem Werk "Physiologa medica" von 1701 zusammen und sah den Blutkreislauf dadurch bewiesen, daß bei einem Hund das Blut innerhalb weniger Minuten aus dem Körper auslaufen kann.

## Das Problem von arteriellem und venösem Blut - Wegsehen bringt nicht weiter

HARVEYs Lehre vom Blutkreislauf kam jedoch **nicht** zurecht mit dem doch offensichtlichen Unterschied von **hellrotem arteriellem und dunkelroten venösen Blut**. In der Blutverteilungslehre GALENs gab es immerhin eine Erklärung für die Existenz von zwei Blutarten, weil eben arterielles und venöses Blut von der Leber getrennt wegflossen. Gab es gemäß HARVEY einen alles Blut einbeziehenden Kreislauf, durfte es eigentlich nur eine Art Blut geben. HARVEY versuchte deshalb den Unterschied zwischen venösem und arteriellen Blutes möglichst für belanglos zu sehen. Arterielles Blut in einer offenen, also der Luft zugänglichen Schale und venöses in einer anderen solchen Schale sahen bald zu HARVEYs Befriedigung gleich aus und es erschien somit als unnötig, dem Unterschied zwischen arteriellen und venösen Blut weiter nachzugehen.

## Wozu dient der Blutumlauf? - der "calor innatus", die eingeborene Wärme

Der noch in vielem in den alten Auffassungen ausgebildete HARVEY kannte auch die Ansichten etwa von ARISTOTELES und löste sich nicht von allem, wie es auch seine Auffassungen über Embryologie zeigen. Und wie konnte er auch in der damals unerklärten Entstehung der Körperwärme. Etwa FERNEL hatte sie ausgiebig vorgestellt, als das von außen, durch Gott in den Körper getretene Leben (CH. SHERRINGTON 1963). Wichtigste **Funktion des Blutes** sollte nach HARVEY die Verteilung der Körperwärme sein. Und das sollte wie noch bei den Alten eine "**eingeborene Wärme" / calor innatus** sein, die dem Körper mitgegeben ist und das Leben erhält, als das eigentliche Lebensprinzip. Vom späteren Energiedenken aus gesehen erscheint das als unmöglich, aber der Energierhaltungssatz lag noch fern. Wie dann bei DESCARTES (G. PFLUG 1982) sollte es eine energiegeladene Materie sein, die schließlich auch die Sonne zusammensetzt und bei anderem glühendem Material bestehen mußte. Im Herzen ein lichtloses Feuer. Flammenlose

Wärme, wie auch bemerkt wurde, entstand in feuchten Heu oder ließ in gärendem Wein Blasen aufsteigen (CH. SHERRINGTON 1963). Aufgenommene Nahrung unterhielt aber jedenfalls bei DESCARTES das Feuer (K. E. ROTHSCHUH 1960). KEPLER wird einmal zitiert vom "Licht in meinem Herzen". ARISTOTELES hatte das Herz als Zentrum des Lebensgeschehens betrachtet und als Aristoteliker habe HARVEY dem Herzen nun eine so zentrale Rolle eingeräumt. Aber wie anders denn? HARVEY beschrieb aber auch die Rolle der Gefäßwände mit ihrer Elastizität für die Blutbeförderung, eine eher mechanistische Auffassung.

BERGER war die Körperwärme keine eingeborene 'calor innatus', sonden beruhte auf der Bewegung kleiner Partikel wie sie DESCARTES erwähnt hatte.

## Vergleich an Tieren zur Enthüllung des Wesentlichen bei Körperfunktionen - Vergleichende Physiologie

HARVEY hat seine Untersuchungen nicht auf einige Säugetiere und damit Tiere mit offensichtlichem Blutkreislauf beschränkt, sondern seine Betrachtungen auf andere Gruppen des Tierreichs ausgedehnt, auch auf niedere Tiere. Diese Vergleichende Physiologie, die in der Zoologie der folgenden Jahrhunderte eher ein Stiefkind blieb, erlaubte **Schlußfolgerungen über die Funktion des Blutkreislaufs und des Blutes** überhaupt. Das allen Zukommende mußte das Wesentliche in der Blut und der Kreislauf-Funkion sein. Die Annahme **vergleichbarer Grundfunktionen bei den verschiedenen Tieren** war auch keine Selbstverständlichkeit. HARVEYs Blick in das Tierreich muß ebenfalls als große Leistung anerkannt werden. Ein Zeitgenosse auf diesem Weg war MARCO AURELIO SEVERINO, seit 1610 Professor der Anatomie und Chirurgie in Neapel, der vergleichend über die Atmung bei Tieren geschrieben hatte. HARVEYs Vergleiche hinsichtlich Körpersäften und deren Bewegung richtete sich außer auf Hund und Schwein auf Kröten, Schlangen, Fische, Insekten, Schnecken, Muscheln, Hummern, kleine Krebse. Regenwürmer, die ebenfalls rotes Blut besitzen, aber kein Herz aufweisen. HARVEY übersah kleine Kontraktionsbewegungen in Gefäßen. Bei einfachsten Tieren bringt der gesamte Körper mit seinen Ausdehnungs- und Kontraktionsbewegungen eine Bewegung der Körperflüssigkeit zuwege, ist also der ganze Körper so etwas wie ein Primitivherz, übt Herzfunkiton aus. Das Herz konnte für die Körperflüssigkeit und ihre Bewegung nicht das Wichtigste sein, und im Blut war mehr zu suchen. Wespen, Hornissen, Fliegen besitzen ein Pulsationsorgan, allerdings haben sie eine farblose Körperflüssigkeit. Fische weisen einen einfachen Kreislauf auf, was besonders instruktiv war. Es erschien von den niederen zu den 'höheren' Tieren eine Vervollkommnung im Körpergeschehen und auch in Körperflüssigkeit und deren Bewegung. Bei den Embryonen erwies sich auch der

Kreislauf noch als einfacher.

## Blut braucht Luft und kann nicht folgenlos übertragen werden – R. LOWER

Erst RICHARD LOWER (G. C. BOASE et al. 2004, TH. M. BROWN 1973, A. J. LARNER 1987) hat nachgewiesen und **1669** in seinem "Tractatus des corde" veröffentlicht, daß die von der **Lunge** in die linke Herzseite gebrachte **Luft** das **dunkle Blut hellrot werden** läßt. In dunkelrotes venöses Blut gepumpte Luft färbte auch dieses hellrot. Die Blutfarbe hat also mit der Luftaufnahme zu tun und muß von daher erklärt werden. Der aus einer prominenten Familie von Cornwall stammende LOWER wurde Student in Oxford, war hier auch anerkannter Arzt und gehörte in den experimentell forschenden bedeutenden Kreis mit BOYLE, MAYOW, WILLIS, wobei auch LOWER 1666 nach London mit der nunmehr entstandenen Royal Society übersiedelte.

LOWER unternahm Versuche der **Blut-Übertragung**, aber Zwischenfälle hier wie bei JEAN-BAPTISTE DENIS Paris mit Schafblut auf Menschen ließen auf solche Blut-Transfusionen bald wieder verzichten.

So etwas wie einen kleinen Kreislauf gibt es auch bei anderen Organen: ein Hineinströmen von ziemlich viel Blut, eine gewisse Veränderung in dem Organ, und Herausströmen des veränderten Blutes. Aber nirgends strömte ständig eine solche Menge hirein und heraus wie bei der Lunge und wurde ein so wichtiger Stoff zugesetzt wie Sauerstoff und Kohlendioxid abgegeben. Bei den reichdurchbluteten **Nieren,** das wurde aber erst viel später bekannt, wird etwa Harnstoff aus dem Blute entfernt.

## Weitere neue Ansichten in der Physiologie durch die Entdeckung der Lymphgefäße

Die alte Physiologie wurde dann weiter empfindlich gestürzt durch die Entdeckung und Untersuchung der **Lymphgefäße**. Zuerst wenigstens für die Neuzeit **entdeckt** hatte die vom Darm ausgehenden Lymphgefäße oder "Milchgefäße" der 1560 in Cremona geborene und zuletzt in Mailand tätige Chirurg GASPARO ASELLI (L. PREMUDA 1970) **1622**. Das geschah also vor HARVEYs Mitteilung über den Blutkreislauf. ASELLI war 1612 - 1620 der leitende Chirurg der spanischen Armee in Italien. Vor vier Freunden schnitt auf deren Wunsch ASELLI einen noch

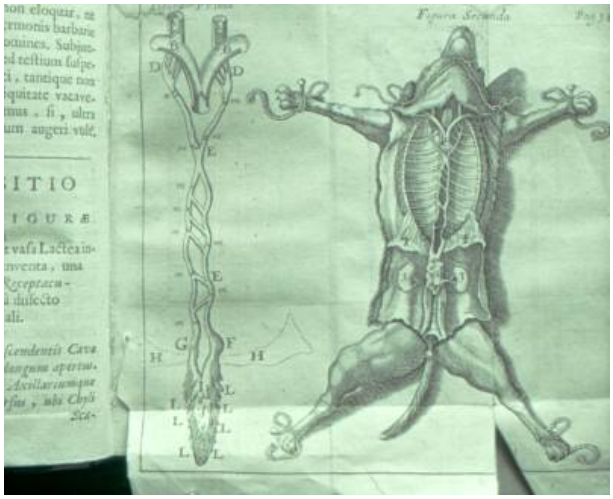

Abbildung 1151: PECQUET, Versuchstier.

lebenden Hund zur Demonstration der Folge des Zerschneidens der Stimmbandnerven auf. Der,Hund war, vielleicht zum Trost für seine baldigen Qualen, vorher gut gefüttert worden war. Bei diesem Hund fielen die vom Darm ausgehenden, mit einer weißen milchigen Flüssigkeit gefüllten Lymphgefäße auf, die augenscheinlich den Nahrungsbrei vom Darm wegführten, nach ASELLIS Meinung noch gemäß der alten Lehre in die Leber. Der beim Zerschneiden und Drücken dieser Lymphgefäße aus ihnen austretende milchig-weiße Saft galt als Beleg, daß es keine Nerven sind. ASELLI verfolgte die Entdeckung weiter, bei verschiedenen Arten von Tieren und fand auch immer die Füllung der Lymphgefäße in Abhängigkeit von der Zeit seit der letzten Nahrungsaufnahme. Im Jahre 1625 (manche Angabe 1626) war ASELLI also nicht lange nach seinem geopferten Hund gestorben. Seine Freunde gaben 1627 die seine Entdeckung darlegende Schrift "De lactibus ..." heraus. Erstmals gab es mit "De lactibus ..." in einer anatomischen Abhandlung eine farbige Illustration.

Etwa ein Vierteljahrhundert nach ASELLIs Beschreibung fand 1647 JEAN PECQUET, Montpellier, daß diese vom Darm ausgehenden **Lymphgefäße, 'Chylusgefäße',** die **venae lactae, nicht in di**e **Leber** führen, sondern, geschrieben 1651, den 'Milchsaft' aus der Darmwand über den die Lymphgefäße sammelnden 'Milchbrustgang' direkt in den Blutkreislauf, in die zum rechten Herzen führende Hohlvene, leiten. Damit konnte nicht in der Leber aus dem Nahrungsbrei Blut gebildet werden. PECQUET drückte auf die aus dem Darm herausführenden Chylusgefäße und sah mehr weiße Flüssigkeit in die Hohlvene fließen.

Der niederländische Anatom JOHANNES VAN HORNE fand dasselbe wie PECQUET. Gefunden wurden solche Gefäße auch in Fischen, so durch OLE WORMS

und den ebenfalls in Kopenhagen wirkenden SIMON PAULLI (I. H. POTTER 1963).

Der vor allem durch seine Forschungen an Lymphgefäßen bekannt werdende THOMAS BARTHOLIN (I. H. POTTER 1963) war der wohl bedeutendste einer Familiendynastie von Anatomen und Medizinern an der Universität Kopenhagen, sicherlich auch ein Nepotismus reinsten Wassers. Im Jahre 1603 war THOMAS FINCKE in Kopenhagen Professor der Medizin geworden. Seine 4 Töchter heirateten alle Professoren, eine den auch durch sein Naturalienkabinett bekannt gewordenen OLE WORM, eine andere den in der medizinischen Fakultät aufsteigenden CASPAR BARTHOLIN. Dessen Sohn wiederum war THOMAS BARTHOLIN. Ab 1637 war THOMAS BARTHOLIN von Dänemark abwesend und studierte, forschte und schrieb, ein Anhänger der Blutkreislauflehre von HARVEY geworden, in Montpellier, in Padua, war bei SEVERINO in Neapel, war wieder in Padua und war über Basel und Paris und Holland 1646 wieder in Kopenhagen. In Leiden veröffentlichte er eine Abhandlung / Dissertatio über die Wunde des gekreuzigten Christus, die seiner Meinung nach nicht tödlich gewesen wäre, was ihm von religiöser Seite nicht gerade Zustimmung brachte.

Neues 'Blut' ohne Zugehörigkeit zur BARTHOLIN-Dynastie brachte dann der 1638 geborene NIELS STENSEN, der im Herbst 1656 Student bei THOMAS BARTHOLIN wurde und der, wegen seiner hohen Begabung hoch geschätzt, in verschiedenen Städten wirkte, Amsterdam, Paris, 1665 bis 1672 in Florenz, auch in Rom, dann trotz seiner 1667 erfolgten Konvertierung zum Katholizismus noch einmal mit Zusicherung seiner religiösen Freiheit in Dänemark und sezierte hier in einer öffentlichen Veranstaltung 1673 eine Frau, ging wieder nach Florenz, wurde 1676 zum Priester geweiht und wurde schließlich der führende Katholik in Schwerin. Hier 1686 48-jährig gestorben, wurde der Sarg des in Florenz hoch anerkannten Mannes nach dorthin überführt. .

In Gegenwart des durch ASELLIs Schrift angeregten FABRICIUS DE PRIVESA in Aix de Provence wurden bei der Obduktion eines kurz vorher hingerichteten Verbrechers die starken vom Darm ausgehenden Lymphgefäße also auch für den Menschen nachgewiesen (Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste ... J. S. ERSCH und J. G. GRUBER, 6. Theil, 1821, S. 66). Im Jahre 1650 servierte ein Kellner Fleisch nicht nur seinen Gästen, sondern aß davon während des Speiseauftragens selbst, starb dabei und THOMAS BARTHOLIN konnte ihn bald sezieren. Auch bei einem Menschen sah er dabei die vom Darm ausgehenden Lymphgefäße. 1652 veröffentlichte THOMAS BARTHOLIN eine PECQUETs Befunde bestätigende Schrift.

1653 fanden dann unabhängig voneinander in Schweden OLAF RUDBECK und

THOMAS BARTHOLIN andere Gefäße, die kein Blut, sondern eine nicht-fettige Flüssigkeit führten, auch **Lymphgefäße**, jedoch welche nicht von Darm ausgingen. RUDBECK hatte das eher gefunden. Aber THOMAS BARTHOLIN kam ihm in der Publikation dieser **Vasa lymphatica** zuvor. 1654 fand THOMAS BARTHOLIN solche Vasa lymphatica auch bei einem Menschen. Es gab neben den Blutgefäßen also ein weiteres Gefäßsystem. Den Zusammenhang zu den vom Darm ausgehenden Chylusgefäßen sah THOMAS BARTHOLIN nicht.

Mit den Befunden über die vom Darm ausgehenden und die Leber umgehenden Chylusgefäße war nach HARVEYs Entdeckung des Blutkreislaufs eine **zweite** große **Bresche in die alte Physiologie** geschlagen. Die Leber, dieses bei der Körperöffnung so auffallende, große Organ, war, wie THOMAS BARTHOLIN fast jubilierte, damit "entthront". HARVEY wollte das nicht anerkennen. Auch nicht der HARVEY-Gegner RIOLAN, der ohne die Blutbildung in der Leber die bisherige Medizin mit ihren Ansprüchen an die Leber 'zerstört' sah und der eben auch den Blutkreislauf negierte. Der unter den Begründern der neuen Physiologie so erfolgreiche PECQUET nahm allerdings angeblich an, daß Alkohol ein Mittel für Gesundheit ist und starb 1674 im Alter von immerhin 52, aber eben auch nur 52 Jahren.

Die von den Lymphgefäßen direkt in die Blutbahn gebrachten Nahrungsstoffe mußten hier, im Blut verwertet werden, was zur **Vorstellung** vom **Stoffwechsel** im Blut führte. Für THOMAS WILLIS war die Wärme im Körper nun nicht mehr "eingeboren", sondern wurde ständig neu erzeugt.

Was war nun alles Gefäß im Körper? Auch die Nerven?

## Der Körper von Mensch und Tier als Maschine

Mit der Aufklärung vor allem eines solchen Vorganges wie dem Blutkreislauf wurde angenommen, man müsse den Körper wie eine Maschine sehen, deren Teile samt ihrer Funktion man verstehe und die man auch reparierend eingreifend könne. Maschinen - im Bergbau wurden sie angewandt und die mehr oder weniger phantasievollen "Maschinenbücher" stellten sie vor. Bei HARVEY gibt es Ansätze zur Maschinenaufassung. DESCARTES führte sie fast zum Extrem. **Tiere** waren so etwas wie **Automaten**. Tiere und Mensch waren wenigstens in ihren psychischen Eigenshaften, ihrem Verhalten, ganz unterschiedlich, bestand also auch ein '**Dualismus**'. Tiere konnten keine auf Wissen beruhenden Handlungen tätigen. Der Unterschied Mensch-Tiere erlaubte die Annahme, daß die Menschen auch nicht mehr Recht auf ein "zukünftiges Leben haben als Mücken und Ameisen" (so bei W. WICKLER et al. 1977, S. 18).

Dem mechanisch funktionierenden Körper stand nur beim Menschen eine Seele gegenüber, gab es den **"Dualismus"** von Körper und Seele, den von "**res externa**", d. h. der materiellen Welt, und der "**res cogitans**", der Seele. Der Philosoph konnte sich so von der von der Kirche beanspruchten Seele mehr distanzieren und die Natur erforschen. Statt der 'doppelten Wahrheit' über die gleichen Dinge, der Natur, hier also eher "zwei verschiedene Wahrheitsfelder", einerseits die Natur, andererseits die "Seele". Nur die Außenwelterkenntnis konnte empirisch sein (G. PFLUG 1982). Die Zirbeldrüse sollte Seele und Körper verbinden. Warum die Zirbeldrüse? Wegen ihrer Lage an der Gehirnbasis? Dargelegt hatte DESCARTES seine Auffassung posthum namentlich 1630 - 1632 in 'L'Homme' und 1648 in "Le description du corps humain" (K. E. ROTHSCHUH 1960, 1970). Die Vorstellung vom Körper als Maschine wurde für die verschiedenen Körperteile zu präzisieren versucht. Bei DESCARTES (K. E. ROTHSCHUH 1970) sollte nicht das Kontraktionsvermögen des Herzmuskels oder der Arterien wie bei HARVEY den Blutstrom antreiben, sondern das aus der Lunge in das Herzen einströmende abgekühlte Blut wurde durch die Herzwärme wie erhitzte Milch zum Aufwallen gebracht und brachte das passive Herz zum Ausstoßen des Blutes. Eine Pulskraft, eine 'vis pulsifica' war unnötig . Ein "technomorphes Modell", mit das erste, fast einem Motor vergleichbar, erklärte hier auf seine Weise das Zustandekommen des Blutkreislaufs. Ein Herznerv sollte mitwirken. Dem Modell des DESARTES widersprach, daß gemäß LOWER noch kleinste Stücke der Herzmuskulatur weiterschlagen und so dem Herz Muskelbewegung zukam. Muskelfasern dachte man als dünne Hohlröhren, die, wie WILLIAM CROONE etwa 1664 vermutete, durch einen von den Nerven ausgehenden Saft aufgebläht werden und sich dabei kontrahieren.

In Italien wurde die Maschinentheorie für die Lebewesen, die Iatromechanik, **"Iatrophysik**", die theoretische Grundlage mancher Ärzte, für BORELLI wie für den lange anerkanntenLORENZO BELLINI (TH. M. BROWN 1970). Auch ein sich später so prononciert zur katholisch-christlichen Religion bekennender Forscher wie STENO gehörte dazu, auch in anderer Form als bei DESCARTES. Das Herz hatte für STENO mit Wärme oder gar "Seele" nichts zu tun, war ein Muskel. Die "Körpermaschine" galt auch dem frommen Katholiken als sterblich und vergänglich, so sehr man einst von 'Seelen' und spiritus auch im Körper gesprochen hatte. Ewig war die dem Körper entweichende Seele. Die gestorbene Körpermaschine durfte also seziert werden. Auch im Vatikan, also an der päpstlichen Universität. Und auch fromme Katholiken in späterer Zeit, im 19. Jh., haben ihre Leichensektionen mit ihrem Glauben an die unsterbliche Seele vereinbaren können, ein SCHWANN wie ein RUDOLF WAGNER (s. d.).

Und im Rückblick: es gab auch schon lange Leichenobduktionen in der christlichen Welt, bei VESAL und Zeitgenossen sowieso. Und der Chirurg griff auch in den

Körper ein, wenn auch beim lebenden. Aber wo liegt da immer die Grenze zum Toten? Und wie war es, wenn bei in der Fremde gestorbenen hohen Personen das entnommene Herz und der des Herzens beraubte Körper an unterschiedlichen Orten bestattet wurden? Die Medizin hat sich wohl eher als etwa die Astronomie von religiös-orthodoxer Bevormundung lösen können (G. PFLUG 1982).

## Gehirn und Nerven überhaupt

ARISTOTELES sah im Herzen das Zentralorgan im Körper. War es ja das Organ, dessen Funkionieren man spürte und das beim Tode stillstand. Das Herz blieb wichtig, aber trotz aller Veränderungen des Herzschlags bei Angst, Aufregung, Gemütsbewegung und dem Grüßen jedenfalls im Deutsche mit "herzlichst" wurde schon in der Antike das Gehirn als Denkorgan und auch als Zentrum des Nervensystems offensichtlich. GALEN kannte die 4 Gehirn-Kammern / - Ventrikel.

Als ein **anatomisches** Argument für das Gehirn als Zentrale im Nervensystem wurde im 17. Jh. auch einmal vorgebracht, daß der Hauptstamm der Nerven vom Gehirn ausgeht, sich im ganzen Körper verzweigt und "nur ein ganz feiner Faden von Zwirnsdicke zum Herzen gelangt", wie Sagredo bei GALILEI (1987, S. 206) ausführt. Der danebenstehende Philosoph sagt beim spöttischen GALILEI dennoch nach einer Weile: "... habt mir das alles so klar, so augenfällig gezeigt - stünde nicht der Text des Aristoteles dagegen" (S. 207).

Das **Gehirn** von Säugetieren zu erforschen kaufte STENO (STENSEN) (I. H. POTTER 1963), der in Amsterdam studierte, dort 1656 einen Schafskopf, wobei er den noch zu erwähnenden Ohrspeichelgang entdeckte. 1665 hält STENO in Paris bei MELCHISE´DEC THE´VENOT. einem Förderer der Pariser Akademie eine "berühmte Rede" über das Gehirn (N. MANI 1976).

WILLIS veröffentlichte 1664 sein Werk "Cerebri anatome" heraus, in dem er auch über die Funktionen einzelner Bereiche nachgedacht hatte. WILLIS präzisierte die **Zusammenhänge zwischen den Zentralnervensystem** und namentlich dem **Gehirn mit den Hauptorganen im Körper**, mit Herz, Lunge Darm (G. RATH 1964). Das Gehirn und das Nervensystem bestiummten also vieles im Körper, was auch zu umfassenden medizinischen Lehren, "Systemen", führte, im späten 18. Jh.

**Wie wirkte** das Gehirn auf die Nerven und dann die in den Körper führenden Nerven etwa auf die Muskeln? Verbreitet war auch im folgenden Jahrhundert die Annahme von einem **Nervensaft**, den humor nervosus, den die Hirnrinde absondert und der in den Nerven strömt. War es der vom Gehirn ausgehende **Spiritus**?

Flüssigkeit gibt es in den Hirnkammern durchaus. Gedacht wurde auch, bei WILLIS (G. RATH 1964) und BAGLIVI (M. D. GREMEK 1970) an einen Kreislauf dieses Nervensaftes in den Nerven. Die Lymphgefäße sollten nach WILLIS den Nervensaft nach Erledigung seiner Funktion wieder aufnehmen und zurück ins Blut transportieren. Zu Dyskrasien des Blutes, also Verschiebungen in den Proportionen seiner Bestandteile, sollte bei WILLIS sekundäre Dyskrasien im Nervensaft treten und Krankheiten wie Rhythmustörungen des Herzens. Störungen der Atmung, Asthma, Epilespie auslösen. Für BAGLIVI wurde der Kreislauf des Nervensaftes durch Kontraktionen der dura mater, der harten Hirnhaut. Hierfür fehlte jedoch die bei HARVEY mögliche und elegante Verifizierung beim Blutkreislauf. SÖMMERRING im späten 18. Jh. sah in der Hirnkammerflüssigkeit die Verbindung von Seele und Nerven.

DESCARTES (G. PFLUG 1982) schrieb auch von automatischem Reagieren des Körpers allein unter Mitwirkung der Epiphyse/Zirbeldrüse und ohne Beteiligung der Seele. etwa beim Zurückziehen der Hand von einem heißen Gegenstand. Das war der **Reflexbogen**. Werden die Augennerven erregt, sollte Spiritus in Richtung Epiphyse ziehen und sollten dann Esprits animaux zu bestimmten Muskeln ziehen (K. E. ROTHSCHUH 1960).

Man wird zwei teilweise **entgegengesetzte Ansichten in den Beziehungen von Nervensystem und übrigen Körperorganen** feststellen: Zum einen wurden Wirkungen des Nervensystem auf die Organe ermittel, ja jedes **Organfunktionieren** a**uf das Nervensystem** zurückgeführt. **Zum anderen** aber schienen viele Organe auch ein vom Nervensystem unabhängiges Eigenleben, eine **vita propria**, zu haben. Im 18. Jh. hat etwa HALLER (K. E. ROTHSCHUH 1968) festgestellt, daß die Durchtrennung der auch das Herz mit innervierenden Nervus vagus und Nervus sympathicus die Herzaktivität in takt lassen. Auch die Muskelfaser sollte gemäß HALLER unabhängig von Nerven auf Reiz mit Kontraktion antworten, gemäß ihrer Irritabilität. Den Begriff der Irritabilität hatte 1677 FRANCIS GLISSON aufgebracht, als die Grundkraft des Organischen, der Faser als Träger des Lebens (G. RATH 1964). Ein gewisses Eigenleben und ein dieses variierender Nerveneinfluß - das 19. Jh. (s. d.) wird gesichertere Erkenntnisse bringen.

## Lupen und Mikroskop - Die Mikroskopiker unter den Anatomen, Zoologen, Botanikern

Unter dem Mikroskop wurde alles Mögliche betrachtet. Unerwartete Dinge lieferten die Forscher, welche es auf Lebewesen anwandten. Gefunden wurden durch die "**Mikroskopiker**" mit den vergrößernden Linsen Dinge, auch Lebewesen, die

ohne Vergrößerung der Beobachtung gar nicht zugänglich waren. Enthüllt wurde eine **unerwartete Welt**. Zuerst wurden und namentlich durch FRANCESCO STELLUTI **Insekten** vergrößert, **1614** eine Fliege. Haare am Fliegenbein erregten Bewunderung. An der Sichtbarkeitsgrenze lagen, 1646 gesehen, als weitere kleine Tierchen Käsemilbe und Essigälchen (L. BELLON I 1965). Die mit bloßem Auge kaum sichtbare Krätzemilde wurde 1687 unter dem Mikroskop näher gesehen, durch BONOMO und CESTONI.

Gebilde des menschlichen und tierischen Körpers und dann auch der Pflanzen wurden mit Hilfe des Mikroskops ab **1661** erschlossen, als der in der **mikroskopischen Anatomie** führende MARCELLO MALPIGHI (D. B. MELI 1998) die Blutkapillaren fand. 1662 beschrieb BELLINI die Nierenkanälchen. MALPIGHI beschrieb dann, namentlich **1666**, feinanatomische Befunde an Leber, Niere, Milz. Aus den gesehenen Feinstrukturen wurden Schlußfolgerungen über die Funktionen gezogen. Italiener standen bei diesen Untersuchungen an erster Stelle, bedeutende Mediziner, Anatomen und Physiologen, unterstützt im Großherzogtum Toskana unter FERDINAND II MEDICI und seines Bruders, des späteren Kardinals LEOPOLD.

MALPIGHI wurde geboren am 10. März 1628 in Crevalcore bei Bologna, erwarb 1653 an der Universität Bologna den Doktortitel für Medizin und Philosophie, war Medizinprofessor 1656 in Pisa, 1659 in Bologna, 1662 in Messina, 1667 wieder in Bologna. Seine Haus brannte 1684 ab und die darin befindlichen Apparate, Manuskripte und Bücher wurden zerstört, wobei von Haß seiner Kollegen auf ihn und eventuell einem Anschlag die Rede war. MALPIGHI folgte 1691 einer Einladung, Leibarzt bei Papst INNOCENZ XII. zu werden und starb am 29. November 1694 in Rom. MALPIGHI veröffentlichte 1661 seine Feststellungen über den Feinbau der Lungen, die wohl ausgezeichnetste mikroskopische Beobachtung der Zeit (D. B. MELI 1998), fand die Kapillaren zwischen den kleinsten Arterien und Venen, sah die roten Blutkörperchen, veröffentlichte 1665 über den Feinbau des optischen Nerven des Schwertfisches. MALPIGHI erfaßte den **Feinbau der Drüsen**, der **Lunge**, die nach ihm benannten **"Malpighischen Körperchen" der Niere**, etliches vom Feinbau der Insektenlarven, verfolgte die Entwicklung des Hühnerembryos.

Auch der **Feinbau bei Pflanzen**, so deren Wasserleitgefäße, waren Forschungsgegenstand von MALPIGHI (1675, 1679). Er sah allerdings wie manche Zeitgenossen unberechtigterweise zu viele Analogien zwischen dem Feinbau der Tiere und der Pflanzen. MALPIGHIs Interpretationen wurden auch angegriffen, seine Insektenuntersuchung als nutzlos für die praktische Medizin bezeichnet. Seine bedeutenden Werke veröffentlichte die Londoner Royal Society.

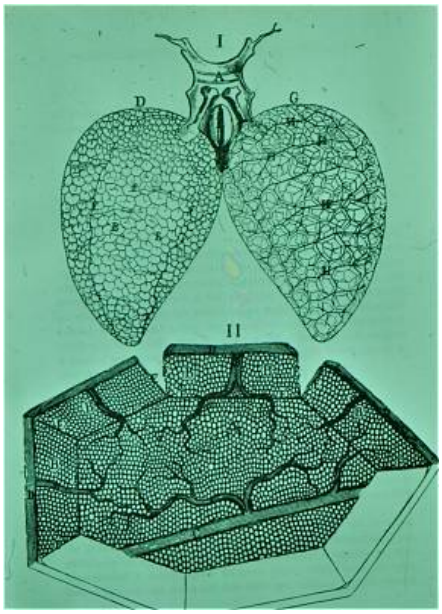


Abbildung 1152: MALPIGHI: Feinbau Lunge.

ROBERT HOOKE hatte in einem großformatigen Werk "Micrographia" von **1665** wunderschöne Abbildungen von unter dem Mikroskop gesehenen Dingen, etwa fruchtende Schimmelpilze, auch Schneekristalle, in Abbildungen vorgestellt. HOOKE benutzte den Ausdruck "**Zelle**" (cell) für die ihm unter dem Mikroskop deutlichen kleinen Kämmerchen in Pflanzengewebe. Als die Grundkörper der Lebewesen sah er sie nicht. NEHEMIAH GREW veröffentlichte Zeichnungen von unter dem Mikroskop gesehenen pflanzlichen Geweben bis in alle Details, so 1682 in seiner "The anatomy of plants", ohne daß es zu einer Zellenlehre im modernen Sinne kam.

Etwa großformatiger war, wenn MALPIGHI in seinem Werk über die Pflanzenanatomie 60 Formen von **Pflanzengallen** abbildet, was als Beginn der Cecidologie, der 'Wissenschaft' von den Pflanzengallen, gelten kann (Wikipedia).

Auch Pflanzenkeimlinge hat MALPIGHI untersucht.

# bildMALPIGHI Pflanzenkeimlinge

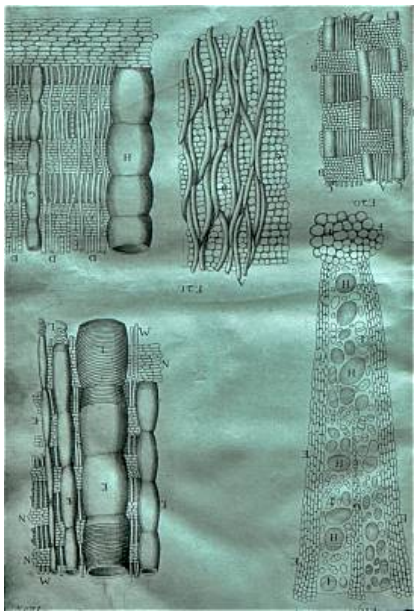

Abbildung 1153: MALPIGHI: Gefäße in Pflanzen.

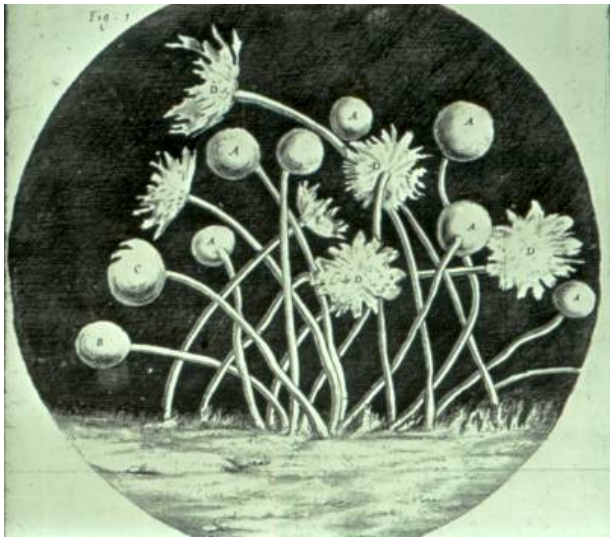

Abbildung 1154: HOOKE Schimmel.

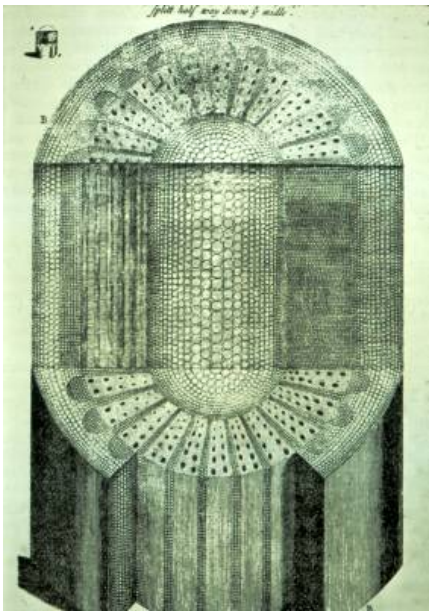

Abbildung 1155: GREW Pflanzenfeinbau.

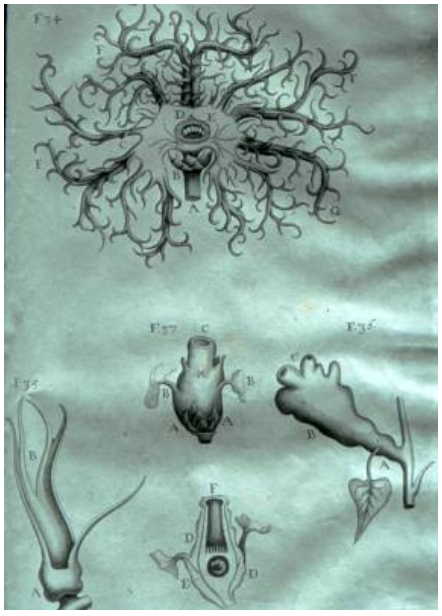

Abbildung 1156: Rosengalle b. MALPIGHI.



Abbildung 1157: LEEUWENHOEK.Delft.

## Die Welt der nur unter dem Mikroskop sichtbaren Lebewesen, ab 1674, LEEUWENHOEK

Beruflich als Stadtschreiber in Delft tätig und des Lateinischen nur ungenügend mächtig hat ANTONY VAN LEEUWENHOEK mehr als 200 bis 200-fach, ja vielleicht bis 500-fach vergrößernde Mikroskope unter Nutzung von mehr als 400 selbst geschliffenen Linsen in Eigenproduktion hergestellt. Mit diesen Mikroskopen gelangen ihm teilweise aufsehenerregende Befunde.Über sie berichtete er ab 1673 in über 200 Briefen an die Londoner Royal Society. Diese veröffentlichte viele dieser "letters". 1680 wurde er bei der Royal Society auch korrespondierende Mitglied. Mit zu den ersten Einzellen, die LEEUWENHOEK sah, gehört die *Euglena viridis*. Das Aufsehen um LEEUWENHOEKs veranlaßte sogar PETER I. als junger, dem Schiffsbau in den Niederlanden nachgehender Zar 1697 den führenden Mikroskopiker zu besuchen (J. ISRAEL 1995). LEEUWENHOEK hinterließ der Royal Society 26 Mikroskope. Die Niederlanden hatten zu dieser Zeit keine der englischen Akademie ähnliche Einrichtung.

LEEUWENHOEK, geleitet vom Geiste des Empirismus, legte alles unter sein Mikroskop, was ihm wert erschien vergrößert zu sehen: so Haare, kleine Stückchen von Knochen, Leber, Gehirn, Augenteile, Blut. Milch, Schweiß, Tränen (P. SMIT et al. 1975). Es gibt also nicht von einer Hypothese ausgehende Forschung, deren einzige also Anleitung und 'Hypothese' ist, zu sehen und zubeschreiben, was mit bestimmten Mitteln feststellbar ist. Erkenntnisse ergeben sich oft von selbst.

Ein Teleskop auf den Himmel gerichtet vergrößerte, was mit bloßem Auge notfalls auch zu sehen war. Was LEEUWENHOEK fand, war aber jene **Klein-Lebewelt,** die Welt der **"Infusorien", die ohne Vergrößerung** als Einzelindividuen **un-**



Abbildung 1158: Delft: Stadthaus.

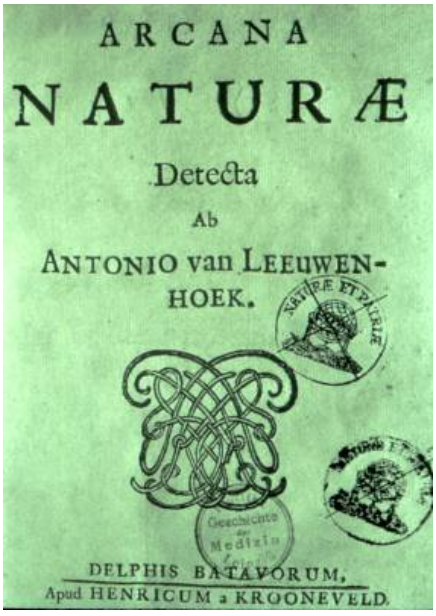


Abbildung 1159: LEEUWENHOEK Sammelwerk.



Abbildung 1160: Kleinlebewesen en masse.

**sichtbar** geblieben wäre.

LEEUWENHOEK erschloß mit den Kleinstlebewesen, den **nur mikroskopisch sichtbaren**, den "**animalcula**", **1674/1676** eine **ganz neue Welt**. Am 7. September **1674** berichtete er in einem Brief an die Royal Society von kleinen grünen Fäden und beweglichen Tierchen aus einem Gewässer bei Delft. Man kann das als Geburtsstunde der Protistologie sehen. Er fand, vor allem bei weiteren Untersuchungen von solchem Wasser, unterschiedliche Formen solcher Kleinstlebewesen, und Rädertierchen/Rotatoria waren sicherlich ebenso dabei wie Ciliaten und die grüne *Euglena viridis* späterer Terminologie. Auch die Größe von Kleinlebewesen in Vergleich zu einem Sandkorn versuchte LEEUWENHOEK zu bestimmen. Früh im Jahre 1676 legte LEEUWENHOEK etwas Pfeffer in Wasser. Am 24. April fand er unter dem Mikroskop in einem Wassertropfen davon ebenfalls viele viele kleine Tierchen. Das war der erste künstliche Aufguß für Protozoen. Die Royal Society erhielt einen Brief dazu am 9. Oktober 1676. HOOKE wiederholte LEEUWENHOEKs Aufguß-Versuche 1677 mit gleichem Ergebnis, In ein fest veschlossenes Glasgefäß gefülltes Schneewasser und im Keller aufbewahrt war nach drei Jahren noch frei von "animalculae", im Unterschied zu Regenwasser (P. SMIT). Wegen Bedenken gegen die Glaubwürdigkeit eines Laien, holte LEEUWENHOEK auch Zeugen heran. Und London konnte HOOKE nach Fehlschlägen die Beobachtungen von LEEUWENHOEK bestätigen und auch König CHARLES II. ließ sich das zeigen (P. SMIT).

In einem Brief an die Royal Society vom 17. September 1683 berichtete LEEUWENHOEK von der mikroskopschen Untersuchungen von Zahnstein resp. -schleim von sich und seiner Familie und beschrieb kleine Stäbchen, die man später als Bakterien deuten durfte. Solche fand er auch in einem faulenden Eckzahn, 1697, und

auf dem weißen Belag auf der Zunge bei Fieber. In einem Brief vom 9. Oktober 1676 gab LEEUWENHOEK an, kleine lebende Tierchen in seinen Exkrementen bei einer Diarrhöe gesehen zu haben. Nun war der Delfter Amateurforscher also der medizinischen Mikrobiologie nahe, nur fehlte, welche Ursachenrolle die Diarrhöe-Tierchen gespielt hatten. Die Annahme einer Urzeugung, einer 'spontaneous generation' lehnte LEEUWENHOEK ab, weil er 1676 bei den Weinälchen, *Anguilla*, auch wenn sie keine Protozoen sind, Teilung, Abtrennung neuer Tierchen, gefunden hatte. LEEUWENHOEK entdeckte weiterhin die **roten Blutkörperchen**, sah wie MALPIGHI die feinsten, Blutgefäße, die **Kapillaren** und dann die **Spermatozoen**.

Die kleinen schwimmenden Lebewesen im Oberflächenhäutchen, dem "Film or Skum", von grün gefärbten Pfützen oder 2 Monate lang aufbewahrten Regenwasser, also die "Animalcula" beobachtete unter dem Mikroskop in England dann auch JOHN HARRIS (1696).

In verschiedenen Wasserproben fanden sich auch gleich aussehende Formen. Auch bei den **winzigen Kleinlebewesen** waren also **verschiedene Arten** erkennbar, wenn auch hier das Kriterium der Paarung der Individuen einer Art damals nicht erkannt werden konnte.

**Mikroskopieren** wurde in der Folgezeit, im 18. Jh. für manche eine Freizeitbeschäftigung, aber führte bei ernsthafteren Amateuren zu mancher neuen Entdeckung. Es gab Zeiten der Unterbrechung in der Mikrokopie. Aber viel von den späteren Fortschritten in der Biologie war an die Mikroskope und ihre stetigen Verbesserungen gebunden.

**Wo endet das Kleine nach unten**? Von LEIBNIZ (zit. bei W. und A. DURANT 1966, S. 682) ist sinngemäß überliefert: Jedes Teilchen der Materie kann als ein Teich voller Fische angesehen werden, jeder Blutstropfen in einem dieser mikroksopisch kleinen Fische ist wieder ein Teich voller Fische ...

## Die "Samentierchen", die Spermatozoen

In der Samenflüssigkeit die **Spermatozoen** 1674 und nochmals 1677 als erster entdeckt zu haben forderte gegenüber dem später durch die Spermatozoen-Forschung bekannt gewordenen LEEUWENHOEK der jüngere, der 1674 18-jährige NICOLAAS HARTSOEKER (J. G. VAN CITTERT-EYMERS 1972, J. ISRAEL 1995). Der Predigersohn HARTSOEKER hatte in Leiden studiert, 1672 LEEUWENHOEK besucht, ging als Instrumentenmacher und Weinkaufmann bankrott, war etliche Jahre in Paris gewesen, hatte Teleskope hergestellt, wirkte etwa 8 Jahre,

1696 - 1704, als Hofmathematiker in Heidelberg, dann Professor der Philosophie in Düsseldorf, lebte ab 1716 bis zu seinem Tod 1725 wieder in den Niederlanden.

Ein Arzt JOHAN HAM hatte in dem Samenerguß / Sperma eines an Gonorrhoe erkrankten Mannes 'Samentierchen' gesehen und berichtete das LEEUWENHOEK (P. SMIT). Dieser fand nach der Ejakulation von Sperma in diesem auch bei einem gesunden Mann diese Spermatozoen. Nun wurde von LEEUWENHOEK Hund, Kaninchen, Fische wie etwa Kabeljau, Insekten erfolgreich auf Spermatozoen, 'animalcules', untersucht. Männliche Fische spritzen ihr Sperma in die Nähe der eierlegenden weiblichen Tiere. Und **Außenbefruchtung** gibt es ebenso bei Fröschen, worüber LEEUWENHOEK am 16. Juli 1683 an die Royal Society berichtet. Überraschend war die große Menge an Spermien in dem Sperma. In einem Brief an die Royal Society vom 30. März 1685 teile LEEUWENHOEK auch mit, daß er eine frisch von einem männlichen Hund gedeckte Hündin tötete und in den zum Uterus führenden Tuben zahlreiche Spermien fand. Die Spermatozoen sollten die werdenden Embryonen sein. Sie suchten ein Ei als ihre Nahrungsquelle.

## Der Feinbau kleiner Tierchen und Feinheiten der Pflanzen auch mit der Lupe

Mit dem Mikroskop, aber nicht nur mit ihm, wurde der Feinbau kleiner Tiere, etwa von Insekten aufgedeckt, wurde aber ebenso an Pflanzen Verborgenes sichtbar gemacht.

Eine der führenden Leute bei der Aufdeckung war JAN SWAMMERDAM, der am 12. Februar 1637 in Amsterdam geborene Sohn eines Apothekers. J. SWAMMERDAM studierte Medizin in Leiden und Paris, promovierte 1667, wandte sich dann zoologischen Untersuchungen zu. Für den tief religiösen SWAMMERDAM, in Freundschaft mit STENO, seit 1673 dazu unter dem Einfluß der religiösen Schwärmerin ANTOINETTE BOURIGNON und ihrer Gruppe in Schleswig, offenbarte sich **Gott in den kleinen Wunderwerken der Natur** besonders überzeugend. Naturforschung - das war für einen Forscher SWAMMERDAM Gottesdienst. In seinem nur 43-jährigem Leben untersuchte und zeichnete der Niederländer SWAMMERDAM (F. J. COLE 1937, CH. SLEIGH 2012, M. P. WINSOR 1976) unter Benutzung von Lupen etwa den inneren Feinbau von Bienenköniginnen und der Eintagsfliege in einer kaum wiederholten Weise.

SWAMMERDAM verbesserte die Technik, Wachs und Farben in die Gefäße von toten Lebewesen einzuspritzen. Die Insekten teilte er nach ihrer Metamorphose in 4 Gruppen. SWAMMERDAM schrieb über Gallen und die Aufzucht von Gallinsekten, über Miniermotten in den Blättern etwa von Obstbäumen, über

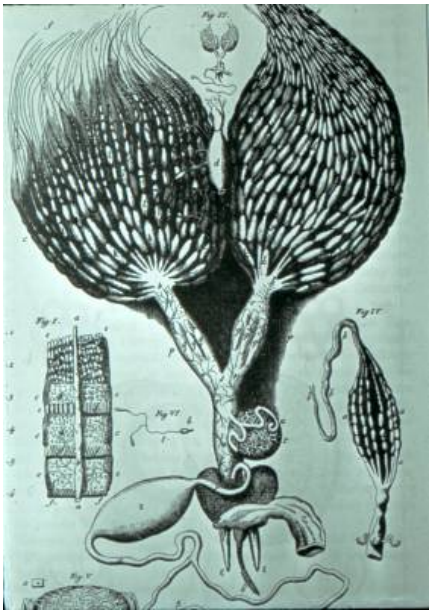

Abbildung 1161: SWAMMERDAM Eierstöcke Biene.

Köcherfliegen. Seine Abhandlung über die Eintagsfliege erschien auf Holländisch 1675. Im Frühjahr 1678 wandte sich SWAMMERDAM Froscheiern zu, sezierte dann Kaulquappen und Frösche. Die Teile erschienen SWAMMERDAM wie bei Insekten trotz Metamorphose vorgebildet, was also mit der Präformationstheorie übereinstimmte. SWAMMERDAM fand bei diesen Untersuchungen auch, daß sich Muskeln beim Kontrahieren in der Gestalt, jedoch nicht im Volumen ändern, und das sprach gegen ein Einfließen eines Saftes in sie bei der Kontraktion. Dazu hatte SWAMMERAM ein **Muskel-Präparat mit anhängendem Nerv** vom Frosch herauspraparіert und fand es noch länger funktionsfähig. Damit erscheint SWAMMERDAM auch als Phyiologe, und sah es auch als geeignet als Modell für das Verständnis der Muskelaktivität auch bei höheren Tieren, also bis hin zum Menschen (CH. SLEIGH 2012, S. 382).

SWAMMERDAMs "**Biblia naturae**" wurde unter besonderer Initiative von BOERHAAVE erst lange nach SWAMMERDAMs Tod am 17. Februar 1680 in die Öffentlichkeit gebracht.

## Das Wesen vieler Dinge liegt in dem für das bloße Auge Unsichtbaren

Es ist eine alte Auffassung, daß **die makroskopische, die sichtbare Welt bestimmt** wird **von Strukturen und Vorgängen**, die **in dem** für das bloße Auge **Unsichtbaren** liegen. So dachten schon griechische Denker an Atome. **Im Kleinen**, auch im **für das normale Auge Unsichtbaren,** Dinge zu sehen, mit denen das 'Große', **das Makroskopische**, wenigstens zum Teil **erklärt** werden konnte, blieb ein wichtiges Anliegen in der Wissenschaft. Die unsichtbare Welt im Kleinen konnte aber zuerst nur spekulativ, aber immerhin aus Strukturen und Vorgängen der sichtbaren Welt erschlossen werden. Was an diesen Überlegungen richtig ist, ließ sich nur erschließen, wenn die Welt des "Kleinen" sichtbar gemacht werden konnte! Mit dem Mikroskop gelang das immerhin für den Feinbau etwa von Drüsen. Es wurde, bei den Atomen und Molekülen, dann versucht, unter das auch im Vergrößerungsapparat Sichtbare hinabzugehen und dort den Schlüssel für die Großwelt zu suchen. "Und aus dem Kleinen bauen sich die Welten" – hieß es später einmal.

Das 'Kleine' wurde in anderem Zusammenhang etwa auch bei den Apothekern betrieben, die mit **kleinen, ja kleinsten Mengen** wirkten, mit winzigen Gewichten, mit Unzen, wägten.

Viel später, im späten 19. und im 20. Jh. schloß man aus den Phänomenen der Vererbung auf "Erbanlagen". Daß die Vererbungssubstanz dann mehr oder weniger sichtbar gemacht oder doch aus der chemischen Konstitution der Vererbungssubstanz recht gut erschlossen werden konnte, bot die Möglichkeit, die Hypothesen über die Erbanlagen zu überprüfen und auch zu korrigieren. Was immer ist möglich, von der Welt im Kleinen aus den gegebenen sichtbaren Phänomenen aufzuschließen? Alle Chemie beruhte auf den Atomen und Molekülen, die direkt nicht sichtbar zu machen waren, und bis nun nur bedingt.

## Insekten, die anderen - andere Struktur, wenn auch vergleichbare Physiologie

Mit den Vergrößerungsmitteln wurde die Feinstruktur der Insekten deutlich und wurden Beonderheiten ihrer Lebensvorgänge erforschbar. Noch einmal wurde also viel Anatomie betrieben, im 17. Jh. also **Anatomie des kleinen Lebenwesens**. Was weitere Anatomie am Menschen nicht ausschloß. Und noch einmal mußte versucht werden, auch die Funktion der so aufgezeichneten Strukturen bei den Inekten und anderen Kleintieren zu finden. Die **andersartigen Organe** vollführten

offensichtlich die **gleichen Funktionen** wie sie bei Wirbeltieren, ja Säugetieren vorhanden sein müssen: Nahrungsaufnahme, Verdauung, Luftaufnahme, Verteilung von verdauter Nahrung und Luft in der Körperflüssigkeit, Ausscheidung der Abfallprodukte aus der Körperflüssigkeit. In vielen Fällen konnte man von Strukturen sagen, daß sie "unseren Sinnorganen und Nerven ähneln" (C. F. KIELMEYER 1793, S. 13), und damit schon vom Äußeren her ihre Funktion richtig deutbar erschien, und auch für das Darmrohr konnte das gelten.

Geboren 1597 in Ragusa im Süden Sizilien wurde GALILEI-Schüler, Astronom, Forscher in der Optik GIOVANNI BATTISTA ODIERNA, zu zitieren auch als GIOVANNI BATTISTA HODIERNA, der auf biologischem Gebiet 1644, also noch in der Frühzeit der Mikroskopie, mikroskopisch das **Auge von Insekten**, von **Fliegen** (D. B. MELI 1998) aufklärte. ODIERNA hatte die Fliegenaugen im Wasser gekocht und etwas an der Sonne getrocknet und in 4 Schichten zerlegt (nach L. BELLONI 1965, S. 447), Beispiel für mit der Mikroskopie verbundene Vorbereitungstechniken bei den zu untersuchenden Objekten, Ganz anders als bei den Wirbeltieren handelte es sich bei Insekten um **Sammelaugen** aus **zahlreichen Einzelaugen.** Es wurden hier und bald anderswo also Besonderheiten in den verschiedenen Tiergruppen deutlich. Die Untersuchungen von Insekten-Augen, bei Käfern und Bremsen, betrieb dann auch LEEUWENHOEK (1698) und zählte bei einem der Sammelaugen von Käfern 3181 Einzelaugen, jedes mit Konverxität und mit einer dünnen Nervenfaser.

**Am Darm** anhängende, in ihn mündende schlauchförmige Gebilde, die **Malpighischen Gefäße**, später als eine Art Nieren zu bezeichnen, war sicherlich schon gewagter und auch für die als Leber betrachteten Gewebe etwa bei Schnecken hätte die Exstirpation Aufklärung bringen müssen. Eingehend beschrieb MALPIGHI **1669** (G. H. MÜLLER 1985) zuerst von der Raupe des Seidenspinners, Bombyx, an den Körperseiten befindliche kleine Öffnungen, die in ein sich im Körper verzweigendes Gefäßsystem ohne eine Flüssigkeit führen und Luft zu allen Körperbereichen leiten, das System der **Tracheen**, das **Atmungssystem** dieser Tiere, das an Stelle von Lungen. MALPIGHI prägte auch den Terminus "tracheae", nicht zu verwechseln mit der Trachea der Wirbeltiere. Schon antike Autoren, so PLINIUS und vorher ARISTOTELES hatten gewußt, daß Olivenöl etwa Bienen tötet und auch MALPIGHI sah nun seine Tiere nach dem Verschmieren der Atemöffnungen sterben. SWAMMERDAM erweiteret die Untersuchungen an seiner Eintagsfliege, so durch Sezieren unter Wasser.

Als einer der Nachfolger von Feinuntersuchung kleiner Tiere, hier also eines Insekts, zeichnete ein Dreiviertel Jahrhundert später, um das vorwegzunehmen, um 1745, PIERRE LYONET (S. PIERSON 1973, vgl. a. G. FORSTER in 1958, S. 712) in Den Haag unter dem Eindruck des Werkes von REAUMUR 84061 Muskeln,

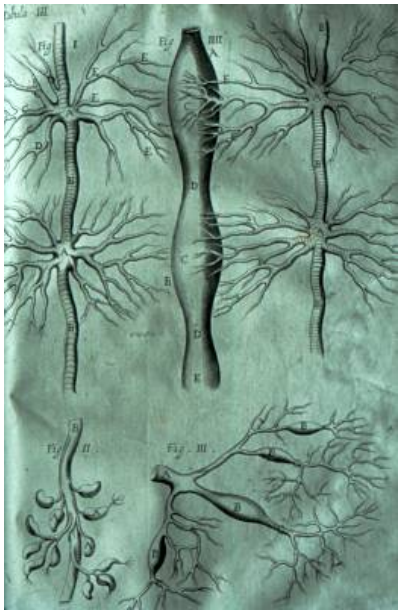

Abbildung 1162: Insektendarm Malpighigefäße.

kleine also (!), sogar einzelne Muskelfaszikel getrennt, von dem nach seiner Larve genannten Schmetterling 'Weidenbohrer'. *Cossus ligniperda*. Diese Raupe lebt im und vom Holz. LYONET, der im Regierunsgauftrag Diplomaten-Codes 'knackte', wollte auch wie seine Vorgänger vor Jahrzehnten den Code im Plane Gottes enthüllen. Im Zeitalter der Aufklärung als Zielsetzung schon antiquiert, wenn auch seine bildliche Darstellung noch immer großartig war.

## Anatomie - Präparate

Die nach SWAMMERDAM in Amsterdam brillierende anatomisch tätige Person wurde FREDERIK RUYSCH (J. ISRAEL 1995). Nicht eine großartige neue anatomische Entdeckung ist ihm zuzuschreiben, aber die Anfertigung großartiger Präparate mit neuen Verfahren, etwa der Injektion von Substanzen in Blutgefäße. Seine Spirituspräparate wurden eine der umfassendsten Organsammlungen. Skelette früh Verstorbener mit Geige oder Schürzchen mochten nicht die Zukunft der medizinisch-anatomischen Sammlungen sein, aber bei RUYSCH gab es das. Aber Zar PETER I. kaufte 1717 auf seinem zweiten Besuch in den Niederländen, nun der hoch anerkannte harte Zar, die Sammlung von RUYSCH. Und die Matrosen auf dem die Sammlung mitführenden Schiff tranken eben nicht, wie manchmal berichtet, den Spiritus aus allen Präparategläsern, und die Sammlung ist im Kunstkabinett in St. Petersburg erhalten.

## Drüsen – anatomisch, feinanatomisch, physiologisch – Physiologie mit Drüsen, auch mit Hilfe des Mikroskops

Drüsen waren bei den Anatomen zuerst ziemlich vernachlässigt worden, auch wenn die eine oder andere beschrieben wurde. Aber dann wurden gerade in ihnen wesentliche physiologische Vorgänge erwartet, war ihre Funktionsweise interessant, wurden sie alle zu erfassen gesucht und vor allem auch ihre **Ausführungsgänge** beschrieben. MORIZ HOFMANN, damals Student in Padua, fand 1642 den Ausführungsgang der **Pankreas**- (Bauchspeichel)drüse bei einem Truthahn. Davon angeregt und ebenfalls in Padua suchte und fand JOHANN GEORG WIRSUNG (E. GURLT 1898, E. R. RAGLAND 2008) bei der Sektion eines kurz vorher gehängten Mannes ebenfalls eben jenen Gang, der von Pankreasdrüse in den Dünndarm mündet, seitdem auch **Ductus wirsungianus** genannt. Über WIRSUNG ist kaum etwas bekannt außer, daß er in seiner Studierstube erschossen wurde, nach der Vermutung des Lexikons von ZEDLER (1748, Spalte 1161) aus Mißgunst

Der englische Medziner THOMAS WHARTON (R. L. MARTENSEN 2004) veröffentlichte 1656 das Buch "Adenographia, sive Glandularum totius corporis descriptio" mit Beschreibung der bis dahin bekannten Drüsen. Mit seiner Erfassung des Feinbaues von Drüsen sah dann MALPIGHI (D. B. MELI 1998) im Körper, in den Nieren, in den Hoden, selbst im Gehirn, überall Drüsen am Werk, die aus dem Blut etwas herausfiltern. Zumindestens zahlreiche **Lebensvorgänge** waren **Drüsen**-Werk. Das den Körper im Kreislauf durchströmende Blut mußte also chemisch recht zusammengesetzt sein, damit an den verschiedenen Stellen eigenständige Substanzen herausgefiltert abgegeben werden konnten, aller aus Blutbestandteilen gebildet. Auch das war eine Art Säftelehre.

Wichtige Einzelentdeckungen im Zusammenhang mit Drüsen gelangen dem Dänen NIELS STENSEN / NICOLAUS STENO (G. SCHERZ 1987), der zu einem der führenden Anatomen seiner Zeit wurde und durch seine Konversion vom Protestantismus zum Katholizismus und dann sogar als Bischof in der katholischen Diaspora im Norden zu einer bis heute von der katholischen Kirche verehrten Persönlichkeit wurde – gern als Beispiel katholischer Wissenschaftsfreundlichkeit vorgeführt, um etwa dem üblen Eindruck vom Prozeß um GALILEI entgegenzuwirken. Im März 1660 nach Amsterdam gekommen, führte er am 28. März an einem sorgfältig präparierten Schafskopf eine feine Sonde in die Arterien und Venen ein. Dabei stieß er mit der Sonde bei einem feinen Gang auf keinen Widerstand, konnte das Messerchen bis zu einem Zahn führen – und hatte damit den **Ausführungsgang einer Ohrspeicheldrüse** gefunden, den *Ductus Stenonianus*, den Stenoische Gang. Der Anatom GERARD BLASIUS, bei dem STENO Quartier genommen hatte, forderte dann die Entdeckung für sich, und es gab auch um einen solchen Ausfuhrgang einer

Drüse also einen heftigen Prioritätsstreit – jede neue anatomische Entdeckung galt als Zeugnis von Begabung für seinen Entdecker. STENO fand noch die **Tränen-Drüsen** am Auge, die **Schleimdrüsen der Nase**, sah auch den **Schweiß** als abgesondert von speziellen Drüsen. Nicht direkt von Haut, sondern von jeweils speziellen Drüsen werden die speziellen Körperflüssigkeiten, werden Tränen, Nasenschleim, Schweiß und natürlich der Speichel, abgesondert – Vielfalt von Drüsen, wie schon bei MALPIGHI.

Weitere Drüsen-Entdeckungen waren großenteils Werk von Angehörigen bedeutender, auch noch lange bestehender Gelehrten-Familien.

An der Universität Helmstedt wirkte seit 1661 HEINRICH MEIBOM der Jüngere (P. JOHANEK 1990), ab 1665 als ordentlicher Professor, der 1666 die nach ihm benannten **Drüsen der Augenlider**, *Glandulae torsales Meibomii,* fand. Dieser MEIBOM wurde auch Professor für Geschichte und Dichtkuns, eine Professur, die auch sein Großvater mit ebenfalls dem Vornamen HEINRICH bekleidet hatte. JOHANN KONRAD PEYER (N. MANI 1950) hatte 1673 / 1677 weitere kleine, später nach ihm benannte, an der Verdauung beteiligte Drüsen **im Darm** beschrieben, er, der neben etwa bis zum Weggang BRUNNER und der Stadtarzt WEPFER der 'Schaaffhausener Ärzteschule' angehörte. PEYER beschrieb über Vorgänger wie WEPFER hinausgehend vor allem die Verdauung und ihre Organe bei den Wiederkäuern: im Buch 'Merycologia'. Seine medizinisch-physiologische Laufbahn endet ähnlich der von H. MEIBOM: PEYER wird Professor Eloquentiae am städtischen Gymnasium von Schaaffhausen – Poesie statt Anatomie, wohl nicht immer unwillkommen. Ebenfalls im Dünndarm liegen die nach ihrem Entdecker, dem damals bedeutenden Anatomen JOHANN CONRAD BRUNNER (AU. HIRSCH 1876) genannten, 1687 beschriebenen **Brunnerschen Drüsen**, 'Glandulae Brunnerianae". BRUNNER (H. BUESS 1955) gelang auch die **teilweise Exstirpation der Pankreas**, und fand als Folge sogar Diabetes, Befunde, die wieder in weite Vergessenheit gerieten. Seit 1687 Professor in Heidelberg, war BRUNNER auch Leibarzt des Kurfürsten von der Pfalz JOHANN WILHELM und dessen Nachfolger.

Was bewirkte, daß die verschiedenen Drüsen, blutversorgt, unterschiedliche Substanzen, Sekrete und im Falle etwa von Schweiß Exkrete, abgaben? Wie mechanistisch ist das zu erklären oder - wie bei BORDEU im 18. Jh. nicht, bei CARL LUDWIG im 19. Jh. wieder?

## Ausscheidungsorgan Niere

Den Nierenfeinbau enthüllten als 19-jähriger Student an der Universität Pisa LORENZO BELLINI (TH. M. BROWN 1970) **1662** in "Exercitatio anatomica de structura et usu renum" und dann auch MALPIGHI. BELLINI erkannte bei der Verfolgung der kleinenBlutgefäße bis an die Nierenoberfläche zahlreiche kleine dünne hohle **Kanälchen in der Niere**. Bei Druck unter dem Mikroskop sickerten kleine Harntröpfchen hervor (L. BELLONI 1965, S. 455). Das brach mit der bisherigen Auffassung von den Nieren als eine undifferenzierte parenchymatöse Masse. Im Mikroskop gesehen wurde eben deutlich, daß die Organe viel komplexer als bei maktrokopischer Betrachtung aufgebaut waren und hier vielleicht ein Schlüssel zum Verständnis der Funktionswiese gefunden war. BELLINI war ab seinem 20. Lebensjahr für 30 Jahre Professor in Pisa, zuerst für Theoretische Medizin. BELLINI betonte den Wert der **Harnanalyse** für die Diagnose, Nach einer Professur in Florenz wurde BELLINI 1693 oder 1694 Arzt bei Großherzog COSIMO III: von Toskana und Papst CLEMENS XI.

MALPIGHI war es dann, der die nahc benannten **"Malpighischen Körperchen" der Niere** beschrieb, jene kugelfömrigen Gebilde, in denen sich entscheidende Vorgänge der Harnbereitung abspielen.

## "Saft" aus der Pankreasdrüse und Exstirpation der Pankreas – REGNIER DE GRAAF

Die Verdauungsvorgänge hingen offensichtlich mit dem Wirken von Drüsen-Säften zusammen, mit ihrem sauren oder alkalisch-salzigen Wesen, und 1664 hat an der Universität Leiden der damals 23-jährige Student REGNIER DE GRAAF (E. R. RAGLAND 2008) unter SYLVIUS DE LA BOE beim lebenden Hund aus dem Ausführgang der Pankreas/Bauchspeicheldrüse mit Hilfe eines in den Gang eingeführten Kieles einer feinen Entenfeder Pankreassaft in eine Gefäß gewonnen. Der Hund mußte mit Loch im Bauch 7 bis 8 Stunden am Leben erhalten werden, wobei ihm die Möglichkeit zu Bellen genommen wurde und er, wie eines Abbildung zeigt, mit dem den Saft aufnehmendem Gefäß herumlief. Andere verfehlten das zu wiederholen.

Als Katholik durfte DE GRAAF in den protestantischen Niederlanden keine Professur erwarten, starb allerdings auch schon 1673 im Alter von 32 Jahren, nachdem er Arzt in LEEWENHOEKs Heimatstadt Delft gewesen war. Der Prioritätsstreit mit seinem Leidener Kommilitonen SWAMMERDAM über die Erfindung der Injektion von gelösten Farbstoffen in Gefäße hat ihn sicherlich geärgert, aber wohl




Abbildung 1163: DE GRAAF: Pankreassaft-Auslaufen.

kaum, wie gemeint, seinen Tod ausgelöst.

Im Jahre 1667 war er in Paris, wo seine Dissertation über die Pankreasfistel gedruckt worden war. Im Hause eines Mäzens der Forschung, bei PIERRE-MICHON BOURDELOT habe er bei einem Hunde die Pankreas exstirpiert. JOHANN KONRAD BRUNNER habe eine Pankreas nur **teilweise exstirpiert** und der überlebende Hund wurde durstig, hungrig und pinkelte viel (N. MANI 1976, S. 192). Das darf für Merkmale einer Diabetes gelten. Noch bis ganz ans Ende des 19. Jh. sollte es dauern, bis die als unmöglich geltende Pankreasexstirpation in Straßburg erneute zustandekam und die damals herrschenden Vorstellungen über Diabetes umkrempelte.

## Zu Fortpflanzungsorganen resp. "Eiern" beim Menschen: DE GRAAF

REGNIER DE GRAAF (M. KLEIN 1972) entdeckte **1672** im Eierstock der Menschenfrau und hat untersucht bei Kuh und Kaninchen und anderen Säugetiren die nach ihm benannten Follikel ("**Graafsche Follikel**"), gelbliche Gebilde, die er fälschlicherweise für die Eier hielt. Es war die zweite große Entdeckung des DE GRAAF. DE GRAAF wies die aristotelische Auffassung zurück, daß der Keim nur vom Manne herstammt. Von DE GRAAF stammt der Begriff "Ovarium" für den Eierstock.

## Abwege in der Erforschung der Befruchtung

Gefunden also war ein vermeintliches Säugetier- und damit Menschen-Ei, 1672, durch DE GRAAF, und damit der Beginn eines neuen Säugetierwesens. Bekannt war das Sperma und nun, 1674, darin sogar die allerdings zunächst mißverstandenen 'Samentierchen'. Was aber geschah bei und nach der Begattung, wohin floß der Samen und was war mit dem Ei? HARVEY betonte, daß jedes Lebewesen aus einem Ei entsteht, "ex ovo omnia", das war bei ihm jedoch eine noch ziemlich unbestimmte Sache. Und seine Obduktionen von Hirschen nach der Begattung führte auf Irrwege (D. GOLTZ 1986), angesichts von HARVEYs Autorität schwierig zu überwinden.

Anregung zu embryologischen Untersuchungen hatte HARVEY in Padua bei FABRICIUS AB AQUAPENDENTE erhalten. Noch vor der Entdeckung des Blutkreislauf hatte er in London an Hühnereiern mit Untersuchungen begonnen. Als im Jahre 1651 HARVEY (G. ZIRNSTEIN 1977) im Alter von 73 Jahren noch eine umfangreiche Altersschrift über die Fortpflanzung der Tiere, "Exercitationes de Generatione Animalium" veröffentlichte, war sein Förderer, der ihm die Hirsche zur Untersuchung gelieferte hatte, sein königlicher Herr KARL I., schon 2 jahre tot. Und geblieben war der nun nicht weiter erforschbare Befund: Nach der Begattung fand man in den Geschlechtsorganen der getöteten Hirschweibchen, nicht in der Vagina und nicht im Uterus, etwas von dem erwarteten Sperma, dessen 'Samentierchen' allerdings noch nicht bekannt waren und nicht zu erwarten waren Aber auch ein junger Embryo war nicht zu erblicken. Nach der Brunst und der Begattung am Leben gelassene Hirschweibchen wurden nach etlicher Zeit dennoch schwanger und trugen auch die Jungen aus. Eine Befruchtung hatte also wohl auch bei der vorher getöteten Tieren stattgefunden. Außerdem legten, bei anderen Tieren bekannt, Bastarde einen Anteil beider Elterntiere nahe. Der Samen, der verschwand, schien also immateriell zu wirken, als eine "aura seminalis", ein unkörperliches Agens der Befruchtung. So etwas hatte auch ARISTOTELES angenommen. Und so wurde nun vermutet, daß auch der ins Wasser ausgestoßene Samen männlicher Fische die vom Weibchen abgesetzten Eier nur von außen her belebt.

Hypothesen stiegen empor. Es wurde etwa angenommen, daß das Sperma durch die Wand des Uterus in die Blutbahn übertritt und von dorther die Befruchtung erledigt oder wenigstens in die Poren des Uterus wie Wasser in der Wand eines Tongefäßes aufgenommen wird, letzteres bei BORELLI (D. GOLTZ 1986). Was das lange Fehlen eines Embryo in den einige Zeit nach der Begattung obduzierten Hirschweibchen betrifft, so war unbekannt, daß bei diesen Tieren eine verzögerte Embryonalentwicklung stattfindet, ja erst, wie man später erkannte, gegen 4 Wochen nach der Brunst überhaupt ein Ei ausgestoßen wird. Günstige Versuchstiere

- ungünstige Versuchstiere - hier also auch die Tücke des Objekts.

HARVEY experimentierte wie sein Paduaner Lehrer FABRICIUS AB AQUAPENDENTE auch an Hühnern, und nach dem Tode von KARL I. blieb ihm nur das. Der Biograph AUBREY schrieb (Orig. Engl.) über HARVEY in Oxford 1642, "daß er oft in das Trinity College zu einem George Bathurst ... kam, in seinem Zimmer eine Henne hielt, die Eier legte, die sie täglich öffneten, um Fortschritt und Wege der Entwicklung festzustellen." FABRICIUS AB AQUAPENDENTE hatte gemeint, daß eine einmalige Begattung beim Huhn für lange Zeit ausreicht. HARVEY mit seiner auch bei GALEN gegebenen naturphilosophischen Begründung, daß die 'Natur nichts umsonst macht', veranlaßte allerdings die dauernde Wollust und dauernde Begattung durch die Hähne zu Bedenken. HARVEY isolierte Hennen um festzustellen, wie lange sie ohne Hahn noch Eier legen.

HARVEY betonte den ersten pulsierenden Blutstropfen im sich entwickelnden Hühnerei als Träger des Lebensprinzips. Dieser auch von ARISTOTELES hervorgehobene "punctum saliens" lebt als "springender Punkt" sogar in unserer deutschen Alltagssprache fort.

Die Kirche suchte bei der Menschenembryologie nach dem Zeitpunkt der Beseelung.

## Verdauung – chemische Vorgänge im Organismus

VAN HELMONT und andere, SYLVIUS DE LA BOE (E. R. RAGLAND 2008), sahen in der **Verdauung** einen **chemischen Vorgang**, eine Art Verkochen, vergleichbar Vorgängen, die der Alchemist in seinen Apparaten durchführte, etwa das Aufschäumen beim Zusammenbringen von Säure und Base.. Und das Zusammenwirken von sauren und salzig-basischen Substanzen sollte auch in der Verdauung stattfinden. Sauer oder basisch wurde oft noch kaum mit Indikatoren mit Farbumschlag ermittelt, sondern durch Geschmacksprüfung. DE GRAAF sollte und wollte auch zur Ermittlung von sauer oder basisch den Pankreassaft gewinnen.

Wenn auch der Alchemist nicht den Vorgang im Gedärm direkt nachahmte, bestand also doch die Vorstellung, daß Lebensvorgänge auch außerhalb des Organismus wenigstens in vergleichbarere Weise abliefen – eine **Vorwegnahme** der möglichst völlig im Gefäß, im 'Glas', "**in vitro**", durchgeführten Lebensvorgänge ab dem Ende des 19. Jh.

## Entwicklung und vor allem Metamorphose bei Insekten

Auch heute fast als selbstverständlich erscheinendes Schulbuchwissen mußte gewonnen werden.

Die **Entwicklungsstadien bei Insekten**, nur bei einem Teil in scharf getrennten Stadien, war in großen Zügen bekannt, aber für zahlreiche Arten stand die Aufzeichnung der verfolgten Umwandlung noch aus. Es war einst eher als Sondererscheinung gedeutet worden, als so etwas wie eine 'Art'-Umwandlung, wenn die Umwandlung einer Raupe in einen Schmetterling oder eine andere Umwandlung bekannt wurde (B. W. OGILVIE 2012). **Larven** und fertige Insekten, **Imagines**, wurden als getrennte Formen, 'Arten', beschrieben. Mit **Aufzuchtversuchen** wurde bekannt, daß bei eingen Gruppen von Insekten, Schmetterlingen, Käfern, Fliegen, Bienen, eine völlige **Metamorphose stets** vorkommt und konnten **Larven** und Fertigformen, **Imagines, vereint** werden Es war der Niederländer JOHANNES GOEDAERT (B. W. OGILVIE 2012, P. W. van der PAS 1972) in Middelburg, der in solchen Untersuchungen ab 1635 voranging und über diese nach 25 Jahren 1660 - 1669 veröffentlichte. Andere übersetzten das Werk "Metamorphosis naturalis" des wohl nicht des Lateinischen kundigen ins Lateinische und Englische und Französische.

Beobachtungen zur Insektenentwicklung lieferte der 1672 37-jährig gestorbene FRANCIS WILLUGHBY (B. W. OGLIVIE 2012). Bekannt war ihm, daß aus Raupen oft andere Raupen hervorkriechen, sie durch in ihnen parasitierende **Schlupfwespen** bei lebendem Leibe ausgefressen wurden. Die Schmarozterraupen führte er auch auf Urzeugung zurück. Aber das Eintragen von mit Eiern von Grabwespen belegten Raupen in eine dann verschlossene Höhle war ihm bekannt, was FABRE im später 19. Jh. wiederentdeckte (S. 365 f., 371). RAY (B. W. OGLIVIE 2012), der mit eng WILLUGHBY zusammengearbeitet hatte und als Botaniker und Physikotheologe hervorgetreten war, wandte sich mit schon geschwächter Gesundheit ab 1690 in den letzten 14 Jahren seines Lebens den Insekten zu, von denen er, der ja den 'Art'-Begriff schuf, etwa 10.000 Arten vermutete, mindestens so viele wie es Pflanzen-Arten geben könnte. Neben der Beschreibung etwa der englischen Tagfalter und der Verzweiflung an den Motten, unternahm auch er Aufzuchtversuche, trug Larven wie etwa Raupen in sein Haus in Black Notley und beobachtete, was sich aus den einzelnen Formen über die Puppen (chrysalis) entwickelte.

Unter den Deutschen war es MARIA SIBYLLA MERIAN (L. WÜTHRICH 1994), aufgewachsen in Frankfurt am Main, Tochter des bekannten Kupferstechers MATTHAEUS MERIAN der Ältere und aufgewachsen beim Stiefvater JACOB MARRELL, der Blumen und Stilleben malte. 1670 zog Frau MERIAN mit ihrem Ehemann, einem Buchverleger, nach Nürnberg. Sie trug nachweisbar seit 1674 Insekten, Schmetter-

linge und Käfer zusammen, verfolgte ihre Metamorphose und malte die Entwicklungsstadien, veröffentlichte sie in einem ersten Teil ihres "Raupenbuches" 1679. Stets malte sie auf den Bildern auch die offensichtlich bevorzugte Futterpflanze, denn auf ihnen fanden sich die Raupen, die man auch in einem Karton sich verpuppen und zum Schmetterling entwickeln lassen konnte. M. S. MERIAN führte solche Untersuchungen **auch in einem Tropenlande** durch, im niederländischen **Surinam**, wo ihr Schwiegersohn als Kaufmann lebte und wohin 1699 die 52.jährige reiste. Die jüngere Tochter war wiederum Gehilfin, Sie lebte von ihrem Mann getrennt und schloß sich einer religiösen Sekte, den Labadisten, an. Ihrer Gesundheit wegen mußte Frau MERIAN im Sommer 1701 nach Europa zurückkehren. Wohl wie alle ihre Forschung und ihr künstlerisches Wirken hat sie selbst finanziert und gab ebenso auf eigenes Risiko 1705 in Amsterdam das Prachtwerk 'Metamorphosis Insectorum Surinamensium' heraus.

## Zur Fortpflanzung von Schnecken und Muscheln

LEEUWENHOEK (1697) wurden 1695 in Gartenerde gefundene kleine **Eier** gebracht. Als er sie feucht aufbewahrte krochen aus ihnen eines Tages winzige **Weinbergschnecken**, "Wine-yard Snails", heraus. So war also auch die Fortpflanzung dieser Tiere geklärt. Widerlegt war, daß Weinbergschnecken aus am Boden liegenden feuchten Laub hervorgehen (S. (794)). Und schließlich konnte an einer in ein Glas gesetzten Weinbergschnecke beobachtet werden, daß sie Eier legte. Im Schleim einer LEEWENHOEK gebrachten frischen **Auster** konnte er auch Eier feststellen. Aber nicht bei allen Austern war das zur gleichen Zeit festzustellen, also waren manche Befunde nur zu bestimmten Zeiten und an manchen Tieren zu bekommen und zeigten, daß Naturgeschehen mit Geduld festgestellt werden mußte.

## Weiteres in der Physiologie bei Tieren - Schwimmblase der Fische

GALILEI verfolgte das Schwimmen und Absinken von Körpern im Wasser und war demzufolge hoch interessiert, wie es Fische fertig bringen, in ganz verschiedenem Wasser, mit Flußschlamm oder Salz, "in völliger Ruhe überall" zu "verharren". Er führte es zurück (1987, S. 342) auf "eines von der Natur zu diesem Zwecke ihnen verliehenem Organes ... jener kleinen Blase", später sagte man Schwimmnblase, die durch eine kleine Öffnung mit dem Munde kommuniziert, und wodurch die damit ausgestatteten Fische Luft einziehen oder ausstoßen können.

## Auch fast Selbstverständliches war zu untersuchen: Atmung der Wassertiere

Brauchen auch Fische und auch Wasserinekten im Wasser Luft? Augenscheinlich schon. Aber experimentell festzustellen war auch das, da eben nichts selbstverständlich sein mußte. Auch hier war es der umfassende Experimentator HAUKSBEE (1719, S. 306 ff.), der Wassergefäße, in denen sich Fische befanden, mit einer Hülle bedeckte. Die Fische sanken bauchaufwärts zum Grund. Die Bedeckung wurde entfernt. **Luft** konnte wieder **zum Wasser** treten. Die gerade noch lebenden Fische erholten sich. Nicht Wasser allein, nur in Verbindung mit der hinzugerteten Luft genügt es dem Leben der Wassertiere. In im kalten Winter mit Eis bedeckten stagnierenden Gewässern hat das Hacken von Löchern in das Eis auf der Oberfläche also durchaus seinen Sinn. Fließgewässer sind genügend reich an Luft. Der französische Naturforscher DUTROCHET hat viel später, 1833, an Kiemen von im Wasser lebenden Insektenlarven die Verwandlung der im Wasser gelösten Luft in die des gasförmigen Zustandes untersucht (G. H. MÜLLER 1985).

## Präformationstheorie gegen Epigenesis und gegen die Annahme von Urzeugung

Entstehung fertiger Organismen aus lebloser Materie, Urzeugung, generation spontanea, sei es vielleicht bei PARACELSUS sogar ein angeblich Bienen erzeugender Pferdekadaver, wurde immer wieder für namentlich kleinere Organismen immer wieder angenommen. Auch, wenn das der Erschaffung aller "Arten" am Anfange widersprach. Es wurde also zweigleisig gefahren: 1. Entstehung neuer Individuen durch Elternzeugung, 2. durch Urzeugung, Generatio spontanea. 3. dann noch ungeschlechtliche Vermehrung durch einen Elter.

Für Lebewesen mit dem durch die Vergrößerung erschlossenen komplizierten Feinbau, dargestellt etwa bei SWAMMERDAM, mußte es zweifelhaft werden, daß sie durch Urzeugung entstehen könnten. Die Urzeugung, die Spontanentstehung höherer Organismen, wurde dann auch im Zusammenhang mit den theoretischen Vorstellungen über Entwicklung, mit der **Präformationstheorie,** zweifelhaft. Und Urzeugung, das erschien auch als das Atheistische (CH. SLEIGH 2012, S. 379).

Bisher galt, auch bei HARVEY, die **Epigenesis-Theorie**. Ein neues Lebewesen bildete sich aus einer unstrukturierten winzigen Masse, die bei HARVEY als "Ei" galt, wie immer im einzelnen beschaffen.




Abbildung 1164: HARVEY 'De Generatione' 1651.

Gemäß der **Präformationstheorie** lagen die neuen Lebewesen winzig klein vorgebildet, "präformiert" vor, dem späteren Organismus ähnlich. Die "**Ovulisten**" sahen den vorgebildeten Keim im Ei, die "**Animalkulisten**", wie namentlich die ersten Spermatozoen-Erforscher HARTSOEKER (J. G. VAN CITTERT.EYMERS 1972) und LEEUWENHOEK (P. SMIT), in den Spermien, den "Samentierchen". Die samentierchen im menschlichen Sperma waren dann winzige "**homunculi**". Embryonalentwicklung war Auswicklung, "**evolutio**", und Vergrößerung dieser winzigen Keimchen, ein mechanisch verstehbarer Vorgang. So wie die Knospen der Bäume im Herbst klein unter Blattschuppen völlig angelegt sind und sich bei einem warmen Frühlingsregen rasch entfalten, wenn ihre Zeit gekommen war. Die "Samentierchen" wurden bald wieder verkannt, galten als Parasiten im Sperma und sollten zur Befruchtung nicht beitragen.

Schon LEEUWENHOEK sah bei von ihm untersuchten Organismen keine Urzeugung. Die in mancherlei Form viel angenommene **Urzeugung schränkte** dann **gewaltig ein** FRANCESCO REDI (**1688** / 1909; L. BELLONI 1959, 1975, R. SOLLA 1938). Geboren 1626 in Arezzo in einer adligen Familie, wurde der von den Jesuiten erzogene Arzt-Sohn F. REDI in Pisa Mediziner und war schließlich Leibarzt der Medici in Florenz. REDI war auch Dichter und wirkte für die Festlegung der zum Hochitalienisch gewordenen Sprache der Toskana, in der Accademia della Crusca in Florenz.

1668 wies REDI experimentell nach, daß in mit einem Drahtnetzt bedecktem




Abbildung 1165: REDI.Florenz.

verfaulendem stinkenden Fleisch und auch Kot, zu dem Fliegenweibchen zur Ei-Ablage keinen Zutritt hatten, sich keine Fliegenmaden, also Larven, entwickelten. War sich zersetzendes Fleisch oder Kot für etwa die grünen Aas-Fliegen zugänglich, erschienen bald Maden, also Larven aus dort von Fliegen abglegten Eiern. Mit der Durchführung von Experimenten unter verschiedenen Parametern, Fleisch unbedeckt und bedeckt, hatte REDI das **Kontrollexperiment** in das biologische Experimentieren eingeführt (J. SHECTMAN 2003). Nur durch das rechtzeitige Fernhalten von Fliegen vom Fleisch war der Nachweis von der Notwendigkeit der Fliegen-Eier zur Fliegen-Erzeugung zu erbringen. Fliegenlarven entstanden also im verfaulenden Fleisch offensichtlich nicht in Urzeugung, **nicht "spontan**". REDIs Befunde widersprachen also vielen antiken Autoren und ihren Nachbetern, denn es gab zahleiche Urzeugung behauptende Schriften über "generatione".

REDI, der damit einen wichtigen Beitrag zum Wissen über die Lebewesen leistete, hatte damit gleichzeitig das Prinzip des Fliegenschranks erfunden. REDI unternahm zahlreiche Versuche, mit verschiedenem Fleisch, um möglichst dem Einwand vorzubeugen, daß er nun gerade nicht das für Urzeugung geeignete Fleisch gewählt hatte. REDI erwähnt Fleischstücke von Schlangen, Tauben, Hähnchen, Gänse, Enten, Schwalben, Pferd, Schaf, Ochse, Damwild, Büffel, Löwe, enthäutete Frösche, Aal und andere Fische. Tote, also nicht mehr eierlegende Fliegen in geschlossenen Gefäßen brachten keine Fliegen-Maden hervor. In Erde vergrabenes Fleisch zersetzte sich nicht unter Erscheinen von Fliegen-Maden. Auch in sich zersetzenden

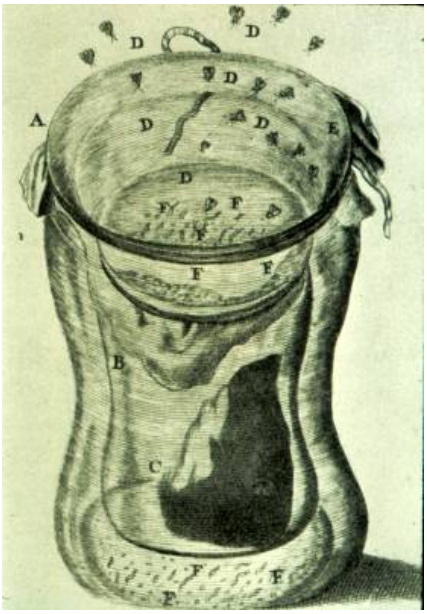


Abbildung 1166: REDIs Fliegen-Fleisch-Versuch.

Früchten, in sich zersetzendem Holz vorhandenen Tiere sollten nicht das Ergebnis von Urzeugung sein. Auch für Eingeweidewürmer, die er in etlichen Tierarten entnahm, selbst aus Tintenfischen, sollte Urzeugung nicht gegeben zu sein. Bei Spinnen fand REDI entgegen ARISTOTELES Fortpflanzung durch Eier. "Würmchen" in **Gallen**, also jene knopfartig oder wulstig geformten Gebilde auf Blättern oder anderen Pflanzenteilen und von denen REDI über 20.000 öffnete, sollten aber nicht durch Stiche von Insekten von außen entstehen. Die "Würmchen" in ihnen sollten spontan entstehen. Schließlich bildete die Pflanzen auch Früchte und in ihnen Samen, ein seinerzeit von kaum verstandener Vorgang.

Die auf der Haut juckende **Krätze** fand REDI verbunden mit dem Auftreten eines kleinen, übertragbaren 'Würmchens", der später als zu den Milben einzuordnenen Krätze-Milbe.

In zahlreichen weiteren Experimenten an Organismen enthirnte REDI etwa Schildkröten und Säugetiere, untersuchte das Viperngift und andere Gifte. REDI konnte auch bestehende Annahmen zurückweisen, so daß Sassafrass-Holz Meerwasser in trinkbares Süßwasser verwandelt und Chamäleons allein von Luft leben (1663). REDI sezierte Chamäleons und fand in deren Magen kleine Tierchen und Pflanzenreste. Er verfolgte die ihm fast wunderbar erscheinende fiebersenkende Wirkung der aus Südamerika eingeführten Chinarunde.

ANTONIO VALLISNERI (J. FRANCINI 1931), Mediziner, der in Scandiano bei

Reggio Emilia lebte und in Padua lehrte, bewies die Entwicklung aus Eiern und nicht durch Spontanzeugung für weitere Insekten, so für Wildbienen, Schlupfwesen, Insekten in Pflanzengallen etwa bei Weiden, die aus in die Blätter hineingestochenen Eiern stammen. Es wurde zunehmend die Vorstellung, daß es keine Urzeugung gab, mehr auf die ganze Organismenwelt ausgedehnt. Es waren im Körper natürlich die Samentierchen und Eier vorhanden. Alle kommenden Generationen sollten gemäß VALLISNERI und CHARLES BONNET in den präformierten Keimchen in noch kleinerer Gestalt schon vorgebildet "eingewickelt" sein. Es entstand auch in der Welt der Organismen seit der Schöpfung nichts Neues. Es "wickelte" sich nur Vorhandenes, am Anfang Geschaffenes, aus. Das ganze Menschengeschlecht, heißt es bei VALLISNERI (s. 1739, S. 443), hat bis "an das Ende der Zeit ... in den Eyer-Stöcken der Eva gestecket ..." und "Dahero ist das Gebohren werden der Menschen, der Thiere und der Pflantzen, und alles wa auf Erden ist, nichts anders als ein zum Vorschein kommen desjenigen, was vorhero eingewickelt, verborgen, und in einem überaus engen Raum eingeschlossen war; ..." (S. 442). VALLISNERI wurde intellektuell unterstützt durch die ihm wohl auch emotional nahestehende Contessa CLELIA GRILLO BORROMEO und zeugte andererseits mit seiner Ehefrau 18 Kinder.

Den Körper auch des Menschen und der Tiere als Maschine und die Embryonalentwicklung als mechanische Auswicklung zu sehen sowie die Ablehnung der Urzeugung paßten in das Bild von der mechanisch funktionieren Weltenuhr wie auch in das Bild von den Organismen als komplizierte Maschinen. Nicht das Organische, nicht die Lebewesen waren das Primäre und nicht von ihnen her war auch die unbelebte Welt zu erklären, sondern Mechanik, etwa Hydromechanik, erklärte auch die Lebenserscheinungen. Von den **Auffassungen des ARISTOTELES** war man damit **weiter entfernt als jemals** davor und oftmals danach.

Gab es **keine Urzeugung**, dann war das auch **für die christliche Religionslehre besser**, weil Lebewesen dann einen Ursprung in Schöpfung haben mochten und die Materie nicht von sich aus Leben hervorbrachte, nicht Spontaneität entfalten konnte. "Auferstehung" gemäß der Religionslehre sollte nichts mit Urzegung zu tun habe, sollte außerhalb der Naturforschung stehen.

Andererseits erschien anderen das Organische, **das Leben** als **das Primäre**, und die.anorganische, die leblose Welt, wirkte für sie.

Wenn Fortpflanzung von irgendwelchen Lebewesen untersucht wurde oder klar wurde, daß kleine Lebewesen, "Animalcula", offenbar erst im Laufe längerer Zeit in abgestandenem Wasser erschienen, erhob sich immer wieder die Frage nach ihrem Ursprung und wurde Urzeugung diskutiert. Als JOHN HARRIS (1696) 1694 die winzigen Lebewesen in etwa 2 Monate lang abgestandenem Regenwasser oder

1696 in grün gefärbten Pfützen unter dem Mikroskop beobachtete, erstand auch ihm die Frage nach der Herkunft dieser "Animalcula". HARRIS hielt es dann für wahrscheinlich (S. (258)), daß so wie die größeren Insekten Eier an Blüten und Blätter legen, die winzigen Kleinlebewesen unter dem Mikroskop eben wegen ihrer Winzigkeit auch mikroskopisch nicht sichtbare Eier abscheiden, aber eben sich durch Eier vermehren. Eine Urzeugung sollte auch hier wohl nicht vorliegen.

Die Widerlegung der Urzeugung durch REDI ebenso wie die Maschinenauffassung von Lebewesen blieb aber nicht von REDI und Zeitgenossen an nun für alle Zeiten anerkannt. **Um 1780 begann man wieder mit Urzeugung auch höherer Organismen** wenigstens in früheren Erdzeitaltern **zu rechnen und lebenseigene. 'vitale' "Kräfte"** wurden wieder angenommen. Verkürzte Biologiegeschichte hat das übersehen.

## Noch ein Irrglaube: Palingenesis

Es gab die Annahme, daß verbrannte Pflanzen sich aus ihrer Asche wieder erheben, regelrecht wieder auferstehen. Das galt sogar als wenigstens Symbol für die Auferstehung von Jesus. BOYLE (A. M. ROOS 2011) etwa hielt diese Palingenesis für gegeben.

## Gifte – Eigenschaften und Wirkung: Toxikologie

Gifte konnten zu Mordabsichten bewußt eingesetzt werden, aber durch giftige Tiere oder Pflanzen konnte es auch zu Unfällen kommen und der Arzt war in jedem Falle gefragt.

REDI untersuchte experimentierend das **Gift der Vipern**. An Zähnen wurde es in Wunden gepreßt und wirkte im Blut, also auch, wenn es auf offenen Wunden getröpfelt wurde. Ein Mann verschluckte eine Vipern-Galle, die als Sitz des Giftes angenommen wurde, und es geschah nichts, ebensowenig wenn es durch den Mund aufgenommen wurde, wozu etwa Tierversuche unternommen wurden (R. SOLLA 1938). Mit Vipern-Gift vergiftete Tiere wurden ohne üble Folgen verspeist.

**Pflanzengifte an Tieren** und auch in ihrer Wirkung im Körperinneren untersuchte JOHANN JACOB WEPFER (A.-H. MAEHLE 1985, P. E. PILET 1976), geboren 1620 in Schaffhausen und hier 1648 Stadtarzt. Der leistungsstarke Arzt wurde auch an Fürstenhöfe gerufen und bildete auch ohne Universität junge Leute aus, die "Schaffhauser Schule", mit PEYER und BRUNNER. Als im badischen

Dorf Almanshofen 8 Kinder vom Wurzelstock des Wasser-Schierlings, *Cicuta virosa L.,* gegessen hatte, erkrankten sie schwer und 2 starben. Die Vergiftung erfolgte ganz anders als sie von Schierlings-Becher des SOKRATES im antiken Athen überliefert worden war und es war klar, daß letzterer vom Gefleckten Schieling, *Conium maculatum L.,* zum Tod gekommen war. Es lag nahe, die Wirkung der verschienenen giftigen Pflanzen auch vergleichend zu erforschen und so mußten Tiere, Hunde sowie Wolf, Katze, Taube, Storch, Mäusebussard, giftige Pflanzenteile und andere Gifte schlucken und wurden dann der Vivisektion unterzogen, einschließlich des Aufschneidens der Blutgefäße. Makroskopisch ließ sich im Darm allerdings oft nichts finden und Blut und Lymphe erschienen unverändert. Immerhin wurden die verschiedenen äußeren Giftwirkungen registriert und der Weg in die Toxikologie eröffnet. WEPFER sah auch die Vergiftungen mit Quecksilber an Arbeitern, die mit dem Metall in Berührung kamen.

## Mit neuer Physiologie und Anatomie zu geänderter Medizin und Pathologie - Pathologische Anatomie und Physiologie

Die Entdeckungen von HARVEY und anderen ließen neue, auf den neuen Erkenntnissen begründete **neue Konzepte** (N. MANI 1983) auch für den Arzt aufkommen. **Zusammenfassend** in der Lehre für Hunderte zu ihm strömender Studenten vermittelte das BOERHAAVE in Leiden und führte in das nächste Jahrhundert.

**Mit der Kreislauflehre** wurde **verstehbar**, warum sich Gifte oder auch Pharmaka im ganzen Körper ausbreiteten und zwar auch von der unverletzten Haut aus, sofern von dort Substanzen wie Schlangen- oder Tollwutgift in hautnahe Venen dringen. HARVEY erwähnt die Wirkung von auf die Fußsohlen gelegten Knoblauch. Auf die Haut geriebene Spanische Fliege trieb den Harnfluß. Flüssigkeiten wie Blut und Lymphe erklärten etliches und unterschieden sich von der überlieferten antiken Säftelehre.

Manche wissenschaftlichen und medizinischen Disziplinen werden immer einmal wieder begründet und ihre Protagonisten wollen dann erscheinen wie am Anfang der Welt. Aber es gab und durchaus nicht unentwickelt so etwas wie **Pathologische Physiologie und Anatomie** schon im 17. Jh. Mit der Leichensektion wurden anatomische Veränderungen bei Krankheiten gefunden und also eine Ursache nahegelegt. Pathologische Anatomie und Pathologische Physiologie erschienen sogar verknüpft, als WEPFER fand und **1658** veröffentlichte, daß der Schlaganfall, die **Apoplexie**, in einem **Bruch von Blutgefäßen im Gehirn**




Abbildung 1167: Voller Hörsaal b. BOERHAAVE.




Abbildung 1168: BOERHAAVE Titelblatt.

und - so bei ihm - in der unterbrochenen Zufuhr arteriellen Blutes zum Gehirn besteht. Bei 4 Toten nach Schlaganfall hatte WEPFER (N. MAI 1976) die Gehirne aus dem Schädel genommen und untersucht. GIORGIO BAGLIVI bestätigte WEPFERs Befunde, als er 1694 bei dem verstorbenen päpstlichen Leibarzt MALPIGHI nach der Öffnung von dessen Schädel auch eine dem Tod vorangegangene Apoplexie feststellte. BAGLIVI, der Arzt aus Dubrovnik, war Schüler und Mitarbeiter von MALPIGHI gewesen. Öfter berichtet wurden kuriose Einzelfälle körperlicher Veränderungen, oder auch von Anfang an vorhandener Mißbildungen. JOHANN CONRAD PEYER (N. MANI 1983) beschrieb 1678, wie er bei der Leichensektion eines nach schwerer Atemnot grausam gestorbenen 16-jährigen Jünglings **Lungen und Herz verklebt**, das Herz mit dem Herzbeutel, dem Perikard, verwachsen fand. Dieses Herz konnte das Blut nicht mehr ausreichend antreiben. Den fast unfaßbaren äußeren Symptomen stand als eine anatomisch erklärbare Ursache gegenüber. Immer wieder haben die Männer der Pathologischen Anatomie auch irreparable Organschäden sehen müssen. So die Leberzirrhose. HARVEY (N. MANI 1983) wird zitiert mit der Bemerkung, daß die Leichensektion von an chronischen Leiden oder Giften Gestorbenen mehr bringt als die Obduktion von 10 im gesunden Körperzustand Gehängten. MALPIGHI suchte Krankheitserklärungen dann sogar im mikroskopischen Bereich. Mit neuen Entdeckungen konnte auch Neues für den Mediziner erwartet werden. Aus einer aus der Antike übernommenen "abgeschlossenen Krankheitslehre wurde eine für zukünftige Forschungsergebnisse offene Pathologie" (N. MANI 1983, S. 115).

Stand der Mediziner auf dem Boden der Annahme vom **menschlichen Körper** als einer mechanischen **Maschine**, dann konnte er sich als der **Reparateur dieser** Maschine sehen und mußte sie verstehen. Als Arzt hat etwa THOMAS SYDENHAM diese Maschinenauffassung kritisiert.

## Lassen sich "Krankheiten" klassifizieren?

SYDENHAM, der manche Krankheitsbilder erstmalig klar beschrieb, versuchte die **Krankheiten zu klassifiziern** (J. BLEKER 1984, 1985), sie in ein Klassifikationssystem zu bringen. Wie sollte es geschehen? Nach äußeren Merkmalen, also Durchfall, Fieber, Erbrechen usw.? Nach einem Zusammenklang gewisser Symptome? 'Ursachen' wurden im allgemeinen erst später entdeckt, durch die Bakteriologie.

Es war ein später immer wieder aufkommendes Konzept, daß Krankheiten eigene Wesenheiten sind, so etwas **wie Organismen**, sich wie diese unterscheiden lassen, ob sie nun von außen her in ein Lebewesen hinfahren oder in ihm entstehen. Sie sollten sich in der Zeit auch verändern, also ihre Auswirkung wie bei der Syphi-

lis nicht immer gleichartig sein. Wie aber, müßte man auch fragen, konnte die wohl eher graduelle Säfteverschiebung gemäß HIPPOKRATES zu klar trennbaren Krankheiten führen?

## Für den Arzt: "System" oder gesonderte Einzelfälle Deduktion oder nur Empirie

Es begann der weitergehende Streit, ob es irgendwelche grundlegenden Vorgänge im Körper gibt, aus denen sich jedenfalls vieles von Gesundheit und Krankheit aus einem Gemeinsamen ableiten lasse oder ob immer wieder nur der **Einzelfall** mit Besonderheiten zur Debatte stehen muß. Ein solches "**System**", aus dem die großen Züge von Gesundheit und Krankheit abgeleitet wurden, war die "Säftelehre" des HIPPOKRATES gewesen. Was der Chirug behandelte, der von den Ärzten des Inneren eher verachtet wurde, gehörte nicht dazu. Gerade der Chirurg, der ausgekugelte Gelenke einrenkte und Blasensteine schnitt, war alelrdings meistens erfolgreicher als der etwa mit Aderlaß arbeitende rechte Mediziner. Mit den neuen Erkenntnissen gab es neue Systeme, lange nicht die letzten in der Medizinentwicklung. BELLINI (TH. M. BROWN 1970) führte Grundlegendes in Gesundheit und Krankheit auf den Kreislauf zurück, auf die bei den einzelnen Menschen nicht gleiche Blutgeschwindigkeit. In Edinburg baute auf dieser "Hydraulischen Iatromechanik ARCHIBLAD PITCAIRN auf, der auf eine mathermatische und "Newtonsche" medizinische Theorie hoffte. BAGLIVI (M. D. GREMEK 1970) wollte die Ableitung von den Lebenseigenschaften der Fasern (fibrae), aber lehnte auch Systeme ab. Und immer wieder wird sich auch in weiterer Zukunft der Widerspruch zeigen, daß auch die Gegner der "Systeme" ein eigenes System einführten, wohl manchmal fast unbewußt, eines, das ihnen vielleicht als das einzig richtige erschien.

**Deduktion und Empirismus** - wie auch in anderen Wissenschaften also ebenso am Krankenbett.

## Seuchen noch immer - auch furchtbare

Sah man in der **Krätzemilb**e nicht nur eine Folge, sondern die Ursache der juckenden Hautkrankheit Krätze, dann war an Mikroparasiten und deren Ausbreitung, also **Infektiosität,** auch für andere Krankheiten zu denken. Das wurde immer wieder hervorgeholt, aber noch bis in die 1870-er-Jahre auch immer wieder bestritten.

Ein furchtbares Seuchengeschehen, dessen Infektiosiät nahe lag, war noch immer die **Pest**. London wurde im Herbst 1665 von einer Pest heimgesucht, wobei man auch auf ein baldiges Ende des Sterbens hoffte. PEPYS (1980, S. 329): "16. 10. 1665 - Ich ging zum Tower, aber mein Gott, wie leer die Straßen sind und öde, lauter arme Leute voller Schwären ... jeder spricht davon, der sei tot und der sei krank ... ich höre, daß in Westminster kein einziger Arzt und nur ein Apotheker übrig ist, alle gestorben, aber daß große Hoffnung auf ein Zurückgehen der Krankheit diese Woche besteht

### Geschlechtlichkeit der Blütenpflanzen

Einen gewissen wichtigen Abschluß dieser Zeit bedeutete der Nachwies von RUDOLF CAMERARIUS, daß, jedenfalls bei von ihm untersuchten Pflanzen, die Narbe der Blüten zur Samenreife mit Pollen belegt werden muß, entdeckte also die **Bestäubung der Blütenpflanzen** (s. dort).

### Ordnung bei den Lebewesen

Die beschreibende und **systematisierende Zoologie** setzte der Engländer JOHN RAY fort. Er definierte den Begriff der "Art", der Spezies, als Angehörige miteinander sich paarender Organismen.

## Protoindustrialisierung. Bodenschätze. Chemische Technologien und Anfänge der Chemie als eigener Wissenschaft

### Protoindustrialisierung

Manche Herstelllung etwa von **Waffen**, so im Dreißigjährigen Krieg, oder von **Substanzen** war regional **so lonzentriert,** daß von eine Proto-Industrialisierung gesprochen werden kann.

Die Häufigkeit von **Familiennamen,** wie sie nun aufkommen, spricht für die Häufigkeit der Berufe, all der Müller und diese oft noch untergliedert wie Holzmüller

und dergleichen, all der Schmied, Schmidt usw., der Köhler, Bergmann, Zimmermann, Glaser. Etwa im Tschechischen gibt es dieselben Namen auf Tschechisch: Löser von les = Wald, also Förster, Stekler von sklo = Glas, also Glaser. .

## Ressourcen der Erde

Stoffe werden fertig von der Natur geliefert oder müssen aus solchen Substanzen durch chemische Verfahren hergestellt werden.

Auch im 17. Jh. wurden neue Ressourcen und damit auch Bergbaugebiete erschlossen.

Das Eldorado für **Gold** in Lateinamerika wurde 1695 Portugals reichste Kolonie **Brasilien**, und das Edelmetall wurde zuerst gefunden in Minas Gerais, später auch in anderen Gebieten. 1729 gab es den ersten Bericht über **Diamanten**-Funde, ebenfalls in Minas Gerais (E. B. BURNS 1993).Viel Gold kam nach Portugal. Kunstvolle Rokoko-Bauten auch in Brasilien zeugen noch von den Reichtümern der Zeit. Aber auch und gerade in Zeiten der Gewinnung von Reichtum gab es Arme und elende Sklaven.

## Herstellung von Substanzen und die Beschreiber der Herstellungs-Verfahren

Der 1603 in dem nördlich von Würzburg gelegenen Karlstadt am Main,geborene JOHANN RUDOLF GLAUBER (K. AHONEN 1972, K. F. GUGEL 1955) wirkte u. a. in Amsterdam, Wertheim, Kitzungen und ab 1656 wiederum in Amsterdam. In Amsterdam unterhielt er das offensichtlich großartigste damalige Laboratorium, mit Destillieröfen - "Furni novi philosophici"- in denen besonders hohe Temperaturen erzielt wurden. Sein allerdings schließlich in Schulden steckendes Amsterdamer Laboratorium kann als pharmazeutischer Betrieb gesehen werden. GLAUBER kannte Verfahren und Substanzen, die erst später allgemeiner geläufig wurden. Hergestellt wurden bei GLAUBER die verschiedensten Mineralsäuren, etwa Salzsäure. Schwefelverbrennung liefert das mit Wasser sich zu schwefliger Säure umsetzende Schwefeldioxid, das erst PRIESTLEY 1775 wieder näher studierte. GLAUBER wie LIBAVIUS erkannten, daß Schwefelsäure sich aus dem aus verschiedenen Salzen durch Erhitzen austreibbarem Dampf, viel später als Schwefeltrioxid oder auch Schwefeldioxid erkannt, gewinnen läßt, so aus Eisenvitriol, Alaun oder Zinkvitriol. Diese Salze, natürlich vorkommende Mineralien, die äußerlich sehr unterschiedlich aussehen weisen also einen gemeinsamen Bestandteil, den Schwefelsäure bil-

denden Dampf, auf. Substanzen sind also nicht unbedingt völlig verschieden aufgebaut, sie können auch ihnen **gemeinsame Komponenten** enthalten. Starke Säuren fand GLAUBER auf die Salze schwächerer Säuren einwirken. 1660 gewann er aus der Einwirkung von **Schwefelsäure auf Kochsalz** das nach ihm benannte "**Glaubersalz**", das "sal mirabile", Natriumsulfat (Na2SO4) späterer Terminologie. Aus Pottasche und Salpetersäure erhielt er Salpeter. "Niter". Salpeter, war ihm das Universalsalz, das er auch in seiner Düngerwirkung erkannte, erwiesen auf einer Art Versuchsfeld in einer Ecke seines Hofes in Amsterdam. Eine immer wieder wichtige Quelle organischer Substanzen war die von GLAUBER mit zahlreichen Materialien, Holz wie Haare, Horn, Federn, Seide, Urin, durchgeführte **trockene Destillation**, die Pyrolyse**,** das Erhitzen ohne Luftzutritt. GLAUBER beschrieb den bei der Holzdestillation gewonnenen Holzgeist, später "Methylalkohol" genannt. Bei der trockenen Destillation von Kohle muß er das erst um 1834 wieder bekannt gewordene Phenol sowie Benzol erhalten haben und das 1823 wiederentdeckte Aceton sowie Acrolein. Er untersuchte den Weinstein. In der Verwertung der Naturressourcen, von Holz etwa, also in Chemie, sah GLAUBER in seinem Werk "Dess Teutschlandts Wohlfart" 1656 - 1661 eine Möglichkeit, das durch 30 Jahre Krieg geschädigte Heimatland ökonomisch wieder voranzubringen.

## Produkte, in den Schriften dieser und späterer Beschreiber chemisch-technischer Verfahren, etwa in den Enzyklopädien des 18. Jh., dargestellt werden

### Holzkohle

Holzkohle wurde erfordert zur Schießpulverherstellung und für alle damalige **Metallurgie**. Sie blieb bis in das 18. Jh. das einzige Reduktionsmittel, um aus den Erzen, den Metalloxiden, das Metall "herauszuschmelzen", chemisch eine Reduktion. Für 1 Zentner Eisen wurden im 18. Jh. etwa im Schwarzwald rund 20 Zentner Holz resp. 4 - 5 Zentner Holzkohle benötigt (W. HUG 1992, S. 175). Der die Holzkohle herstellende Köhler betrieb also einen unersetzbaren Beruf, und.auch im 20. Jh. wurde und wird für andere Zwecke, etwa Schmiede, Holzkohle erzeugt Holzkohle wurde erzeugt, wo Wald vorhanden war, nicht nur in unmittelbarer Nähe der Schmelzöfen. Holzkohle war relativ leicht und transportierbar.

Zur Holzkohleherstellung werden größere Holzscheite, am besten Buchenholz, in Lagen rings um einen "Quandelschacht" in einem "**Kohlenmeiler**" mit Erde überdeckt und unter Regulierung der Luftzufuhr durch Luftlöcher wird dafür gesorgt, daß nur ein Teil des Holzes verbrennt und nicht alles zu Asche wird. Glühen, nich Verbrennen mußte für die größten Teil des eingesetzten Holzes gel-



Abbildung 1169: Primitive Holzkohle-Bereitung. BIRINGUCCIO.

ten. Die Wärme aus der Verbrennung eines Teiles des Holzes läßt den anderen Teil des Holzes durch Heraustreiben vieler Stoffe zu Holzkohle werden. Die Holzkohle-Erzeugung wurde schon aus dem Altertum von THEOPHRAST(O)US und PLINIUS beschrieben, wobei es einst nur die Überdeckung von in flache Grube geworfene Holzstücke mit Erde gab und darunter die Verbrennung und Holzkohlebildung stattfand.

Letzte noch lebende alte Köhler konnten noch am Ende des 20. Jh. über ihre keineswegs selbstlaufende Tätigkeit berichten (R. BERGNER mit W. HAUN 1999). Das Anzündern geschah im Kern des etwa 3 m hohen Meilers über trockenes Holz. Je langsamer der Prozeß verläuft, um so härter wird die Holzkohle und es gibt weniger aufgeplatzte Stücke. Die Temperatur im Kegel stieg auf etwa 1500°C. Nach den zuerst kleinen Zuglöchern wurden dann in Mannshöhe Rauchlöcher eingestochen. Beim Neuentzünden eines Meiles mußte der Köhler immerfort zur Stelle sein, Tag und Nacht. Besonders bei trockenem Wetter mußte der Meiler immer wieder mit Wasser besprengt werden, wurde immer wieder festgetreten, wurde weitere Erde auf eingefallene Stellen gehäuft, wobei die Winkelneigung des Meilers so sein mußte, daß die Erde nicht herunterrutschte. In Notfällen wurde durch Schlagen auf ein Holzstück, die "Hillebille" in Thüringen, Hilfe herbeigerufen, aber der "Köhlertod" auf dem Meiler war nicht selten. Die Farbe des Rauches zeigte an, wenn, mit Hilfe anderer, das 'Ausziehen' des Meilers, das Herausholen der fertigen Holzkohle, zu erfolgen hatte, mehr mit 'Gefühl' statt sicherem Abshluß.

Die Brennzeit betrug 6-7 Tage. Ist der Meiler "gar", wird der Meiler "an einer Stelle in 2-3 m Breite abgedeckt und die glühende Holzkohle mit langen Haken herausgezogen und mit Wasser abgelöscht" (Werte der deutschen Heimat 1967, S. 118). 100 kg trockenes Holz liefern etwa 20-30 kg Holzkohle. Teer und Nebenprodukte wie Methanol oder Essigsäure konnten aus dem Meiler nichtb gewonnen werden. KARL RUHHEIM klagte 1805 vom sächsischen Erzgebirge über den "sehr

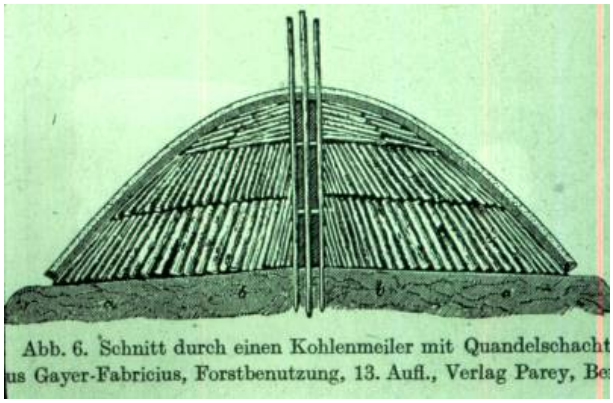


Abbildung 1170: Schema Kohlenmeiler.



Abbildung 1171: Holzkohle-Bereitung.



Abbildung 1172: Aufbauen eines Meilers.



Abbildung 1173: Niederbrennender Kohlenmeiler.



Abbildung 1174: Endendes Niederbrennen.




Abbildung 1175: Griebenherd für Teerbereitung.

unangenehmen Geruch" der Meiler, und man röche sie bei entsprechendem Wind "eine Viertelstunde weit. Grillen spielte damals noch keine Rolle.

## Teer, Pech

Von bei der "Harzweide" etwa an Kiefernstämmen abgekratztem **Harz** wurde unter Luftabschluß erhitzt **Pech** resp. **Teer** erzeugt, in speziellen, noch bis in neuere Zeit verwendeten **Teeröfen**. Der 1782 durch Ost-Sachsen reisende LESKE fand (1785, S. 107) in Orten bei Muskau in der Niederlausitz, daß "jeder Bauer oder Häusler vor sich Pech brennen und den Ofen benuzen" kann. Einem Pechrichter muß ein gewisser "Zins" gegeben werden, und jeder Ofen hat "seinen eigenen Pechsieder" (S. 108). Im sächsischen Vogtland wurden auch primitve **Griebenherde** zur Teer-Gewinnung eingesetzt, nämlich mit einer unteren Öffnung versehene steinerne beckenartige Kuhlen, in denen harzreiches Holz unter Bedeckung mit Erde erhitzt wurde. Der Teer lief durch die Öffnung unten ab. Teer war etwa Schmiermittel bei Rädern.

Teeröfen waren in Wäldern mit harzreichen Bäumen noch lange verbreitet. VON BUCHWALD (1786, S. 83) sah 1782 bei Ueckermünde in Vorpommern in "einer jedesmaligen Entfernung von ungefähr drei Meilen" einen Teerofen, und sah sie auch anderswo in diesem Lande.



Abbildung 1176: Pechöfen. Dübener Heide.



Abbildung 1177: Teerbutte an Kutsche.

## Soda

Soda, viel später erkannt als Na2CO3, und **Pottasche**, K2CO3, waren Rohstoffe für die Glas- und für die Seifenherstellung. Das weiße Salz **Soda** wurde aus der Asche von Pflanzen an flachen salzigen Meeresränden, von *Salsola* und von Tangen gewonnen. Der Dampf brennender Haufen auf den Strand hochgezogenen, prasseltrocken gewordenen Tanges, vor allem *Fucus*, lag vielerorts über den Küsten Europas. Später wurden an den Küsten, etwa der Hebriden, Gruben angelegt, in ihnen ein Feuer entfacht, immer wieder trockener Tang daraufgeworfen. Es entstand der vor Nässe zu schützende Kelp, der allerdings nicht nur Soda enthielt. Im 18. Jh. wurde die Salzgewinnung aus Tangen immer mehr zu einem einträglichen Geschäft ausgebaut (GREVILLE 1832). 1722 etwa von den Orkney-Inseln in größerer Ladung ausgeführt, Grundstücke am Meer bekamen Wertzuwachs. In sandigen Buchten wurden große Steine ausgelegt, auf denen Tange anwuchsen. Tange wachsen recht schnell. Die Ernte ist in dem wetterwendischen Klima oft sicherer als von Landfrüchten. 20.000 Menschen sollten aus der Orkney-Inseln in den flachen Landesteilen "während der Aschensalz-Jaheszeit mit der Hersetllung des Aschensalzes beschäftigt gewesen sein. Neben Vieh war das Aschensalz auch die Hauptproduktion auf den Hebriden. Von besserer Güte wird die Barilla genannt. Soda wurde dann eines der ersten Produkte der Substanzen umbildenden chemischen Industrie am Ende des 18. Jh., hergestellt im Leblanc-Verfahren.

Das ebenfalls weiße Salz **Pottasche** erhielt man aus Holzasche, die in Wasser eingebracht wurde und aus deren Lösung durch Eindampfen die Pottasche zu gewinnen war.

Die **Unterschiede** zwischen den beiden äußerlich ähnlichen Substanzen Soda und Pottasche fand DUHAMEL und untersuchte weiter GEORG BRANDT (U. BOKLUND 1970).

## Salpeter

Salpeter war als Kaliumsalpeter späterer Formulierung, also KNO3, entscheidender Bestandteil des **Schieß-**(Schwarz-) **Pulvers.** Natürliche Salpetervorkommen im Orient waren nicht immer lieferfähig. Salpeter mußte in Europa hergestellt werden. Ein Ausgangsmaterial für Salpeter war mit organischem Abfall, auch Urin, vermischte Erde, so Komposterde, Friedhofserde, vermischt auch mit Gerber-und Seifensieder-Asche. Zusammengekarrt zu teilweise großen Abfallhaufen entstanden so die "**Salpeterplantagen**", wie sie ERCKER abbildet. Selbstverständlich nicht war bekannt, daß Bakterien die Umwandlung der organischen Stoffe über

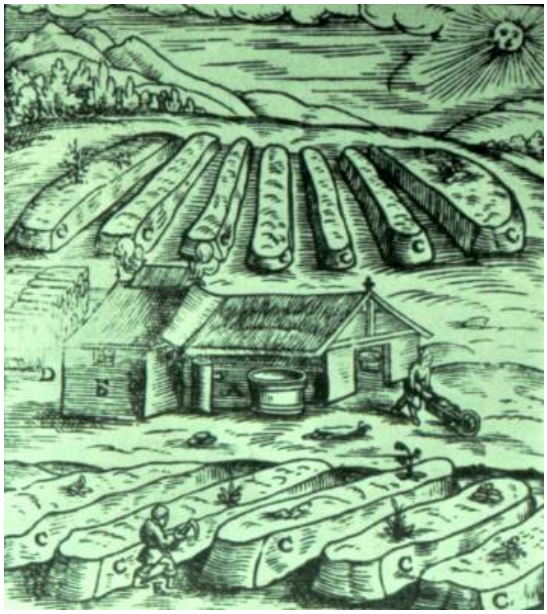

Abbildung 1178: Salpeterplantage. ERCKER.

Ammoniak in Salpeter bewirken. Aber die "Beete" mit dem Abfall sollten mit einem eisernen Rechen geharkt werden, damit Luft einzieht. Das mußte die aeroben Bakterien fördern (R. ULBER et al. 2004), also hatte die Erfahrung richtiges Handeln gelehrt. Auch sollte dieselbe Erde wiederbenutzt werden, was wegen der in ihr enthaltenen Bakterien sinnvoll sein mußte. Die Salpetererde wurde in Gefäße mit durchlöchertem Boden gefüllt, dann ließ man Wasser hindurchrieseln, der Salpeter wurde herausgelöst, die Erde "ausgelaugt". Rieselte diese Salpeter-Lösung anschließend noch durch Pflanzenasche entstand der für Schießpulver geeignete Salpeter, KNO3. Aus 61/2 Pfund Lösung, einstmals "Lauge" gehießen, wurde etwa 1 Pfund Salpeter erhalten.

Ein anderes Verfahren war die Gewinnung von "**Mauersalpeter**", CaNO3, der an Kalkmauern in oder nahe Ställen oder Abfallgruben, wo Ammoniak entwich, sich bildete und abgekratzt wurde. Es wurden in Stallnähe auch bewußt, auch auf Befehl von oben, zusätzliche Kalkwände für Salpeterbildung errichtet, "**Salpeterwände**". Auch dieser Salpeter mußte durch Pflanzenasche umgewandelt werden. Nach langen Kriegszeiten konnte Salpeter knapp werden und Friedensschlüsse begünstigen, wobei Frankreich eher als etwa England nachgeben mußte.

## Alaun

Das ebenfalls weiße und ebenfalls wasserlösliche Salz **Alaun**, KAl(SO4)2 war, und zwar schon im fernen Altertum, wichtiges Beizmittel beim Färben und wurde benutzt für die **Weißgerberei**. Kam das Alaun im Mittelalter zuerst aus der Levante, wurden 1461/1462 in Mittelitalien im Kirchenstaat um Tolfa bei Civita Vecchia gute Alaun-Vorkommen entdeckt und ausgebeutet, was wegen der Türkenkriege und damit ausbleibender Lieferung von Kleinasien sehr wichtig war. Alaun entstand auch aus Material, das nicht direkt Alaun lieferte, es waren Schwefelkies (Pyrit, FeS2) enthaltende Schiefer, die wegen der schließlichen Alaunbildung auch "Alaunschiefer" genannt wurden. Massen solcher Schiefer wurden jahrelang im Freien auf Halde liegengelassen. Das darin entstandene Alaun wurde mit Wasser herausgelöst. Aus dem Pyrit waren unter Einwirkung der Luft mit ihrem Sauerstoff Schwefeloxide, so SO3, entstanden, die sich mit dem Ton des Schiefers zu Alaun umsetzten, was vielleicht auch zum Teil in der Alaunerde geschehen sein kann.

Noch fern den chemischen Vorstellungen hat LESKE (1785, S. 83 ff.) das beschrieben denn bei dem von ihm besuchten Muskau wurde Alaunerde, also die zum Alaun führende 'Erde' untertage abgebaut. Diese Alaunerde lag auf "Halden oder Haufen ... eine lange Zeit, wenigstens zwei oder merere Jare one alle Bedekkung, der freien Luft, dem Regen und Sonnenschein aushesezt, und wird teils durch die Lufctsäure, teils durch die Feuchtigkeiten der Luft, welche sie anzieht, durchdrungen und lokkerer gemacht,so dass sie zerfällt, oder, wie man sich hier unrichtig ausdrükt, dass sie ihre völlige Reife erhält. Die Erde ist hier so reich an Alaun, dass der natürliche Alaun zum Teil in der Gestalt kleiner weisser Flokken, zum Teil als ein zähes flüssiges fett anzufülendes Wesen aus der Erde herauswittert."

Nach 2 oder mehr Jahren wird die "Alaunerde ... in Karren nach der Wäsche gebracht ... (S. 86) ... das in neben der Wäsche angebrachten Sümpfen gesammalte Spülwasser auf die Alaunerde gegossen ... bleibt darauf vier und zwanzig Stunden stehen ..." und nach mehrmaliger Verwendung die "Alaunlauge ... bis an die Alaunhütte" geleitet. Die ausgelaugte Erde kommt noch einmal auf Haufen und wird so nochmals 1, auch 2 Jahre "liegen" und wird noch mehr Alaun in ihr gebildet. Das wird auch ein drittes Mal wiederholt. Nach weiterer Reinigung wird das Alaun in Fässer getan, die "gemeiniglich" 13 Zentner Alaun enthalten. Bei Muskau wurden gemäß LESKE jährlich 600 bis 700 Zentner Alaun gewonnen. Die meisten der hier Arbeitenden waren "erbuntertänige Bauern, welche die Arbeit zur Frone verrichten müssen" (S. 90).

Alaunherstellung gab es dann etwa in Ost-Thüringen und im Vogtland, wo pyrithaltige Schiefer vorkommen, und bisweilen erinnert der Flurname "Alaunwerk"



Abbildung 1179: Alaun-Herstellung. Encykl..

noch an eine längst verschwundene Produktionsstätte einstiger chemischer Technologie. Durch langen Abbau von Alaunschiefer entstand auch eine eines der schönsten Höhlensysteme Deutschlands, die "Feengrotten" bei Saalfeld.

## Schwefelsäure, "Vitriolöl"

Schwefelsäure, einst als "**Vitriolöl**" bezeichnet, wurde benötigt etwa zum Färben mit Indigo. Sulfate, Vitriole, wurden erhitzt und das entweichende Schwefeltrioxid bildete mit Wasser die Schwefelsäure. Hinweise zu dieser Herstellung gibt es schon aus dem 13. Jh. von ALBERTUS MAGNUS, der Alaun (KAl(SO4)2) erhitzte, während BASILIUS VALENTINUS, der die erste ausführliche Schilderung der Schwefelsäure-Herstellung liefert, von Kupfer- oder Eisenvitriol ausgeht. Der ansonsten unbekannte Arzt JOHANN CHRISTIAN BERNHARDT beschrieb, in Langenbernsdorf südwestlich von Zwickau im sächsischen Erzgebirge, 1755 die Herstellung des SO3 aus erhitzten Eisenvitriol, etwa vom Ort "Beyerfeld", in einem langgestreckten "Galeerenofen", bei dem zahlreiche glasierte tönerne Kolben an den Seiten das SO3 auffangen (C. PRIESNER 1982).

## Glas

Keine Grundchemikalie war das Glas. Die Glasherstellung erforderte möglichst reinen Quarz-**Sand**, SiO2 und **Pottasche**/K2CO3 **oder Soda**/Na2CO3 und eventuellen Kalk-Zusatz. Quarzsand wurde etwa vom Grund von Bächen gewonnen, konnte erhitzt werden, abgeschreckt und zerbröselte (YouTube SWR über Schwarzwald). Voraussetzung für die Glas-Herstellung war fernerhin vor allem **Holz**, das diente 1. zur Erzeugung von "Pottasche" aus der Asche von verbranntem Holz, 2. war der **Heizstoff**, um in hitzefesten Gefäßen, den "Glashäfen", Sand und Soda oder Pottasche bei etwa 1100°C, ja 1400°C zusammenzuschmelzen. Der Herstellungsprozeß spielte sich einst ab in bienenkorbartigen, aus hitzefestem Material bestehenden Öfen, in denen sich über dem Feuerungsraum 2 Etagen befanden. Die "**Glashäfen**", die **Gefäße mit der zusammenzuschmelzenden Glasmasse**, standen in der Etage über dem ganz unten gelegenen Feuerungsraum. Auf der oberen Etage kühlten sich die vom Glasbläser aus der zähflüssigen Glasmasse erzeugten und anfangs noch heißen Glasgefäße zur Vorbeugung vor Zerspringen langsam ab. **Für Glashäfen** konnten nur ganz **spezifische Tone** verwendet werden, solche mit hohem Erweichungspunkt, solche etwa von dem östlich von Kassel gelegenen Großalmerode, mit einem Monopol im 16./17. Jh., wo ab 1503 Tone für Glashäfen abgebaut wurden und später dem Ort und seiner Umgebung mit der am Ende des 16. Jh. dort nicht mehr möglichen Glaspoduktion eine neue wirtschaftliche Grundlage gaben (W. KOLLENBERG 2004, S. 3/4, Wikipedia 2017).

Ein Buch über die **Glas-Herstellung** veröffentlichte 1612 der Italiener ANTONIO NERI und so wurde viel von Muranos Glasmacherkenntnis bekannt. NERIs Buch übersetzte und ergänzte 1689 JOHANN(IS) KUNCKEL und mit dem in Deutschland gegenüber NERIs Werk viel bekannteren "Ars Vitraria experimentalis Oder vollkommene Glasmacher-Kunst / ...". KUNCKEL, 1638 geborener Sohn eines Glasmachers in Rendsburg, stand 1678 bis 1688 als Glasspezialist im Dienste des Kurfürsten von Brandenburg, war ab 1693 in Schweden unter KARL XI. tätig. KUNCKELs Buch wurde 1743 mit 472 Seiten und vielen Abbildungen noch einmal in Nürnberg aufgelegt (G. THEISS 1982).

Die Wissenschaft profitierte vom Glas, so GALILEI mit seinem Thermoskop, dem Vorläufer des Thermometer (JA FROST 1970).

**Metalloxide färben** das Glas. Eisenoxide, wie sie im meisten Sand vorkommen, färben das Glas grünlich, ergeben das grünliche "**Waldglas**". Solche Färbung ist bei Gefäßen etwa zur Arzeneiaufbewahrung als Lichtschutz vorteilhaft. **Braunstein** macht Glas durchsichtig. Für farbige Kirchenfenster wirkten Künstler mit. KUNCKEL erfand durch Zusatz von feinem Gold das rubinrot gefärbte **Rubinglas**, das zum geldbringendes Exportgut des Kurfürstentums Brandenburg wur-

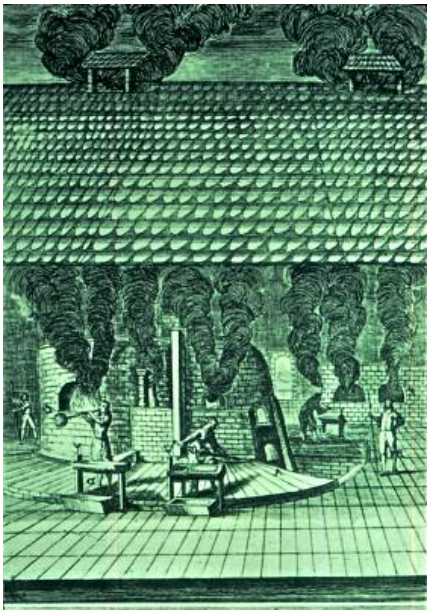

Abbildung 1180: Glashütte bei KUNCKEL.

de.

Der **Aufbau des Glasofens** (G. THEISS 1982) war eine heikle Angelegenheit, denn wurde der Glasofen nicht aus dem geeigneten Material oder nicht sorgfälig aufgebaut, gab es nicht die richtige Schmelztemperatur oder es konnte der Ofen auch zerbrechen. Ebenso viel Mühe erforderte die Herstellung eine guten **Glashafens**, in dem also die Glasmasse erschmolzen wurde. Die Herstellung eines guten Glashafens erdorderte der viele Monate. Die Tonmasse war nach bestimmten Rezept herzustellen, zu mahlen, mit Wasser zu durchsetzen, mehrfach wie ein Teig zu kneten, war dann "einem Gärungsprozeß unterworfen, dann wiedeholt durch Pressen und Schlagen mit kräftigen Schlaghölzern von Hand" zu behandeln (G. THEISS 1982, S. 32). 'Gärung' ist hier sicherlich kein allzu passender, aber eben benutzter Ausdruck. Luftblasen oder Fremdkörper durften nicht in dem Hafen sein. Unsachgemäß hergestellte Glashäfen bekamen "Risse, stürzten ein, und das flüssige Glas lief aus." Unsachgemäß hergestellte Glasöfen und Häfen brachten Arbeits- und damit Verdienstausfall. Das "bloße Auswechseln der Häfen" - und so beschrieben für das 19. Jh. - war immer ein großes Ereignis, an dem die Hüttenleute auch mit Familie teilnahmen (S. 33).

Zur Erzeugung von Hohlgläsern wurde an die Spitze einer **Glasmacherpfeife**, etwa 80 cm lang, durch Löcher im Glasofen aus einem Hafen eine kleine Masse Glasmasse entnommen und dann aufgeblasen, wobei eine Zange zum Ziehen und Winden des flüssigen Glases, eine einer Schafschere ähnliche Schere zum Erweitern

der Öffnung des Gefäßes und eine Schere zum Abschneiden des Gefäßes von der Spitze der Glasmacherpfeife weitere Geräte waren (R. WENDT 1977, S. 9).

**Venedig resp. Murano** konnten den Rohstoff **Sand** vom Strand und konnte Tangasche wie aus waldreicheren Gebieten Pottasche angeliefert bekommen. Lange hat Venedig die Erfahrungen mit der seinen Reichtum mit bedingenden Glasherstellung als Monopol gehütet und Ausreise der Glasmacher von Murano unterbunden.

Glasherstellung gab es dann vor allem in **holzreichen Regionen,** also **Mittelgebirgen** und Mitteleuropas Norden. Der enorme Holzverbrauch brachte mit gestiegener Produktion Raubbau am Wald, und Holzanlieferung von fernerher war einst kaum möglich. **Holzmangel** erzwang manchen Standortwechsel in der binnenländischen Glasherstellung. Bisher für die Glasproduktion übliche Regionen, so der Kaufunger Wald bis Ende 16. Jh., mußten aufgegeben werden und folgte **Neuerrichtung** von Glashütten **in noch waldreichen Gebieten**.

Glasherstellung in waldreichen Gegenden **Deutschlands** gab es im Schwarzwald, im Thüringer Wald, dann in den Sudeten. In **Lauscha** im **Thüringer Schiefergebirge** konnten 1597 die Glasmacher HEINZ GREINER und CHRISTOPH MÜLLER die Konzession für eine Glashütte bekommen und wurden in der Umgebung später weitere Glasstandorte eingerichtet. Etwa Butzenscheiben wurden hier erzeugt, später bis in unsere Zeit vor allem auch Glasschmuck. In waldreichen Gegenden der nördlichen **Mark Brandenburg**, so bei Zechliner Hütte u. a., sowie in **Mecklenburg**, kam die Glasherstellung vornehmlich im 17. Jh. Unter Kurfürst JOACHIM FRIEDRICH von **Brandenburg** wurde 1601 auf der Burg Grimnitz in Joachimsthal die erste Glashütte der Mark Brandenurg in Betrieb genommen (Wikipedia 2016). Von der Nähe von Potsdam wurde 1730 eine Glashütte nach Zechliner Hütte verlagert. Für **Mecklenburg** (R. WENDT 1977), wo Holz und Sand vorhanden waren, wurden seit um 1615 mit der "Einwanderung hessischer und holsteinischer Glasmachersippen" (S. 4) archivalisch über 155 Glashütten erfaßt, manche mehrfach angelegt und die auf einem Gutsstandort einzeln gezählt, und Mecklenburg gehört "zu den bedeutenden deutschen Glashüttenzentren der Vergangenheit" (R. WENDT 1977, S. 3). Für einfache Glaswaren wurde statt Pottasche auch einfache Salinenasche benutzt (S. 8). Die Glasmacher auf rittergutlichem Boden mußten dem Besitzer zahlen, waren aber wie die meisten dort Arbeitenden nicht Leibeigene (S. 13). Glasstandorte kamen dann auch in die **Sudeten**, also ins **Isergebirge** und **Riesengebirge**. Mit der späteren Nutzung von **Braunkohle** zog die Glasherstellung in die **Niederlausitz**, wo auch guter Glassand vorkommt. Bewußtes Zerbrechen von Glasgefäßen bei Trinkgelagen konnte zur Verminderung von Arbeitslosigkeit in Glashütten nur begrüßt werden und es galt wenigstens manchmal 'Gott schütze Korn und Wein, und Hagel schlag die

Fenster ein!"

Die Herstellung von größeren planen Glasscheiben, also **Fensterglas**, erfolgte, und das gilt dann namentlich für das 18. und 19. Jh., indem in Schwenkgruben mit Atemluft aus einer heißen Glasmasse große Zylinder aufgetrieben wurden, die man aufschnitt, im sogenannten Streckofen noch einmal erhitzte und zu großen Tafeln auswalzte (G. THEISS 1982).

Dem Holzmangel entgegenzuwirken wurde im 17. Jh. zur Heizung der Glasöfen zuerst in England **Kohle** benutzt (W. NACHTIGALL et al. 1988, S, 120). . Das aus der Kohle entweichende Schwefeldioxid/SO2 schädigte die Glasmasse und die Glasmasse wurde nun in gedeckten Gefäßen erschmolzen. Das dauerte länger und es wurde der weicheren Glasmasse **Bleioxid** zugesetzt, Das führte zu einem neuartigen Glas, dem 'Flintglas', 'Bleikristall'. 'Flint' - der Name kam vom Feuerstein, den 'flint stones', dem SiO2. Manchmal war infolge unbeabsichtigter Blei-Beimengung schon Flintglas erzeugt worden. Nun wurde das bewußt hergestellt. für wissenschaftliche optische Geräte von großer Bedeutung. In Sachsen gelang Steinkohlebenuttzung in einer Glashütte erst 1801 (W. NACHTIGALL et al. 1988, S. 121)-

**Torf** als Heizmaterial für Glashütten kam in Mecklenburg und 1730 im 'Holsteinischen (W. NACHTIGALL et al. 1988, S, 120).

Bewußte Versuche zur Herstellung neuartiger Glassorten durch Zusatz weiterer chemischer Elemente kamen im späten 19. Jh., s. SCHOTT.

**Gerben - Häute fäulnisfest und geschmeidig, zu Leder machen,**

Wie viel an **Empirie**, an Erfahrungswissen, bei den verschiedenen Völkern etwa zum Gerben und Färben benutzt wurde, bringen Reiseberichte und chemisch-technische Werke etwa im 18. Jh., so 1796 JOHANN FRIEDRICH GMELIN. Auch in Mitteleuropa wurden die bisherigen Verfahren weiterbetrieben.

Beim **Loh-Gerben** werden in Bottichen oder Gruben enthaarte Häute mit "kleingestampfter, kleingestoßener" oder zu 'Lohmehl' "gemahlener Rinde von Eichen oder Fichten mit den Häuten in Wasser in Berührung gebracht. Die Lohe wurde hergestellt in Lohmühlen (H. BORGENHEIMER 1995). Als besonders geeignet für Gerberlohe erschien die **Rinde** von meist durchschnittlich 15- (H. BORGENHEIMER 1995) bis 18-jährigen Eichen, denen, so im 17. Jh. im Hauwald die **Rinde** abgeschält wurde (R. POTT 1993). Hauberge sind allgemein Waldungen, die nicht nur zur Holgewinnung, sondern auch für Viehweide und anderes dienen (A. VON LENGERKE 1839, S. 86/87) Das Abschälen der Rinde für die Lohegwinnung geschah mit einem Spezialmesser, dem Lohlöffel, am Stamm von unten nach oben, in einem Stück. Die etwa 4 Meter langen Rindenstreifen blieben, oben noch am



Abbildung 1181: Farbiges Chiapas. 1997.

Stamm befestigt, bis 14 Tage zum Trocknen hängen und wurden dann als Lohe gebündelt abgegeben. Um etwa 10 Häute zu gerben waren etwa 400 - 500 kg verarbeiteter Lohrinde nötig. In Säcken wurde sie weiter transportiert (n. H. REITZ zit. in H. BORGENHEIMER 1995). Am besten ließ sich die Rinde lösen im Mai. wenn der Saft in den Stämmen stieg (YouTube 2019).

Im Dorfe Ober-Laudenbach bei Heppenheim wurde in dem 'Salbuch' von 1568 eine Lohmühle erwähnt (H. BORGENHEIMER 1995). Etwa in Rußland nutzte man auch Weiden- und Birkenrinde sowie Sumpf-Porst, in Dänemark für Handschuhleder die Rinde der Salweide, in Nord-Afrika eine Mimose, in Süd-Frankreich den Gerberstrauch, *Coriaria*, auf Island das Sumpfmädesüß, *Spiraea ulmaria*. Als allgemeine Regel galt, daß für das Gerben geeignet sind Gewächse mit herbem Geschmack und die mit Eisenvitriol Tinte geben.

## Färben

PETER SIMON PALLAS berichtet 1771 aus der Zeit von KATHARINA II. von zahlreichen zum **Färben** benutzten Wildpflanzen in Rußland. Kleidung in abgelegeren Gebieten Europas und auch in Übersee, man denke an Indianer der Anden oder Bewohner Afrikas, zeichnet sich oft durch ganz üppige Farbigkeit aus, auch unabhängig vom Import industrieller Farbstoffe. Kunst, Farbe - sind wohl für die menschliche Psyche nicht bloß eine auch wegzulassende Zutat.



Abbildung 1182: Laborantenapotheke 18. Jh. museal. Rudolstadt.

## Pharmaka'

Praxis' – das war auch die **Apotheke**. Apotheken in älteren Städten sind bemüht ihr Alter herauszustellen und die alte Namensgebung zu betonen und Schilder zu zeigen, aber natürlich auch bemüht, neueste Medikamente zu verkaufen.

Bei der Erörterung von Zusammenhängen wurden teilweise nur **anorganische Faktoren** berücksichtigt, dann aber auch die **Organismenwelt** als passiver oder aktiver Faktor einbezogen.

In den Apotheken wurden ab dem frühen 17. Jh. **synthetisch** verschiedene **Salze** mit wenigstens erhoffter Heilwirkung **hergestellt** (U. KLEIN 1994). GLAUBERs 'Wundersalz', das aus Kochsalz, NaCl, und Schwefelsäure, H2SO4, erzeugte Natriumsulfat, war nur ein Beispiel, Antimonchlorid, "Antimonbutter", ein anderes.

## Duftstoffe - Extraktion aus wohlriechenden Pflanzen

Was schon im Altertum vorhanden war, **Parfüm**, gut riechende Essenz für an Körper kam wieder. Grasse in Süd-Frankreich wurde Zentrum der Parfüm-Herstellung



Abbildung 1183: Denkmal Parfümhändler, Grasse.

## Auch wissenschaftliche Erforschung der Stoffe - "Chemie" –Neue Leistungen

Der Begriff "Chemie", statt 'Alchemie', 'Alchemia', erscheint im 17. Jh. Etliche Gelehrte befaßten sich vor allem mit Stoffumwandlung bei technologischen Verfahren. Unter den Naturwissenschaften hatte die Chemie damals wohl die meisten Beziehung zu Technologien (L. E. STRONG 1971). Manches, was etwa in der chemischen Technologie, so bei GLAUBER bekannt war, wurde später als Neuentdeckung angesehen. Auch die Gewichtszunahme von Metallen beim Erhitzen war laut P. WALDEN (1930) schon etwa BIRINGUCCIO 1540 und CARDANUS 1554 bekannt und wurde dennoch als im 18. Jh. neu festgestellt, von Bedeutung für die nach 1774 begründete Oxydationstheorie LAVOISIERs. Auch Substanzen, die GLAUBER bei seiner trockenen Destillation erhalten hat oder erhalten haben muß, wurden später ohne Bezugnahme auf den Vorgänger neue gefunden. Gerade in der Chemie wurde also manches mehrmals aufgefunden, wozu auch die Einbettung manches Befundes in immer einmal andere Theorien beigetragen haben wird.

Die Chemie war wie die Botanik noch lange eng mit der Medizin verknüpft. Mediziner betrieben in Anlehnung etwa an PARACELSUS **Iatrochemie**, strebten nach Heilmitteln. In Deutschland entstand 1615 an der Universität Marburg die erste Professur für Chymiatrie mit Laboratorium, innerhalb der Medizin, die ne-

ben anderen Ämtern JOHANNES HARTMANN (W. GANZENMÜLLER 1941) bekleidete und auch in den folgenden Zeit gehörten "Chymiater" zur medizinischen Fakultät.

Grundlage der Eigenständigkeit der Chemie war **die Existenz der vielen spezifischen, voneinander unterscheidbaren Stoffe**, **Individualitäten**, auch wenn sie, abgesehen von einzelnen Kristallen, "Stufen", nicht so abgegrenzt erschienen wie die Individuen in der Tier- und Pflanzenwelt. Während in der Physik jene 'Kräfte' im Mittelpunkt standen, die auf alle Körper und auch unabhängig von einer stofflichen Zusammensetzung wirken, hatte es die Chemie mit viel **Individuellerem** zu tun (R. KNOEFF 2002), wirkten auch die Substanzen verbindenden 'Kräfte' bei den verschiedenen Substanze offenbar verschieden. Auch die Betrachtung der Stoffe war zuerst stark dem mechanischen Denken verbunden. Mit der Hinwendung wieder zu allgemeinen Erscheinungen der Substanzen, so in der physikalischen Chemie in der zweiten Hälfte des 19. Jh., vollzog sich eine Wiederannäherung der Chemie an die Physik.

Chemische Vorgänge des Alltags oder auch im Bergwesen zu erklären hatte gewiß seine Schwierigkeiten. Man denke nur an den immer wieder beobachtbaren Vorgang des Rostens des Eisens. Wie viel Untersuchung war erforderlich, die spätere Erklärung als Oxydationsvorgang zu finden, der in Feuchtigkeit besonders stark vor sich ging und dann zu Eisenoxid mit Wassergehalt führte. Warum sollte man nicht einen nur auf das Eisen bezogenen Vorgang sui generis darin sehen? Rätselhaft war auch die "Zinnpest", der Zerfall von Zinngefäßen in Kälte, die einmal angefangen sich auch noch verbreitete. 1734, in NICLAS LEMERYs verspäteterer deutscher Übersetzung von "Cours de Chymie, Oder: Der vollkommene Chymist ..." werden **Alltagsvorgänge** genannt, die man teilweise nur beschreiben, noch nicht systematisch einordnen konnte oder mit in späterem Lichte eigenwillig erscheinenden Hypothesen erklärte: so, daß der "Wein-Eßig verlieret in der Penetration des Bleyes alle seine Gewalt, und nimmt einen Zucker-Geschmack an" (S. (193), was man schon lange festgestellt hatte, weil eben Essig auch in Bleigefäßen bewahrt wurde und sich dort veränderte. Warum um des Himmels willen aber mochte man fragen, ist Essig sauer, aber wird mit Blei süß? Aus altem Wein scheidet sich wegen einer andern Auflösung der "Tartarus" ab, oder "Wein-Stein", "in Fässern als einen sehr harten Stein ankleben" (S.(355)), der dann "den Überrest der Spirituum in Wein dergestalt" "fesselt", daß diese – die Spirituum – "keine Thaten mehr thun können" (S. 146), das heißt: offenbar nicht mehr zur Besäufnis reichen. "Diese Fixation" des Weinsteins, "macht, daß der sauer werdende Wein etwas weniges an seinem Gewicht abnimmt, und sich sehr wenig Tartarus auf den Fässern befindet, worauf man ihn zu Wein-Essig macht" (S. (146)). Daß die Ausscheidung einer Substanz aus dem Wein zu einer geringen Gewichtsabnahme führt hat der wiegende

Apotheker also festgestellt und desgleichen eben kennt man seit sehr langem die Umwandlung von älterem Wein in Essig.

Was gar, wenn der in Nürnberg mit Glas tätige Künstler HEINRICH SCHWANHARD ganze Stadtabbildungen in Glas ätzte, gemäß ZEDLERs Universallexikon 1743 (Spalte 1887) das Mittel dazu "durch sein fleißiges Nachforschen ergründet", leistete, "was sonst unmöglich gehalten". SCHWANHARD muß mit Flußspat und Vitriolöl / Schwefelsäure gearbeitet haben, und die dabei entstehende, damals unbekannte Flußsäure ätzte das Glas.

**Für die Chemiker mußte es eine wenn auch selten klar ausgesprochene Faszination sein, daß sich Substanzen mit bestimmten Eigenschaften miteinander zu einer Substanz mit ganz anderen Eigenschaften verbinden und in der neuen Substanz von den sie bildenden Substanzen nichts mehr zu erkennen war.** Aber die Verbindung konnte dennoch auch wieder in die Ausgangssubstanzen zerlegt werden. Was lag in einer Verbindung vor (U. KLEIN 1994), was war in ihr von den Ausgangssubstanzen vorhanden? Das Verbleiben sich verbindender Stoffe, ihr Weiterbestehen in der Verbindung, sie nur darin "disguised", oder ihre völlige Transformation in der Verbindung – das war eine alte Frage der Erforscher der Materie! Gewinnung der Metalle aus ihren Erzen, das Er"schmelzen", war bisher eben nur Schmelzen gewesen – aber erschien bald als mehr.

## Frühe Chemiker – noch schwierig ein System zu erstellen

An allgemeinen Konzeptionen (M. CARRIER 1986) kann man unterscheiden den 1. **prinzipienchemischen** Ansatz, der in den Stoffen wirkende und ihre Eigenschaften entscheidend bestimmende, aber eher nicht-stoffliche "Prinzipien" annahm und 2. den **korpuskulären** Ansatz, der mit winzigen Korpuskeln rechnete, wie immer im einzelnen zusammengesetzt. Von den "Prinzipien" war Sulphur das Prinzip der Brennbarkeit, Mercurius / Quecksilber das Prinzip der Flüchtigkeit.

Zu den frühen Chemikern mit auch allgemeineren Erkenntnissen gehört der Deutsche JOACHIM JUNGIUS (R. SCHWARZ 1959). In Rostock und Padua hatte er Medizin studiert und wirkte als Arzt abwechselnd in Lübeck und Rostock, ab 1623 als Professor der Ethik und Mathematik an der Universität Rostock, seit 1629 in Hamburg als Professor und Rektor des Johanneums. Auch er vertritt den Atomismus, postuliert hinter chemischen Vorgängen den Austausch kleinster Teilchen. Gibt man Eisenstäbchen in eine Lösung des blauen Vitriol, des Kupfersulfat (spätere Formel: CuSO4), so wird an den Eisenstäben Kupfer abgeschieden, verdrängt, nach späterer Lesart das unedlere Metall das edlere aus seinem Salz.

Während der Vorgang für manche in einer Umwandlung des Eisen und Kupfer, also in einer Transmutation, bestand, war es für JUNGIUS eine '**Permutation'**, ein Ersatz der Kupferatome in dem blauen Vitriol durch Eisenatome. ROBERT SCHWARZ (1959, S. 79) sieht in dieser Erkenntnis sogar die "Geburtsstunde" der theoretischen Chemie, nur eben wurde das kaum bekannt.

Genauso sah das der JUNGIUS anregende ANGELUS SALA (U. L. GANTENBEIN 2005, P. WALDEN 1953), der auch in der Chemiegeschichteschreibung unterschätzt wurde, obwohl er etwa nachwies, daß **in chemische Reaktionen eingetretenes Kupfer restlos wiedergewonnen** werden kann, also in irgendwelchen chemischen Reaktionen, an denen Kupfer beteiligt ist, **keine Metallumwandlung** vor sich geht, sondern das Metall sich mit Reaktionspartnern wiedergewinnbar verbindet – obwohl von dem Kupfer als Metall in den Verbindungen nichts zu sehen ist. Eine Erzeugung edler Metalle aus unedlen, ein Grundstreben der Alchemie, erschien damit als unwahrscheinlich. SALA war Apotheker, reiste in Mitteleuropa, war Stadtarzt in Winterthur, weilte 1612 am Amberger Hof des Fürsten CHRISTIAN I. von Anhalt-Dessau, war Leibarzt am Hof in Oldenburg, 1625 Leibarzt beim Herzog JOHANN ALBRECHT II. von Mecklenburg-Güstrow, folgte ihm ins Exil und begleitete dessen Sohn nach des Vaters Tod nach Bützow, wo er sich 1637 bei einer Krankheitsattacke den Tod gegeben haben soll. PAUL WALDEN stellte in seinen Betrachtungen (1953) den von den Umständen hart angefaßten, klar denkenden SALA dem in Ruhe lebenden VAN HELMONT entgegen, dessen Leistungen gegenüber denen des genialen SALA weit überschätzt würden.

SALA hat aus **Kupferoxid mit Schwefelsäure**, H2SO4, blaues Kupfer"vitriol", also Kupfersulfat, CuSO4, unserer Terminologie, und aus Eisen und Schwefelsäure Eisenvitriol, also Eisensulfat, erhalten. **Erhitzen** des Kupfervitriols **ergab**, weil Schwefeltrioxid, SO3, austrat, **Kupferoxid**, CuO unserer Formelsprache, das **mit Holzkohle zu Kupfer** reduziert werden konnte und somit war Kupfer, Cu, wieder vorhanden wie vorher. Es hatte sich ohne zu verschwinden nur mit einer anderen Substanz, hier Schwefelsäure, umgesetzt. Das aus Kupfer und Schwefelsäure künstlich erhaltene Kupfervitriol, also Kupfersulfat, erschien dem in der Natur auffindbaren Kupfervitriol völlig gleich, es war also ein **natürliches Mineral** auch **im Laboratorium nachzubilden**. Ebenso erhielt SALA beim Einwirken von **Schwefelsäure auf** Korallen, also **Kalk**, 'künstlichen' Gips, CaSO4, der dem in manchen Gegenden in großer Masse natürlich vorkommenden Gips resp. Anhydrit völlig glich.

## Identifizierung von Naturkörpern, vor allem auch Substanzen

Erhielt man dieselbe Substanz aus verschiedener Herkunft, dann war es besonders wichtig, die **Identitätit**, die Gleichartigkeit dieser Substanz zu erweisen, gab es also das Problem der **Identifizierung der Substanzen**, der **'chemischen Spezies'**, was an Hand ihrer Eigenschaften möglich war – **eines der großen und immer einmal wiederkehrenden Probleme der Chemie** und anderer Wissenschaften, namentlich auch der Botanik und Zoologie. Daß der beim Erhitzen von "Vitriolen", also Sulfaten, wie dem in der Natur vorkommenden Eisensulfat, entstehende "spirit" und der Verbrennen von Schwefel entstehende Dampf identisch sind und beide mit Wasser Schwefelsäure ergeben wurde um 1608 bekannt (R. P. MULTHAUF 1996). SALA hat etwa um 1632 einen "Tartarus" im Saft des Sauerampfers von dem sonst als "Tartarus" bezeichneten Weinstein in Weinfässern unterschieden infolge unterschiedlicher Löslichkeit, wobei die Substanz im Sauerampfer das später erkannte saure Kaliumoxalat ist. Verschiedene Pflanzenaschen, wurde auch anderswo gefunden, mußten auf Grund ihrer verschiedenen Eigenschaften unterschiedlich zusammengesetzt sein. Wie konstant waren Substanzen? Am spezifischen Gewicht wies SALA nach, daß Zinn kein Silber wird. Wasser verwandelt sich nicht als solches in eine "steinichte Substanz", was wegen des Auskristallisierens gelöster Substanzen angenommen worden war.

## Hierarchie von Substanzen?

Nicht neu war die immer wieder diskutierte **'Hierarchie' der Metalle** (M. CROSLAND 1996). Gab man in eine Kupfersulfat-Lösung Eisen fiel Kupfer aus. Kupfer schien das höherwertige Metall zu sein. Es wurde ein Art 'Stufenleiter' der Metalle ersichtlich. Gold war der "König", allein vom "Königswasser", "aqua regia", dem Gemisch von Sapetersäure und Salzsäure, gelöst werden konnte. Eine "Hierarchie" der Naturkörper gab es auch anderswo, bei den Organismen.

## Chemische Reaktionen – noch kaum weiterverfolgt

Im frühen 17. Jh. wurden manche chemische Reaktionen ausgeführt, die lange kaum wissenschaftlich weiterwirkten, etwa durch JEAN BÉGUIN die Reaktion zwischen Antimonsulfid und Quecksilberchlorid, Sublimat, die zu Quecksilbersulfid und einem Antimonchlorid führte (R. HOOYKAAS 1999), also eine doppelte Umsetzung war.

Genannt für interessante, erst später unabhängig erneut aufgenommene und dann in neuem theoretischem Rahmen wichtige Untersuchungen wird etwa der französische Arzt JEAN REY, der feststellte, daß beim Erhitzen und dabei erfolgtem "Calcinieren", nach späterer Vorstellung Oxydieren, die Metalle Zinn und Blei schwerer werden (M. HESSE 1982). Metalle, die Sauerstoff aufnehmen, also gemäß späterer Vorstellung oxydiert werden, bilden oft ein weißliches, wie Kalk aussehendes Oxid, weshalb man vom "Calcinieren" der Metalle beim Erhitzen sprach.

Der englische Arzt RALPH BATHURST fand, pubiziert 1654, daß beim Atmen aus der Luft nur eine gewisser Stoff herausgerissen wird, das "pabulum nitrosum", derselbe Stoff, der sich als enthalten im Salpeter fand, womit man Pflanzen düngt, Wäsche bleicht, und der im Regenwasser vorkäme.

Es gab also hier und anderswo eine Fülle von Einzelbeobachtungen, die sich aber nicht zu einem bleibenden Gesamtbild zusammensetzen ließen.

## Weiteres messendes Herangehens in Chemie und Pflanzenphysiologie: Das Weidenexperiment von VAN HELMONT

Schon in der ersten Hälfte des 17. Jh. hat JAN BAPTISTA VAN HELMONT ein beachtetes sowohl die Pflanzenphysiologie wie die Chemie interessierendes messendes Experiment durchgeführt, indem er einen **Weidensteckling in eine abgewogene Menge Erde** von 200 pounds setzte und dort großzog. Wie kommt Pflanzensubstanz zustande, entstehen von der Substanz her Gewächse, die mit Wurzeln in der Erde stcken oder wurzellos im Wasser schweben? Sicherlich eine sehr bewegende Frage. Der Weidensteckling schlug Wurzeln, wurde 5 Jahre lang mit destillierten Wasser oder Regenwasser **begossen** und wuchs in diesen Zeit von einem Gewicht von 5 Pfund auf 169 Pfund heran. Die Erde, in der die Weide gewachsen war, verlor jedoch dabei kaum 2 Unzen Gewicht. Also wurde angenommen, daß die **Substanz der Weide** allein **aus dem** auf sie gegossenen **Wasser** zustandekam, sich Wasser in die Pflanzensubstanz umbildete. Ein vermutliches "Element", Wasser, hatte sich in Substanz eines Lebewesens verwandelt, was anderer Vorstellung von "Elementen" widersprach. Daß Luft, gar ein einzelner Luftbestandteil mitwirkt, lag völlig im Dunkeln und konnte nicht anders sein. VAN HELMONTs Experiment war ein immerhin ein **Langzeitversuch**. Für Organismen waren solche Langzeituntersuchungen immer wieder nötig.

Der 1580 geborene und 1644 gestorbene Adlige VAN HELMONT lebte als Arzt und Privat-Naturforscher in Vilvoorde bei Brüssel, also in den damals spanischen Niederlanden.

## Das Beständige, das 'Unzerstörbare', im Wechsel der Naturvorgänge

Mit Untersuchungen wie bei SALA und dann auch bei VAN HELMONT kam die Frage, was in allen den Vorgängen vielleicht unumkehrbar transformiert wird und was wiederkehrt, was **das 'Unzerstörbare' in den Naturvorgängen** ist. Das Kupfer und offenbar auch die anderen Metalle konnten gemäß den Feststellungen SALAs wie andere Stoffe in die verschiedensten neuen Substanzen eintreten, aber auch ohne Substanz-Verluste wiedererscheinen. Schon im Altertum war die Unzerstörbarkeit von Bewegung diskutiert worden. Wie stand es mit dem Wasser bei VAN HELMONT, das sich augenscheinlich in die Substanz der Weide verwandelt hatte?

Im 19. und 20. Jh. wurden chemische Reaktionen als prinzipiell umkehrbar erkannt. Vielfach mußte zur Gewinnung eines stabilen Endproduktes das eventuelle andere Produkt weggeführt werden. Nicht rückgängig erschien der Atomzerfall bei der Radioaktivtität.

## Phosphor – Entdeckung des Außenseiters BRAND

Von einem, der sich alchemistisch bestätigte, einem ehemaligen Offizier, der, in Hamburg, in seinen Experimente das Geld seiner Frau durchbrachte, HENNIG BRAND (H. SARING 1955), wurde 1669 **beim Eindampfen** von ja oft golden schimmernden Menschen-**Urin** zwar nicht Gold entdeckt, sondern der **Phosphor**, der leuchtete. BRAND gab seine Entdeckung anderen bekannt und fand dann das besondere Interesse von LEIBNIZ in Hannover. Zweimal eingeladen nach Hannover bekam BRAND aber nicht die Mittel zu Erhaltung seiner Familie und, zurück nach Hamburg, verloren sich seine Spuren. LEIBNIZ hat gegenüber den Nachahmern den Entdeckerruhm BRANDs in einer kleinen Artikel für die Nachwelt erhalten. Um Phosphor darzistellen hat LEIBNIZ im großen Stil den Urin der Garnison in Hannover einsammeln lassen (M. HESSE 1982) – nicht die erste und nicht die letzte Urin-Verwertung für Praxis und Wissenschaft.

## BOYLE – ein wichtiger Begründer der besonderen Wissenschaft "Chemie"

Gerade in der Chemie war es schwierig, Vorstellungen, Begriffe, **Verallgemeinerungen** auszubilden. Führend bei der Ausbildung einer eigenen, die Substanzen und ihre Reaktionen erforschenden Wissenschaft, der Chemie, war ROBERT

BOYLE, den man nicht ganz zu Unrecht als den **eigentlichen Gründer der modernen Chemie** ansieht, wenn man absieht von durch andere schon festgestellten Reaktionen und die von dem wenig bekannt gebliebenen SALA gewonnenen Erkenntnisse. In seiner Schrift "**The Sceptical Chemist**" von **1661** (M. SUTTON 2011) hat der schon als Physiker vorgestellte BOYLE versucht, die bisherigen, ihm unbewiesen erscheinenden Vorstellungen kritisch zu untersuchen. Wie bei GALILEI in seinem Dialog über die zwei Weltsysteme debattieren auch bei BOYLE Gelehrte miteinander über die verschiedenen Ansichten. Es sind nicht wie bei GALILEI 3, sondern sogar 4 Gesprächspartner: der Aristoteliker Themistius, der Paracelsus-Anhänger Philononus, der skeptische Carneades und der zunächst in der Meinung offene und von Carneades zum skeptischen Denken über die Dinge gebrachte Eleutherius.

Zur **Identifizierung,** der sicheren jederzeitigen **Wiedererkennung** spezifischer Stoffe mußte bewußt sein, daß jede Substanz ihre eigenen **spezifische**n, nur ihr zukommenden **Eigenschaften** besitzt (W. OSTWALD 1908). BOYLE empfahl als zur Unterscheidung nutzbare äußere Merkmale: Farbe, Geruch, Geschmack, Löslichkeit, Schwere, Reaktionsfähigkeit, spezifische Reaktionen mit anderen Stoffen (u. a. H. GUERLAC 1961). Unter Beachtung unterscheidender Merkmale verwies BOYLE etwa auf die Ungleichartigkeit der äußerlich oft gleich aussehenden, oft weißen **Salze**, denn das Aussehen ist nur ein Merkmal einer Substanz. Beschrieben wurde das unterschiedliche Verhalten von Weinsteinsalz und Hirschhornsalz, die unterschiedlichen Eigenschaften von Bernsteinsalz, Urinsalz, Salz von Menschenschädeln. Differente Eigenschaften fand BOYLE bei den Pflanzenölen, denn Zimtöl, Gewürznelkenöl und das Öl verschiedener Holzarten sinken im Wasser zu Boden, während das Öl der Muskatnuß und anderer Pflanzen auf der Wasseroberfläche verbleiben. BOYLE tränkte auch Papierstreifen mit Farben, trocknete sie, und Farbveränderungen dienten als Indikator etwa für Säure, oder Base angezeigt auch an Farb-Änderungen von Blütenblättern. Lackmus/Lakmoe' war als Indikator in den Niederlanden seit dem 16. Jh. bekannt. OTTO TACHENIUS hatte etwa 1666 vertreten, daß **in der Natur alles Säure oder Base** ist. Die Prüfung auf Säure oder Base blieb in der Chemie dann immer wichtig, führte auch zum Namen 'Alkaloid', 1819 durch MEIßNER in Halle.

Selbst eindeutige Namen für die einzelnen unterschiedlichen Substanzen setzten sich erst allmählich durch. PLINIUS etwa hatte noch "Schwarzes Blei" als das eigentliche Blei und "weißes Blei", das Zinn, unterschieden.

Zu unterscheiden waren **einfache und zusammengesetzte Stoffe**. Für die einfachen, jedenfalls nach den seinerzeitigen Fähigkeitn nicht in andere zerlegbaren Stoffe, die **Elemente** gab es 2 Anschauungen, die im Umkreis von BOYLE in Oxford und dann auch London diskutiert wurden und BOYLE wohl zu seinen



Abbildung 1184: Allegorie "Wasser". Sanssouci.

niedergeschriebenen Gedanken anregten. Die immer noch vielen gehaltene Auffassung war die von 4 Elementen, die aus der Antike stammende Vier-Elemente-Lehre.

Wurde ein frisches Stück Holz verbrannt, so gab es Flammen, also das Element 'Feuer', erschien Feuchtigkeit als Zeugnis für das Element 'Wasser', gab es Dampf und damit Anwesenheit des Elementes 'Luft' und zurück blieb Asche, das wohl am wenigstens klar erscheinende 4. Element 'Erde' (M. SUTTON 2011). Das 5., für die außerirdische Welt angenommene Element "Quintessenz" hatte GALILEI zu Fall gebracht. Bekannt war ebenso die 3-Elemente-Lehre von PARACELSUS mit "Salz", "Quecksilber", "Schwefel". BOYLE waren diese Auffassungen zu unbegründet. Er definierte den Begriff des "**Elementes"** pragmatisch als von ihm nicht aufgezählte nicht mehr zerlegbare Produkte der Analyse. BOYLE gab also keine konkreten Beispiele für "chemische Elemente". Bei der noch bestehenden Unsicherheit in den Methoden der Zerlegung mußte, und das galt auch für das späte 18. Jh., stets offen bleiben, ob ein mit den gegenwärtigen Mitteln nicht zerlegbarer Stoff nicht später, mit schärferer Zerlegung, nicht doch in zwei oder mehr Substanzen zerlegt werden kann. Die bisherigen 4 Elemente verloren an Anerkennung, sanken zunächst eher ersatzlos dahin (H. E. LE GRAND 1973). Das Element "Erde" teilte BECHER in 3 Arten, STAHL in zwei (A. N. MELDRUM 1933). BOYLE (J. F. FULTON 1932) teilte das "Element" "Luft", wenn er eine "air" aus der Reaktion von Säure, "aqua fortis", mit Eisenspänen erhielt, und andererseits für die Atmung



Abbildung 1185: Allegorie "Luft". Sanssouci.

nötig erschien, daß sich in der Luft ein wenig "vital Quintessenz" befindet, womit die Luft als Gemisch von wenigstens zwei, an anderer Stelle gar von 3 Qualitäten gesehen wurde.

NICOLAS LEMERY unterschied etwa 1734 (S. 4 / 5), daß die 'Chymisten' gefunden haben "fünfferley Principia und Grund-Stücke der natürlichen Dinge: Wasser, Spiritus, Oel (oder Schwefel), Saltz und Erde", die ersten 3 die "activa". Das erste Principium activum aber ist das "Spiritus, den man Mercurium nennet." Das nicht in die Principium, der Spiritus universalis, soll hier nicht behandelt werden gegenüber den sinnlichen Principia, die er "mit gutem Grunde aufs Tapet" bringen will.

Stoffe sollten korpuskulär aufgebaut sein. Letzte kleinste Korpuskel mochten die Atome sein, aber diese sollten sich zu vielen gruppieren, in hiererchischer Ordnung, von **Teilchen erster Ordnung** zu denen **zweiter** Ordnung, diese zu denen dritter und so fort. BOYLEs Korpuskel der Stoffe waren also 'polyatomar' (M. CARRIER 1986). Der so stark der Religion verbundene BOYLE wandte sich hier der von der damaligen religiösen Lehre verdammten Atome zu.

Wenn BOYLE **Säuren, Alkalien und neutrale Substanzen** (M. SUTTON 2011) unterschied gab es auch eine Einteilung der zusammengesetzten Substanzen. Mit Farben und deren Umschlagen in andere hat er die Substanzgruppen unterschieden.

BOYLE berichtete an Einzeldingen, daß er 1673 im Vakuum Schießpulver mit Hilfe von Sonnenstrahlen entzündet hatte (J. Z. FULLMER 1964) und schloß, daß einige Substanzen und eben auch Schießpulver, auch ohne Luft verbrennen, aus sich heraus reagieren.

## Luft - wie einheitlich? Erste Vorstellungen: MAYOW

BOYLEs **Luft**untersuchungen erweiterte der Mediziner JOHN MAYOW 1668 (J. PARANDASCOLA et al. 1969), der ein Glasgefäß umgekehrt in Wasser stellte und von außen her mit Hilfe eines Brennglases eine darin befindliche Kerze entzündete. Das Wasser stieg um etwa ein Fünftel des anfänglichen Luftvolumens empor. MAYOW meinte, daß der Luft "nitro-aerial" und elastische Partikel entzogen würden und die Luft damit einen Teil ihrer Elastizität verliert. Ebenso wie bei einer Verbrennung verhielt sich Luft in einem abgeschlossenen Volumen, wenn in ihr ein Tier atmete, das schließlich sogar erstickte. MAYOW fand als originale Entdeckung, daß auch Antimon beim "Calcinieren", also Erhitzen mit Farbänderng, an Gewicht zunimmt (J. F. FULTON 1932).

## Chemische Theorie neben BOYLE

Spezifische Substanzen erkannte man als charakterisierbar vor allem auch durch ihre spezifische **Zusammensetzung** aus anderen, einfacheren Substanzen. GLAUBER gilt als einer der ersten Chemiker, der eine klare, wenn auch rein qualitative Idee von von "chemischer Zusammensetzung" (chemical composition) besaß (H. GUERLAC 1961). Ammoniaksalz galt ihm als zusammengesetzt aus "spirit of salt" (dem späteren HCl) und "sal volatile urinae" (ammonia) (ebenda), wobei er diese Substanzen auch experimentell zusammengebracht. Vitriole, das heißt Sulfate späterer Terminologie, die beim Erhitzen einen Schwefelsäure gebenden Dampf abgaben, galten als Verbindungen aus Schwefelsäure und einer Erde, die Eisen oder Kupfer enthielt.

Im späten 17. und noch 18. Jh. war das führende **Lehrbuch der Chemie** der "**Cours de chimie**", von NICOLAS LEMERY (L. JOUMEL 2007), dessen Erstauflage 1675 danach 30 Neuausgaben und Übersetzungen ins Englische, Italienische, Deutsche folgten. Als Aufgabe der Chemie wurde vor allem die "Kunst" genannt, die verschiedenen Substanzen in ihre Bestandteile zu trennen (H. GUERLAC 1961). Später, so in einer Neuauflage des Buches 1756, galt die Chemie als die praktische "Wissenschaft", die Zerlegung und Wiederaufbau der Substanzen betreibt. Die Substanzen wurden schon in 2 Gruppen eingeteilt, in die mineralo-

gischen und jene von tierisch-pflanzlichem Ursprung, wurde also die Zweiteilung der Chemie in anorganische und organische Chemie vorweggenommen (F. SZABADVA´RY 1993). Der ansonsten noch religiös-calvinistischen und auch alchemistischen Vorstellungen verhaftete HERMANN BOERHAVE (R. KNOEFF 2002) **unterschied** etwa 1736 in seinem Lehrbuch "Elementa chemia" die **chemischen Verbindungen** klar **von den mechanischen Gemengen** (P. WALDEN 1910). Die Verbindungen sind durchweg homogen, die charakteristischen Eigenschaften der Komponenten sind verschwunden.

LEMERY, Apotheker aus Rouen, wurde dann für weitere Chemiker der Lehrmeister in Paris.

Auch der der Begriff der "**Reinheit**", des "reinen Stoffes", im Unterschied zu dem mit Beimischungen und bloßen Mischungen, auch das nicht neu, wurde schärfer untersucht. 'Rein' – das konnte eine feste Verbindung ebenso sein wie ein Element. 'Rein', 'pure' – das war ein Begriff eher aus der Moral, aus der Religion, und 'rein' schien hier dem Gemischten vorzuziehen zu sein (M. CROSLAND 1996). Daß Stoffe Gemische sein können hatten gefunden etwa die Metallurgen, wenn sie Metalle trennten, etwa Silber vom Blei abschieden, wenn etwa Quecksilber Gold aufnahm und aus diesem wieder abgeschieden werden konnte. Mit dem Gegenteil hantierten die Metallurgen, wenn sie verschiedene Metalle zu Legierungen führten, mit auch neuen Eigenschaften, also 'Reines' verknüpften.. Die Eigenschaften der "reinen" Stoffe aber suchte man zu erfassen und mußte man für die Stoff-Untersuchungen erfassen. Nur 'reine' Stoffe, sicherlich auch immer wieder eindeutig zusammengesetzte aber so kaum wiederholbare Gemische, lieferten Wiederholbarkeit der Experimente, Reproduzierbarkeit. In Lösungen, war schon gesehen, sollte sich das "Unreine" vom "Reinen" scheiden, also eine Trennung stattfinden. LIBAVIUS definierte: "Alchemie ist die Kunst, reine Magisterien und Essenzen aus gemischten Stoffen auszuziehen" (zit. bei P. WALDEN 1931, S. 33). **Kristallisation aus wäßrigen Lösungen** sollte, so bei GLAUBER, reine Substanzen liefern. Reine Stoffe blieben allerdings ein Ideal für die meisten Substanzen, bis in die neue Zeit, bei allen Erfolgen bei der Herstellung reinerer Stoffe. Reine Substanzen zu erhalten, Trennungen vorzunehmen, blieb eine wichtige Angelegenheit der Chemiker und gerade im 20. Jh. wurden ungeahnt feine Trennmethoden gefunden. Chemie blieb zu einem beträchtlichen Teil "**Scheidekunst**".

Um das hier vorwegzunehmen: Eine Substanz auf ihre Reinheit zu untersuchen, also die "**Unreinheiten"** herauszusondern, hat sich öfters auch deshalb gelohnt, weil dabei **neue Substanzen** entdeckt wurden. So wurde, um 1817, bei der Untersuchung von Unreinheiten in dem in Apotheken verkauften Zinkcarbonat Kadmium als neues Element erkannt.

Erst nach 1700 wurden **Gefrier- und Siedepunkt** einer Substanz als besonders charakteristische Merkmale deutlich (P. WALDEN 1910, 1931). FAHRENHEIT, dem die um 1700 durch AMONTONS festgestellte Konstanz des Siedepunktes des Wassers bekannt wurde, untersuchte den Siedepunkt auch anderer Flüssigkeiten. Schmelz- und vor allem Siedepunkt galten schließlich und weiterhin als besonders charakteristische, für den "reinen" Stoff feststehende Parameter.

Im 17. Jh. wurde auch neben BOYLE und entgegen der Erlaubnis der Theologen wieder über kleinste Korpuskel und auch genannt **Atome** debattiert. Diese vermeintlich kleinsten Partikel der Materie waren für die mechanistischen Naturforscher im allgemeinen nicht spezifische Atome von spezifischen Substanzen. Nur der Chemiker LEMERY erklärte die verschiedenen Eigenschaften der verschiedenen chemischen Stoffe oder Stoffgruppen durch Unterschiede ihrer kleinsten Partikel. Die feinsten Partikel der Säuren sollten sich durch Spitzen auszeichnen und diese sollten dafür sorgen, daß Säure auf der Zunge oder der Haut eine brennende Empfindung hervorruft (M. CROSLAND 1973). Erstmals waren **verschiedenen Substanzen verschiedenartige Atome** zugeschrieben worden (H. GUERLAC 1961). Von den kleinsten Partikeln her wurden damals vielfach die Vorgänge bei der Lösung eines Stoffes in einem anderen gedeutet, im Sinne der Aufspaltung der Partikel in immer einfachere, als mechanische Aufteilung des Körpers im "Solvens", also dem Lösungsmittel (P. WALDEN 1910). FRIEDRICH HOFFMANN und STAHL dachten allerdings an eine Vereinigung des Lösungsmittels mit dem gelösten Stoff.

Zur "**Kraft**", die eine **Verbindung zwischen verschiedenen Stoffen** resp. deren Atomen hervorruft, sahen NEWTON, in den "Opticks" von 1704, und dann namentlich BOERHAAVE in seinen "Elementa Chemiae" von 1732 als **wesensverschieden von der Gravitation** an (P. WALDEN 1910), was für die Eigenständigkeit der Chemie sprach (H. GUERLAC 1961). Nach BOERHAAVE gehört die Verbindungskraft, die "vis attractrix", zu den Eigenschaften der rohen Materie. BUFFON verteidigte gegen NEWTON und BOERHAAVE die Identität von Gravitation und chemischer Anziehung.

Die Atome sollten sich unterschiedlich stark zueinander finden, was zur Vorstellung der "**chemischen Verwandtschaft**" führte. Die "**chemische Attraktion**" sollte, etwa für CULLEN, ein Schlüssel zum Verständnis der Vielfalt der chemischen Phänomene sein. In Frankreich stellte GEOFFROY stellte 1718 eine Tafel der "Elective Affinities" auf (P. WALDEN 1910). Diese unterschiedliche Attraktion erklärte beispielsweise die Fähigkeit der Magnesia den Kalk in Kalkwasser niederzuschlagen (precipitate) zu lassen, weil Kalk die stärkere Anziehung zur "fixed air" besitzt (H. GUERLAC 1957).




Abbildung 1186: STENO. Schwerin.

Als ein weiteres mit Flüssigkeiten zusammenhängendes Phänomen fand GEOFFROY 1713, daß beim Zusammenbringen von Weingeist und Wasser eine **Volumverminderung** stattfindet, was später auch bei der Mischung von Wasser mit Säuren u. a. bekannt wird - und auf chemische Reaktionen schließen ließ.

## Fossilien und Erdgeschichte – Muschel-Reste im Gebirge - NICOLAUS STENO. - Geographie

Versteinerte Muscheln auch fern heutigen Meeresküsten und sogar hoch in Gebirgen, namentlich in Kalksteinen, im Apennin und in den Alpen und anderswo, waren öfters aufgefallen. Das große Problem war, wie waren sie dorthin gekommen – wenn man sie denn überhaupt als die Reste von ehemaligen Lebewesen anerkennen wollte. Meer oder Wasser bis fern den heutigen Küsten, das berührte auch die Bibel und zwar die Geschichte von der Sintflut.

Es war ein Gelehrter, der sich in der Anatomie hervorgetan hatte und sich zum Katholizismus nicht nur bekehrte, sondern in ihm auch höhere Ämter übernahm, der für die Erdgeschichte wegweisend wirkte: NICOLAUS STENO (A. CUTLER 2003, G. SCHERZ 1987).

Da gab es besonders häufig auf der Insel Malta zahnähnliche Steinchen, die als

Nattern-Zungen, **Glossopetren**, 'Zungensteine', angesehen wurden und die heilkräftig sein sollten, vor allem gegen Gift. Gesammelt auf Malta hat sie etwa der dänische Anatom THOMAS BARTHOLIN und betonte, daß sie auch fest im Gestein sitzen. Im Oktober 1666 wurde bei Livorno ein riesiger Hai gefangen. Während die Fischer den schon verwesenden Körper ins Meer zurückwarfen, wurde der Kopf auf einem Karren auf Wunsch des Großherzogs nach Florenz gefahren und von dem hier weilenden dänischen Anatomen STENO untersucht. STENO erkannte die fossilen Glossopetren als alte **Haizähne**. Sein Interesse an fossilführenden Gesteinsschichten war geweckt. Auf Reisen, die er auch auf der Hinreise zu Fuß durchfführte, jetzt und später hat er die Grundlagen der Ermittlung der Erdgeschichte gelegt, ohne sich von der Bibel ganz zu lösen und in Anerkennung vom Großherzog in Florenz und der katholischen Kirche. Für die Anfänge der viel später oft religiös bekämpften Erdgeschichtsforschung gab es also keine Inquisition wie für GALILEIs neues Weltbild. Niedergelegt hat STENO (u. a. I. H. POTTER 1963) das 1669 in der Schrift "De Solido Intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodromus", also - unter anderem - über das 'Feste im Festen', so die Fossilien im Gestein. OLDENBURG von der Royal Society übersetzte das Werk 1671 ins Englische, wurde später neu aufgelegt in Florenz 1763 und wurde unter anderem in STENOs gesammelten Werken abgedruckt. Im 19. Jh. hatte ALEXANDER VON HUMBOLDT das Interesse an STENOs erdgeschichtlichem Werk wiedererwecke und nannte STENO "Vater der Geologie".

LEIBNIZ' Gedanken über die Vorgeschichte, seine **'Protogaea'**, erschien **1693** nur in kurzen Auszügen in den 'Acta Eruditorum', und wurde erst lange nach LEOBNIZ' Tod **1748** gedruckt, 7 Jahre vor der Veröffentlichung von Gedanken KANTs über Entwicklung im Weltall.

**Fossilsammeln** blieb ein Hobby mancher, gerade auch von Ärzten oder Pfarrern. Um die Fossilien gab es immer wieder Streit. Manche sahen sie als "Naturspiele". Vielleicht gar als in der Erde steckengebliebene, nicht zum Leben gekommen Produkte der Urzeugung. Immerhin glichen sie dann Lebewesen. Andere sahen die Fossilien als Opfer der Sintflut. Und somit auch als Beweis, daß es die biblische Sintflut oder wenigstens irgendeine Sintflut überhaupt gab. Das gilt etwa für den eifrigen englischen Fossiliensammler JOHN WOODWARD (J. M. LEVINE 2004). Er sah in Fossilien ehemalige Lebewesen. Fossilien fielen damit in biologische Betrachtung. WOODWARD erkannte sogar, daß sich bestimmte Fossilien stets in bestimmten Schichten finden. Aber das sollte nicht gegen ihrer aller Einbettung in der Sintflut sprechen, sondern in dem aufgewühlten Wasser der Sintflut sollten sie nach ihrer Schwere abgesunken und damit getrennt worden sein. Nichts also von Fossilien als Zeugen bestimmter Erdepochen. Der vielseitige WOODWARD sammelte auch Altertümer. Er ging den Spuren der Römer in Großbritannien nach,

namentlich in und um London. WOODWARDs Fossilien-Sammlung blieb in ihren Orginalschränken in der Universität Cambridge bis heute publikumszugänglich erhalten. Mit der Gründung des nach ihm benannten Woodward-Lehrstuhls stattete er die erste geologische Professur in Großbritannien aus. In Deutschland sammelte etwa zeitgleich, ab 1710, und mit derselben Interpretation zugunsten der Sintflut DAVID SIGISMUND BÜTTNER (BITTNER) (J. WEHMANN 2010), Diakon in Querfurt und damit wohnhaft in einem wegen des anstehenden Muschelkalks besonders fossilreichen Gebiet. Fossilien boten sich bei Wanderungen in die Landschaft regelrecht an. Dem Herzog von Weißenfels konnte anläßlich der Huldigung ein fossilreiche Steinplatte geschenkt werden.

Besonders bekannt als Vertreter der Sintflut-Auffassung für die Fossilien, als Vertreter der "**Diluvianer**", wurde der Schweizer JOHANN JAKOB SCHEUCHZER.

Noch lange hielt man an aus der Bibel angeblich erschließbaren Zeitmaßen fest, wonach **seit der 'Schöpfung' nur wenige Jahrtausende** vergangen sind, zuletzt bresonders jener Berechnung von Bischof USSHER von 1650 mit der Weltschöpfung 4004 v. Chr. (F. KRAFFT 1985, S. 83/84).

## Erdinneres - Phantasie ohne Grenzen?

In das Innere der Erde ist man trotz aller Bergwerke und Bohrungen wenigstens direkt bis heute nicht weit vorgedrungen, noch weniger weit als in den 'Kosmos'. Leider wurden und werden die Menschen vor allem mancher Regionen immer wieder an das Erdinnere erinnert, durch Erdbeben und Vulkanausbrüche. Auch aus weiteren faßbaren Daten, so der Temperaturzunahme in Bergwerken nach unten, wurde immer wieder versucht, das Erdinnere zu erfassen, im 17. Jh. bei dem phantasievollen Jesuiten ATHANASIUS KIRCHER 1664/1665 in der auch illutrierten "Mundus subterraneus", bei JOHANN JOACHIM BECHER 1669 in der "Physica subterranea". 1638 hatte sich KIRCHER sogar in den Krater des Vesuvs hinabbegeben. Er besuchte die Hundsgrotte, die Grotta del Cane, bei Neapel, in der am Boden kleine Hunde starben. Wegen der sich dort ansammelnden schwereren Gases.

## Allgemeine Geographie

Nicht nur Länderbeschreibung und Karten-Entwerfen, sondern Begründung der Prinzipien der **allgemeinen Geographie** gehen im 17. Jh. zurück auf BERNHARDUS VARENIUS, 1650 in seinem Werk "Geographie generalis". Vorher hatte

der vom Studium her von der Medizin gekommene und in Leiden wirkende VARENIUS eine Beschreibung von Japan und eine von Siam, dem heutigen Thailand, herausgegeben. Das Werk über die allgemeine Geographie wurde öfters verbessert, und 1672 lieferte eine solche Ausgabe NEWTON.

Ein in der Neuzeit vor allem auf BODIN im 16. Jh zurückgehender und dann in den folgenden Zeiten weiterwirkender Gedanke war der vom '**Geographischen Determinismus**'. Die geographischen Faktoren, Topographie, Klima, Boden, Wasser, sollten wenigstens stark darüber entscheiden, welche soziale Ordnung und welches politische System in einem Lande ausbilden. Der Blick auf die meergebundenen Handeslstaaten und im Vergleich dazu die auf Bewässerung angewiesenen kontinentalen Despotien konnte dem recht geben. In viel späterer Zeit wurde aber darauf verwiesen, daß Griechenland innerhalb der feststellbaren Geschichte immer dieselben reich gegliederten Küsten hatte und dennoch sich in dem Lande die verschiedensten gesellschaftlichen Systeme ablösten. Der geographische Determinismus konnte auch Warnung sein, sich allzu kühn in fremden Regionen festzusetzen (J. DARWIN 2010, S. 118).

Die politische Geographie der Vergangenheit, die Geographie einstiger Herrschaften, wurde betrieben von dem aus Danzig stammenden und 1622 in Leiden gestorbenen PHILIPP CLÜVER (H. EWE 1975, S. 19; Wikipedia 2017), der Begründer der '**Historischen Geographie**', Verfasser der 'Germania antiqua' von 1616.

1 8. Endlich Aufklärung und beginnende Industrialisierung - Weltbild auf naturwissenschaftlicher Grundlage im 17. und 18. Jahrhundert.

Auch der von vielen abgelehnte Bruch mit der christlich-abendländischen Tradition

## Politischer Hintergrund - Politisches Geschehen

Die Grenzen europäischer Staaten und ihrer östlichen Nachbarn gewannen zunehmend bleibendere Gestalt und europäische Mächte besetzten weitere Teile der Erde. Mit blutigen Kriegen im Westen und Süden und im Norden und Osten traten fast alle europäischen Mächte in der 18. Jahrhundert, in jenes Jahrhundert, in dem auch von den kriegsführenden Monarchen die Wissenschaft manche Förderung erfuhr.

**1707** wurden **England und Schottland** zum Vereinigten Königreich/**United Kingdom** vereinigt. England/Irland und Schottland waren seit JAKOB I., Sohn des MARIA STUART, also seit 1604, in Personalunion regiert worden, es wurde

von 'Großbritannien' gesprochen, aber die Parlamente beider Länder widerstrebten In den Produktionsergebnissen stand das Montanwesen "unmittelbar hinter der Landwirtschaft" (K.-H. KÖNIG 1978, S. 148) immer wieder der Vereinigung (Wikipedia 2016). Fast zu den Verrücktheiten in den monarchischen Erbangelegenheiten gehört, daß **1714** der Kurfürst ERNST AUGUST des 1692 zum Kurfürstentum erhobenen Braunschweig-Lüneburg nach dem Tode der ohne Nachkommen gebliebenen Königin ANNA STUART den Thron von Großbritannien erbte und **Großbritannien und Hannover**, staatlich weiterhin getrennt, in **Personalunion** standen. Einer der so regierenden Herrscher war der ab 1760 regierende, Nordamerika verlierende GEORG III,, der das Kurfürstentum Hannover nie besuchte (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 38).

Fern dem Westen war in **Ostpreußen** ein neuer **souveräner**, vom deutschen Kaiserreich unabhängiger Staat entstanden, '**Preußen**', unter dem brandenburgischen Kurfüsten, dem 'Großen Kurfürsten' FRIEDRICH WILHELM, der 1660 im Frieden von Oliva die polnische Lehnsoberhoheit abgeschüttelt hatte. Das von den polnischen Königen immer privilegierte Danzig blieb zur Freude seines vor allem deutsche Patriziats (M. BOGUSKA 1980, S. 93) 1660 bei Polen. Des 'Großen Kurfürsten' FRIEDRICH WILHELMs Nachfolger FRIEDRICH I. (W. SCHMIDT 1996) der als Kind wegen einer Amme einen Unfall erlitten hatte und seine körperliche Behinderung nie voll überwand, konnte durch des Kaisers Zustimmung und die Anerkennng durch die anderen Fürsten wagen, sich am 18. Januar **1701** in Königsberg zum **König in** Preußen zu krönen.

Als Österreichs Soldaten im Spanischen Erbfolgekrieg gebunden waren, **erhoben sich 1703** viele **Ungarn** unter dem 1676 im Geschlecht der Fürsten von Siebenbürgen, den RAKOCZIs, geborenem FERENC II. **RAKOCZI** (Wikipedia 2016). Erst 1708, am 3. August, bei Trentschin, wurden die Aufständischen von den habsburgischen Truppen geschlagen. Der zunächst mit aufständische Hochadel fürchtete ohnehin Parallelaufstände der Leibeigenen. Auch Epidemien hatten gewütet. Der Aufstand kostete etwa eine halbe Million Opfer. Im Frieden 1711 gab es viel Amnestie, auch das Zugeständnis zum Protestantismus. RAKOCZI ging über Frankreich und ein Karmeliterkloster 1717 in die Türkei. Mit Ungarn war es auch im 20. Jh. nicht ratsam zweifelhaftes moralisches Verhalten ihres Nationalhelden anzusprechen, weil der immer noch verehrt wird. Sarospatak im heutigen Nordost-Ungarn war das kulturelle Zentrum des RAKOCZI-Territoriums, das 'calvinistische Athen'

Und den **fast absoluten** und dennoch anerkannten **Alleinherrscher,** der bei aller Härte anerkannt wurde, den gab in manchen Staaten weiterhin. **Was ein Staat**, ein Herrscher, **zu benötigen** vermeint, wird oft **durch Eroberungen** geholt, mit durch auch zweifelhafte Begründungen eingeleitete Kriege. Das galt für England,



Abbildung 1187: Sarospatak. Bildungszentrum der RAKOCZI.

für Frankreich, für das weitausgreifende Rußland. **Rußland** mit seit 1689 PETER I. (H. VALLOTTON 1978) als absoluten Zar. besitzt als Hafen nur Archangelsk und will Häfen auch an den anderen Meeren als dem Eismeer. Zunächst wurde des am Schwarzen Meer versucht. Mit von Archangelsk nach Woronesch über Land transportierten niederländischen Schiffen und im Festland in Woronesch erbauten Schiffen wurde den Don hinabgefahren und 1696 Asow erobert. Einen Zweck hat Asow aber nur mit offener Meeresstraße bei Kertsch. Auch Asow ging wieder verloren, nachdem PETER mit seinen Truppen 1711 am Pruth nur durch den PETER nicht vernichtend schlagenden Großwesir davongekomen war. Erfolgreich war die Inbesitznahme von Häfen im Baltikum, wo IWAN DER SCHRECKLICHE vergeblich den Livländischen Eroberungskrieg geführt hatte. **Schweden** hatte sich große Regionen an den Ostseeküsten angeeignet. an den deutschen Küsten wie im Baltikum. Rußland unter Zar PETER DEM GROSSEN, Dänemark und Polen und mit letzteren durch die Personalunion unter dem sächsischen Kurfürsten AUGUST DER STARKE auch Kursachsen hatten sich verbündet, um Schwedens Ausgreifen zurückzudrehen. Der kriegeriche Schwedenkönig KARL XII. schien mit seiner auch in manchem stark beanspruchten Zustand starken Armee in dem letztlich 21-jährigen **Nordischen Krieg** die Gegner überwinden zu können. In Narwa wurde 1700 die Russen. schwer geschlagen. Aber es gründete 1703 PETER auf erobertem Territorium S**t. Petersburg**, das **1713** zur **Hauptstadt** erklärt wurde. Erbaut wurde die Stadt auf dem Sumpfgelände von zu Tausenden umkommenden einfachen Menschen unter Bedingugen wie in einem Gulaglager - Menscheneleben spielten keine Rolle. Die Eliten wurden nur zunhemend gezwungen, nach der neuen Hauptstadt umzuziehen.



Abbildung 1188: PETER I. St. Petersburg Senatsplatz.

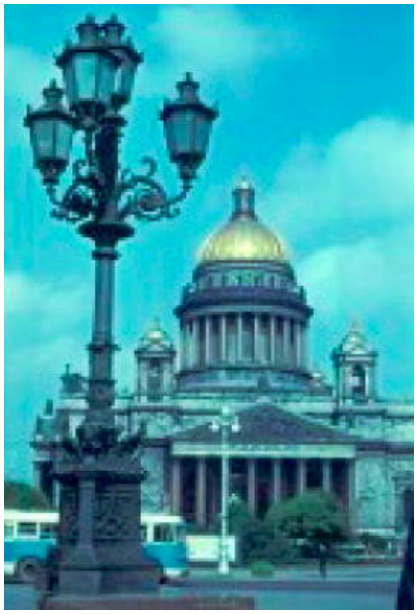

Abbildung 1189: St. Petersburg später: Isaak-Kathedrale.




Abbildung 1190: Gedenkstele Frieden von Altranstädt.

Im Nordischen Kriege wurden 1706 die Sachsen von schwedischen Truppen besiegt. Sie rückten in Sachsen ein, spotteten über den 'lieben Augustin' und im Frieden von Altranstädt wurde der Verzicht AUGUSTs auf den polnischen Thron vereinbart und wurde STANISLAUS LESZYNSKI, Woiwode von Posen, 1704 gewählter König von Polen.

Bei **Poltawa** wurde am 8. Juli **1709** das schwedische Heer vom russischen unter PETER besiegt. PETER hatte sich viel vom schwedischen Heer abgeschaut. Am Abend stöhnen die sterbenden Verwundeten auf dem Schlachtfeld, enziehen sich etliche schwedische Offiziere der 'Schande' durch Selbstmord, aber die gefangenen schwedischen Offiziere lädt PETER (H. VALLOTON 1978, S. 190) zu einem Abendbrot ein und soll sein Glas mit dem Trinkspruch gehoben haben: "Ich trinke auf das Wohl derjenigen, die mir Lehrmeister der Kriegskunst waren!" Der vom Zufall Geschädigte oder auch der sich aufopfernde Tapfere versäumt Annemhmlichkeiten des Lebens. KARL XII. flieht zu den Türken. Vergeblich warb er in der Türkei für einen Krieg gegen Rußland. Ein schreckliche Pest dezimierte die Truppen der Gegner wie die Bevölkerung. Mit dem Frieden von Nystad 1721 konnte sich PETER das Baltikum sichern. Der wie der Zar trinkfeste AUGUST DER STARKE kehrt auf den polnischen Thron zurück, Er konnte jene bestrafen, die während seiner Abwesenheit den Frieden von Altranstädte geschlossen hatten.

Die **Osmanen** konnten 1715 zwar Venedig auf dem Peloponnes besiegen, aber mußten noch Niederlagen gegen die Habsburger erleiden, welche 1716 Temesch-



Abbildung 1191: KARL XII. Stockholm.



Abbildung 1192: AUGUST der STARKE. Dresden.



Abbildung 1193: Das Polen der Magnaten: Bialystok, Fam. BRANICKI.

burg, 1777 Belgrad einnahmen. Nach dem diese Verluste besiegelnden Frieden von Passarowitz 1718. Das 1711 am Pruth gegenüb er den Türken nur mit knapper Not entkommene Rußland drang aber 1720 in Persien ein, übernahm 1723 das nördliche Aserbaidshan. PETERs stirbt am 8. Februar (gregorianischer Kalender) 1725. Was ein Fürst oder ein Staat braucht, das sucht er **zu erobern**, Land, Ressourcen, Untertanen. **In Europa kam kein Frieden**, schließlich konnten die Fürsten immer wieder sich auf ihre Patrimonalrechte berufen. Mit einem Ausweisungserlaß von 1731 werden aus dem Fürsterzbistum Salzburg als **eine der letz**ten **religionspolitischen Maßnahmen** dieser Art in Europa fast 20.000 Protestanten vertrieben. Viele dieser '**Exulanten**' finden Aufnahme in Preußen, so in dem durch die Pest 1706 - 1714 entvölkerten Ostpreußen. Außer auf dem Landweg wurden viele auf 66 Schiffen von Stettin nach Königsberg dorthin gebracht (Wikipedia 2018).

Die Staatsoberhäupter Europas oder auch innerhalb des Heiligen Römischen Reiches verbanden sich in immer neuen Bündnissen, verheirateten untereinander ihre Söhne und vor allem auch Töchter. Wer hohen fürstlichen Geblütes war, konnte Länder erheiraten. Wenn jemand Herrschendes starb, dann wurde nicht bedacht einen selbst schon lange begründeten Staat auf jeden Fall zu erhalten, sondern in Erbfolgefragen einzugreifen, den anderen zu schwächen, ja aufzuteilen. Es gab **immer neue Erbfolgekriege**. Die daran beteiligten zahlreichen Länder lassen auch anch den Maßstäben der Beteiligten von 1914 fast von 'Weltkriegen' sprechen. Niederlagen der einen folgten Konferenzen, **Friedensschlüsse**, kaum noch erfaßbar viele, neue Landverteilung, ja auch über alle auch höhergestellten Untertanen, also Städte oder Gutsherren etwa, hinweg. Es gab Tausch ganzer Territorien, eine Fürstenentschädigung durch Einsetzen eines Fürsten woanders, alles **oft nur** in der **Dauer von wenigen Jahren**. Trotz oder gerade auch wegen der in den

einzelnen Territorien durchaus geförderten Gewerbeentwicklung und Verbesserung der Infrastruktur, der Verkehrswege zu Lande und zu Wasser:und kultureller Leistungen: Im 18. Jh. kam es auch zu einem wenigstens zeitweiligen ersten Ende solcher Zustände.

Aber das dauerte: 1733 stirbt der sächsische Kurfürst und Polenkönig AUGUST DER STARKE. Die einen Magnaten, geführt von der Familie POTOCKI will den Sohn des Verstorbenen auf den polnischen Thron. Unter der Familie CZARTORYSKI wird zurückgeholt der in Frankreich im Exil lebende STANISLAUS LESZCZYNSKI. Seine Tochter MARIA wurde noch zu seiner Exilzeit zur Gattin des 7 Jahre jüngeren 15-jährigen LUDWIG XV., mit Hochzeit in Fontainebleau (J. LEVRON 1982, S. 50 ff.). Es folgt der bis 1735 dauernde und 1738 mit einem Vorfrieden in Wien beendete **Polnische Thronfolgekrieg**. Rußand und Österreich standen auf der Seite der wettinischen Partei, Frankreich stand auf der Seite STANISLAUS LESZCZYNSKIs, Schwiegervater des Königs LUDWIG XV. Gekämpft wurde daher auch am Rhein. Russische Truppen stürmten unter Graf MÜNNICH 1734 das sich verzweifelt wehrende Danzig, das auf der Seite von STANISLAUS LESZCZYNSKI stand. Dieser fand in der Stadt Zuflucht. Auf den polnischen Thron folgte der gegenüber seinem Vater schwächere AUGUST III. FRIEDRICH. FRANZ STEPHAN, Herzog von Lohtringen, verzichtete bei seiner Heirat mit MARIA THERESIA 1736 auf Lothringen und wurde 1738 Großherzog des nach dem Aussterben der dortigen Herrscherfamilie herrscherlosen Staates Toskana. STANISLAUS LESZCZYNSKI wurde mit Lothringen entschädigt und residierte dort in Lunevielle und Nancy, gestorben 1766. Lohtringen fiel dann an Frankreich.

1740 stirbt Kaiser KARL VI. Er hinterließ als Lebende nur Töchter, Für die älteste, MARIA THERESIA sollte das in anderen Staaten, so Spanien, übliche und bisher für die Habsburger fehlende Erbrecht auch für eine Frau eingeführt werden und KARL VI. hatte unter manchen Zugeständnissen bei Europas Herrschern mit der 1703 noch im Stillen formulierten 'Pragmatischen Sanktion' daür geworben, für die Habsburger auch die weibliche Primogenitur anzuerkennen. 1722 hatte auch der ungarische Reichstag zugestimmt. Aber etliche Fürsten suchten aus der Erbfrage zu erben. Das Habsburger Reich schien vor der Aufteilung zu stehen. Es folgt der **Österreichische Erbfolgekrieg 1740 - 1748**. Der Kurfürst von Bayern KARL ALBRECHT rückt mit seinen Truppen in Österreich ein, ist am 15. September 1741 in Linz. Am 26. November 1741 stürmen bayerische und sächsische Truppen Prag. Erstmals eit langem wird ein Wittelsbacher, eben dieser Kurfürst von Bayern, als KARL VII. zum Kaiser gewählt, wird am 24. Januar 1742 in Aachen gekrönt. Aber da ist die Kriegswende schon da. MARIA THERESIA wurde Königin von Ungarn. Am 12. Februar 1742 ziehen habsburgische Truppen in



Abbildung 1194: Nancy.




Abbildung 1195: Nancy: Denkmal LESZCZYNSKI.

München ein. 1745 stirbt Kaiser KARL VII. MARIA THERESIAs Gatte FRANZ STEPHAN wird am 13. September 1745 als FRANZ I. deutscher Kaiser, eine aber schwach bleibende Figur. Der Gewinner ist nach 3 Kriegen FRIEDRICH II. von Preußen, der 1742 mit zweifelhaften Erbansprüchen Schlesien annektiert: nach Rückeroberungsgefahr durch Österreich wieder 1744. Die Protestanten sind sogar für FRIEDRICH II. Besonders bedrückend wurde der **Siebenjährige Krieg**, den FRIEDRICH II. vom Zaune bricht, als sich eine breitere Koalition gegen ihn zusammenbraut. Preußen ist dieses Mal verbündet mit England. Gegen ihn, gegen den die Reichsacht verhängt wird. Das Habsburgerreich steht mit Sachsen und - wie war das möglich - Frankreich und Rußland im Bunde. Der normale Bürger kann wie der Wandsbecker Dichter M. CLAUDIUS (in 1975, S. 60) zunächst einmal nur klagen: 's ist leider Krieg - und ich begehre Nicht schuld daran zu sein."Am 28. August 1756 marschieren FRIEDRICHs Truppen in Sachsen ein. Der sächsische Hofstaat flieht im Oktober nach Warschau. Am 15. Oktober kapituliert Sachsen. FRIEDRICH schließt Prag ein, beschießt die Stadt. Er wird bei Kolin schwer besiegt. Wien soll mit seiner Kaiserin "überschwenglich" gefeiert haben. Als den weiterhin höchsten österreichischen Militärorden wird das "Großkreuz des Maria-Theresien-Ordens ... gestiftet (H. RIEDER 1990, S. 132). FRIEDRICH II. hat noch Truppen. Am 5. November 1757 schlägt er bei Roßbach oberhalb von Weißenfels 'Reichsarmee, Panduren und Franzosen'. Einen Monat später ist er längst in Schlesien. Am 5. Dezember schlägt FRIEDRICH II. die Österreicher. bei Leuthen, etwa 20 km westlich Breslau. Wer nach der Schlacht von FRIEDRICHs Soldaten noch singen kann, singt in die kalte weiße Winternach 'Nun danket alle Gott ...", den 'Choral von Leuthen'. MARIA THERESIA wird als untröstbar geschildert, "tat nichts als weinen" (H. RIEDER 1990, S. 134/135). Am 12. August 1758 wird FRIEDRICH II. bei Kunersdorf, unweit Lebus, besiegt. "Hunde wollt ihr ewig leben!" soll der Preußenkönig seinen weichenden Kriegern zugerufen haben. Er sieht das Ende vor sich. Der preußische Offizier und Dichter EWALD CHRISTIAN VON KLEIST war schwer verwundet worden, starb, 44-jährig, 12 Tage später in Frankfurt an der Oder und der auf dem Schlachtfeld von Kosaken Ausgeplünderte wurde dort von der russischen Garnison immerhin ehrenvoll bestattet (Wikipedia 2016). Am 14. Oktober 1758 überrascht der österreichische Feldherr DAUN die noch im Lager schlafenden Preußen bei Hochkirch westlich Löbau und bringt ihnen eine schwere Niederlage bei. Statt der vielleicht zu riskanten Gefangenenahme werden die Überraschten so abgestochen, daß wegen des in ihr herabfließenden Blutes eine Gasse in Hochkirch seitdem 'Blutgasse' heißt. Am späten Abend des nächsten Tages erhält MARIA THERESIA die Siegesnachricht in Schönbrunn und jetzt singt sie mit den ihren in der Schloßkapelle das 'Tedeum'. FRIEDRICH II., der viel besungene Erbauer von Sanssouci, ließ namentlich 1758 in unbändiger Wut die großartigen Schlösser seines als Hauptfeind betrachteten sächsischen Premiermi-

nisters BRÜHL und seiner fast noch mehr verschwenderischen Gattin plündern, zerstören, anzünden (O. E. SCHMIDT 1925, S. 321/322) und legt mit seiner Artillerie 1760 große Teile von Dresden in Trümmer (O. E. SCHMIDT 1928, S. 64). BRÜHL hatte für seinen Reichtum einst selbst die Arbeitskraft von Tausenden genutzt, das Land geplündert. Noch 1760, am 15. August, siegt FRIEDRICH II. bei Liegnitz und am 3. November gerade noch knapp bei Torgau. Bei Torgau (Wikipedia 2016) verlor Österreich 15.200 Mann, knapp 30% der Angetretenen, Preußen büßte 16. 751 Mann ein, 25% der Armee. Am Ende und in Erschöpfung und dem Rückzug Rußlands gibt es einen Frieden, geschlossen 1763 in dem von FRIEDRICH II. verwüsteten und ausgeraubten Schloß Hubertusburg (O. E. SCHMIDT 1925, S. 321/322). Preußen behalt das annektierte Schlesien. Das Ergebnis **territorial ist 'status quo ante bellum'**, der Zustand wie vor dem Krieg. Jedoch der traurige 7-jährige Krieg erscheint im nachhinein vielleicht nicht vollends sinnlos, da er immerhin politische und geistige Klarheit zuwegebrachte und die **Weichen für die zukünftige politische** Enwicklung **in Deutschland** stellte. Eigentlisch "singulär" in der europäischen Geschichte, wie der kleine ärmlich Soldatenstaat zur europäsichen Großmacht wurde (F MEINECKE 1919, S. 16). Das Ende des 7-jährigen Krieges trennt mehr denn je das protestantische nördliche Deutschland vom katholischen Süden und vor allem von Österreich. Das Sachsen der Wettiner blieb schwer angeschlagen. Die beiden kaum religiösen Herrscher, FRIEDRICH II. und JOSEPH II. treffen sich schon am 25. August 1769 in Neiße in wechselseitiger Achtung. Das alles half keinem der vernichteten Leben und VOLTAIRE, der von FRIEDRICHs II. Potsdam geflohen ist, findet Kriege sinnlos. Zwischen England und Frankreich war es auch ein **Kolonialkrieg in Übersee**. Im Süden des **späteren Kanada** hatten sich Franzosen festgesetzt. Am 13. September 1759 .schlugen die Engländer nach schweren vorangegangenen Niederlagen und hohen Menschenverlusten die Franzosen samt den mit ihnen verbündeten Indianern nahe **Quebec**, Die beiden Befehlshaber, MONTCALM auf der französichen Seie und der immer wieder als heldenhaft gefallener großer Patriot gefeierte WOLFE auf englischer Seite werden tödlich verwundet, was die Härte auch der Kolonialkämpfe schon der damaligen Zeit vorführt. Mit Neufrankreich in Nordamerika ist erst einem Schluß. Auch, wenn viele Franzosen fort bleiben.

Der 7-jährige Krieg hatte auch Frankreich für einige Zeit schwer erschöpft (W. und A. DURANT 1969, S. 92 ff.), einen Krieg, in dem sie kaum viel gewinnen konnten. Im Jahre 1765 erlebt GOETHE in Frankfurt, wie MARIA THERESIAs ältester Sohn JOSEPH zum deutschen Kaiser gekrönt wird und JOSEPH wird Mitregent der Mutter, einer durchaus auch emotinalen, liebenden Ehefrau und einer sorgenden Mutter ihrer Kinder. Als JOSEPH II. folgt er der am 29. November 1780 gestorbenen MARIA THERESIA. In Mitteleuropa droht 1778 noch einmal ein Krieg, Der seit 1745 in Bayern regierende bayerische Kurfürst MAX III. JO-



Abbildung 1196: Heldentod für England vor Quebec: WOLFE. Greenwich.

SEPH war kinderlos und schloß am 22. September 1766 mit dem Kurfürsten der Pfalz eine Erbverbrüderung, wonach beim Tode des bayerischen Kurfürsten der Kurfürst der Pfalz, KARL (CARL) THEODOR auch Bayern übernehmen sollte in unteilbaren Gesamtbesitz Bayern und Kurpfalz (Wikipedia 2017). 1777 tritt mit dem Tode des bayerischen Kurfürsten der Erbfall ein. KARL THEODOR verlegt seine Residenz von Mannheim nach München. Österreich will aber vom nun doppelten Kurfürsten KARL THEODOR in einem Tausch gegen Geld und das am Rhein liegende Vorderösterreich von Freiburg bis Konstanz, Niederbayern und die Oberpfalz erwerben. Die Reichsfürsten sind gegen solche österreichische Machtausdehnung. Mit Preußens Kriegserklärung am 3. Juli und FRIEDRICH II. Einmarsch in Böhmen am 5. Juli 1778 kommt der **Bayerische Erbfolgekrieg** (Wikipedia 2016). Eine Schlacht wird jedoch vermieden. Die auch jetzt plündernden Truppen ernähren sich in diesem 'Kartoffelkrieg' von der Untertanen Kartoffeln und Obst. Am 13. Mai 1779 beendigt der Frieden von Teschen einen neuen, diesmal ohne Schlacht verlaufenden 'Kabinettskrieg', Österreich erhält nur wenig neues Land, unter anderem Braunau am Inn. Am liebsten hätte KARL THEODOR Bayern gegen die habsburgischen Niederlande getauscht, was aber auch verwehrt wurde - aber Zeugnis vom möglichen Geschacher im Besitz der Herrschenden.

**Deutsche Territorialfürsten** lebten noch immer souverän und zeitweise unbekümmert, gern mit Mätressen. Neue Residenzstädte und Residenzen werden gegründet. In **Württemberg** verlegt Herzog EBERHARD LUDWIG die Resi-



Abbildung 1197: Erinnerung an Hofnarr FRÖHLICH, Dresden. 1978.

denz von Stuttgart nach dem 1704 gegründeten Ludwigsburg. Dorthin müssen ihm die Beamten und damit die als loyal zu sehenden Bürger folgen. Auch 'Große' eines Landes wie der Graf VON BRÜHL, 1746 - 1751 Premierminister unter dem **sächsischen Kurfürsten** FRIEDRICH AUGUST II, und als AUGUST III. König in Polen, schufen sich eigene Riesenbesitztümer mit zahlreichen Schlössern. Der Hofnarr JOSEPH FRÖHLICH hat vergeblich gegen die Verschwendung gespottet (K. REIMANN 2005).

BRÜHL wie sein Herrscher starben 1763. Nur reichlich 2 Monate regiert und stirbt an den Blattern der Nachfolger FRIEDRICH AUGUST II. Der ihm folgende FRIEDRICH CHRISTIAN begann mit einer Sparpolitik. Manche Fürsten verkauften Landeskinder als Soldaten an die britische Armee für die Niederschlagung der Aufständischen in Nordamerika. Auch mit dem damit eingenommenen Geld kam Kultur zustande. Sachsen war daran nicht beteiligt. Kleine Fürsten traten als höhere Offiziere in die Dienste reicherer Herrscher, so der 'Alte Dessauer' bei FRIEDRICH II. in Preußen und Offizier in preußsischen Diensten war dann auch CARL AUGUST von SACHSEN-WEIMAR-EISENACH, weshalb ihn GOETHE 1792 nach Frankreich begleitete .

**Aufgeklärtere Ideen** erfassen auch Herrschende und lassen sie anders denken, lassen in einflußreiche Positionen kommende Reformer nach Veränderungen streben, 'modernisieren', weisen das Klerikale zurück, gewähren religiöse Toleranz, befreien auf Leibeigenschaft, gewährend mehr Individualität, fördern Gewerbe,

fördern Bildung bis hinab in die unteren Schichten, bringen wenigstens Alphabetisierung. Kulturförderung gehört dazu, es werden gegründet Opernhäuser, Theater, Akademien. Damit hören die Kriege der Monarchen untereinander nicht auf. Aber in ihren Denkungsart erscheint ein **neuer Typ von Monarchen**, **absolut**, aber **auch Reformer.** Und es kann angenommen werden, daß wenigstens etliche nicht nur nach dem Motto handelten, daß sie 'leider einige Konzessionen machen müssen', sondern die neuen Ideen in ihnen lebten. Der **im Namen des Monarchen regierende Staatsmann** mit wenigstens zeitweise absoluter Machrvollkommenheit bestimmte in einigen Staaten auch im 18. Jh. Er war oft hart bis zur Grausamkeit und auch korrupt, aber gerade durch manche von ihnen wurden weiterführenden Dinge durchgesetzt. Wie sehr war das Volk 'bildungsbeflissen'? Wie weit konnte man ihm Antiklerikalismus beibringen? Die Armen Spaniens, die Lazzaroni Neapels schienen nicht zu der Liberalisierung geneigt zu sein, die seine gebildete Elite anstrebte. Die Inquisition bedrohte nicht die Ungebildeten und Armen. Und wie konnte man dem **Hunger** beikommen, den Naturkatastrophen verstärkten? Und aller **aufgeklärte Despotismus** und manches Wohlwollen von oben hat **nicht die Revolution von 1789/1792 verhindert**!

Veränderungen durch Diktatur gab es durch POMBAL in **Portugal**, durch DE TANUCCI im Königreich **Neapel.** Sein Gebieter war KARL./CARLO III./VII. von Bourbon, der 1759 auch König von Spanien wurde und in besonderem Maße der viele Reformen einleitende **aufgeklärte absolutistische Despot** war. Durch ihn, den aufgeklärten Despoten, und durch einen engen Kreis von Beratern, sollte in diktatorischer Weise in kurzer Zeit durchgesetzt werden, was bei parlamentarischen 'Schwatzbuden', den Ständeversammlungen, nicht zu erreichen war, jedenfalls nicht rasch. Unter KARLs Nachfolge, FERDINAND IV, nahm das Refomieren ein Ende. TANUCCI trat 1777 zuück.

Im **Zarenreich** unter PETER DEM GROSSEN bestimmte wie dann in **Frankreich** mit LUDWIG XIV. der fähige Herrscher schließlich selbst. Grausamkeit bis hin zu Verbrechen und verbunden mir Überzeugungsgeschick und auch Fortschritten wie die Alphabetisierung vieler, brachte, auch in manchen großen Staaten Europa und Asiens im 20. Jh. Gewaltherrscher an die Macht, ob STALIN, MUSSOLI)NI, MAO TSE TUNG. Auch HITLER war schließlich nicht ohne Bewunderer, wenigstens für manches von 1934.

Eine kleine Nation, die Souveränität anstrebte, war **Korsika**, das unter PASQUALE PAOLI nicht nur 1755 - 1769 eine souveräne Republik war, sondern auch die damals **demokratischste fortschrittlichste Verfassung** besaß, um aber dann, nach der vorhergehenden langen Beherrschung durch Genua, von Frankreich einkassiert zu werden, auch in der Revolution.

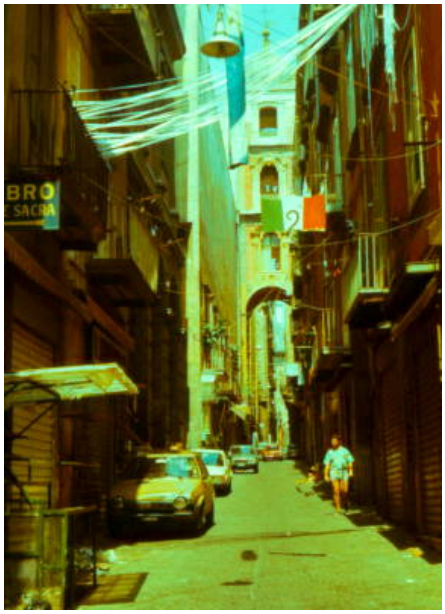

Abbildung 1198: Neapel, Altstadt. 1990.



Abbildung 1199: Neapel: Kastell.



Abbildung 1200: CARLOS III. von Bourbon. Messina.



Abbildung 1201: PAOLI. Corte, Korsika.

Die großen **russischen Eroberungen** erfolgten unter der als Prinzessin aus Anhalt-Zerbst stammenden Zarin KATHARINA II., deren als unfähig geltender Gatte, der aus Schleswig-Holstein-Gottorf kommende Zar PETER III., wohl mit ihrem Einverständnis im Juli 1762 umgebracht wurde. 1768 kommt es zum Krieg zwischen den Osmanen und Rußland. Griechen erheben sich gegen die Osmanen, aber die Russen können ihnen zunächst nicht helfen. KATHARINA sandte die russische Ostseeflotte ins Mittelmeer und in englischen Häfen verproviantiert kann sie die türkische Flotte 1770 bei Tschesme in der Ägäis an der kleinasiatischen Küste gegenüber von Chios vernichten (W. GUST 2017, S. 247 ff., M. W. WEITHMANN 1994, S. 137). Danach muß sich die auch in Mitleidenschaft gezogene russische Flotte zurückziehen, nach Lemnos und dann Mykonos. Im Dorf Kütschük-Kainardsche nahe Silistra an der Donau unterzeichnet am 21. Juli 1774 das Osmanische Reich einen Friedensvertrag, der die **Krimtataren** als unabhängig vom Osmanischen Reich trennt und so erstmals den Osmanischen Staat moslemisches Territorium verlieren läßt, Rußland Asow und die Kertsch-Halbinsel und andere Regionen am Schwarzen Meer einbringt, Bosporus und Dardanellen müssen russischen Handelsschiffen geöffnet werden. Das **Schwarze Meer** wird zu einem **russischen Meer.** 1783 wird die Krim russisch. Die Krimtataren waren auch Sklavenhändler gewesen. 1773 - 1775 werden weite Teile des östlichen Rußland von einem **Bauernaufstand** unter dem Donkosaken **PUGATSCHOW** erfaßt. PUGATSCHOW war Soldat gewesen, im 7-jährigen Krieg wie im Türkenkrieg. Nun gab er sich als der angeblich dem Mordauftrag KATHARINAs entkommene Zar PETER III. aus. Grausamkeiten bei den Aufständischen, große Grausamkeit bei der Niederschlagung und 1775 Hinrichtung PUGATSCHOWs in Moskau. Zum Vordringen in den Kaukasus wird **1785** die Stadt **Wladikawkas**, 'Beherrschen den Kaukasus', gegründet. Bis heute bleibt der Kaukasus Rußlands schwelende Ferse. **1794** wird **Odessa gegründet**. Auf dem Peloponnes wüten albanische Banden, die Arnauten, und andere.

In **Polen** wird STANISLAUS PONIATOWSKI am 7. September 1764 zum König gewählt, aber der einstige Geliebte der Zarin wendet sich dann von Rußlan ab und bekommt Schwierigkeiten mit russophilen, dem orthodoxen Glauben anhängenden Adligen. STANISLAUS PONIATOWSKI hat viel getan, um Bildung und Schulwesen voranzubringen. Aber dennoch: Unter Federführung von KATHARINA II. kommt es zu Teilungen Polens 1772 zwischen Rußland, Preußen, Österreich, 1793 zu weiteren Abtrennungen durch Rußland und Preußen und 1795 zur endgültigen Aufteilung durch die 3 Teilunsmächte von 1772. Rußland eignete sich unter der 1796 gestorbenen KATHARINA größte Teile von Polen an, während Preußen im Westen und die Habsburger im Süden große Regionen übernehmen. Von der Teilung betroffen ist auch das mit Polen seit 1569 in Union vereinigte Großfürstentum Litauen. Der Name Litauen erscheint wieder viel später nur als einen kleinen baltischen Staates. Der aus dem Adel stammende TADEUSZ KOSCIUSCKO, der

1776 - 1783 an der Seite der Aufständischen in Nordamerika gewesen war, konnte trotz einiger Siege Polens Ende nicht aufhalten. In Wilna war bei einem Aufstand die russische Garnison noch einmal vertrieben worden. Bei einem jakobinisch geprägten Aufstand in Warschau waren einige Adlige und Geistliche gehängt worden und der russische General SUWOROW, der 'Schlächter von Warschau', ließ "sämtliche Bewohner der Vorstadt Praga umbringen" (N. DAVIES 2015, S. 323), die Rede ist von Zehntausenden (Wikipedia 2016). In der Sowjetunion des 20. Jh. war SUWOROW hochgeehrt. 1799 durchzieht SUWOROW von Italien aus auf beschwerlichsten Wegen und über schneebedekcte Päasse die Schweiz gegen die Franzosen, die von vielen Schweizern auch nicht geliebt werden (YouTube).

**Großbritannien** wollte selbst den von eigenen Landsleuten beherrschten Kolonialstaaten in Nordamerika die eigene wirtschaftliche Entwicklung untersagen. PITT der Ältere soll gesagt haben: "Kein Schuhnagel und kein Hufeisen" dürfe in den Kolonien selbst hergestellt werden (zit. B. TUCHMAN 1997, S. 222). Nur auf englischen Schiffen mit englischer Mannschaft durften Produkte in die nordamerikanischen Kolonien kommen, und diese Produkte mußten aus England stammen (W. und A. DURANT 1967) oder über England laufen. Die Hutmacher in England verlangten, den Kolonisten die Herstellung eigener Hüte zu untersagen, die englischen Stahlfabrikanten forderten vom Parlament die Errichtung eigener Walzwerke oder Hochöfen in Amerika zu verbieten (PH. RUSSELL o. J., S. 211).

England bekam zahlreiche Soldaten von deutschen Fürsten, die damit ihre Finanzen aufbesserten, ja manchmal nahezu der Staatspleite entgingen. Sie konnten sich auf das Legalitätsprinzip berufen, das Aufstand gegen die ererbte monarchische Herrschaft verbot und sie hatten jetzt so wenig Sinn für Revolution wie 1789 oder gar 1792.

Die Aufständischen bekamen aber Hilfe aus dem monarchischen Frankreich. Am 6. Februar 1778 schloß Frankreich einen Bündnis- und Handelsvertrag (W. OPPENHEIMER 1989, S. 95) mit den Freistaaten in Nordamerika. England beendete die diplomatischen Beziehungen mit Frankreich Zuletzt kam von Westindien aus 1781 Admiral GRASSE mit einer Kriegsflotte dem im Aufstand führenden Oberbefahlshaber GEORGE WASHINGTON zu Hilfe und sein Sieg über die Royal Navy am 5. September 1781 in der Cheasapeake Bay ermöglichte den USA den entscheidenden Sieg über die Briten in **Yorktown** am **18. Oktober 1781**. Frankreichs Monarchie, welche die englische Monarchie schädigen wollte, rückte gerade durch seine Hilfe für die republikanischen Aufständischen in Nordamerika seiner finanziellen Pleite immer näher. Mit eigenen Mitteln half an WASHINGTONs Seite der superreiche, aus dem Hochadel kommende Franzose LA FAYETTE.

Großbritannien **verlor** nach 8 Jahren Krieg **seine nordamerikanischen Kolo-**

**nien** außer den Staaten im viel späteren Kanada in die Unabhängigkeit, anerkannt **1783**, nun **13 Staaten** der neuen USA. Jede einzelne Kolonie war für sich dem englischen König verpflichtet gewesen, es gab kein nordamerikanisches Vizekönigtum und die Kolonien, mit bis heute unterschiedlichen Verfassungen, mußten sich erst einmal zusammenschließen. Einzeln und viele mit manchen Bedenken schlossen sich 1787/1788 der neuen Verfassung der USA an (R. MIDDLEKAUFF 1982, S. 662/663), zuerst Delaware und Pennsylvania (wikipedia 2019). Um 1800 hatte Nordamerika kaum 5 Millionen weiße Einwohner und dazu 1 Million Schwarze. Auch manche Indianerstämme waren nicht zu unterschätzen. 1812 - 1814 gab es einen zweiten **britisch-amerikanischen Unabhängigkeitskrieg**, erklärt von den USA unter anderem wegen des Aufbringens von USA-Seeleuten für die britische Marine und britische Aufwiegelung mit den USA unzufriedener, auf Seiten der Briten stehenden Indianervölker, so unter TECUMSEH im nördlichen Grenzgebiet. Aber auch mit der Brandschatzung öffentlicher Gebäude in Washington im August 1814 konnte Großbritannien die verlorenen Gebiete nicht zurückerobern. Nach 1830 kam die große Einwanderung (A. W. CROSBY 1991, S. 12).

Fast als einen Ersatz für den Verlust in Nordamerika war am 26. Januar **1788** durch den mit 11 Schiffen gekommenen Flottenführer ARTHUR PHILIPPS bei dem späteren Sydney die britische Flagge in **Australien** gehißt worden und wurde PHILIPPS erster Goiverneut der britischen Strafkolonie New South Wales.

Mit dem Verlust der nordamerikanischen Kolonien und der Furcht vor einer Ausbreitung der Ideen der Französischen Revolution und dem Aufstieg NAPOLEONs wurde in **England gegen das liberale Denken** vorgegangen und es durch englische Hilfe auch anderswo, so im Königreich Neapel unterdrückt. Der den Engländern bei der Fahrt von Ägypten über das Mittelmeer entkommene NAPOLEON konnte die Macht in Frankreich erringen. Auch für viele Gelehrte, französische, deutsche und italienische namentlich, und für viele Universitäten gerade in Deutschland, wurde das weitere Schicksal wenigestens für wenige wichtige Jahre durch NAPOLEON bestimmt. Im festländischen Teil des Königreichs Neapel, also ohne Sizilien, war am 22. Januar mit französischer Hilfe 1799 die **Parthenopäische Republik** ausgerufen worden, die aber nur bis zum Juni 1799 bestand, als Truppen von Sizilien und maßgeblich unterstützt von einem grausam geführten Auftstand der katholischen Landbevölkerung und dem mit seiner Flotte vor Neapel liegenden britischen Admiral NELSON. Und 'Seeheld' NELSON griff persönlich ein und sorgte für die Hinrichtung von aufgeklärten Leuten aus der Elite. NELSON - also eine so umstrittene Person in der Geschichte wie viele. NELSON hatte in Neapel die Liebschaft mit der schönen EMMA Lady HAMILTON, der Ehefrau des britischen Botschafters in Neapel Sir WILLIAM DOUGLAS HAMILTON. Dieser war auch ein vielseitig interessierter Amateurgelehrter, der über Pompeji schrieb,

den Vesuv und mit seinem Eifer für Antiquitäten einen Antikenboom auflöste. Und der König FERDINAND IV. wurde unterstützt von den nichtarbeitenden Ärmsten von Neapel, den Lazzaroni, die gespeist wurden. Irgendwer mußte die Lebensmittel natürlich auch erzeugen, also wirtschaften können. Die Franzosen kamen wieder. NAPOLEON suchte auch eine neue Dynastie zu begründen, gab auch seinen Verwandten höchste Stellen und diese blieben teilweise angesehen auch nach NAPOLEONs Ende. Am 15. Juli **1808** wurde NAPOLEONs Schwager JOACHIM MURAT König von Neapel , verbesserte sehr die Verwaltung, wandte sich aber nach seiner Teilnahme am Rußlandfeldzug gegen NAPOLEON, ging jedoch in den 'Hundert Tagen' 1815 wieder zu ihm über und versuchte nach NAPOLEONs endgültiger Niederlage Neapel mit einer Truppe wieder zu besetzen. Gefangen genommen wurde er am 13. Oktober 1815 standrechtlich erschossen und wurden die verbliebenen Liberalen Neapels wieder schwer verfolgt.

Für Rußland und Großbritannien wie für Asien selbst ist wichtig, was **in** Teilen von **Asien** passiert. In **Persien** ließ sich der die schwache Safawidendynastie überwindende **NADIR** (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 221 ff.) im März 1736 zum **Schah** krönen und unterdrückte in Grausamkeit jede innere Opposition und nach deren Zurückwerfung wurde er zum unterwerfenden Kriegsherrn, der wohl den späteren NAPOLEON übertraf. Schon bevor er Schah wurde, trieb er die Afghanen aus Persien, korrigiere in Aserbaidschan gegen das Osmanische Reich und Rußland die Grenzen zu Persiens Gunsten. 1737 zog er gegen Afghanistan und Indien. Er eroberte 1738 (Wikipedia 2017) Kandahar, Ghazni, Kabul, Lahore. Im März und April 1739 wurde Delhi geplündert und wurden Zehntausende Menschen, sogar angenommene 225.000, umgebracht (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 222). Die Mogulherrschaft erlitt nicht wiedergutzumachenden Schaden und erleichterte englisches Vordringen in Indien. In der Nacht des 1. Juli 1747 wurde auf einem Feldzug gegen aufständische Kurden NADIR in seinem Zelt umgebracht (S. 223). Das Reich zerbröckelte erst einmal. Der Sohn suchte Schutz in Wien (Wikipedia 2017).

## Kultur noch in der Allmacht der absoluten Herrscher - Macht und Verspieltheit

Jede Zeit war eine des Wandels. Die des 18. Jh. übertraf die vorherigen aber wohl. Vom Absolutismus zur zeitweiligen revolutionären Volksmacht und zurück ging der politische Weg.

Noch bestimmte auch in der Kunst der Absolutismus, in den gewaltigen Bauten des weitergeführten **Barock**. **Versailles** bestimmte, veranlaßte Nachahmung. Es gibt gerade in Deutschland **Neugründungen von Residenzen** (vieles aus Wi-



Abbildung 1202: Wilanow/Warschau.

kipedia 2017)**.** Die Fülle von Residenzen bestimmt in Deutschland Geistesleben wie Wissenschaft. Was wäre klassische deutsche Literatur ohne Weimar und seine Universität Jena? Manches Barockschloß wird gebaut. Soll man nur ihre Kultur und Kunst bewundern, oder mit dem Dichter des Schauspiels 'Sturm und Drang' FRIEDRICH MAX KLINGER (in 1955, S. 206) sagen: "... die Höfe, ... die Paläste, ..., wo man der Menschen lacht, indem man sie mißbraucht, wo man sie mit Füßen tritt, während man das verpraßt", was man "geraubt hat." KLINGER war, als er das schrieb, längst in angenehmer Stellung am Hofe der künftigen Zaen PAUL in Pawlowsk (G. ERLER in F. M. KLINGER 1955, S. 265).

In Warschau wurde im Auftrag des Königs JAN III, SOBIESKI 1677 - 1679 durch AUGUST WINCENTY LOCCI im Süden von Warschau das **Schloß Wilanow** (Villa Nuova) errichtet (Wikipedia 2020).

In Warschau und in Dresden und an anderen Bauten in Sachsen wirkte als Baumeister MATTHÄUS DANIEL PÖPPELMANN. PÖPPELMANN und als Bildhauer BALTHASAR PERMOSER sind die ersten Schöpfer des ab 1711 begonnenen **Zwingers in Dresden**.

An PÖPPELMANNs zahlreiche Bauten erinnert auch die Pöppelmann.Brücke in Grimma von 1719 (Wikipedia 2020).

Das schon um 1560 begonnene Schloß **Aranjuez** wurde im 18. Jh. das als Sommersitz der spanischen Könige dienende Barockschloß (Wikipedia 2020).

Nahe dem Wien der Habsburger erstand ab 1743 unter MARIA THERESIA Schloß **Schönbrunn**.

In **Preußen** ließ der angeblich so bescheidene FRIEDRICH II:,bei Potsdam sein



Abbildung 1203: Spätbarock Zwinger Dresden.



Abbildung 1204: Auf der Pöppelmann-Brücke in Grimma.



Abbildung 1205: Aranjuez. Spanien.



Abbildung 1206: MARIA THERESIAs Schönbrunn.

Rokoko-Schloß Sanssouci und dann das Neue Palais erbauen, in Berlin das Opernhaus, für die Hugenotten den Französischen Dom, für die Katholiken die Hedwigskirche.

**Mannheim** (Wikipedia 2017) war zwar 1607 von Kurfürst FRIEDRICH IV. von der PFALZ neben seiner Festung Friedrichburg als auf dem Reißbrett mit **gitterförmigen Straßennetz**, 'Quadratestadt', gegründet worden, erlitt aber im Dreißigjährigen Krieg und wieder im Pfälzischen Erbfolgekrieg schwere Zerstörungen, nachdem 1685 die Herzöge von Jülich-Berg die Kurpfalz erbten und wurde 1689 sogar die Bevölkerung vertrieben. Unter dem Kurfürsten. JOHANN WILHELM II.. mit der prächtigen Hauptstadt **Düsseldorf,** gab es Wiederaufbau in der ihm ebenfalls gehörenden Kurpfalz auch in Mannheim. 1716 folgte dem kinderlos gestorbenen JOHANN WILHELM II. sein jüngerer Bruder KARL III. PHILIPP und wurde 1720 die kurpfälzische Residenz von Heidelberg nach Mannheim verlegt. Sommerresidenz war **Schwetzingen**, ein Wörlitz vergleichbarer Park. Unter dem seit 1742 aus einer Nebenlinie stammenden regierenden Pfalzgrafen und Kurfürst **KARL THEODOR** wurde **Mannheim** zu einer großartigen Residenz ausgebaut. 1760 vollendet waren das in der Größe nur hinter Versailles zurückstehende barocke **Schloß** wie die Jesuitenkirche, eine bedeutende Barockkirche. Im Mannheim des aufgeklärten KARL THEODORs geschah Bedeutendes. VOLTAIRE wurde empfangen und aufgeführt, ebenso MOZART. 1763 wurde eine Mannheimer Akademie der Wissenschaften gegründet, Daß ein aufgeklärter Herrscher wie KARL THEODOR auch mindestens 8 uneheliche Kinder von 4 Mätressen hatte - ließ auch er sich nicht nehmen. Die fast 58-jährige Prachtzeit, die 'goldene Ära' Mannheims, seit 1760, endete 1777, als KARL THEODOR nunmehr auch Herzog von Bayern seine Residenz in München ansiedelte und seinen Hofstaat mitnahm. Mit Willkürereignisssen endet Städteherrlichkeit und haben Betroffene das Nachsehen. Immhin: In der 1780 gegründeten '**Societas Meteorologica Palatina**', der 3. Klasse der Mannheimer Akademie, wurden **Wetteraufzeichnungen** begonnen (s. a. Wikipedia 2020). Es blieb in Mannheim das **Theater** mit Intendant IFFLAND bedeutend und hier wurden am 13. Januar 1782 SCHILLERs 'Räuber' aufgeführt, ein bleibendes Werk neben vielen in Mannheim aufgeführtem unbedeutenden, was erst einmal erkannt werden mußte,

Der LUDWIG WILHELM, der 'Türkenlouis', **Markgraf von Baden-Baden**, also eine der bei der Teilung 1535 entstandenen badischen Markgrafschaften, verläßt Baden-Baden und gründet als neue Residenz ab 1700 das Barockschloß **Rastatt**. Der **Markgraf von Baden-Durlach**, KARL WILHELM, verläßt Durlach und gründet als neue Residenz als eine der letzten auf dem Reißbrett entstandenen größeren zentraleuropäischen Städte: **Karlsruhe**, mit der Grundsteinlegung des Schloßturm am 17. Juni 1715. Die sternförmig zum Zentrum führenden Stra-



Abbildung 1207: Karlsruhe: Mausoleum des Gründers.

ßen - münden also bei dem absoluten Machthaber. **1771** werden die beiden **badischen Markgrafschaften** wegen Erbfall **wiedervereinigt** und Karlsuhe ist Hauptstadt.

Im Herzogtum **Württemberg** wird **1704** unweit der bisherigen Residenzstadt Stuttgart unter dem 10. Herzog EBERHARD LUDWIG die neue Residenzstadt **Ludwigsburg** gegründet, erhält Stadtrecht 1718.

Der **Fürstbischof** von Würzburg wollte heraus aus dem Marienberg auf der Höhe und fast ein Jahrhundertwerk wurde seine neue Residenz nahe der Stadt **Würzburg**, begonnen 1719, im Bau ferig 1744, in der Innenausstattung 1781 (Wikipedia 2016). Das war nur geringe Zeit enrfernt vor der Auflösung der geistlichen Fürstentümer.

Zahlreiche Barockschlösser hinterläßt der **böhmische Adel.**

Auch in **Stadthäusern** erscheint der Barock.

Fast spielerisch geht es dann um 1720, 1730 vom **Spätbarock** in das viel weniger pompöse **Rokoko**. weniger pathetische, aber genußvollere Bauten für mehr Freude, **Rokoko**, manchmal als Dekadenz gesehen, mit viel Erotik, in Liebeslauben, mit Ehebruch, Tränen, auch Spiel und Jagd. Schöne Musik und vorher ungeahnter Dichtung. Auch Dichtung für die Freiheit, welche Bürgerliche und Völk ab 1789 fordern und auch hart durchsetzen wollen. In der Zeit, als der adlige französische Emigrantensproß CHAMISSO als Kind wegen der Revolution in Frankreich das Schloß seiner Väter, Boncourt, verlassen muß, baut Fürst NIKOLAUS ESTERHAZY noch das Schloß in Fertöd in Nordwest-Ungarn weiter. CHAMISSO wird in Deutschland zum sprachgewaltigen deutschen Dichter und sinnt später nach:



Abbildung 1208: Karlsruhe: Rathaus, Marktbrunnen/LUDWIG.



Abbildung 1209: Ludwigsburg.



Abbildung 1210: 1723 Jagdschloß Favorite/Ludwigsburg.



Abbildung 1211: Kunst für den Fürstbischof/Residenz Würzburg.



Abbildung 1212: Böhmisches Frühbarockschloß Libochovice, 1683 - 90.



Abbildung 1213: Böhmens Schloßschönheit: Dobris.



Abbildung 1214: Kleinstadt-Barock: Slavonice. S-Böhmen.



Abbildung 1215: Barockstadt Schärding/Oberösterr..



Abbildung 1216: Esterhazy-Schloß Fertöd.



Abbildung 1217: Altungarn: bei Hajduszobozlo 1961.

"So stehst du, o Schloß meiner Väter,

Mir treu und fest in dem Sinn,

Und bist von der Erde verschwunden,

Der Pflug geht über dich hin."

Manche glauibten mit dem Pflug gezogen über Adelsbesitz die Probleme zu lösen. So weit kam es glücklicherweise vielerorts nicht und blieb manche Schloßperle erhalten, zum Besuch heute oft offen für alle! Aber die soziale Differenzierung, die zu viel Zorn führte, war einst enorm geworden.

Der Kultur und Kunst stand auch noch immer Unterdrückung gegenüber, wenn ein Fürst sich bedroht fühlte.



Abbildung 1218: Württembergisches Staatsgefängnis Hohenasperg.

Neben den Herrscherbauten gab es die **katholischen Kirchen**, auch auf dem Dorfe, mit deren ebenfalls oft beeindruckenden Pracht die Gläubigen im Sinne der Gegenreformation zum katholischen Glauben geführt werden sollten, **Goldschläger** stellten das 1/1000 mm dicke Blattgold her, mit dem der **Vergolder** den Kirchenräumen ihren strahlenden Glanz verlieh. Auf den **Gemälden** mit hellem Himmlsblau freundliche, ja belustigende Blicke der Engel und auch mancher Heiligen, hier galt es der Schaffung einer anderen Sicht auf den Katholizismus als auf den der Ketzerverbrennung.

## Religiöse Borniertheit und Intoleranz auch noch in der Zeit LUDWIG XIV.

Die im 18. Jh.immer mehr in Frage gestellte Religion hatte zunächst noch viel Macht, und die Geistlichkeit der verschiedenen Konfessionen in den verschiedenen Ländern versuchte in Verbindung mit der jeweiligen Herrschen oder auch gegen sie und neben ihnen ihren Einfluß zu behalten. Es wurde auch hart gegen 'Andersdenkende' vorgegangen.

Ein großer Fürsprecht für den Katholizismus in Frankreich war JACQUES BENIGNE BOSSUET, der große Feind des Protestantismus. Geboren 1622 in Dijon, erzogen bei den Jesuiten, wurde er ein durch glänzende Beredsamkeit aisgezeichneter Prediger, der durch seine späteren Schriften zu den klassischen Autoren Frankreichs gerechnet wird. Durch seine Predigten hatte er mitgewirkt für die Vertreibung der Hugenotten und Jansenisten nach der Aufhebung des unter HENRI IV. gegebenem Toleranzediks von Nantes am 18. Oktober 1685.



Abbildung 1219: BOSSUET. Dijon 1994.

Auch von den Jesuiten erzogen war FRANCOIS FENELON, der gemäßigter auftrat. Aus einer kinderreichen Familie des Adels des Perigord wurde auch er von den Jesuiten erzogen. Ab 1698 erzog er den zukünftigen französischen König LOUIS XV., den Enkel LUDWIG XIV mit, und legte seine pädagogischen Ansichten nieder im Gewande der Erziehung des sagenhaften Sohnes von Ulysses/Odysseus, des jungen Königssohnes von Ithaka, Telemach, der ja lange seinen Vater vermissen mußte. Tolerant auch gegenüber den Protestanten verdarb es FENELON mit BOSSUET und seine Ernennung zum Erzbischof von Cambrai 1695 erschien ihm als verbannt aus Paris. BOSSUET starb 1704, FENELON 1715 - zwei nicht recht miteinander harmonisierende Vertreter des französischen Katholizismus.

**Im Denken des 18. Jh. wurde bestimmend die alles oder vieles in Fragestellende Aufklärung**.

Nicht nur für das Erd - und Weltbild, für die Naturwissenschaften mit der vorangegangenen 'Wissenschaftliche Revolution', auch für die Kunst, für die Gesellschaftsgestaltung verstärkte sich ab Ende des 17. Jh. die Loslösung aus der Tradition weiter, gab es ein in diesem Umfang bisher nicht gewagtes neues Denken. Es kam das "**Zeitalter der Aufklärung**", kam "eine der tiefsten Umwälzungen, die das Geistesleben des Abendlandes je erfahren hat." Es wurde "die aus dem Mittelalter überlieferte, durch Reformation und Gegenreformation lediglich modifizierte Weltanschauung völlig zerstört (V. GITERMANN 1949, S. 284). Gerade in religiösen Fragen wurde da nicht Halt gemacht, kam es schließlich zu weiter **Ent-**

**christianisierung**. Atheisten waren nicht etwas Neues. Daß es sie gab, beweisen Verammungsurteile. Völlige Religionslosigkeit ist in der Menschheitsgechichte aber wohl eine seltene Erscheinung. Es gibt sie bei Philosophen in der Spätantike. Und wird auch in der modernen Zeit eher von wenigen Menschen konsequent vertreten. Aber in der Aufklärung kam sie, weiter verbreitet.

Aber es kamen auch Menschenrechte. Sklavenhandel und Sklaverei wurden in Frage gestellt. **Nicht alle** fühenden intellektuellen Geister wurden von dem neuen Denken aber **gleichermaßen erfaßt**, wie eben bei jedem Anbruch von Neuem auch Wendung zum Konversativen stattfindet. .

## Religiös gebliebene Naturforscher - und selbst diese mehr oder weniger der Aufklärung verhaftet

In ihrem Denken bis zum Atheismus gingen etliche Philosophen und Schriftsteller. Naturforscher hielten sich zuück.

Ja gerade einige auch sehr bedeutende Naturforscher blieben beim religiösen Glauben, so der tief ins 17. Jh zurückreichende BOYLE (A. M. ROOS 2011), der Physiologe HALLER, der Botaniker GMELIN. BOYLE glaubte allerdings auch an manches andere als die christliche Religion, nämlich an Alchemie, Wunderheiler, überhaupt an Gottes Hand zeigende Wunder. BOYLE galt dabei in der Zeit vor NEWTON wegen seiner Entdeckungen als die führende Person in der englischen Wissenschaft. BOYLE steht da also in Gegensatz zu dem eher philosophischen BAYLE, der etwa die nicht beweisbare Wirkung von Kometen auf das Menschenschicksal ablehnt. BOYLE hinterließ auch Geld für Vorträge, in denen für die Religion und gegen die aufkommende Welle des Deismus und Atheismus gepredigt werden sollte. Diese Predigten fanden statt von 1692 bis 1732. Im Jahre 2004 wurde das wiederbelebt. Der vielwissende und hochberühmte HALLER (R. TOELLNER 1976) wies 1775 und 1776 in zwei und einem Jahr vor seinem mit fast 70 Jahren erfolgten Tod 1777 in Bern in naiv-gläubigen Briefen VOLTAIREs Bibelkritik in vielen Einzelheiten zurück. Wobei VOLTAIRE allerdings zeitweise die Naivität begangen hatte, die Meeresfossilien auf den Alpenhöhen als von Pilgern weggeworfen anzusehen. In einem Briefe 1777 wird HALLER zitiert (TH. L. W. BISCHOFF 1861, S. 33/34) mit : "... der Anblick des mir so nahen Richters ist mir furchtbar, wie will ich vor ihm bestehen, da ich noch nicht auf die Ewigkeit so vorbereitet bin, wie mich dünkt, daß jeder Christ es sein sollte ..."

## Physikotheologie - Gott oder 'eine höhere Weisheit' als Schöpfer und Einrichter der Welt

Manche Naturforscher oder ihnen nahestehende Personen sahen in der Natur gerade die überzeugendsten Beweise für Existenz und Wirken einer weisen Gottheit, auch wenn diese Gottheit oft recht eigenwillig, nicht unbedingt in voller Übereinstimmung mit der Bibel gesehen wurde und das also auch wieder Anstoß der Orthodoxen erregte. Im 17. Jh. hatten es die englischen Deisten so gesehen und BOYLE näher begrünet. KANT sprach später vom **physikotheologischen Gottesbeweis**. Gerade für den allerersten Anfang wurde von vielen ein Urheber, ja ein "Uhrmacher"der "Weltenuhr" fast zwingend angenommen,. Für NEWTON, BOYLE und andere hatte die Materie durch Gott ihre Aktivität erhalten.

Eine ganze Denk-und Forschungsrichtung, die **Physikotheologie,** befaßte sich mit der Natur im Dienste der religiösen Apologetik, war bestrebt, die biblischen Lehren und die Religion aus Naturerscheinungen zu beweisen. Erforschung der Natur war mit der Physikotheologie natürlich verbunden. Der Terminus "Physikotheologie" stammt von dem angesehenen britischen Theologen und auch beobachtendem Astronomen WILLIAM DERHAM, von dessen 1714 auch in Deutsch veröffentlichten "Physico-Theologie oder Natur=Leitung zu GOtt, Durch aufmercksame Betrachtung der Erd=Kugel, und der darauf sich befindenen Creaturen, Zum augenscheinlichen Beweiß Daß ein GOtt, und derselbige ein Allergütigstes; Allweises, Allmächtigstes Wesen sey, ...". 1750 erschien das Buch noch einmal in deutscher Sprache. In der Astronomie interessierte sich DERHAM besonders für die 'Nebel' im Weltenraum (K. G. JONES 1971), verfaßte eine '**Astro-theology**' und weitere solche 'theologies' (s. u.).

Einst wurde gerade das Wunder als Zeugnis göttliches Wirken betrachtet - so wie GOETHE "Faust" sprechen läßt: "Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind." Aber nunmehr war die **Ordnung** der Dinge, das Funktionieren der Weltenuhr, auch die angebliche **Einfachheit im Naturgeschehen** mit etwa den als **harmonisch** bezeichneten Bahnen der Planeten Ausdruck göttlichen Wirkens. Gemäß DERHAM hatte Gott sogar die Winde für jene Jahreszeiten eingerichtet, in denen sie, im Frühjahr und Herbst, am wichtigsten erschienen. Selbst die **Gesteine** sollte von Gottes Güte zeugen, etwa in des Nordhäuser 'Pastoris' LEßER "Lithotheologie" von 1735. Dann konnte sich auch der Pfarrer mit Steinen beschäftigen. LEßER meinte (S.X), daß man den atheistischen Spöttern, die von der Bibel nichts halten, mit der Natur als Werk Gottes, sogar besser beikommen kann. Gott wirke auch im Wunder durch die Naturgesetze - und das ist der Geist der Aufklärung auch hier. Der Physiker AEPINUS ließ sich 1758 (1761, S. (90)) vermehmen mit: "Daß das erstaunenswerte Weltgebäude, wovon wir Einwohner sind, einen nicht

nur allmächtigen, sondern auch unendlich weisen Urheber habe, schließen wir vornehmlich daraus, weil wir wahrnehmen, daß die Natur durch wenige und einfache Mittel unendliche und sehr zusammengesetzte Endzwecke zu erhalten gewohnt ist".

## Die Physikotheologie hat noch lange, teilweise, und namentlich in England, das Denken bis ins 19. Jh. mitbestimmt!

In der Bibel im Alten Testament beschriebene Ereignisse suchten manche auch in der Natur nachzuweisen, womit also neben der Bibel selbst ein weiteres Zeugnis die Richtigkeit der Bibelberichte gewonnen werden sollte. So **sollte die Erdkruste** noch von der **Sintflut zeugen**. Physikotheologie und weiterführende Naturforschung gingen dabei in interessanter Weise auch Hand in Hand. Aber die vielen Einzeldinge in den Testamenten, etwa im Neuen Testament Jesus mit seiner eigenwilligen Geburt bei LUKAS, der Kreuzigung, Auferstehung, Himmelfahrt bleiben in den physikotheologischen Schriften ausgeklammert. Es geht um Gott.

Die Bücher des Philosophen DESCARTES kamen dagegen 1663 auf den Index der von der katholischen Kirche verbotenen Bücher, und DESCARTES war dann sowohl auf den französischen katholischen Universitäten seit 1671, wie auf niederländischen calvinistischen Universitäten untersagt (J. HENRY 2002), obwohl gerade DESCARTES Gott nicht abgeschafft hatte.

## Mit der Bibel dennoch zur Forschung: SCHEUCHZER

**Zwischen gemäßigter Aufklärung und durchaus weiterführender Naturforschung** steht der vielseitige Schweizer, auch als "Polyhistor" bezeichnete JOHANN JAKOB SCHEUCHZER.(E. FURRER 1973). Geboren am 2. August 1672 als Sohn des Stadtarztes in Zürich, fiel er früh als begabt auf und besuchte das als Theologenschule gesehene Carolinum, wo ihm die sein Denken bestimmende religiöse Einstellung anerzogen wurde. SCHEUCHZER studierte aber Medizin in Altdorf, ließ sich hier auch für Mathematik und Naturwissenschaften begeistern. In Nürnberg leiß er sich noch in Astronomie ausbilden. Wieder in Zürich besorgte er hier die Bürgerbibliothek, die angeschlossene Kunstkammer, ordnete das Naturalienkabinett. 1695 wurde SCHEUCHZER Stadtarzt, hatte eine umfangreiche Korrespondenz mit anderen Gelehrten in Europa entfaltet, wurde 1706 Fellow der Londoner Royal Society wohl durch seinen Briefpartner NEWTON. Erst 1710 erhielt SCHEUCHZER eine Professor am Carolinum, wobei ihm damals nur einfachste Mathematik gestattet war, weil hinter höherer Mathematik und auch bei

Naturwissenschaften selbst bei dem die Religion zu stützen suchenden SCHEUCHZER eine religionsfeindliche Wirkung gewittert wurde. Ein Kollege dort glaubte gar an Hexen. SCHEUCHZER hatte mit Alpenreisen die naturkundliche Alpen-Erforschung wesentlich mit eröffnet, barometrische Höhenmessungen und in Zürich Wetterbeobachtungen durchgeführt, in die Alpenflora eingeführt. Vor allem aber sammelt und beschrieb SCHEUCHZER Fossilien, namentlich auch pflanzliche, die er 1709 und in zweiter Auflage 1723 im "Herbarium diluvianum" vorstellte. Diese **Fossilien** waren ihm nicht mehr Naturspiele, sondern einmal **existent gewesene Lebewesen**, eine wesentliche Erkenntnis. Für SCHEUCHZER waren alle **Fossilien** Opfer der großen Flut, auch die 1708 beschriebenen fossilien Fische, die sich in der Schrift "Piscium querelae et vindiciae", auch in deutscher Übersetzung, beklagen, daß man sie nicht als einstige Tier anerkannte, aber sie durch die vom Menschen verursachte Sintflut auch zum Leben im dann wieder verschwindenden Wasser gebracht worden waren. Ein merkwürdiges Skelett von Oehningen nahe dem Bodensee hielt SCHEUCHZER für den Überrest **eines in der Sintflut ertrunkenen Menschen**, und diese Sintflut sollte nun auch hierdurch bezeugt sein, und SCHEUCHZER beschrieb das 'Beingerüst' 1726 in den 'Philosophical Transactions' der Royal Society als "Homo diluvii testis". Andere deuteten die Skelettreste als von einem Wels stammend, als von einer Eidechse, CUVIER klärte es 1811 nach Besichtigung des SCHEUCHZERschen Originals in Haarlem als Skelett eines Riesensalamanders, eines heute nur noch in Gebirgsbächen Japans und Nordost-Chinas vorkommenden Amphibiums.

Dem Verdacht auf nicht ausreichend religiös-"ideologische" Haltung entging SCHEUCHZER nicht einmal durch seine auf die Darstellung naturkundlicher Stellen im Buche Hiob von 1721 etwa zehn Jahre später, ab 1731, die "Kupfer-Bibel / In welcher die Physica Sacra oder Geheiligte Natur-Wissenschafft Derer in der Heil. schrifft vorkommenden Natürlichen Sachen / Deutlich erklärt und bewährt" folgte. Die deutsche und die lateinische Ausgabe umfassen je über 2000 Seiten und enthalten 750 Kupfertafeln – ein beträchtlicher Aufwand für ein uns nunmehr so merkwürdig anmutendes Unternehmen. Die Sintlfut hatte gemäß SCHEUCHZER die fossilführenden Sedimente auf fossilfreien offensichtlich älteren Gesteinen, der augenscheinlich **uranfänglichen, primären Erdkruste**, wie die **Störungen der Gesteinsschichten**, etwa am Vierwaldstätter See, hervorgebracht. In der Tat liegen vielerorts fossilführende Schichten, oft ziemlich waagerecht, auf gestörten älteren, vielfach allerdings auch fossilführenden Gesteinen. Das hängt mit der erdgeschichtlichen Entwicklung etwa in Europa und auch anderswo zusammen. Fossilien-Sammeln, ausgeführt von manchem Geistliche, konnte als Dienst am Glauben gerechtfertigt werden.



Abbildung 1220: MONTESQUIEU. Bordeaux.

## 'Relativismus' als Weg zu Neuem

Nicht nur **MONTESQUIEU** mit seinen berühmten **'Persischen Briefen**' (s. Ausgabe 1959) von fingiertem Druckort und in dritter Ausgabe bearbeitet 1759 läßt Bewohner anderer Kontinente mit Kritik und Skeptizismus auf die Europäer und ihre Sitten und oft skandalösen Handlungen blicken. Man läßt auch einen Chinesen oder bei VOLTAIRE einen Huronen, einen Marokkaner durch Westeuropa reisen (P. HAZARD 1949) oder gar Außerirdische fliegen ein. Was Europa bietet, ob im Glauben, in den politischen Handlungen, in der Rechtsprechung wird mehr denn je mit dem Wunsch nach Veränderung gesehen. Auch anderswo, so wird deutlich, kann man ganz vernünftig leben und in Europa ist vieles nicht gut, ist 'unvernünftig'. Die eigene Welt, die eigenen im wesentlichen verinnerlichten Überzeugungen werden 'relativiert', als nur begrenzte Möglichkeiten unter auch ganz anderen Ansichten betrachtet.

Die Urteile über andere Völker ändert sich aber auch mit den Zeiten und den Autoren. Man sah in den "edlen Wilden" schließlich Leute, die noch auf einer Stufe leben, welche die Europäer hinter sich gelassen haben. Und ein wirkliches Zurück nach dorthin wurde auch nicht ersrebt. Schließlich sollten die Modernen selbst in der Literatur über den'Alten' stehen. Das Interesse an Sklaven läßt dann die Afrikaner als von Natur aus faul und träge beschreiben, als Leute, die man als Kinder behandeln muß. Hoch galten zeitweise die Chinesen, als ein von Intellektuellen,

den Mandarinen, gut regiertes Volk (W. B. COHEN 1980). Ihnen galt die eigene Sehnsucht.

Nur Kritik kann eine Gesellschaft nicht retten. Aber wenn alles wegfiel, was nicht behagte, also strenge Strafen wie Zensur, dann mußte die Gesellschaft aber schon viel erträglicher werden.

## Der Weg aus der Entmündigung - Religiöse Kritik setzt ein - Für Toleranz und Anerkennung von Häresie - Von der Frühaufklärung zu Aufklärung

Eine vorangegangene Neuerung, die 'Renaissance', hatte sich in vielem auf eine Vergangenes gestützt, auf die Antike. Neu war in der Renaissance in vielem das Aufgreifen von Altem. Aber nun, mit der Aufklärung, wurden mehr völlig neue Wege des Denkens beschritten, bisher nicht Vorgedachtes ausgebildet, gab es nicht den Rückgriff (A. DEMANDT 1993) auf eine angeblich nur vorbildliche Antike. Man wandte sein Antlitz einer unerforschten Zukunft zu, die alle Gefahren der Freiheit barg" (W. und A. DURANT 1966, S. 693). Von eher vermeintlichen Alltagsvorstellungen ausgehend wurde der **Vernunft, der Ratio, der Deduktion**, teilweise eine übergroße Rolle zugebilligt, also Behauptungen wie die Erziehbarkeit aller Menschen oder die Bereitschaft fast aller Menschen zur Akzeptierung der Aufklärung nicht wirklich empirisch geprüft, Neben Beiträgen in England, Deutschland, dann Schottland wurde **Frankreich** das Herzland der Aufklärung- Das Denken der Aufklärung endete auch in einer ungeachtet mancher einstigen Rebellionen in einem politisch neuartigem, umstürzenden Ereignis: der **Französischen Revolution**. Solche war von vielen Aufklärern kaum gewünscht worden, aber sie kam und in ihr wollte man verwirklichen, was auch oft von der ratio und nicht der Erfahrung abgeleitet wurde..

Die Vertreter der verschiedensten Fächer, von der Theologie über die Geschichte und die Staatswissenschaft haben sich mit ihren Schriften mehr oder weniger der Aufklärung zugewandt und die schon emanzipierten Naturwissenschaften standen nicht einmal im Vordergrund. Obwohl die Naturwissenschaften gerade in dieser Periode entscheidende Errungenschaften lieferten.

Aufklärung begann in vielem auf religiösem Gebiet, mit der "Relativierung" der Religionen, zunächst ohne volle Ablehnung der Religion, wurde dann auch religionskritisch und griff auf die Politik über, gegen die herrschen Mächte und wurde schließlich auch von den Potentaten zur Begründung von Reformen aufgegriffen. Die tradierte Religion kam unter Kritik unter anderen als Ergebnis der auch mit konfessionell-religiösen Argumenten geführten schrecklichen Kriege des

17. Jh . Eigentlich ist es so etwas von unmöglich, daß in 1800 Jahren Christentum im Grundsätzlichen dieselben Erzählungen und Geschichten gelten sollten wie einst, daß nichts hinzugekommen war von göttlichem Eingreifen, wenn von der einen oder anderen angeblichen Marienerscheinung oder den auf den Himmel zurückgeführten, vorher aussichtslos erscheinenden Sieg in einer Schlacht abgesehen wird. In Deutschland war die 1694 gegründete **Universität Halle** wohl jene, in der weltanschauliche Auseinandersetzungen sich bündelten. Hier wurden manche berufen, bedroht, gefeuert und wieder eingestellt - bewegtes Professorenleben.

Nicht nur das Kopernikanische Weltbild und der Gelehrte GALILEI brachten die Vertreter der reinen Lehre in den verschiedenen Religionsgemeinschaften auf den Plan. Immer und immer wieder, wie bei den nachwachsenden Häuptern der sagenhaften, kaum bekämpfbaren antiken Schlange erschienen niemals ausrottbar nicht zu duldende Schriften. Ach, auch die Politiker späterer Zeit, so die des Kommunismus, sollten noch ein Lied davon singen können, wie eine einheitliche Überzeugung nicht zu erreichen ist! Für die Religion schon in der zweiten Hälfte des auf die Aufklärung zusteuernden 18. Jh war erwünscht, wenn es bei einigen intellektuellen Sündern gelang, sie in Reue wieder an die rechtgläubige Brust zu drücken und andere Autoren der Aufklärung fern blieben. Der Dichter NOVALIS wird am Ende des 18. Jh., 1799 (in 1975, S. 454), ungern, erfassen: "Höchst merkwürdig ist diese Geschichte des modernen Unglaubens. und der Schlüssel zu allen ungeheuren Phänomenen der neuern Zeit. Erst in diesem Jahrhundert" - also dem 18. Jh. - "und besonders in seiner letzten Hälfte und besonders in seiner letzten Hälfte beginnt sie und wächst in kurzer Zeit zu einer unübersehbaren Größe und Mannigfaltigkeit; eine zweite Reformation, eine umfassendere und eigenthümlichere war unvermeidlich ..." Recht ist NOVALIS das alles nicht. Vorläufer der Aufklärung gab es. Viele zögerlich. Aber **innerhalb eines Jahrhunderts**, von FONTENELLE bis HOLBACH, wurde **für zahlreiche Menschen** in Europa und auch anderswo auf der Erde **die Gedankenwelt grundlegend gewandelt**. Die behandelten Ideen und Gedanken und auch die Argumentation sind **bei vielen Autoren** der Aufklärung **ähnlich**, nicht immer so witzig und locker vorgetragen wie bei VOLTAIRE. Die Autoren **nehmen auch aufeinander bezug** und die Unterschiede liegen oft in der Konsequenz der Formulierungen. Fast keiner entgeht gerade in dem schärfer formulierendem Frankreich einer Verfolgung oder wenigestens einer öffentlichen Verbrennung seiner Schriften. Aber kaum einer, der Lesen oder wenigstens Hören kann, wird von den Gedanken der Aufklärung nicht irgendwie beeinflußt, jedenfalls zeitweise.

Warum gelang die "Aufklärung" nun gerade in **Europa** (J. MOKYR 2007)? Es gab nicht nur isolierte intelligente Geister, sondern bei aller Konkurrenz gab es

in den verschiedenen Ländern Europas solche Leute, die sich auch wechselseitig stützten. Sie fanden ihr Publikum. Auch Herrschende, selbst Teile der Geistlichkeit, standen manchem Aufklärer wenigstens bis zu einem gewissen Grade aufgeschlossen gegenüber. Wichtig war wohl auch, daß in Europa kein einheitlicher Großstaat wie China bestand, sondern bis zu Kriegen miteinander oft konkurrierende **Staaten**, **mit** auch **unterschiedlichen religiösen Bekenntnissen**. Wer im katholischen Frankreich verfolgt wurde, konnte sich oft in den Niederlanden oder in Genf bei allen deren calvinistischer Borniertheit retten. **Religiös** gesehen war **China** wohl schon lange weit **aufgeklärter** als Europa gewesen, war ohne die verfolgenden Konfessionen, Ahnenkult und Konfuzianismus waren nicht so srreng. China wurde aber auch gelobt von Männern, die es nicht aus Augenschein kannten. Was die Entwicklung im Technischen betrifft: In Europa wäre es kaum möglich gewesen, etwa plötzlich wie im China der Ming-Dynastie alle Ozeanschiffahrt zu verbieten. Wer es in Europa getan hätte, wäre in der Konkurrenz der Staaten der schwer Geschädigte gewesen. Uneinigkeit der Herrschenden, gerade auch in der "Ideologie", einst also im religiösen Bekenntnis, war immer ein Segen für die Skeptiker und Kritiker. Das "einheitlich handelnde Herrscher-Kollektiv" kam in Europa glücklicherweise nie zustande, auch nicht viel später im kommunistischen Teil Europas im 20. Jh.

Sicher wird **um 1760**, mit ROUSSEAUs Schriften, **Empfindsamkeit** öffentlich, tritt der philosophischen Nüchternheit Gefühl, Romantik, Liebe gegenüber, ja wird später gar von einem '**Zeitalter der Empfindsamkeit**' mit gefühlvollen Tränen auch der Männer gesprochen. Aber auch ROUSSEAU will eine natürliche Religion, einen nicht konfessionell gebundenen Gottesglauben und steht den Bibelerzählungen ablehnend gegenüber, wie VOLTAIRE auch. In der Hinsicht geht die Aufklärung weiter. Eine zu scharfe Zeitaltergrenze (s. W. und A. DURANT 1969) erscheint überzogen, wo es noch lange ein **Nebeneinander** und auch ein zeitgleiches Gegeneinander war, ein Nebeneinander des 'Zeitalters von VOLTAIRE' und des von 'ROUSSEAU'. Der zuletzt noch einmal in Paris hoch gefeierte VOLTAIRE stirbt in Paris demselben Jahr 1778 wie ROUSSEAU, letzterer ferner von Paris, 'Zeitalter' unter einer einzigen Auffassung, gar unter einem einzigen Stil zu kennzeichnen, gelingt kaum, nicht mit einem 'Zeitalter' nur der Aufklärung, nur der 'Empfindsamkeit' oder des 'Zopfstils' (R. KRÜGER 1972), zumal die 'Zeitalter' im 18. Jh. viel zu eng aufeinander folgen sollten. 'Moden' trennen noch nicht unbedingt Zeitalter. Der Revolutionär ROBESPIERRE behielt fast bis zum Tod auf der Guillotine 1794 Perücke wie bürgerliche Kleidung. Und **immer wieder und bis heute muß die Aufklärung verteidigt** werden. Und **Zweifel am Recht der vollen Aufklärung** wurden und werden immer wieder vorgetragen. Im 20. Jh. schreibt der Philosoph HANS JONAS (2003, S. 93) von dem ebenfalls jüdischen Philosophen LEO STRAUSS, der wegen der Freiheit zu Philosophieren

jede Religion aufgab, aber "diese geistige Notwendigkeit, Atheist zu werden, um Philosoph sein zu können, hat ihn sein Leben lang geplagt." Und er fragte, "ob der Weg der rationalen Aufklärung, der mit der Verneinung fester Glaubenssätze verbunden ist, der Wahrheit entspricht und für den Menschen heilsam ist." Und auch JONAS (2003, S. 345) selbst konnte sich solchem Denken nicht verschließen, "daß der reine Atheismus falsch ist, daß es darüber hinaus etwas gibt, was wir nun vielleicht nur noch mit Hilfe von Metaphern zur Sprache bringen können, ohne das jedoch die Gesamtsicht des Seins unverständlich wäre." Nun ja! EINSTEIN hat sich da klarer und im Sinne der Naturwissenschaft geäußert.

Wenn es '**Aufklärung**' gab, dann war eben **nicht jedermann erfaßt**, nicht in jedem Dorf. Etwa in Deutschland hatte der kritische LAUKHARD (1955, S. 161) beobachtet, "daß noch 1787 die dickste Finsternis auf den weimarischen Dörfern herrschte!" Es gab mannigfachen Aberglauben, etwa durch Hineinwerfen 'konsekrierter' hölzerner Teller in Brände, weil man damit diese zu löschen glaubte. "Man sollte" von den Dörfern" gar nicht glauben, daß diese einem Landesherrn angehörten, dessen Residenzstadt mit den hellsten Köpfen Deutschlands geschmückt ist." Und der vorlaute LAUKHARD urteilt: "Hier sieht man recht augenscheinlich, daß auch die besten Schriftsteller nicht einmal in ihrem nächsten Umkreise auf die Volksklassen wirken, wenn Kirchen- und Schullehrer nicht die verdolmetschenden Vehikel ihrer Belehrung werden." Der in vielem aufgeklärte Weimarer Superintendent HERDER hatte seine Not mit 'seinen orthodoxen Amtsbrüdern', die mehr Zuhörer als HERDER hätten, "allerdings aus der Klasse der christlichen Krethis und Plethis, ..." (LAUKHARD in 1955, S. 101).

Nicht ohne Erfolg hat die **Restauration besonders nach 1815** vieles wieder zurückdrehen können und kehrte vor allem das religiöse Denken wieder. **Aller Aufklärung zum Trotz** haben viele Menschen, normale Bürger, freiwillig sich bis in die Gegenwart der Kirche, namentlich der katholischen, gefügt. Eine Regierung, die das verkannte, ob die der Spanischen Republik von 1936 und die der Sowjetunion, konnte böse erwachen. 'Ach. Ihr im Geiste so Aufgeklärten, die ihr die Tröstungen der Religion vermeint entbehren zu können' - solche Formulierungen gab und gibt es immer wieder. Für die Zeit fast hundert Jahre später berichtet BISMARCK in seinen 'Gedanken und Erinnerungen' (1919, S., 442): "Ich habe im Kissinger Lande deutsche und schulgebildete Bauern gefunden, die fest daran glaubten, daß der am Sterbebette im sündigen Fleische stehende Priester den Sterbenden durch Verweigerung oder Gewährung der Absolution direkt in die Hölle oder den Himmel schicken könne, man ihn also auch politisch zum Freunde haben müsse", also eingestellt sein gegen BISMARCK und **für** die **katholische** Zentrumspartei. Wenn man bedenkt, welche Leiden durch das Denken in Aufklärung aufhörten, auch religiös bedingte psychische Zerknirschung, dann erscheint dieses

neue Denken der Aufklärung aber großartiger als die Einwände romantischer oder gar religiösen Poeten, Es gibt mit der Aufklärung eine andere Literatur als diejenige der Gefühlsmenschen und Romantiker, vielleicht vielen zu nüchtern, aber flott, sarkastisch. Wie in VOLTAIREs 'Candide'. **Vom** grundsätzlichen **Denken der Aufklärer blieb vieles über alle Restaurationsversuche hinweg.** Niemals wieder brannten öffentliche Scheiterhaufen. Und erst im 20. Jh. sollten schlimmste Dinge wiederkehren.

## Viele bisherige, überkommene Vorstellungen und Ansichten brachten einzelneAufklärer, vorsichtiger oder kühner, in Zweifel - ein wesentlicher Teil des Aufklärung

Zu den geistigen Errungenschaften der Aufklärung gehören vor allem die **Lösung vom Hexen- und vom Teufelsglauben**, die viele Menschen so unsäglich beherrscht hatten. Durch **Erklärungen** mancher Dinge **durch die Naturwissenschaften** wurde auch anderer **Aberglaube** bei vielen **obsolet**, ob nun zum Blitzschutz das Gewitterläuten oder im Alltag gesuchter Schutz durch heilige Patrone. Viel anerkannt wurde **Umweltabhängigkeit** im Sinne von 'geographischem Determinismus',

Lächerlich machte sich die christliche Religion selbst beziehungsweise namentlich der niederländische Calvinismus in Anerkennung **des Teufels** und der Engel, die der dann viel von ihnen geschmähte BALTHASAR BEKKER (J. ISRAEL 1995, v. KAMPEN 1822) in Frage stellte, 1691 - 1693 in seinem Buche "Betooverde Wereld" / 'Bezauberte Welt'. Das heißt, in einem ihm von seinen Amtsbrüdern abgenötigten Widerruf läßt er die Existenz von Teufel und Engeln offen, aber bleibt bei der Meinung, daß diese keinen Einfluß auf die Menschen haben, der Satan in der Hölle eingesperrt ist (H. TREVOR-ROPER 1967, S, 164). Damit entfällt auch die Anklage gegen Hexen wegen Buhlschaft mit dem Teufel oder anderen höllischen Gestalten, wird der Hexenwahn jedenfall in diesem Punkte widerlegt. Das 'Königreich des Teufels', das 'Reich des Bösen' - in der niederländischen Kirche besaß es noch Anerkennung, wohl auch als geistiges Abschreckungsmittel für nicht gutwillig gehorsame Menschen. BEKKER stützte sich bei seiner Zurückweisung auch auf die Bibel, wo der Teufel kaum eine Rolle spiele. Auch gute Engel waren ihm nur bildliche Vorstellungen der Wirkungen Gottes. Bei seinem Tode soll der schon vorher jedenfalls bei den Calvinisten amtsenthoebene BEKKER durchaus an die ewige Seligkeit geglaubt haben, an die kommende Gesellschaft reinerer Wesen. Die ihm nicht-existente Hölle fürchtete er nicht.

Was die Engel im Katholizismus betrifft: Wer etwa in der Barockkirche St. Gallen

auf dem großen Wandgemälde die pummeligen lustigen Engelchen auf und zwischen den Wolken herumpurzeln sieht wird annehmen, daß die katholische Kirche diese Dinge nicht mehr sehr ernst nahm.

**Bekämpfung von Vorurteilen**, auch und gerade in der Religion, gegen Teufel- und Hexenglauben, betreibt in Deutschland jedenfalls im ersten Teil seines Lebens energisch der in Leipzig 1655 als Professorensohn geborene CHRISTIAN THOMASIUS (P. HAZARD 1939), Anwalt, Er verteidigt sich später, nicht die Existenz des Teufels abgestritten zu haben, nur seine Gestalt mit Schwanz und Hörnern. Der Teufel sei unsichtbar und THOMASIUS nahm an, daß es keinen Pakt des Teufels mit Hexen gäbe (H. TREVOR-ROPER 1967, S. 164). Er distanziert sich von BEKKER (S. 164). In Sachsen, wo man noch angeblichen Pakt mit dem Teufel verfolgte, mußte THOMASIUS Leipzig verlassen und kam über Berlin dann unter Ablehnung einer erneuten Berufung nach Leipzig 1660 nach Halle und war Mitbegründer Universität Halle. 1728 starb dieser bedeutende deutsche Aufklärer. Wenn GOETHE in der Walpurgisnacht dem Brocken, den Blocksberg, den Hexensabbatt schildert, dann lag für den 1749 geborenen Dichter des 'Faust' die Überwindung des Glaubens an Hexen generell so weit nicht zurück. Und was hatte das Volk noch vom Blocksberg gehalten? der ja nachweislich um 1460 bestiegen wurde und in der ersten Hälfte des 18. Jh. Ziel von Touristen war, denen man erste bescheidene Unterkünfte und 1800 ein Gasthaus auf dem Gipfel bot.

In der **Justiz** wurde schon im 17. Jh. für mehr Humanität eingetreten, auch für einheitliches Völkerrecht und Anerkennung der Gleichheit der Menschen wie auf christlicher Gundlage bei SAMUEL VON PUFENDORF, ein in Dorfchemnitz in Sachsen 1632 geborener Pfarrerssohn-

In politischer Hinsicht wurde mit dem Auseinanderdriften der Staatssysteme, auch mit der sich erweiternden Weltsicht, von den intelligenten kritischen Geistern das **eigene Staatssystem hinterfragt**. Das war auch mit den Fragen nach Religion, nach weltanschaulich-religiösem Zwang und weltanschaulichen Freiheitsrechten verbunden. Berühmt wurden die 1721 anonym in Amsterdam erschienenen "Persischen Briefe"/"Lettres Persanes" des MONTESQUIEU: Zwei fingierte in Frankreich reisende Perser wundern sich über vieles und schrieben das geheim an in Persien gebliebene Bekannte. Sie gewinnen mit ihren Frankreich-Erfahrungen aber auch Abstand zu manchem ihn ihrem MONTESQUIEU kaum bekannten Land.

Beliebt wurde die literarisch festgehaltene Fiktion der Beurteilung der eigenen Lande, der herrschenden Weltanschauung und der eigenen Zeit durch längst Verstorbene oder fremde, ferne, ja von weither kommende Besucher, ja gar Weltallbewohner. Also: Frühe fingierte Touristen in europäiasche Lande. So war es bei

dem als **Frühaufklärer** zu sehenden BERNARD LE BOVIER DE FONTENELLE (V. KLEMPERER 1954, S. 113 ff.) der, Neffe des Dramatikers CORNEILLE, 1657 geboren und fast 100 Jahre alt 1737 gestorben. Mit fast 100 Jahren soll er beim Anblick einer schönen Frau gesagt haben: 'Ach, ich wollte, ich wäre erst 80'. FONTENELLE war kein leichtsinniger Kämpfer, der viele vor den Kopf stieß. FONTENELLE ließ 1683 berühmte Tote, so SOKRATES und den 1592 gestorbenen Schriftsteller MONTAIGNE die über die Zeiten gleichbleibende Narretei der Menschen besprechen, und 1686 erörterte FONTENELLE die 'Vielheit der Welten'/"Entretiens sur la pluralite' des mondes", 'Welten', auf denen vielleicht Bewohner existieren und vielleicht feinere, die Dinge anders sehende Sinne besitzen. Der vorsichtige FONTENELLE wandte sich in seinen Ansichten **gegen Orakel und Wunder** gegen heidnische Auffassungen und heidnischen "Priestertrug" (V. KLEMPERER 1954, S. 118) und betonte anschließend, daß jedoch der wunderbare Kosmos einen Urheber haben müsse, ließ sich nicht gegen das Christentum ein. Aufklärung sollte es nur für Gebildete und nicht für das Volk geben und Aufklärung sollte mit Achtsamkeit vorgehen (S. 119). Politische Erschütterungen lagen dem in würdiger Akademikerstellung wirkenden FONTENELLE nicht. **Mit Vorsicht** ging es also an die **Unterminierung überholter herrschender Ansichten** und man wurde sich zuerst kaum gewahr, wie sehr sich das Denken in manchen gebildeten Kreisen änderte bis es **später** fast **krachend zusammenbrach**, mit dem Sieg der zunächst als beherrschbar geltenden Dissidenten.

Zu den ersten dieser Aufklärer, die für Religionsfreiheit eintraten, gehört der 1647 im Pyrenäenstädtchen Le Carla, heute: Carla-Bayle, geborene PIERRE BAYLE (V. KLEMPERER 1954, S. 119 ff.;R. WALTHER 2006), der **Zwang in der Religion ablehnte**. Religiös hatte BAYLE ein bewegtes Leben geführt. Er war vom Calvinismus seines als calvinistischer Pastor arbeitenden Vaters kurz zum Katholiken geworden mit Stipendium am Jesuiten-Gymnasium in Toulouse und dann zum Calvinismus zurückgekehrt. Die protestantische Akademie, wo er Philosophie-Professor war, wird 1682 geschlossen (S. 119). Mehrmals flüchtete BAYLE, der sich schließlich in den Niederlanden niederließ. Am 28. Dezember 1706 starb BAYLE in Rotterdam. BAYLE suchte nicht den Glauben auszulöschen, ja argumentierte im Sinne der niederländischen Calvinisten gegen SPINOZA (J. ISRAEL), sondern wollte nur Freiheit von Zwang.

**Aufklärung mit naturwissenschaftlichem Hintergrund** war BAYLEs 1682 erschienene Schrift "Lettre sur la come'te"/"Gedanken über den Kometen", jenen, der ab November 1680 zu sehen war und den auch HALLEY und CASSINI beobachteten und der HALLEY zur Berechnung von Kometen-Bahnen anregte. BAYLE stand gegen religiöse und abergläubische Nutzung dieses **Kometen**, denn es gibt "Unglücksfälle ohne Kometen und Kometen ohne Unglücksfälle". Diese Auffas-

sung war nun nicht ganz neu, aber wurde eben hier eindrucksvoll wiederholt. Mit der Ablehnung der Dämonisierung eines Kometen wurde ein neuer Beginn gesetzt **für die natürliche Erklärung von Erscheinungen, die mit Aberglauben und Furcht verbunden** waren. "Entzaubert" worden, durch DESCARTES, war auch längst der Regenbogen, der unter bestimmten Bedingungen, dem Regen vor dunklen Wolken, völlig naturgesetztlich und stets mit Sicherheit entsteht.

Im deistischen **Großbritannien** wuchs heran der aus Irland stammende JOHN TOLAND (S. H. DANIEL 2004), der mit seinen christenfeindlichen Gedanken dann in Europa viel diskuterte und auch an Höfen mit geistig interessierten Prinzessinnen, so der preußischen Königin SOPHIE CHARLOTTE, Ehefrau von König FRIEDRICH I. Im Alter von 25 Jahren hatte TOLAND anonym sein berühmtestes Werk, 'Christianity not Mysterious' veröffentlichte, imprint 1696, wonach Christentum nicht gegen oder über dem menschlichen Vestand sein könne, also nur das Vernünftige anzuerkennen sein. Gegen LEIBNIZ hatte er einmal argumentiert, daß zwischen Aberglaube und wahrer Religion kein Unterschied bestünde (S. 896).

Gegen die Verdammung nicht anerkannter Religionsrichtungen auch jener der Vergangenheit, also **gegen den 'Konfessionalismus'**, schrieb in Deutschland GOTTFRIED ARNOLD (H. MÖLLER 1986). 1666 war ARNOLD in Annaberg im Erzgebirge als Sohn eines protestantischen Schulmeisters zur Welt gekommen. Bekannt wurde er mit seinem 1699/**1700** erschienenen Buch "Unparteyische Kirchen- und Ketzer-Historie / Vom Anfang des Neuen Testaments". Auch ARNOLD (FRANK 1875,) wollte nicht Religionslosigkeit, sondern die Rückkehr zur Bescheidenheit des Urchristentums, denn seitdem gab es Verfall. "Unparteiyisch" schrieb er also nicht. Was er löste, war die Bindung an eine bestimmte Konfession, die Hinwendung zu Freiheit auch im Religiösen, aber noch nicht Hinwednung zur Vernunft. Wobei er selbst zum Pietismus neigte. ARNOLD war selbst Pfarrer geworden und starb als solcher, als Superintendent, in Perleberg. Vorher war er 1697/1698 Professor der Geschichte in Gießen gewesen, 1702 während seiner Zeit als Hofprediger bei der verwitweten Herzogin von Sachsen-Eisenach in Allstedt sogar Historiograph des brandenburgischen Kurfürsten und preußischen Königs FRIEDRICH I. ARNOLDs Darstellung all der verschiedenen Sekten und Richtungen innerhalb des Christentums, all der Ketzereien und deren ihm ungerechtfertigt erscheinende Verfolgung seit den Anfängen mußten dem Denkenden wohl doch an der göttlichen Inspiration der Glaubenslehren Zweifel aufkommen lassen – ob nun beabsichtigt oder nicht. Daß die Schrift auch einen Sturm der Entrüstung auslöste kann kaum verwundern- Jedoch THOMASIUS nannte das Werk das beste und nützlichste Buch nach der Bibel. Es galt als eine Kirchengeschichte erstmals nicht "im Interesse und Sinn der herrschenden Orthodoxie" (FRANK 1875, S. 587). Aus

den sächsischen Ländern ausgewiesen wurde ARNOLD dank dem Preußenkönig FRIEDRICH I. Pastor zu Werben in der Altmark und dann eben in Perleberg. In anderen seiner Schriften hielt sich ARNOLD mehr auf Linie.

In manchen Staaten gab es die dringend nötige eine Emanzipation der **Juden**, ja eine jüdische Aufklärung. Aber etwa in der Freien Reichstadt **Frankfurt am Main** blieb es übel. So sah es der junge GOETHE, So sah es hinsichtlich der dortigen damals über 7000 Juden noch 1789 der russische Reisende und Historiker NIKOLAI MICHAILOWITSCH KARAMSIN (1977, S. 184): " ... Sie müssen alle in einer Gasse leben", wegen der Enge voller Unreinlichkeit, und infolge Armut viele in zusammengeflickter Kleidung. "Es tut weh, diese Unglücklichen zu sehen ... Des Sonntags, wenn der christliche Gottesdienst anfängt, wird ihre Gasse verschlossen ... bis nach Endigung des Gottesdienstes. Ebenso werden sie des Nachts eingeschlossen...."

Immer wieder waren es schon am Anfang namentlich auch die **Ursprungsfragen**, das **Zustandekommen der gegenwärtigen Welt und Menschheit**, welche interessierten und nicht allein von der Bibel zu beantwortbar schienen. Ein Vorläufer in der Annahme von Menschen vor ADAM war der 1594 in Bordeaux geborene ISAAK DE LA PEYRE'RE (u. a. J.-P. LOBIES 2001), Diplomat, mit getauftem jüdischen Hintergrund, also Marrane. Aus einer Bibelstelle, aus einem Brief des PAULUS an die Römer, glaubte er ableiten zu können, 1**655**, daß es schon vor Adam Menschen gab, '**Prä-Adamiten**'. Adam war nur der Stammvater der Juden. Schwarzafrikaner mochten dann mit 'Adam' gar nichts zu tun haben (W. B. COHEN 1980). Die Einwohner Amerikas schienen eine eigene, längere Chronologie zu haben als in der Alten Welt galt (A. SCHNAPP et al.1999). Die anonym veröffentlichte Schrift wurde vom Parlament von Paris öffentlich verbrannt. 5 Auflagen erschienen, 3 davon bei ELSEVIER in Amsterdam (A. SCHNAPP et al. 1999, S. 17). Es lebte der allerdings nicht ganz schweigsame Häretiker (J- P. LOBIES 2001) zunächst ruhig in Brüssel. Aber im Februar 1656 kam das böse Erwachsen: Verhaftung auf Befehl des Erzbischofs von Mecheln. Nur die aus gemeinsamem Kriegserlebnissen stammende Bekanntschaft mit dem Prinzen von CONDE rettete den Häretiker. Es folgte Abschwörung, Übertritt vom Calvinismus zum katholischen Glauben, freundlicher Empfang beim Papst in Rom. Der als sanft geschilderte Mann lebte später bis zum 82., dem letzten Lebensjahr, 1676, im Seminar de Notre-Dame des Vertus. DE LA PEYRE'RE wollte nicht etwa Schwierigkeiten in die Kirche bringen, sondern zu unwahrscheinliche Auffassungen korrigieren, und wollte unterscheiden zwischen Teilen der Bibel, welche augenscheinlich wirklich von Gott gekommen waren und solchen, welche in Verkennung schon alter Auffassungen über das Alter des Menschengeschlechts von Menschen hinzugefügt worden waren. In Billigung solcher Anmaßung geht eine Orthodoxie nun nicht mit!

Kritik von Bibeltexten brachte JEAN ASTRUC (H. 1821), bedeutender, namentlich mit den Geschlechtskrankheiten befaßter Professor der Medizin. Anonym veröffentlichte er 1753 in Brüssel seine Erkenntnis, daß die Moses zugeschriebenen Bibeltexte, etwa über die Schöpfung und die Schöpfung des Menschen, aus unterschiedlichen Texten, mit von einander abweichendem Inhalt und unterschiedlichem Gottesnnamen bestehen. Damit konnte Gotteswort kaum dahinterstehen, denn ein solche war als eindeutig zu erwarten, nicht von Menschen noch zu interpretiere.

## Nutzen der Dinge für den Menschen - aber, und da wird es zum Problem, nicht nur

Daß **nichts in der Natur ohne Zwecke geschieht** ist eine uralte, gerade auch in der Antike (R. FRENCH 1994), bei ARISTOTELES wie PLINIUS, GALEN und anderen zu findende Auffassung, die auch der Religion mit ihrem allsorgenden Gott entgegenkam.

Bei dem Nutzen all der vermeintlich göttlich geschaffenen Dinge der Welt dachte man zuerst an einen Nutzen **für den** Menschen**.** so noch im 18. Jh. Im Jahre 1746 (S. 196) heißt es bei LINNÉ noch: "Sieht man aber aus des großen Schöpfers Einrichtung des Erdbodens, wie alle zu des Menschen Wohlstande, eben wie in einem Königreiche alles zu des Königes Macht, abzielet, so wird man mit Ehrerbietung den Schöpfer aus diesen seinen Werken erkennen." N. A. PLUCHE (1760, S. 20) meinte gar: "Der Endzweck der Blumen ist ganz allein, die Erde mit ihrer holden Farbe auszuzieren, so gar, daß die meisten, um die Anmuth noch grösser zu machen, einen lieblichen Geruch ausdämpfen, welcher die Luft rings herum erfüllet. Sie ersparen ihn insonderheit für die Morgen- und Abend-Zeit, weil wir sodann am liebsten spatzieren gehen: ..." Meinung stand auch gegen Meinung. Für SCHEUCHZER (M. KEMPE 1996) waren die Berge, die BURNET als Verfall und Trümmer der Schöpfung sah, nützlich als Wassergefälle, Wasserspeicher, Windschutz, Temperaturregulative.

Aber gesehen wurde schließlich, daß die Eigenschaften **auch** der für den Menschen **nutzlosen, indifferenten Lebewesen** auch diesen selbst nützen, ihr Leben erhalten, ja teilweise verblüffende Anpassungen, **Zweckmäßigkeiten in Bau und Lebensverrichtungen** bestehen, die man nicht nur auf Nutzen für den Menschen beziehen kann..

Gott solle sich auch und sogar besonders großartig zeigen in dem durch Zoologen erschlossenen Feinbau kleiner Tiere, etwa der von SWAMMERDAM untersuchten und bis ins Detail gezeichneten Eintagsfliege. Es entstand eine **Insekten-Theologie**. Forschung an ganz kleinen Organismen, was manche Naturforscher

begeisterte, konnte damit gerechtfertigt werden, daß man **gerade im Kleinsten**, am eher Unscheinbaren, in den kleinen Insekten, die **Größe des Schöpfers** 'vorzüglich' erkennen kann. PETER OSBECK (1755, dtsch.1757, S. 72), LINNÉ-Schüler und China-Reisender, zog einmal die Schlußfolgerung (S. 72): "Wohin wir nur unsere Augen wenden, da zeigen sich unzählige Beweise der göttlichen Regierung und unaufhörlichen Fürsorge einer Allmacht. Sie hat jedem ihre unzähligen Geschöpfe weislich alle nothwendige Mittel zum Unterhalte seines Lebens ertheilet; wir sehen nicht allein, daß eines dem andern zur Nahrung leben muß, und alle Dinge, in ihrer Ordnung, des Menschen wegen, vorhanden sind, sondern auch, daß eines dem andern zu seinem Nutzen, Vergnügen und Unterhalte dienen muß." Als der LINNÉ-Schüler FRIEDRICH HASSELQUIST zu seiner Überraschung Insekten noch im heißen Wüstensand Ägyptens sah, die er in einem Briefe an LINNÉ 1750 sogar als die "größte Frucht" seiner Reise betrachtete, meinte er "auch in den dürresten Sandwüsten einen Beweis der Wahrheit" (1762, S. 110) dafür zu finden, "daß der Schöpfer nichts vergeblich gemacht habe, daß kein Ort auf dem Erdboden sey, den die Natur nicht einem Thiere zum Aufenthalt bequem gemacht hätte."

## Wer determiniert wen in der Natur? - Das Primat des Lebendigen in der Weltanschauung einst

Merkwürdig und heute unverständlich ist die Auffassung, daß **die Bedürfnisse der Lebewesen Vorgänge in der anorganischen Natur bestimmt haben** könnten. Selbst LINNÉs äußerte einmal, daß der Wind vor allem in den Wochen weht, wenn die Pflanzen blühen und ihr Blütenstaub auf andere Blüten geweht werden mußte und wenn die Früchte reif sind und ihre Verbreitung zu geschehen hatte, und man kann wohl fast ablesen, LINNÉ sah ein von Lebewesen bestimmtes, weil ihnen nützliches Geschehen in der unbelebten Natur. So wie man die Natur eben als für den Menschen sowieso geschaffen sah. LINNÉ stand diesem Problem sicherlich ziemlich unbeholfen gegenüber. Welch ein Unterschied zu der späteren, vor allem mit DARWIN gekommenen eindeutigen Aussage, daß die anorganische Natur den Lebewesen vorausging und die Lebewesen so ausgelesen wurden, daß sie in ihrer Umwelt existieren konnten. Wer als Pflanze beispielsweise den Jahreszeiten mit den Winden anpaßt war, überlebte. Das Anorganische bestimmt, ungeachtet aller Rückwirkung der Lebewesen, auf der Erdoberfläche. Das Klima und das tägliche Wettergeschehen müssen die Lebewesen erleiden, Die unbelebte Welt, die Ozeane, der Sonnenstand bestimmen hier, **wenigstens in der Gegenwart.** Gewiß, können etwa Wälder einen Einfluß auf das Wettergeschehen mit ausüben. In der **Erdgeschichte** haben chlorophyllführende Organismengruppen, also auch

die Blaubakterien, Blau'algen', durch stärkere oder gar starke CO2-Bindung und Sauerstoff-Stofffreisetzng wenigstens zeitweise wohl einen viel größeren Einfluß auf das Klimageschehen ausgeübt. Das gilt wohl auch für die Diatomeen.

**Kausalität** ist ein Grundprinzip in den Naturwissenschaften. Daß Kausalität **auch verkehrt gesehen werden kann**, wird an der Auffassung vom Primat des Lebens deutlich.

## Auch als Äußerung der Güte Gottes die Anpassungen teilweise eingehend untersucht

Wurden die Lebewesen herangezogen, um an Hand ihrer Anpassungen die Güte und Größe Gottes nachzuweisen, wurden **die Eigenschaften der Lebewesen durchaus so eingehend festgestellt** und beschrieben **wie** es **später im Interesse** der Bestätigung **der Selektionstheorie** geschah. Dabei wurde manches an guten biologischen Befunden getätigt, hervorgehoben.

Um NEWTON wurde darauf verwiesen, daß das Auge so gebaut ist, daß es nur von einem Wesen eingerichtet werden konnte, der sich mit den Eigenschaften des Lichtes, der Optik, so auskannte wie die Gelehrten erst am Ende des 17. Jh. (C. MACLAURIN 1748): Dasselbe gälte für die Ohren und die Schallaufnahme. Der britische Zoologe RAY verwies auf das Leben der Vögel (J. HAFFER 2006), auf ihre Fertigkeit im Nestbau, die Struktur der Federn. DERHAM, der genannte Schöpfer des Begriffs "Physikotheologie, war RAY-Schüler. Er verwies auch auf die für das Leben der Zugvögel günstigen Zugzeiten, die Gott ihnen eingegeben hatte. JOHANN HEINRICH ZORN, Pfarrer in Pappenheim, brachte so in seiner "Petino-Theologie oder Versuch, Die Menschen durch nähere Betrachtung Der Vögel Zur Bewunderung Liebe und Verehrung ihres mächtigsten, weissest- und gütigsten Schöpffers aufzumuntern" 'Erster Theil' 1742, vieles von Körperbau und Verhalten von Vögeln, und der seinerzeitige Pro-Rektor der Universität Jena steuerte ein Vorwort bei. 'Petino' heißt 'Vogel'. Bei LINNE´(1777) wurden als zweckmäßige Anpassungen bei Vögeln verwiesen auf deren Aufzucht aus Eiern, weil sie beim Fliegen nicht als Junge im Mutterleib hätten transportiert werden können. Fische legten ihre Eier dorthin, wo die Sonne sie ausbrütet. Schmetterlinge legten ihre Eier auf die Nahrungspflanze ihrer Raupen.

Etwa auch der Mathematiker COLIN MACLAURIN (1748 / 2004) verwies auf uns wohl Verborgenes, das uns Gott nicht zu erkennen gab. Warum – müßte man fragen – ist dann das eine erkennbar, das andere nicht?

## Unangenehmes in der Natur wird auch zu erklären gesucht - Die Ausgeglichenheit der Dinge, die Menschenleben ermöglichen, wer bewunderte sie nicht

Es gab auch **Unangenehmes in der Natur**, so der Fuchs etwa, der mit der armen Gans im Maule davonzieht. Wirkten Dinge schrecklich, wurde argumentiert, daß dennoch, bei LEIBNIZ, die bestehende Welt die 'beste aller möglichen Welten ist', also unangenehme Dinge um des Ganzen willen zu akzeptieren sind. Auch mit Gottes "Zorn" wurde argumentiert. Solche Überlegungen finden sich bei Naturforschern wie Philosophen und es benötigte Zeit, bis man einsah, **die Welt ist eben wie sie** ist und man kann keinem, vielleicht nicht einmal existenten Gott da einen Vorwurf machen

Zum "Gebrauch" von Wein, Tee, Kaffee und Tabak LINNÉ einmal (1740, S. 194) gemeint, daß er "nicht zu sagen weiß, ob er die Menschen von Gott in Gnaden, oder im Zorne gelehret worden." Besonders problematisch war die Erkenntnis, daß Parasiten ihnen nützliche, für das Parasitenleben höchst zweckmäßige Eigenschaften haben, die jedoch den Wirtstieren verhängnisvoll sind. Als der 25-jährige LINNÉ (1739/1740, S. 148 ff.) in Lappland 1732 die den **Rentieren** schädliche **Bremse** untersuchte, bewunderte er (S. 152) in ihrer Lebensweise, wie "Gott für diese elenden Thierchen" sorgt - zur allerdings Qual der befallenen Rentiere. Dieser Bremse wegen mußten die Lappen ihre Rentiere im Sommer in die "Schneegebirge" führen, waren die Häute wegen der Bremsenbeulen durchlöchert, starb ein Drittel der Rentiere, und LINNÉ rief aus (S. 155): "was den Lappländern für Nutzen daraus erwachsen würde, wenn jemand ein gutes und bequemes Mittel dafür erfinden könnte ..." Ein Student erinnerte sich, daß LINNÉ später einmal spöttisch bemerkte, daß dann, wenn Gott die Welt allein für das Wohl des Menschen geschaffen habe, die Erde aus Käse bestehen müßte, in dem wir als Würmer leben dürften (zit. bei L. KOERNER 1999, S. 397) - ein Zeugnis für zunehmend gesehene Widersprüche in der Physikotheologie. Unter den ernsthaften **Philosophen** sah auch HUME (so b. D, KNIGHT 1986, S. 36), daß Gott in dieser Welt von Zähnen und Klauen also seine **'Güte' dem Raubtier wie der armen Beute** geben müßte. Wem? Dem Ichneumon, dem Leberegel? Die Welt aber war damit eben so, wie sie war, von Gottes Liebe oder großer Moral konnte keine Rede sein. PRIESTLEYs 'die meiste Gute für die größte Zahl"(S. 36) half das auch nicht viel weiter. Die Naturtheologie verwickelte sich immer mehr in Widersprüche und Gottes große allumfassende Güte verflog für dem vernünftig denkenden Menschen. Auch der 'Lithotheologe' Pfarrer LEßER kennt den 'Schaden der Feuerberge' und der Erdbeben. Aber inneres Erdfeuer muß eben für die Erde sein. LEßER nennt Erdfeuer als nötig für warme Bäder, also Warmwasserquellen. Erdbeben, bei de-

nen ansonsten alles natürlich zugeht, benutzt Gott als Strafgericht, aber schützt auch, daß diese Feuer nicht alles verheeren. Ganz witzig wird es, wenn in der Schweiz ein Dekan JOHANN RUDOLF GRUNER in Burgdorf Gottes sichtbar gewordene Vorsehung lobt, daß im Januar 1739 ein "starker Sturmwind ungezählte Bäume"umriß, und so im folgenden eiskalten Winter "niemand des Holzes gemangelt habe,..." (zitiert bei V. GITERMANN 1949, S. 284).

Spöttisch ließ der unchristliche VOLTAIRE (1981, 2, S. 266. 1777) in einem fingierten Dialog EUHEMEROS unter anderem sagen: "... es war unmöglich, daß die Winde, die notwendig sind, die Fluten reinzufegen und die Fäulnis der Meere zu verhindern, nicht auch Stürme erzeugten. Die Gluten, die unter der Erdrinde die Bildung von Mineralien und Vegetabilien bewirken, mußten zugleich diese Gebiete erschüttern, Häuser zerstören, ihre Bewohner zermalmen, Gebirge einebnen und neue auftürmen.

Es wäre ein Widerspruch gewesen, wenn alle Lebewesen ewig gelebt und sich fortgepflanzt hätten: die Welt hätte sie nicht ernähren können. Somit war der Tod, den man als das größte Übel ansieht, ebenso notwendig wie das Leben."

Wenn LINNÉ fremdländische Pflanzen überführte und überhaupt Gewächse von Land zu Land gebracht worden waren sprach das nicht unbedingt für vollendete **Schöpfung**, sondern für eine, der also **der Mensch nachhelfen konnte** und mußte. Gewiß konnte man die großartigen Tropenfrüchte, auch wenn sie erst weiter verbreitet werden mußten, wiederum auf Gottes Güte zurückführen.

Die Kirche setzte eher auf blinden Glauben, und gegen den 1804 verstorbenen KANT wird um 1816 ALBERTO BELLENGHI als Konsulator der Indexkongregation schreiben (zit. bei P. GODMAN 2001, S. 315): "Ein Katholik weiß nun aber nur zu gut, daß die Dogmen der Religion ohne vorhergehende Prüfung zu glauben sind ...", und es wird abgelehnt, "sie nach seinem eigenen Gutdünken auszulegen, was ein abscheuliches Wirrwar von Meinungen und Sitten zur Folge hätte ..." So war allerdings Wissenschaft nicht möglich!

## Die Natur richtet sich nicht nach den Wünschen des Menschen - Die Dinge sind wie sie sind

Manche ohne Religion beteten die Natur (P. HAZARD 1939) fast an. Man sprach auch von gütiger, von es richtig machender Natur. Wie es auch der atheistische Superskeptiker aber HUME (W. und A. DURANT 1967) richtig sah: **Die Natur steht dem Menschen** und 'seinen Rivalen' in **'unbekümmerter' Gleichgültigkeit gegenüber**. Mit anderen Worten: **Die Dinge sind wie sie sind**, **ohne einge-**



Abbildung 1221: Ruine von Lissabon 1755.

**benen Nutzen** für Mensch oder andere Lebewesen.

Ähnlich wie HUME dachte der nicht so bekannt gewordene bibelfeindliche TOULMIN (R. PORTER 1978 a, S. 350/351; 1978 b), daß sich die Natur nicht um den Menschen schert, der Mensch keinen bevorzugten Platz im System der Dinge hat, daß sie mit ihren Erdbeben und anderen Katastrophen grundlos Barrieren gegen den ihr völlig gleichgültigen Fortschritt der Zivilisation errichtet. Für VOLTAIRE war die "Welt", also die Natur, keineswegs die beste aller möglichen Welten und widersprach LEIBNIZ, daß es bei der Welt immerhin um die beste aller möglichen Welten handelt. Einen ernüchternden Schlag für den Glauben von der Vollkommenheit der göttlich geschaffenen Welt brachte das verheerende **Erdbeben von Lissabon** am 1. November 1755 (W. und A. DURANT 1969, S. 187, Es war der Allerheiligentag. Und als die Katastrophe kam, 9.40 Uhr vormittags, waren viele Menschen betend in den Kirchen. Vor allem auch durch den nachfolgenden Tsunami starben etwa 15.000 Menschen. Mit Härte trat POMBAL den folgenden Plünderungen entgegen und begann den Wiederaufbau der noch lange trümmerreichen Stadt. Was man damals nicht wußte: Die Katastrophe war nicht nur auf Lissabon beschränkt gewesen. Auch die Westküste des nördlichen Afrika war betroffen gewesen.

VOLTAIRE (1981, 1, S. 81. 1739) ließ vor 1755 aber eine seiner erfundenen Figuren auch sagen: "... denn ... wenn nicht alles gut ist, ist alles doch erträglich." VOLTAIREs (1981, 1, 343. 1767) ließ einen nach Europa gekommenen Huronen,

sein 'Naturkind'/'L'Inghenu' die Dinge sehen, wie sie sind, "während wir wegen der Ideen, die man uns in der Kindheit eingibt, sie unser ganzes Leben lang so sehen, wie sie nicht sind." Ähnlich schrieb (s. u.) HOLBACH. GOETHE hat am 11. April 1827, gemäß ECKERMANN (1955, S. 313) mit Bezugnahme auch auf KANT gesagt, "daß jedes Geschöpf um seiner selbst willen existiert, und nicht etwa der Korkbaum gewachsen ist, damit wir unsere Flaschen pfropfen können: ...." Um "seiner selbst willen" kann gerade im Bild der späteren Evolutionstheorie nicht heißen unabhängig von anderen Lebewesen, sondern im 'Kampf ums Dasein', in der Ko-Evolution mit ihnen, und GOETHE erläuterte das an den Wuchsumständen von Fichten (S. 314). Im späteren 19. Jh., am 29. September wird der aber auch mit verschiedensten Meinungen hervorgetretene Soziologe TÖNNIES an PAULSEN (1961, S. 47) schreiben: "als ein Ganzes betrachtet hat das Dasein, also die Geschichte der Menschheit, keinen Sinn; ebensowenig wie das Dasein der Welt überhaupt ..." und PAULSEN hatte am 20. Juni 1878 (1961, S. 27) an TÖNNIES zum 18. Jh. gemeint: "Wie ist doch sein kerngesunder Rationalismus der geistlosen Reaktion des 19. Jahrhunderts überlegen!" Und am 5, Oktober: "die Geschichte als Ganzes (oder die Welt) ist nicht zu einem Zwecke, der außer ihr wäre". Im 20. Jh. wird der sowjetrussische Pflanzenzüchter MITSCHURIN verkünde, daß von der Natur keine Gnadengeschenke zu erwarten sind. Nur in Erkenntnis des Wirkens der Natur kann der Mensch eingreifen.

Für HUME sprachen die **Unvollkommenheiten** in der Anpassung der Organe des Menschen wie der Tiere und die Leiden nicht für einen vollkommenen Gott, sondern vielleicht für einen stümperhaften und wohl nicht einmal für einen solchen. Ja HUME spekuliert über langsame, **stümperhafte Experimente der Natur** über Tausende von Jahren, bis wenigstens einigermaßen leidliche Anpassungen entstanden. Das war fast Vorwegnahme von DARWINs Selektionstheorie!

Daß der wissende Mensch manches zu verbessern vermag bewies VOLTAIRE der möglich **Schutz vor** wenigestens einer der entsetzlichen Krankheit der Zeit, vor den **Pocken** oder Blattern, durch die Variolation (s. d.). Nicht wie im Falle der seltener werdenden Pest Gebete, nicht Geiselungen wie im Mittelalter, nicht Dank für Verschonung durch Säulen und Kirchen, **Wissen**, Können, auch Hygiene, konnten **etwas erreichen**, wenigstens bei der einen Krankheit, den Pocken. Der Aufgeklärte mochte es begrüßen. VOLTAIRE (1981, 3, S. 39 ff.) feierte diesen Pockenschutz in einem eigenen Beitrag. Der Aufklärer STRUENSEE führte diese erste Pockenschutzimpfung etwa in Kopenhagen ein.

Wenn im 20. Jh. manche davon sprechen, daß die "Natur sich rächt", ist das zu wörtlich genommen ein Rückfall in Floskeln, welche im 18. Jh. schon überwunden wurden. Bei Einwirkungen auf die "Natur" reagiert sie gemäß den ihr innewohnenden Gesetzen. Die Materie ist wie sie ist, heute und einst! Sie 'rächt' sich nicht

im Sinne des Gefühlsausbruch 'Rache'.

## Immer weiter weg von der Religion durch Naturwissenschaften und Aufklärung - führend auch ins Ausland gegangene Franzosen

Die Aufklärung führte gerade in Frankreich zu einer immer stärkeren **Abwendung von der Religion**. Die "Vernunft", die Ratio, sollte den Menschen leiten. Mochte Gott irgendwo existieren, auf der Erde wirkte er jedenfalls nicht mehr - wie es die Auffassung der **Deisten** war, etwa der in England. Die aus sich selbst und nicht zum menschlichen Nutzen bestehende Natur sollte durch deren Erkenntnis beherrschbar werden. Habe es doch einen ersten Verursacher der Welt gegeben, so zog er sich dann zurück, war seinen Geschöpfen gegenüber gleichgültig und die Natur folgte nur noch den "**sekundären** und natürlichen **Ursachen**" (HOLBACH Ausgabe 1960, S, 423), den **erforschbaren** Ursachen.

Viele der Verächter der Religion sahen in ihr aber einen praktischen Nutzen, um die gläubigen Massen im Zaum zu halten und warnten vor der Areligiosiät der vielen. Das sah auch VOLTAIRE, sah TURGOT (W. und A. DURANT 1969, S. 101), der ohnehin nicht recht ungläubige ROUSSEAU.

Rein **materialistisch** dachten auch über den Menschen vom Körper bis zur sterblichen 'Seele' etliche **Mediziner**. Ihr bekanntester war wohl JULIEN OFFRAY DE LA METTRIE (V. KLEMPERER 1954, S, 240). Glauben und Erfahrung sollen zumindestens getrennt sein, wobei auch die Erfahrung schließlich von Gott sein (LA METTRIE in 1909, S. 10). Als Arzt praktizierte LA METTRIE einige Jahre in seiner Vaterstadt Saint-Malo, wo er am 23. November 1709 geboren wurde. Aber noch einmal studiert er dann, in Leiden, bei BOERHAAVE. Die menschliche Seele - das wurden für LA METTRIE Gehirn und Nerven. Eine Komödie von LA METTRIE ist 'La Faculte' venge'e'. Geflüchtet aus Frankreich und dann auch von Hollnad geht LA METTRIE nach **Potsdam**, zu FRIEDRICH II. Er schreibt vom 'Menschen als Pflanze'/'**L'homme Plante**' und vom '**Menschen als Maschine**' (s. 1909). 1738 hatte der Mechaniker JACQUE DE VAUCONSON (V. KLEMPERER 1954, S. 243) einen künstlichen Flötenspieler konstruiert und er schien LA METTRIEs Ansicht widerzuspiegeln. **Geisteseigenschaften**, so Mut, sind für LA METTRIE **völlig körperabhängig** (S. 13). Rohes Fleisch macht wild und roh, was er von den Engländern meint (S. 15). Klimawechsel verändern das Innere des Menschen wie es Pflanzen verändert (S. 18). Für alle geistigen Leistungen mußte aber die 'Anlage', die 'Organisation', also das Gehirn, vorhanden sein (S. 23). Kleine Veränderungen im Gehirn konnten große Auswirkung haben,

und das vielleicht betreffend eine 'kleine Faser', die selbst feinste Anatomie nicht beachten konnte, "würde aus Erasmus und Fontenelle zwei Toren gemacht haben" (S. 20). Affen sprächen nicht, weil sie kein Bedürfnis danach hatten (S. 24), und der "Übergang von den Tieren zu den Menschen ist kein gewaltsamer" (S. 24). Wie aber entstanden Menschen? Vielleicht aus 'Zufall'? (S. 41). Evolution wird noch nicht gedacht und das Herkunftsproblem bleibt also offen - und das mußte ein Herausforderung bleiben. Aber die 'Unendlichkeit' kann der Mensch sowieso nicht erkennen (S. 44). Höhnisch widmete LA METTRIE eines seiner Werke dem frommen HALLER. Aber, aber - die frommen Gegner können jubeln: Nach einem Festmahl erkrankt LA METTRIE und stirbt, wie es heißt nach dem Verzehr einer ihm von einem Patienren gespendeten Fasanenpastete (R. WALTHER 2009) an Fleisch- oder Pilz-Vergiftung, am 11. November 1751, 42 Jahre alt. LA METTRIEs Tod, was war 4 Jahre vor dem Ausbruck des 7-jährigen Krieges.

In vielem steht auch **MONTESQUIEU** (Ausgabe 1959) in den 'Persischen Briefen' sehr satirisch zur Religion. Den im Westen reisenden Rica läßt er an seinen Freund in Smyrna schreiben, daß der Papst ein großer Zauberer ist, "mächtiger als der König" und ihn "glauben macht", "drei sind nur eins ... und das Brot, welches man ißt, sei kein Brot, und der Wein, den man trinkt, sei kein Wein" (S. 70).

Führender Religionsverächter war **VOLTAIRE** (T. BERGNER 1976, M. FONTIUS 1981, D. F. STRAUß neu 1907), auch wenn er in der Abwendung und Verächtlichmachung der Religion nur bei den Gebildeten wirksam wurde und das auch so wollte. VOLTAIRE war wohl **für die Geistesgeschichte der Menschheit der seit der Spätantike wichtigste Vertreter**, in dem Lobe von F. M. KLINGER 1794 (in 1955, S. 196) "diesem großen und einzigen Genie der alten und neuen Zeit." Dramen, Streitschriften, Geschichtswerke, witzige Romane und Erzählungen flossen unentwegt aus seinem Geist, um die Gebrechen seiner Zeit und den Irrsinn der überlieferten Religion anzuprangern.

Geboren wurde mit dem eigentlichen Namen als FRANCOIS-MARIE AROUET als Sohn eines vermögenden.Notars 1694 in Paris geboren. Auch er wurde von Jesuiten erzogen. Er studierte dann Jura. Seine Schriftstellerei brachte ihm vom 16. Mai 1717 bis zum 11. April 1718 Haft in der Bastille. Nach Auseinandersetzung mit einem Adligen entging er einer erneuten langen Verhaftung, indem er das Angebot annahm, Frankreich zu verlassen und ging in das ihn politisch beeindruckende England. Hier erlebte VOLTAIRE das Begräbnis NEWTONs. 1734 folgt er der Einladung seiner Geistefreundin MARQUISE DE CHATELET auf deren Schloß Cirey an der Grenze der Champagne und Lothringens. Er hat nichts gegen einen Liebhaber dieser Frau. Nach einer ungewollten Schwangerschaft aus dieser Verbindung stirbt sie im Kindbett. 1750 ist VOLTAIRE bei FRIEDRICH II. in Potsdam. 1753 verläßt er FRIEDRICH II. VOLTAIRE besitzt mehrere Landsitze nahe dem



Abbildung 1222: VOLTAIRE.Ferney.

Genfer See. Nach dem Landsitz Ferney nahe Genf zog sich VOLTAIRE zuletzt, nach bewegten Jahrzehnten zurück. Aber hier besuchten ihn Bewunderer und Verehrer, meistens willkommen geheißen, und es wurde eine weit beachtete Bühne betrieben. Im Alter von 84 Jahren reist er noch einmal nach Paris, wird dort gefeiert, stirbt hier am 30. Mai 1778.

VOLTAIREs (W. JASPERS 2006, S. 123, D. F. STRAUß neu 1907) Verhalten und damit sein Charakter waren alles anders als makelos. Sein bevorzugter Umgang waren wie die aller Aufklärer Adlige oder studierte Bürgerliche, wenn nicht gar Potentaten wie FRIEDRICH II. von Preußen. VOLTAIRE war gern zusammen mit geistvollen aufgeklärten Marquisen. Der von den Jesuiten erzogene VOLTAIRE war aristokratisch Wie kaum ein anderer ausgenommen vielleicht HOLBACH ist VOLTAIRE der religiösen Orthodoxie mit Hohn und Spott entgegengetreten, den Umgereimtheiten der Bibel, auch denen der Aposteln und auch Paulus und den sogenannten "Kirchenvätern" und war auch juden-feindlich (W. JASPER 2006, S. 123). Viel wird auch in seinen Dialogen über die '**Seele**' diskutiert. Aber man erkennt, daß sich darüber keine bindenden Ansichten geben kann (u. a. VOLTAIRE 1981, 2, S. 176 ff.). Er sah, daß das Alte Testament erst nach der Zeit ALEXANDER des GROßEN ins Griechische übersetzt wurde, also nur die Heilige Schrift des kleinen Judenvolkes war und außerhalb dieses unbekannt bleiben mußte. Aber dennoch sollten die antiken Philosophen für den fehlenden Bubelglauben büßen. Ungereimt also, daß das Christentum am Rande der alten zivilisierten Welt en-



Abbildung 1223: Park Ferney.

stand und an den Folgen des Unglaubens auch jene leiden sollten, die überhaupt nicht missioniert werden konnten. Etwa die Menschen in Amerika. Und warum, fragte auch MARMONTEL, ehemaliger Mönch der Bernhardiner, sollte der antike tugendhafte SOKRATES in der Hölle leiden, der ja vom Christetum gar nichts wissen konnte (H. MÖLLER 1986, S. 108). Daß man in Glaubenfragen so unterschiedlicher Meinung ein konnte, sich deswegen erbittert bekämpfte und dann ein Herrscher in seiner Lande oft seine Ansicht zur allgemein allein geduldeten erhob, regte VOLTAIRE (1981, 1, S. 344. 1767) besonders auf: "... alle Menschen sind einer Meinung über die Wahrheit, aber sie sind sehr geteilter Ansicht über die unbeweisbaren Wahrheiten", und das wäre widersinnig. VOLTAIRE fand Gottes Sippenhaft unerträglich: "Wieso sind die Kinder verdammt, weil ihr Urahn oder ihre Urahnin von der Frucht ihres Gartens gegessen hatten?", also dem berüchtigten Apfel, den die Schlange der Eva erfolgreich anbot und diese dem Adam. VOLTAIRE hat die Widersprüche in den Bibelerzählungen rücksichtslos bloßgestellt, etwa jenen Gott, der die Sünder einst durch die Sintflut verdarb, den versoffenen Noah eine neue sündige Menschheit schaffen ließ und viel später durch den Opfertod seines angebliches "Sohnes" JESUS angeblich die neuen Sünder entsühnte anstatt sie noch einmal einem göttlichen Strafgericht auszusetzen. Das aber ohne weitere furchtbare Menschentaten zu verhindern. Besonderer Spott VOLTAIREs (1981, 2, S. 131. 1767) gilt der Eucharistie, bei der mit Wein das Blut von Christus getrunken und mit :Brot' sein Leib gegessen würden, und diese anschließend ja doch auf dem "Nachtgeschirr" entsorgt werden. VOLTAIRE wich also vor keinem Sakrileg zurück. Das Christentum hörte auf, eine Selbstverständlichkeit zu sein (S. 72). "Der Pöbel schuf den Aberglauben, die Vernünftigen machen ihm den Garaus", heißt es bei VOLTAIRE (1981, 2, S. 154). Wurde einmal gemeint, daß in der Kindheit eingeprägte Ansichten bleiben. Einen Priester läßt VOLTAIRE (1981,

2, S. 44) zu einem Enzyklopädisten sagen: "Sie wünschen sich, ... den Geistlichen ihr seit Menschengedenken verbrieftes Recht zu entreißen, für euch zu denken und euch zu leiten" und läßt antworten (1981, 2, S. 45): "Sie wissen wo gut wie ich, daß der Glaube eine Gottesgabe ist und daß man nicht gegen diejenigen eifern soll, die dieses kostbaren Lichts ermangeln und die Überzeugung an seine Stelle setzen wollen, die sich auf Prüfung gründet." Und VOLTAIRE ekelte all die Verbrechen, die im Namen der Religion begangen wurden, ja zu seiner Zeit noch stattfanden. Er rettete Menschen, die vom Tode bedroht waren, weil sie angeblich, ein calvinistischer Vater, den Sohn gewaltsam vom Übertritt zum Kathoizismus abzubringen suchten. Zwar betonte VOLTAIRE nicht die angeborene Güte der Menschen wie ROUSSEAU, aber meinte auch (1981, 2, S. 182): "... gebe ... zu, daß die Menschheit nicht gar so bösartig ist, wie gewisse Leute es in der Hoffnung, sie zu beherrschen, ständig wiederholen." Es gäbe viele Dörfer, wo seit Jahren kein Mord stattfand (S. 183). Seine Ideen darzustellen, dienen VOLTAIRE auch seine zahlreichen **Dramen**, die sich oft mit lange zurückliegenden Gestalten befaßten. Von GOETHE übersetzt wurde 1802 das "Trauerspiel" **'Mahomet'** (Reclam-Ausgabe, o. J., aber wohl 1905). Das Original wurde am 16. April 1741 in Lille uraufgeführt, dann auch in Paris und bald abgesetzt. Der Papst BENEDIKT XIV., an den VOLTAIRE eine Ausgabe des 'Mahomet' sandte, billigte aber das Drama, das deshalb in Frankreich aber weiterhin nicht gespielt werden durfte (Wikipedia 2016 u. a. Internet). Im 'Mahomet' wird an einem punktuellen Konflikt dargestellt, wie sich eine neue Religion durchsetzt. Der einst aus Mekka vertriebene und nach Medina geflüchtete, nach Macht strebende Mann Mahomet rückt nach der Begründung einer neuen, angeblich von Gott eingegebenen Religion mit seinem Heer auf Mekka vor. Mit Gewaltdrohung wie mit Überzeugung soll das in Teilen seines 'Senats' noch widerstrebende Mekka gewonnen werden soll. Auf diesem Hintergrund spielt sich eine Familientragödie ab, bei welcher der Führer der Widerstrebenden, der Scherif Sopir, und dessen bei Mahomet aufgezogenen, vom Vater als verloren angesehenen Kinder ums Leben kommen. Religion ist Menschenwerk. Ein herrschsüchtiger Mensch, der andere um sich scharen kann, setzt eine neue Religion ein. Es gibt Gelegenheit, der drohenden Tyrannei markige Worte entgegenzuschleudern:

"Und deine Lehre, die derWahn gegründet,

Müss Abscheu allen künft'gen Zeiten sein.

Die Hölle, die du jedem grimmig drohtest,

Der zweifelnd mit sich selbst zu Rate ging,

Die Hölle, dieser Ort der Wut, des Jammers,

Für dich bereitet, schlinge dich hinab."

(S. 57).

Und die als Geliebte vorgeshene Tochter seines Feindes, Palmire, ruft ihm sterbend zu:

"Ich sterbe. Fort!

Dich nicht zu sehen, ist das größte Glück

Die Welt ist für Tyrannen - lebe du!"

(S. 60).

Längst schien das alles Geschichte zu sein, und nun, im 21. Jh. (!) erregt diese in Weimar der GOETHE-Zeit aufgeführte Drama wieder die Gemüter, mit Aufführungsverboten.

Freund von VOLTAIRE war JEAN-FRANCOIS DE LAHARPE, der 1791, als die Nationalversammlung über die Überführung des toten VOLTAIRE in das Pantheon diskutierte, in der 'Chronique de Paris' am 15. Mai unter anderem schrieb (deutsch in J. F. REICHARDT in 1981, S.179 - 181): Von allen Menschen, die geschrieben haben, ist "Voltaire derjenige, der den bestimmtesten, mächtigsten, allgemeinsten Einfluß auf den Gemeingeist und die öffentliche Meinung gehabt ..." gegen den Aberglauben, Schwärmerei, Despotismus. Und VOLTAIRE "der erste war, der den menschlichen Verstand frei und die Vernunft populär machte" und nur dadurch kam auch die Revolution. "Während funfzig Jahren hat er alle Töne und Formen angenommen, von dem Heldengedicht und dem Trauerspiel an bis zum Possenspiel, von der Philosophie bis zum Roman, um den Menschen sehen, urteilen,mit eignen Augen untersuchen zu lehren. ... Alles, was jetzt in Frankreich lebt, hat in seinen Werken lesen und denken gelernt ..." und es sind in diesem Werken ... "die Tyrannen aller Art immer verhaßt und lächerlich."

Unter dem Ersten Konsul NAPOLEON BONAPARTE aber wandte sich LAHARPE scharf von seiner einstigen Meinung ab (S. 181).

Soll man mit SCHILLERs Worten bedauern: "Es liebt der Mensch, das Strahlende zu beschmutzen und das Erhabne in den Staub zu zieh'n." O gemach! Pathos und Erhabenheit haben viel Unheil bemäntelt. Selbst große Musik wie BEETHOVENs 'Eroica' oder '8. Sinfonie' sind nicht ohne Bedenken aufzunehmen. Oder GOETHEs unhistorisch heldisch-edel und verjüngter 'Egmont' mit der BEETHOVEN-Musik sowie SCHILLERs Drama um die 'Jungfrau von Orleans' haben viel Heldisch-Kriegerisches an sich. Pathetische Musik erklang auch in Diktaturen, für den mordenden Krieger, für den gefallenen Oberbefehlshaber. Viel eher dann BEETHOVENs 'Pastorale', die angenehme Naturbeschreibung. **VOLTAIRE war das nötige Gegengewicht, gegen Göttlichkeit und falsches**



Abbildung 1224: BEAUMARCHAIS. Paris.

**Pathos!**

Werke VOLTAIREs waren zur Zeit seines Todes in Frankreich verboten, aber die Dramen wurden aufgeführt. Der wendige PIERRE-AUGUSTIN CARON DE BEAUMARCHAIS (Wikipedia 2016 u. a.), Verfasser der den Adel durch kluge Bürgerliche ins Lächerliche ziehende Komödien 'Der Barbier von Sevilla' und 'Der tolle Tag oder Die Hochzeit des Figaro', läßt sie 1783 - 1789 in Kehl drucken, in 70 Bänden im Oktavformat und in 90 Bänden im kleineren Duodezformat. Nach jahrelanger Unterbindung durch die Zensur wurde BEAUMARCHAIS' Komödie 'Die Hochzeit des Figaro' am 17. April 1784 aufgeführt und von denen beklatscht, die verspottet wurden (W. OPPENHEIMER 1989, S. 137), welche offensichtlich die Zeichen der Zeit unzureichend erkannten. Zu der Zeit fand eine Ausgabe der Werke VOLTAIREs auch in Rußland statt (Wikipedia 2016).

Völlige Ablehnung der für ihn nur angeblich 'heiligen' Schriften und Eintreten für eine kommunistische Gesellschaft leistete sich der Landpfarrer **JEAN MESLIER** in einer Schrift, die gemäß seinem Willen er erst nach seinen Tode 1733 als 'Testament' für die Öffentlichkeit herauskam, nachdem er zu Lebzeiten wegen des nötigen Lebensunterhaltes im Dienste der Kirche gepredigt hatte. Das 'Testament' zirkulierte dann in Abschriften und VOLTAIRE griff die Schrift 1762 auf (D. F. STRAUß 1907)..

Jedes Dogma ist für den 1771 gestorbenen HELVETIUS (s. 1976, S. 47) "ein Keim

für Zwietracht und Verbrechen unter den Menschen" und er beklagt schon wegen des Aufwandes die in den katholischen Länder nach seiner Schätzung bestehenden etwa 150.000 Klöster, 15.000 Kapellen, 1300 Abteien, 90.000 Priester. Erziehung solle aus den Menschen aber nahezu alles machen können.

Die führenden Männer der Aufklärung, namentlich der "Großbaron" HOLBACH, aber auch VOLTAIRE, waren begütert, ja reich, konnten Salons unterhalten, konnten auch fliehen. HOLBACH (dtsch. 1960; V. KLEMPERER 1954, S. 247 ff.; Wikipedia 2016) der **prononcierte Atheist,** war superreich. Weder Reichtum noch Sonderstellung geben diese durchaus auch mutigen Aufklärer auf, wollen es auch nicht. Für wen klären sie auf? Die "Armen", von denen viele noch am ehesten Aberglauben anhingen? 1723 am 8. Dezember war HOLBACH als Winzerssohn in Edesheim in der Rheinpfalz geboren worden, aber ein reich gewordener Onkel und Geistlicher entschied über sein Leben, in dem er schon als Knabe nach Paris und beherrschte also Deutsch und Französisch. **1770** erschien pseudonym HOLBACHs Hauptwerk '**Systeme de la Nature**'. Auch HOLBACH bedauert hier den Schleier. den religiösen, "den man von Kindheit an über" die Menschen "breitet" (S. 5) und will die Menschen von den Illusionen befreien, Es ginge nicht, "Metapysiker" sein zu wollen, bevor man Physiker war. Sein Salon war Treffpunkt debattierender Zeitgenossen. HOLBACH stand für das Recht auf Rebellion (V. KLEMPERER 1954, S. 253) gegen das herrschende politische System, er, der Reiche. Den Ausbruch der Französischen Revolution erlebte HOLBACH nicht mehr, starb am 21. Januar 1789 in Paris. Ins Deutsche wurde das 'System der Natur' 1841 übersetzt, also im Vorfeld von 1848.

Um die **Religion in Zweifel** zu ziehen, benötigte man nicht der die Sintflut bezweifelnden Geologie und der Evolutionstheorie oder überhaupt nicht die Naturwissenschaften, das **Wissen um die Umstände der Entstehung der Religionen** ließ sie **als Menschenwerk** begreifen. Und das gelang etlichen Aufklärern.

Das Alte Testament war der klassischen Antike unbekannt und entstand in einem bestimmten Umfeld bei einem bestimmten Volk . Das Christentum hat eben seinen **Anfang** in der Spätantike und warum kann man berechtigt zweifelnd fragen, hat ein allmächtiger Gott die Dinge nun anders überlegt als vorher gelehrt wurde? Und Juden wie Moslems lehnen den Gedanken von einem 'Sohn Gottes' bis heute ab. Und das Christentum entstand in einer spätantiken Göttervielfalt (s. d.) und zerfiel bald in mehrere Richtungen, Und bei den Völkern Amerikas und anderswo hat es keine Offenbarung im biblischen Sinne gegeben und die mußten von außen, und das oft zwangsweise, bekehrt werden. Menschenwerk als Glaubensgrundlage. Wieso dann etwas Bestimmtes glauben? Weil Glauben manchen absurd erschien, gab es schon in der Antike Atheisten.

## Ein Land zieht an die Spitze: Aufklärung in Schottland - DAVID HUME

Die '**Schottische Aufklärung**' mit dessen Mittelpunkt **Edinburgh** - das wurde Aufklärung noch mit einem oft nach eigenen, nicht biblischen Vorstellungen wirkenden Gott wie bei dem Geologen HUTTON (s. u. ) oder gar ohne Gott. Mit der Aufklärung waren mit der wenigstens in den städtischen Oberschichten aufgekommenen Geisteshaltung manche Länder geistig-kulturell nicht mehr wiederzuerkennen, eben auch Schottland. Das von Clan-Kämpfen zerrissene schottische Hochland - wo war es geblieben angesichts der 'schottischen Aufklärung' in Edinburgh, mit Gelehrten wie dem Geologen HUTTON, dem Mathematiker PLAYFAIR, dem Arzt und Naturforscher GEORGE HOGGART TOULMIN (R. PORTER 1978 a, 1978c), mit ADAM SMITH. Oder dem sich industrialisierenden Glasgow, mit seinen Erfindern wie WATT und Chemikern wie BLACK. Es war so etwas wie eine neue Welt des Geistes und der Vernunft entstanden, wo noch vor kurzem mittelalterliche Gewalt geherrscht hatte.

Von weitreichendem Einfluß war der sehr skeptische, ja atheistische Philosoph und Historiker **DAVID HUME** (G. STREMINGER 2004), der vielleicht mehr als andere das Denken der Aufklärung vertrat und verkörperte, Zusammenfassend wurde HUMEs Ansicht über Aufklärung formuliert (G. STREMINGER 2004, S. 56) mit: '- Versuchen, alle Ereignisse ausschließlich **auf natürliche Weise,** durch natürliche Wege zu erklären, - Diesseits orientiertes Leben über alle religiösen Lebensformen zu stellen, - bei aller rationalen Weltsicht auch den Verstand selbstkritisch hinterfragen, also feststellen, was er leisten kann, - Ohne Absolutheitsanspruch einsetzen für Freiheit, Toleranz, Humanität, Unparteilichtkeit.' Die sich von HUME unterscheidenden Deisten sahen über der Natur aber noch ein 'Höchstes Wesen'. HUME war im Mai 1711 in Edinburgh geboren worden, wurde calvinistisch erzogen und löste sich, psychisch geschädigt durch sein Streben nach Idealen, mit etwa 18 Jahren von dessen Dogmen. Zeitweilig lebte HUME in Frankreich und London. In London veröffentlichte HUME 1738- 1740 die 3-bändige 'Treatise of Human Nature'. Da er in Edinburgh keine Professur erhielt, mußte er für Geld Lehrer bei einem geisteskranken englischen Marquis sein und war dann Sekretär eines britischen Generals, den er 1748 in den Österreichischen Erbfolgekrieg begleitete (S. 58), bis Italien. 1748 erschien in London seine Umarbeitung des 'Treatise ...' von 1740 mit nun dem Titel 'Enquiry Concerning Human Understanding' und 'Of Liberty and Necessity'. 'Wunder'/Miracles' würden von nicht recht glaubhaften Zeugen berichtet und in der menschlichen Natur gäbe es die Bereitschaft sie zu glauben (S. 59). Die Menschen haben keinesfalls eine verderbte Natur, wären gesellig und nähmen emotional im Nahebereich an anderen Anteil. War er als Philosoph natürlich nicht unumstritten, so wurde HUMEs 4-bändige (1754, 1756, 1739, 1761)



Abbildung 1225: HUME-Grab. Edinburgh 1991.

'Geschiche von England' trotz anfänglicher Ablehnung ein auch finanzieller Erfolg. Das Mittelalter sah er wie andere Aufklärer als einen historischen Tiefpunkt, aus der dann die Lösung aus der 'Umklammerung der Kirchen' (G. STREMINGER 2004, S. 62) folgte. Manche Ablehnung fand wieder HUMEs 1757 erschienene 'The Natural History of Religion', in der er Religion auf 'Furcht und Zukunftsangst' zurückführte (S. 61). Gefeiert in den Salons von Paris, kehre HUME 1769 für immer nach Edinburgh zurück, wo er am 25. August 1776 starb. Posthum erschien 'Dialoges Concerning Natural Religion', in dem HUME die Natur mit Gott verband. Es kamen alle Werke von HUME auf den vatikanischen 'Index Librorum Prohibitorum' und blieben auf ihm bis 1872 (Wikipedia 2018).

Besonders der als Geologe denkende HUTON (s. u.) hat dann **der Erdgeschichte nahezu endlose Zeiten** gegeben, indem er auf die langsame Verwitterung und die langsam Entstehung neuer Festländer aus dem Meere verwies - gegen die Bibel mit ihren raschen Schöpfungen und Neuerungen innerhalb weniger Jahrtausende. Aber Gott sollte als der immer wieder für langsame, stetige Neugestaltung der Bewohnbarkeit der Erdoberfläche sorgender Vater dennoch hinter den Dingen stehen. Wenn schon Gott, so wie ihn der Naturforscher interpretiert!

## Religionskritische Aufklärung in den deutschen Staaten

Kritisch zur bisherigen Dogmatik standen SEMLER und in Göttingen der aus dem württembergischen Adel kommende Historiker LUDWIG THIMOTHEUS Freiherr VON SPITTLER (D. FLEISCHER 2010). Theologie und Religion wurden als unterschiedlich gesehen, was Kritik an der "kritische Reduktion der dogmatischen Tradition bedeutete.JOHANN SALOMO SEMLER (Wikipedia 2018) war 1752 Professor der Theologie in Halle geworden. Das Neue Testament enthalte zwar Gottes Wort, aber nicht direkt, denn die Lehre der christlichen Religion sei zuerst nur mündlich weitegegeben und erst im 2. Jh. n. Chr. schriftlich fixiert worden, also konnte man die Aussprüche etwa von Jesus nur ungefähr widergeben. Man müsse unterscheiden zwischen der kirchlichen Religion und der **dogmenfreien privaten** Religiosität. Das war die in Deutschland im 18. Jh. mögliche Aufklärung in der Religion. Von VOLTAIRE und HOLBACH grenzte sich SEMLER ab.

Der Hamburger HERMANN SAMUEL **REIMARUS** (H. MÖLLER 1986), Gymnasialprofessor für orientalische Sprachen, hat gemäßigter als HOLBACH ebenfalls religionskritisch gedacht. Er plädierte für eine **Vernunftreligion**, "für die vernünftigen Verehrer Gottes" - was immer die waren und was die an irgendeiner fernen, unbestimmten, nicht bibelgerechten Gottheit auch verehren mochten. REIMARUS hielt sich mit seinem Deismus zurück. Ein Aufklärer und Humanist und damit mehr als etwa in der Judenfrage VOLTAIRE, war der am 22. Januar 1729 in Kamenz geborene Pfarrerssohn GOTTHOLD EPHRAIM LESSING (W. JASPER 2006), der nach Besuch der Fürstenschule St. Afra in Meißen und Theologie- und auch Medizinstudium in Meißen nicht nur Dichter war, sondern auch philosophisch-aufklärerischeund kunstkritische Schriften verfaßte. 1749 wurde sein einaktiges Lustspiel 'Die Juden' (a.Wikipedia 2020) aufgeführt, in dem ein Jude die edle Gestalt ist und der wegen des Verbots von Mischehen dennoch nicht die ihm zugetanene Tochter des von ihm geretteten Gutsherrn heiraten darf. Und Aufklärer blieb LESSING, auch in seinen Dramen 'Minna von Barnhelm' (1767), 'Emilia Galotti' (1772), und besonders in 'Nathan der Weise' (1779). Im Jahre 1770 wurde LESSING Bibliothekar in Wolfenbüttel. 1775 reiste LESSING in einer Reisegesellschaft mit dem Prinzen MAXIMLIAN JULIUS LEOPOLD VON BRAUNSCHWEIG-WOLFENBÜTTEL in Italien und wurde hier mit der italienischen Aufklärung bekannt und interessierte sich vor allem auch für das Theaterleben in Italien (W, JASPER 2006, S. 197 ff.), war in Mailand, Venedig, Neapel, Florenz, Turin Parma, Rom und in dem die Juden seit langem tolerierendem Livorno, nach Korsika, Der Prinz MAXIMILIAN JULIUS LEOLOPOLD war Freimaurer, aber Braunschweig-Wolfenbüttel, schon der Vater des Prinzen, verkaufte aber auch Soldaten, fast sein gesamtes Heer, an die Engländer für den Krieg in Nordamerika. MAXIMILIAN JULIUS LEOPOLD starb 1785, als er bei der Oder-

flut mit dem Kahn auf dem Strom umschlug. Der 1777 wieder in Wolfenbüttel als Bibliothekar untergekommene **LESSING** machte verschiedene dort eingestellte auch religionskritische Werke bekannt, und auch das des REIMARUS, das 'Apologie oder Schutzschrift für die vernünftigen Verehrer Gottes', welche die Tochter von REIMARUS an LESSING übergeben hatte und der sie als 'Fragmente eines Ungenannten', die 'Wolfenbütteler Fragmente', veröffentlichte (Erläuterungen in P. GOLDAMMER 1977, S. 337). Etwa SEUME (in 1977, S. 55) und seine Freunde wurden von diesen 'Fragmenten' vom Bibelglauben abgebracht, aber SEUME hatte auch schon etwas von BAYLE gelesen. Glaubte LESSING nun letztlich an einen Gott? Jedenfalls den Offenbarungen, den Berichten des Neuens Testaments und denen des Alten Testaments sowieso, stand er kritisch gegenüber und focht immer wieder in Druckschriften mit dem ebenfalls in gedruckten Artikeln für die Wahrheit aller Bibelberichte argumentierenden Hamburger Hauptpastor GOEZE. Die Veröffentichung der 'Fragmente eines Ungenannten' hatten den Streit heraufbeschworen. LESSING (in 1961, S. 165) schrieb 1777 gegen GOEZE: "..., wenn man auch nicht imstande sein sollte, alle die Einwürfe zu heben" - d. h. zu widerlegen - "welche die Vernunft gegen die Bibel zu machen so geschäftig ist, so bliebe dennoch die Religion in den Herzen derjenigen Christen unverrückt und unverkümmert, welche ein inneres Gefühl von den wesentlichen Wahrheiten derselben erlangt haben," also einem tief bibelkritischer Gottesglauben stand LESSING nahe. Der Herzog von Braunschweig verbot am 13. Juli 1778 LESSING die Fortführung seiner allerdings manchesmal etwas kindisch wirkenden Polemik mit GOEZE (s. a. Anmerkung in Band 2 LESSINGs Werke 1978, S. 324). JACOBI schrieb später von LESSINGs Pantheismus als dessen Religion, der auch die Weimarer, HERDER und GOETHE vor allem die Rettung vor einem harten Atheismus sah. Weder von LESSING im Herzogtum Braunschweig geschweige denn von dem ähnlich wie LESSING denkenden und mit seinen "orthodoxen ... Amtsbrüdern" (in F. CHR. LAUKHARD 1955, S. 161) im Streit liegende **HERDER** in Weimar, ernannt sogar zum Superintendenten in Weimar, wurde jemals eine Schrift verbrannt wie 1762 ROUSSEAU-Bücher in Paris und Genf. LESSING starb am 15. Februar 1781 in Braunschweig

Der große **GOETHE** spielte mit den Erzählungen der Bibel wie bei 'Mahomet' mit der islamischen Legende sehr frei, ließ Gott den Vater wie den Teufel Mephisto auf der Bühne auftreten und die an das Schicksal von Hiob erinnernde Legende verändert wiederholen und brachte mit Gretchens Frage nach der Religiosität ihres geliebten 'Faust' und dessen Antwort keinen Zweifel an seinem Skeptizismus, und die Zeit war so, daß dies keine Inquisition mehr auf den Plan rufen konnte und Beifall fand und die thüringischen Staaten waren bis in die HAECKEL-Zeit großzügig in ihrem Freidenkertum.



Abbildung 1226: HERDER. Weimar. 1850.



Abbildung 1227: GOETHE. Frankfurt am Main.



Abbildung 1228: GOETHE-Haus Weimar.



Abbildung 1229: Kultur der Elite - Musentempel Weimar.

Unter künstlerischen Äußerungen zur Aufklärung in Ablehnung von Aberglauben und religiösem Fanatismus gehört wohl die den Zeitgeist um 1790 widerspiegelnde pathetische Kantate (Wikipedia 2017) auf den Tod des von kritischen Geistern als Aufklärer geschätzten Kaisers JOSEPHs II. am 20 Februar 1790 in Wien, die in Bonn nach einem Text des 21-jährigen SEVERIN ANTON AVERDONK der 19-jährige BEETHOVEN komponierte, AVERDONK war ein römisch-katholischer Geistlichen und dennoch Freund der Französischen Revolution. Aus dem Text (Wikipedia 2017), abwechselnd Chor, Rezitativ, Arie:

"...

Joseph der grosse ist tot!

Joseph, der Vater unsterblicher Taten ist todt!

Ach todt! Tödt! Todt!

Ein Ungeheuer, sein Name Fanatismus,

stieg aus den Tiefen der Hölle,

dehnte sich zwischen Erd und Sonne.

und es ward Nacht!

Da kam Joseph, mit Gottes Stärke

riss das tobende Ungeheuer er weg.

weg zwischen Erd und Himmel.

und trat ihm aufs Haupt.

Da stiegen die Menschen an's Licht.

da drehte sich glücklicher die Erd' um die Sonne,

und die Sonne wärmte mit Strahlen die Gottheit,

Er schläft von den Sorgen seiner Welten entladen

...

schlummert ...

das Wohl der Menschheit unter Schmerzen

bis an sein Lebensende trug."

Wie im späten 18. Jh. in **elitären Kreisen in Deutschland** der Glaube abgelehnt wurde bezeugt eine Debatte, welche ELISE VON DER RECKE (1984, S.

73/74) 1789 über das die Unsterblichkeit in Zweifel ziehende SCHILLER-Gedicht 'Resignation' erlebte. ELISE VON DER RECKE war die Schwester der Herzogin von Kurland und hielt sich im Mai 1789 in **Dresden** auf. Sie lehnte ab, daß Gott zur Versöhnung mit den Menschen einen menschgewordenen Sohn opferte (S. 62), wollte jedoch am Unsterblichkeitsglauben, an der "ewigen Fortdauer mit Bewußtsein" (S. 74) festhalten, "denn wer den Glauben an die Unsterblichkeit untergräbt, befördert die Immoralität der Menschen" (S. 74). Aber: "Ich hatte bei diesem Streite die ganze Gesellschaft, auch meine Schwester und G., gegen mich. ... es ist mir ein tiefes Wehgefühl, daß Graf G und meine Schwester geneigter sind, unsre Unsterblichkeit zu bezweifeln als anzunehmen." In dem verfremdendem Gedicht 'Resignation' ließ SCHILLER jemanden, der auch "in Arkadien geboren" war, klagen, daß er verführt vom dem ihm im reifen Alter sehr zweifelhaften Glauben an das bessere Jenseits auf vieles im Leben verzichtet habe und geschildert wird die imaginäre, das ewige Leben versprechende Stimme und die Antwort des Verführten. Der zum Glauben Verführende verspricht:

"Ich zahle dir in einem andern Leben,

Gieb deine Jugend mir,

Nichts kann ich dir als diese Weisung geben."

Und der zum Glauben an das ewige Leben Gebrachte, der im Dienste dieses Glaubens auf vieles verzichtende meinte.

"... Ich nahm die Weisung auf das andre Leben,

Und meiner Jugend Freuden gab ich ihr."

Und die zum Glauben mahnende Stimme dann:

"...

Genieße, wer nicht glauben kann. Die Lehre

Ist ewig wie die Welt. Wer glauben kann, enrbehre!

Die Weltgeschichte ist das Weltgericht.:

Du hast gehofft, dein Lohn ist abgetragen,

Dein Glaube war dein zugewognes Glück.

Du konntest deine Weisen fragen,

Was man von der Minute ausgeschlagen,

Giebt keine Ewigkeit zurück."



Abbildung 1230: MOZART. Wien.

Erklärung von **Naturphänomenen** sollte **Furcht** vor Unerkannten, Unbeherrschtem **beseitigen**. 'MOZART läßt in seiner Oper 'Die Zauberflöte' Kinder verkünden :'Bald wird der Aberglaube sinken' und beschwört die 'Strahlen der Sonne', welche 'die Nacht vertreiben'.

Insgesamt versuchten die Intellektuellen im ausgehenden 18.Jh. jedenfalls **Glaubensfreiheit** anzumahnen, wie der in seinen Briefen oft so weitläufige GEORG FORSTER an HEYNE in Göttingen am 10. Dezember 1791 (zit. b. H. REINTJES 1953, S. 164) schrieb: "..... die Ahnung, Erwartung, Anerkennung, Empfiindung oder der Glaube außerordntlicher und zukünftiger Dinge, die Vorstellungen von Gott, Unsterblichkeit oder Fortdauer nach dem Tode, - dies muß alles als ein freiwillig anzunehmendes oder zu verwrfendes System von intellektuellen Möglichkeiten dastehen bleiben, jedem zugänglich, der sein bedarf, aber keinem, der es nicht bedraf zum Ärgernis und Anstoß." Dann, meinte FORSTER, gäbe es mehr "echte Religion ...mehr reine Tugend und Humanität, als jetzt bei der unseligen Einverleibung der Religion in das bürgerliche Regierungssystem möglich ist."

In den Kirchen wurde bei gläubigen Menschen schon manchmal versucht "Aberglaube" von "Glaube" zu trennen, ein bei näherer Betrachtung schwieriges, ja unmögliches Unterfangen. Denn was an den Lehren der Religion war denn nun als wahr einzuschätzen und welche Auffassungen, auch des einfachen Volkes, waren als "Aberglaube" zu verdammen. Aberglaube, heißt es einmal sinngemäß bei MARX,

ist immer der Glaube der anderen.

In der natürlichen Erklärung von Naturphänomenen waren auch Naturforscher beteiligt, die sich andererseits auch als religiös bezichneten wie SCHEUCHZER in Zürich und kaum die Kluft von widersprüchlichen Auffassungen erkannten. Suchte SCHEUCHZER einerseits die einstige Sintflut zu beweisen, gab er andererseits eine natürliche Erklärung für Kometen, Sonnen- und Mondfinsternisse, Gewitter, Wetterleuchten, Hagelstürme, Kugelblitze (R. und D. GROH 1998), Phänomene, die manchmal als göttliche Strafen oder Drohungen betrachtet worden waren. Ein Dichter wie NOVALIS, ausgebildet im Bergfach, beschwörte andererseits oft Sehnsucht nach der Vergangenheit:

"...

O! einsam steht und tiefbetrübt,

Wer heiß und fromm die Vorzeit liebt

—

Die Vorzeit, wo in Jugendglut

Gott selbst sich kumdgegeben

Und frühen Tod in Liebesmut

Geweiht sein süßes Leben.

..."

Wie kann man als religionkritischer Menschen damit fertig werden, daß mit Blick auf den angeblich motwendigen Kreuzestod eines angeblichen Gottessohned einige der ergreifendsten musikalischen Werke komponiert wurden, so der auch vom atheistischen MARX gehörte und gefeierte 'Messias' von HÄNDEL. Oder MOZARTs 'Ave Verum Corpus' von 1791? Viele möchten auf solche Musik nicht verzichten, werden von ihr stark berührt, auch wenn sie wie PAINE die christliche Religion kritisch-skeptisch betrachten? Es sind schon **merkwürdige Schritte**, welche die **menschliche Kultur** und **speziell die von Europa beschritt**, bis hinein in die kampf- und kriegsbegeisternde Musik, der nach vielen Toten dann wieder ergreifende Requiems folgen.

Während die einen weiterhin auf ein schöneres Jenseits hofften, klagten andere, wenn sie wohlsituiert angenehm lebten: "Ach wir sind nur kurz lebendig und sind so schrecklich lange tot." Wer im Leben einem höheren Sinn zustreben wollte, der konnte wenigstens passiv immerfort an dem teilnehmen, was die Wissenschaft und namentlich die Naturwissenschaften immer wieder an Neuem bereitstellten und




Abbildung 1231: Gott statt Atheismus: NOVALIS, Weißenfels.

darin einen Lebenssinn sehen. Eine alle umfassende Kirchen- oder gar Gottlosigkeit kommt nicht zustande. Und die Aufklärung scheitert immer wieder an Anarchie, an Verlust von Gesetz und Gewalt, an fehlender verbindlicher, an eine außerirdische Macht delegierte Moral. Im terreur in Frankreich. 1793/1794 sollte mit Zwang hergestellt werden, was die bloße Propaganda für Vernunft nicht packte.

Die Auseinandesetzungen über die Stellung der Religion in der Gesellschaft endete nie. Vielleicht kann man auf fast 100 Jahre später blicken, als 1878 der französische Seeoffizier und Dichter PIERRE LOTI (in 1924, S. 204) an eine Bekannte schrieb: "Ich trug es Dir sogar ein wenig nach, daß Du eine Art Frieden fandest jenseits aller Ideen von Erlösung und ewigem Leben, welchem ich trotz meiner Ungläubigkeit mit dem Herzen verbunden bleibe." Das mag für viele gelten.

## Der aufgeklärte und dichtende Naturforscher in England: ERASMUS DARWIN

Ein einst brillanter Name und im Gedächtnis der Nachwelt längst überstrahlt von einem Enkel: ERASMUS DARWIN; der einst viel beachtete, und nun fast vergessen hinter CHARLES DARWIN. Wie HUTTON mit **Jahrmillionen der Erdgeschichte** rechnete, so auch ERASMUS DARWIN (D. KING-HELE). Und bei ERASMUS DARWIN sollten sich über HUTTONs Weltbild hinausgehend die **Lebewesen** in einer **Evolution zu den heutigen Formen** umgebildet haben.

Er mente das auch in Kenntnis fossiler Knochen ausgestorbener Tiere, verkündete von ERASMUS DARWIN ab etwa 1770. Er war damit der würdige Großvater seines berühmter werdenden Enkels CHARLES DARWIN. ERASMUS DARWIN galt aber zu seiner Zeit als einer der großen britischen Intellektuellen. Geboren worden war ERASMUS DARWIN am 12. Dezember 1731 in Elston, nahe Newark, Nottinghamshire, als jüngster Sohn eines Juristen/lawyer, der sich früh zurückzog und ein Haus, 'Elston Hal', geerbt hatte. Sein Medizinstudium absolvierte ERASMUS DARWIN 6 Jahre lang in Cambridge und Edinburgh. Ab 1756 begann er seine Praxis als Arzt in Lichfield, einer Stadt 25 km nördlich von Birmingham. In des begüterten EASMUS DARWINs Haus in Lichfield fanden auch die ersten Sitzungen der dann in Birmingham lokalisierten 'Lunar Society' statt. Mit seiner 1757 geheirateten Frau MARY HOWARD hatte er 5 Kinder, darunter den jüngsten Sohn ROBERT, den späteren Vater von CHARLES DARWIN. Der Tod seiner Ehefrau 1757 traf ihn schwer. Aber mit der Kinder-Nanny bekam er 1787 2 Töchter.. Als ERASMUS DARWIN im Alter von 49 Jahren stand, heiratete er Mrs. ELIZABETH POLE, die Ehefrau eines 1780 gestorbenen Colonel aus dem Siebenjährigen Krieg. Mit ihr hatte er 7 Kinder und 3 brachte die Frau aus der ersten Ehe mit. Die Familie zog dann nach Derby, zuletzt in ein Landhaus nördlich von Derby. Es gab also immer ein volles, lautes Haus, in dem der Gelehrte arbeiten mußte. Zu seinen Freunden soll ERASMUS DARWIN kaum über **Evolution** gesprochen haben. legte sie dar in dem Buch 'Zoonomia' von 1794. ERASMUS DARWIN wurde als Atheist bekämpft, und das war in der Zeit der atheistisch auftretenden Französischen Revolution und deren Ablehnung durch die meisten Mitglieder der englischen Oberklasse in England keine harmlose Sache. ERASMUS DARWIN hatte sich auch von der Phlogistonlehre losgesagt, beschrieb 1800 im Buch 'Phytologia' auf der Grundlage der bestehenden chemischen Kenntnissen die von anderen erforschte Photosynthese vorbildlich. ERASMUS DARWIN sah den Erdmond als von einstigem Erdmaterial (S- XI) losgelöstem Himmelskörper. Als erster Brite flog ERASMUS DARWIN 1783 in einem Wasserstoffballon.

Auch als naturwissenschafliche Kenntnisse in dichterischen Werken verbreitetender Dichter wurde ERASMUS DARWIN hoch geschätzt. Seine Gedanken zur Evolution legte er auch in seinem letzten **Poem** dar, dem ein Jahr nach seinem am 15. April 1802 in Derby erfolgte Tod erschienenem 'The Temple of Nature; or, the Origin of Society' (S. XV), und so wurde ERASMUS DARWIN; der Großvater von CHARLES DARWIN, ein Vorläufer der Evolutionstheorie. Selbst dem bedrohten PRIESTLEY, Unitarier, war das als Atheismus zuwider (S.XV).

## Von England in die USA und zurück und nach Frankreich: THOMAS PAINE

Einer der letzten großen Aufklärer, der auch meinte, der christlichen Religion den Todesstoß zu versetzen, war **THOMAS PAINE** (s. 1995), dessen eigenwillige Persönlichkeit etwa der USA-Schriftsteller HOWARD FAST (auch deutsch, 1953) auch in einer fesselnden Romanbiographie, 'Bürger Tom Paine', vorstellte. Übertreibt er mit den Tiefen von PAINEs Vorleben, als Freibeuter, Alkoholiker, gescheiterter Steuereinnehmer und anderem? , Aber der damals in England lebende BENJAMIN FRANKLIN in England rasch in die USA sandte den jungen PAINE nach Nordamerika und hier fiel PAINE als Journalist bald auf, schon wegen seines klaren Stils. Für die Unabhängigketsbewegung der englischen Kolonien gegen das Mutterland wird er als unabdingbare Persönlichkeit gesehen. PAINE formulierte die '**Menschenrechte**'. 1776 hatte er in Philadelphia die Schrift '**Common Sense**' (in 1995)/'Gesunder Menschenverstand' verfaßt und in ihr die noch abwartenden und so noch nicht von englischen Soldaten drangsalierten Bürger auch von Pennsylvanien zur Loslösung von Großbritannien aufgerufen und großen Widerhall erregt. PAINE gilt so als einer der Wegbereiter der Unabhängigkeit der USA. Er plädierte für eine Republik. In Königreichen mit Erbfolge könnten die unfähigsten Gestalten Regenten werden; selbst Kinder wurden auf den Thron gesetzt und senile Greise blieben auf ihm. Auf einen Löwen könne ein Esel folgen (S. 16). Die Geschichte zeige, daß mit der Erbfolge keineswegs, wie zur Rechtfertigung der Erbmonarchien angeführt wird Bürgerkriege vermieden würden (S. 18). Neben dem König herrschten such die Peers. Das Volk jedocj habe keine Stimme. Die verschiedenen Kolonien in Nordamerika sollten zusammenstehen und könnten ausreichend Ressourcen mobilisieren, auch Salpeter, und eine Kriegsflotte aufstellen, die England wiederstehen könne. Nordamerika würde auch nicht mehr in britische Kriege hineingerissen. PAINE unterbreitete dann Vorschläge über den politischen Aufbau des unabhängigen Nordamerika. Die anzustrebende neue Gesellschaft, ohne Erbkönig und Erbadel, erschien so neuartig, daß eine Rechtfertigungsschrift zur Infragestellung der einstigen Treueverpflichtungen notwendig erschien. Argumentiert wurde etwa: Könige sind erst irgendwann in der Geschichte erschienen, also sind historische und nicht vo jeher erbberechtige Personen. Diese Gedanken, mit Anlehnung auch an ROUSSEAU, bot PAINE etwa 15 Jahre vor der Französischen Revolution.

Später in Frankreich erregte PAINE Aufsehen sls Aufklärer gegen die etablierten Religionen in seinem '**Age of Reason**'/'Zeitalter der Vernunft', mit einem 1794 geschriebenen ersten Teil 1794 und einem 1795 verfaßten. Den ersten Teil verfaßte PAINE kurz vor seiner Verhaftung durch die Revolutionsregierung und seiner Überstellung in das zum Gefängnis gewordene Palais Luxembourg. PAINE betont

sehr, daß er an einen Gott glaubt, daß er, Quäker, kein Atheist ist. Er stellte sich damit dem Atheismus der Jakobiner entgegen. Aber die Bibel und heilige Schriften überhaupt sieht er nur als Menschenwerk, verfaßt von fehlbaren Menschen, Das Wort Gottes, die Offenbarung Gottes, das ist für PAINE die Natur, auch das Weltganze. Der unendliche Raum wäre schwer zu begreifen, der begrenzte Raum aber noch mehr (in 1995, S. 687). Die Annahme von Wundern 'degradiert' den Allmächtigen (in 1995, S. 715), sie stellten seine unverbrüchliche Ordnung in Frage. Wenn das Alte Testament beschreibt, daß der Israelitenführer Joshua Gott veranlassen konnte, im Interesse einer Schlacht den Lauf der Sonne anzuhalten - das gab es nicht. Andere Völker haben von diesem Sonnenstillstand, der erdweit hätte bemerkt werden müssen, offensichtlich nichts mitbekommen, denn sonst hätte man auch anderswo von diesem Ereignis berichtet (in 1995, S. 751). PAINE bekennt sich zum Deismus. Er lehnt es ab, das Wort von Menschen als Wort Gottes zu nehmen (in 1995, S. 820), zumal unklar ist, in welcher Sprache denn Gott sich geoffenbart habe. Er betont als Absurdität, daß Gott sich nur einzelnen Menschen geoffenbart habe, die sich dann als Propheten ausgaben, wo es doch für einen allmächtigen Gott zu erwarten sei, daß er sich allen Menschen gleichermaßen offenbart und so keine unterschiedlichen Auslegungen zustandekamen. Die christlichen Fabeln, wie die von Gott als Vater eines Sohnes, erinnerten an antike Fabeln von Zeus als Befruchter irdischer Frauen wie Leda oder Danae. Wenn Gebete den Willen eines Allmächtigen ändern sollten, dann wäre das absurd (in 1995, S. 686). Eingehend analysiert er dann die einzelnen Bücher des Alten und des Neuen Testaments, die nach PAINEs Meinung nicht von denen geschrieben wurden, die als Verfasser angegeben werden, und es gibt in den Büchern des Neuen Testament unterschiedliche Darstellungen. Nicht Moses schrieb, was ihm zugeschrieben wurde. Und empört ist PAINE über die grausamen, angeblich von dem Judengott an Moses gegebenen Befehle, bei der Landnahme des den Juden von Gott geschenkten Landes die dort bisher Wohnenden als Gegner alle auszurotten bis zum letzten Kind. Und dann gab es auch harte innerjüdische Bürgerkriege, zwischen Judah und Israel (in 1995, S. 774). Besonders **absurd** erschien ihm **das Christentum**. Absurder als andere Religionen: "Of all the systems of religion that ever were invented, there is none more derogatory to the Almight, more unedifying to man, more repugnant to reason , and contradictory in itself than this thing called Christianity" (in 1995, S. 825), dienstbar für den Despotismus. Nur das Christentum hat als Symbol einen Leichnam, einen Gekreuzigten. Für die angebliche Sünde von Adam und Eva habe Gott zur Entsühnung nicht kurz danach, sondern erst Jahrtausende später zugelassen, einen angeblich von ihm stammenden Sohn grausam kreuzigen zu lassen und mit der angeblichen dadurch erfolgten Entsühnung seinen Willen als strenger Herr plötzlich geändert (in 1995, S. 829). Wenn PAINE Adam und Eva nicht anerkannte, dann war kein Sühnetod für ein von Gott verbotenes Apfelessen notig,

denn um diese Sünde ging es. Die als Jungfrau den Jesus gebärende Maria hatte später noch normal gezeugte Kinder, was die Jungfrauegeburt auch absurd macht ((in 1995, S. 792). Das Alterum habe mehr wissenschaftliche Kenntnisse besessen als es in der Zeit danach gab (in 1995, S. 699) und das Christentum habe die Entwicklung der Wissenschaften nur aufgehalten und auch LUTHER habe daran nichts geändert und nichts ändern wollen (in 1995, S. 700). Und auch die Moral wäre mit dem Christentum nicht besser geworden.

PAINE (V. TITEL et al. 1998) erlitt bald schwere Verfolgung, galt in England als Unperson, als 'Staatsfeind Nummer Eins, und es wurden Verleger seiner Schrift eingekerkert, so unter anderem wegen der Ausgabe der PAINE-Schrift der Verleger RICHARD CARLILE für mehr als 6 Jahre (Wikipedia 2017, oder 9 Jahre? V. TITEL 1998, S. 40). Verfolgung, das galt auch in den USA, und PAINE, der ehemalige Freund WASHINGTONs, wurde bezeichnet als 'Antichrist', 'mit dem Teufel im Bunde' stehend, es wurden Jugendliche auf ihn, den Greis, gehetzt. Verfemt auf dem ihm einst geschenkten Gut in New Rochelle starb PAINE vereinsamt und verelendet am 8. Juni 1809. Im Jahre 1846 ließ der Leipziger Buchhändler und Verleger ANTON PHILIPP RECLAM (V. TITEL et al. 1998), damals etwa 33 Jahre alt, PAINEs Schrift 'Das Zeitalter der Vernunft' ins Deutsche übersetzen und veröffentlichte diese Übersetzung. Ein Gerichtsprozeß folgte. Das Urteil war 3 Monate Haft. Die Ereignisse von 1848 verhinderten den Antritt der Haft. 'Aufklärung' - das blieb ein schwieriges Unternehmen!

## Historisches in Gesellschaft und Natur

## Entwicklung in der Menschengesellschaft - Fortschritts-Denken

Die großen Fragen der Menschengeschichte bestimmten zunächst mehr als die mühsame Auswertung der Akten, der Besuch in den **Archiven**, allhemeineres Überlegungen. . Ein stiller Gelehrter wie LUDOVICO MURATORI, geistlicher Archivar und Bibliothekar der Este von Modena, war in der Aktenerschließung ein geeigneter und in dieser Hinsicht vorbildlich wirkender Mann. Aber die großen Fragen gingen anderen an Weltgeschichte Interessierten vor!

Gewiß hatte schon die Reformation einen Wandel in der Einstellung zu Überliefertem gebracht, aber doch eher an vergangene Frömmigkeit angeknüpft, und auch die Renaissance war Wieder"geburt", Wiederherstellung von Besserem als dem im Mittelalter Gewesenem. Nur allmählich wurde auf dem Hintergrund des von der Bibel bestimmten Weltbilder Wandel in der menschlichen Gesellschaft wie dann auch in der Natur, vor allem auch deren gewaltige Zeiträume, bewußt. Immerhin galt in

der christlichen Vorstellung die Welt im Gegensatz zur Ansicht von alten Griechen (A. DE BENOIST 2009) als etwas Geschaffenes, nicht von Ewigkeit Bestehendes, galten die Sintflut und das Auftreten von Jesus als einmalige, die Welt verändernde Neuheiten, erwartete man als Christ ein Weltende, ein Weltgericht, auch als Jude einen Messias, der für die Christen in der Wiederkehr von Jesus bestand. Hier war immerhin ein großlineaer "Fortschritt" gedacht, nicht nur ein zyklischer Geschichtsverlauf mit Wiederkehr des wenigstens ziemlich Gleichen. Aber Sintflut wie das Kommen des Heils in die Welt waren eher große Ausnahmen im Weltenlauf. Und irgendwie führte all dieser Wandel angeblich zu einem Weltenende.

Was die Vergangenheitsbetrachtung im 18. Jh. betrifft: Gewiß gab es genügend verfolgbare Wandlungen auch in der zeitgenössischen politischen Welt, gab es Aufstieg und Fall von Mächten, selbst innerhalb der Generationen. Was änderte sich nicht alles für Schweden und für Rußland mit der Niederlage des Schwedenkönigs KARL XII. gegen Rußland unter PETER dem GROßEN bei Poltawa 1709. Andererseits schienen die gesellschaftlichen Strukturen, der Aufbau der Gesellschaften, trotz aller Grenzveränderungen zwischen den Ländern und auch Machtverschiebungen ziemlich ähnlich zu bleiben. Selbst das römische Kaisertum galt mit den Kaiserkrönungen deutscher Fürsten als fortgesetzt. Ein Zentrum der Geschichtsforschung wurde Göttingen. Hier galt der Ausdruck 'Weltgschichte'. So wie HERDER in Weimar auch von Menschheitsgeschichte sprach. Von Göttungen aus erschien 1760 erschien die 1. Auflage von JOHANN CHRISTOPH GATTERERs 'Handbuch der Universalhistorie', 1772 von AUGUST LUDWIG SCHLÖZER 'Vorstellung seiner Unversal-Historie' Hier wirkte CHRISTIAN GOTTLOB HEYNE (M. HEIDENREICH 2006) und aus ihm läät sich entnehmen, was man über das Altertum damals wirklich wußte und wie man es auch kritisch beurteilte. Um 1780 erschienen in kurzem Abstand 7 Bücher zur Geschiche Griechenlands. in Französisch, Englisch, Deutsch, auch in deutschen Übersetzungen (M. HEIDENREICH 2006, S. 152). 16 Bände zählt man bei LOUIS COUSIN-DESPRE'AUX (ab 1780), mit 'Histoire ge'ne'rale et particulie're de la Gre'ce'. Die französischen Revolutionäre hatten also ihren Bildungshintergrund, wenn sie in ihren teiweise blumenreichen Reden nicht nur an die Bibel, sondern auch an sonstige alte Geschichte erinnern.

## Die Vergangenheit als glüchlich überwundene dunkle Zeit betrachtet

Das 18. Jh. brachte eine **viel stärkere Distanzierung zu vielem in der Vergangenheit**. Die Aufklärung, die Vernunft, endlich waren sie erreicht worden und die Vergangenheit war Dunkelzeit, man war froh in der Jetzt zu leben und die war der Fortschritt. Ein solches Denken an einen völligen Neubeginn, gab es schon

manchmal, so bei den Urchristen, gab es im Pathos der Revolutionäre der verschiedensten Zeiten (O. VEIT 1935, S. 30) und sollte im 20. Jh. mehrmals verhängnisvoll wiederkehren, dieses A-Historische:"die Welt finge nun von vorne an" (S. 31). Der Nationalökonom und Historiker OTTO VEIT, der in den 1930-er-Jahren von der gegen den Rationalismus gerichteten Umwälzung seiner Tage schrieb, jetzt, 1935 (!) eine beängstigende neue Umwälzung, faßte zum Zetalter der Aufklärung zusammen (1935, S. 31): "... Die Vergangenheit galt als abgetan ... In Sinne des Fortschritts war alles Bisherige ohne Belang. Bei dieser Betrachung "übersah man die geschichtlichen Widerstände, ..." Wie es MAX WEBER (s. 1921, S. 25) viel später dem deutschen Bürgertum vorwarf: "Die Gegenwart war die volle Erfüllung der vergangenen Jahrtausende, wer wollte fragen, ob die Zukunft anders urteilen möchte?"

## Überlegungen und Spekulationen über Fortschritte und das Zustandekommen der gesellschaftlichen Zustände

Aber etwa **im Wissen, in den Erfindungen, ja in der Nutzung der Natur**, in der **Kenntnis der Erde**, war eine **Zunahme** in der Zeit **unverkennbar** geworden. Die "Überlegenheit der Moderne gegenüber der Antike konnte durch nichts besser erwiesen werden als durch die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse" (F. WAGNER 1979, S. 23). Hier konnte eine Entwicklung nicht in Abrede gestellt werden und das blieb so bis heute. Und die Wissenschaft hatte also Verbündete auch die Technik, mit ihrem ebenfalls wachsenden Stand. Das alles wurde nun erörtert und im Sinne der Progression betrachtet. Und das gesamte Denken wurde da mit einbezogen: vom 'finsteren Mittelalter' - wieder einmal wie in der mit den Begriff 'Mittelalter' noch nicht bekannten Renaissance - und nun 'Neue Welt' (s. a. H.-U. WEHLER 1975, S. 14)

## Die Auseinandersetzung zwischen den Alten und den Modernen - gerade auch in der Kunst

Im kulturell-geistigen Bereich gab es vor allem in Frankreich und auch in England in seit der Mitte des 17. Jahrhundets den "**Kampf zwischen den Alten und den Modernen**", in Frankreich bekannt als die "Querelle des Anciens et des Modernes". Wissen um die Antike und hohe Beachtung der antiken Dichter und andere Künstler, von HOMER an, waren in den gebildeten Schichten Frankreichs weit verbreitet (H. KORTUM 1966). Allein die Titelhelden der Dramen von CORNEILLE und RACINE zeugen davon, bei aller unterschiedlichen Einstel-

lung gegenüber den antiken Helden. Die Anhänger der "Modernen" billigten den neuzeitlichen Dichter zu, die antiken Autoren zu übertreffen, nicht so barbarisch zu sein, die zarteren Gefühle der Neuzeit mehr zu achten. Von literarischer Seite plädierte für die "Modernen" der Jurist und Märchenerzähler CHARLES PERRAULT. **1687** las er seine an den König gerichtete Adresse "Sie'cle de Louis le Grand". Der "Sonnenkönig" LOUIS XIV. hatte nichts dagegen, daß die Kunst seiner Zeit höher steht als die der Zeit des römischen Kaisers AUGUSTUS. Weitere Schriften PERRAULTs wie der Gegner erschienen. Das neue Denken fand dann seine Darlegung etwa in den Schriften von FONTENELLE, so seiner "Digression sur les anciens et de modernes" ab 1688, bei BAYLE, etwas später bei VOLTAIRE. In England diskutierte das "Ancients and Modern Learning" 1694 der auch Theologe WILLIAM WOTTON (D. STÖKER 2004) und nahm trotz Stellungsnahme gegen die Deisten die Seite der 'Modernen', wobei er auch die Royal Society als die moderne Einrichtung verteidigte.

Nicht mehr Vergangenheit hatte die Gegenwart und gar noch die Zukunft zu bestimmen (a. CHR. DIPPER 1991). Mit der Annahme von zunächst noch viel weiterem Fortschritt mußte sich das in der christlichen Religion angenommene Zubewegen auf das "Jüngste Gericht" und damit ein letztes Zeitalter erst einmal "verflüchtigen" (R. KOSELLECK 2000, S. 256/257), denn ein solches sah man kaum noch. Es mußte also in der Menschheit noch viel geschehen können, wenn es denn überhaupt ein Ende geben sollte. Der große Glauben in eine neue Zeit kam mit der Französischen Revolution, ab 1789. Und was sollte sich in diesem Progress alles mit verändern und hat sich verändert? Auch die sozialen Verhältnisse, die Stellung von Adligen und Untergebenen. Wenn die Jakobiner die Römische Republik beschworen offenbarten sie allerdings, daß es ohne Tradition wohl bei niemandem geht, aber das widersprach nicht dem Denken an Progression, denn man war sich des Eigenen wohl bewußt.

Und sollte Progress einmal irgendwo enden, war ein säkularer glücklicher Endzustand möglich wie ein hoffentlich friedlicheres Jüngstes Gericht, so geschah das hoffentlich nicht in einer immerwährenden Jakobinerdiktatur?

Gerade im Bereich der Kunst kann über Fortschritt schwer diskutiert werden. Ist die Musik des 20. Jh. nun ein Fortschritt gegenüber MOZART und BEETHOVEN? Stehen THOMAS MANN oder BRECHT über GOETHE? Daß MANN und BRECHT neue, GOETHE völlig unbekannt Stoff behandeln kann nicht die Frage sein, sondern die sprachlichen Fähigkeiten.

Weiter als diese "**Frühaufklärung**" gingen dann Männer des vorangeschrittenen 18. Jahrhunderts.

An **Produktion**, an Fortschritt etwa in der Agrikultur, waren manche Aufklärer

durchaus ebenso interessiert. So in Schottland, dessen Bevölkerung sich vielerorts immer 'nach der Decke strecken mußte', aber die "economie froide" bestimmte überall..

## Man muß weiterblicken: Die weitergehende Aufklärung gerade in den Naturwissenschaften und auch der Menschheitsgeschichte

Wie bei der 'Wissenschaftlichen Revolution' und der Entwicklung der Technik hat **Aufklärung** in immer weiteren Fragen **nie geendet**. Und die Naturwissenschaften haben immer weiter Licht in dunkle Fragen gebracht und es kann hier von Fortsetzung der Aufklärung gesprochen werden. Manche solche **Aufklärung von Phänomenen, die mit Aberglauben verbunden** waren, kam später, im 19. Jh. etwa. Wissenschaft, und **gerade auch Naturwissenschaft**, hat immer wieder **abergläubischen und religiösen Vorstellungen ein Ende** bereitet, bis zu DARWIN und weiterhin. Manche Gelehrte wollten gerade und weiterhin in der aufgeklärten Natur das Werk eine fernen Gottheit sehen. Man sprach dann gern von dem 'Aberglauben', der von dem 'wahren' Glauben zu trennen wäre! Mit Folgerichtigkeit hat das wohl nichts zu tun. Der mit 29 Jahren und man darf vielleicht sagen unreif gestorbene Romantiker NOVALIS, als tätig im Salinenwesen auch dem Sachlich-Irdischen zugesandt, wird dennoch 1799 (in 1975, S. 453) bedauern, wie die Aufklärer bemüht waren: "... die Natur, den Erdboden, die menschelichen Seelen und die Wissenschaften von der Poesie zu säubern - jede Spur des Heiligen zu vertilgen, ...." Im 18. Jh wurden die blauen, "**Irrlichter**" genannten **Flämmchen im Moor** durch die Selbstentzündung von durch bakerielle Zersetzungsprozesse entstehende Gase, Phosphorwasserstoff als chemisch und etwa möglich durch Methan, erklärt, und waren also nicht mehr unerlöste Seelchen. Die "**blutenden Hostien**", die plötzliche Rotfärbung von in Vorrat gehaltenen Abendmahlshostien, die einst Judenverfolgung und Wallfahrten ausgelöst hatten, wurden in der Mitte des 19. Jh. durch den zudem noch christlichen EHRENBERG durch Befall mit den rot gefärbte Purpurbakterien erkannt. Aufklärung von Hostienverfärbung oder Judenverfolgung - wer wollte hier schamlos enthüllte Natur bedauern. Gewitter und **Blitze** und **Gewitter** wurde als **Naturphänomene** aufgefaßt.

Aufklärung war später auch die Aufdeckung von Krankheitserregung durch Mikroben. Große Aufklärung war dann auch die Aufeckung der Organismenherkunft durch Evolution, namentlich zuerst bei DARWIN. Die Altertumswissenschaften klärten über jene alten Reiche auf, welche bisher vor allem durch die Bibel bekannt waren und von denen noch die alte Sintflutsage galt.

## Weiteres über Fortschitte in der Menschheitsgeschichte

In der **Kunst** hatte VASARI schon in der Renaissance 3 Perioden unterschieden, und von der einen zur nächsten vervollkommeten sich die Künstler (K. BRANDI 1952, S. 72). **Im gesellschafllichen Bereich** wurde Fortschritt ausgemacht etwa in HOBBES Annahme, daß der ursprüngliche Zustand der Menschheit die Wildheit war und strenge Herrschaft geordnete Zustände erzwang und strenge Herrscher das bis zur Gegenwart tun müssen. Also nicht mehr größere Freiheit, sondern ihre Einschränkung war hier das Bessere. ROUSSEAU mit dem Zustand einstiger Güte der Menschen fiel da aus der Reihe. Die 'Vernunft' sah man teilweise auch als so selbstverständlich an, daß nach den Bedingungen und Umständen ihres Aufkommens kaum gefragt wurde (F. WAGNER 1979, S. 3), aber es gab auch 'historische Reflexion'.

Die Geschichte der Menschheit und der der Völker war aber **nicht nur eine** '**Kette**' (J. OSTERHAMMEL 2ß10, S. 198 u. a.) und es wurden bei den einzelnen Völkern unterschiedlche Stufen erreicht. Gewiß, man kannte kaum frühgeschichtliches Fundgut. Aber wie etwa COOKs Entdeckungen in der Südsee und auch etwa die Völker in Amerika vorführten, gab es unterschiedliche soziale Verhältnisse. Sie mochten Stufen sein, in einer '**Zivilisationsskala**', welche auch die Westeuropäer durchliefen, bevor die heutigen Zustände erreicht waren. Manches im Leben der Früheren mochte nicht einmal so schlecht gewesen sein, aber die Ablösung der einstigen Zustände war unverkennbar, Die "Fortschrittstheorie", die **Fortschritts"ideologie**", bestimmt seitdem das Geschichtsdenken vieler ohne tieferes Nachdenken bis weit ins 20. Jh., vieler bis heute, jedoch auch zunehmend mit Abstrichen. **'Fortschritt" bis wohin**, mit völligem Fehlen eines stabilen Endes, **eine völlig 'offene Geschichte',** in der nur eines stimmt, daß es immer weiter und zwar voran geht, in der Wissenschaft und Technik und vor allem auch in der Leiden bekämpfenden Medizin und Pharmakologie, wie auch in der Polititk, in der Gestaltung der menschlichen Gesellschaft? Diese Frage **blieb immer aktuell**! **Neu** ist **nicht unbedingt Fortschritt**.

Selbst Leute, welche Ursprünge suchten und den Fortschritt in der Menschheitsgeschichte annahmen, dachten noch an eine **viel zu kurze Vergangenheit** sowohl der Erde wie damit auch der Menschengeschichte, rechnten sogar mit den aus der Bibel abgeleiteten Jahren seit der Weltschöpfung, Als HERDER in Riga lehrte, in den 1760-er-Jahren glaubt er auch noch, die Erde sei 5945 Jahre alt und kam erst durch seine Studien in den Naturwissenschafen unter der Anleitung KANTs in Königsberg zur Auffassung von einer viel älteren Erde (H. LIEBEL-WECKOWICZ in W. J. MOMMSEN 1988, S. 97).

Was man unter **'Fortschritt'** meinte, war abgesehen von der Kenntniszunahme

sicherlich **unterschiedlich** (F. TÖNNIES 1925, 1926) bis zur Gegenwart. Um 'Fortschritt' zu begreifen, mußte man den 'Fortschritt' in den verschiedenen Bereiche der menschlichen Gesellschaft sehen, nicht nur den in immer neuen technischen und naturwissenschaftlichen Errungenschaften. Scheinbar nahezu "unveränderliche Lebenswirklichkeiten" mußten erst einmal durchschaut werden (D. DINER 2005, s, 237).

In der Aufklärung sah man in Fortschritt nicht nur die Zunahme wissenschaftlicher Erkenntnisse grundsätzlich, sondern auch gegenüber dem, was nun **als Aberglauben** galt und angtan wurde. Der nun verachtete Glaube an **Hexen** gehörte ebenso dazu, wie aber auch die länger zurückgewiesene Annahme von aus dem Kosmos auf die Erde fallenden Körpern, also die **Ablehnung der Meteoriten**.

Interessante **Meinungen** waren: CONDILLAC (s. 1977, S. 187 ff.) in seinem 'Essai über den Ursprung der menschlichen Erkenntnisse' von **1746** behandelt in einem Teil seiner Schrift den **Ursprung der Sprachen**. Der Anfang soll die Gebärdensprache gewesen sein. An die Stelle der dabei starken Körperbewegungen bei Gebärden traten dann Heben und Senken der Stimme. Es gab ein Gemisch von Wörtern und Bewegungen. Die ersten Tierbezeichnungen ahmten wohl ihren Schrei nach (S. 194) und nachgeahmt wurde beim Bezeichnen von Wind oder fließendem Wasser deren Geräusch (S. 195). Töne, Tanz und Musik spielten in der Antike eine große Rolle.Die artikulierte Lautsprache wurde schließlich "die bequemste aller Sprachen" (S. 233).

In Berlin stellte im Frühjahr 1769 die Akademie, unter MAUPERTUIS, die Preisaufgabe nach dem Ursprung der Sprache (s. R. OTTO in HERDER 1978, S. 383). HERDER, seit 1771 im ungeliebten Bückeburg, bekam den Preis und die 1772 gedruckte Anhandlung trug sehr zu seinem Ansehen bei. MAUPERTUIS hatte die Sprache auf 'vernünftige' Übereinkunft der Menschen zurückgeführt, der auch in Berlin wirkende SÜßMILCH vertrat eine göttliche Herkunft. HERDER, ungeachtet er Theologe und Anhänger des Christentums war wie SÜßMILCH, sah einen **natürlichen Ursprung** der Sprache. Verlassensein oder Schmerz wie bei dem vor Troja schwer verwundet geschilderten Philoktet ließ Wimmerlaute ausbrechen: "Diese Seufzer, diese Töne sind Sprache. Es gibt also eine Sprache der Empfindung, die unmittelbares Naturgesetz ist" (1978, S. 92) (Hervorhebungen im Original). HERDER beginnt seine Abhandlung (S.91): "Schon als Tier hat der Mensch Sprache." Daraus erstand auf natürliche Weise Sprache, wurden die anfangs so schwer unterscheidbaren Laute in Buchstaben eingefangen (S. 96 ff.). HERDER (S. 193/194) meinte, aus Reiseberichten abzuleiten: "... unter allen Völkern der erde ist die Grammatik beinahe auf einerlei Art gebaut. Die einzige chinesische macht meines Wissens eine wesentliche Ausnahme, die ich mir aber als Ausnahme sehr zu erklären traue. ...

Viel Völker haben ein Alphabet und daß doch nur fast ein Alphabet auf dem Erdboden sei? ... Wie ein Menschenvolk nur auf der Erde wohnet, so auch nur eine Menschensprache; wie aber diese große Gattung sich in so viele kleine Landarten nationalisiert hat, so ihre Sprache nicht anders."

Im Dezember 1740 sprach der erst 23-jährige ANNE-ROBERT-JACQUES TURGOT in der Sorbonne von **Fortschritt** in der Menschheitsgeschichte, von **3 Stadien**: das theologische, das metaphysische, das wissenschaftliche (W. und A. DURANT 1969, S. 101), ähnlich wie vor ihm mit Rückschrittseinschränkungen 1725 VICO und im 19. Jh. COMTE. Nach TURGOT gab es eine Enwicklung (R. NISBET 1975) **vom Jäger über den Hirten zum Ackerbauern**. Verkannt wurde dabei wohl, daß nomadische Weidewirtschaft nicht unbedingt etwas Zurückgebliebenes und nicht nur ein Zwischenstadium ist.

TURGOT wurde ab 1761 in Limoges Gouverneur des Limousin Der 1781 gestorbene TURGOT wirkte auch in hohen Staatsämtern, wollte viel in Frankreich zum Besseren wenden und hat manches erreicht, wenn auch unzureichend. Zu übergangslos wollte TURGOT "die Abschaffung der Frondienste und die Abschaffung des Korporations- und Zunftwesens" und es erhob sich gegen letzteres auch der Protest der Handwerksmeister" Über Nacht konnte man nicht "von der Feudalordnung zum Liberalismus umschalten" (W. OPPENHEIMER 1989, S. 78). TURGOT (R. NISBET 1975), verbesserte in 13 Jahren hier vieles und zeigte, was verantwortungsvolle Beamte leisten konnten. Er förderte im Limousin die dortige Gesellschaft für Ackerbau, sorgte für die Einführung neuer Pflanzen. Den Ausbruch der Maul-und Klauenseuche suchte er mit dem Mediziner VICQ D'AZYR einzudämmen und förderte das Studium der Epidemien. Von der Wissenschaft erwartete er manches. Daß TURGOT 1774 Marineminister und schon einen Monat später Allgemeiner Finanzkontrolleur wurde konnte jedoch den Verfall in den nächsten Jahren nicht verhindern. "Man Turgot zu den vielen klugen, aber unglücklichen Staatsmännern zählen, welche die Weltgeschichte abschüttelte (W. OPPENHEIMER 1989, S. 76).

In Deutschland wurde viel gesehen an Fortschritt in der Menschengeschichte auch bei AUGUST LUDWIG VON SCHLÖZER (D. FLEISCHER 2007, F. FRENSDORFF 1890), der nach fast 9-jährigem Aufenthalt in St. Petersburg 1770 nach Göttingen berufene führende Historiker, der 1772 eine knappe "Universalgeschichte" vorlegte. In Göttingen, jener Hochburg aufstrebender Geschichtsforschung, wurde auch immer wieder die "Weltgeschichte", "**Universalgeschichte**", die Berücksichtigung der Geschichte möglichst aller Völker und Kulturen, versucht. Nach viel nationalbetonter Geschichtsschreibung wenigstens in Deutschland wurde solche Universalgeschichte im 20. Jh. fast neu erfunden. SCHLÖZER etwa war führend gewesen bei der Erschließung der alten russischen Geschichte, wie sie die Handschriften

der NESTOR-Chronik hergaben. Mit SCHLÖZER erscheint konsequent die Anwendung der **Jahreszahlen** mit **vor und nach** Christus, also die umgekehrte Datierung der alten Geschichte mit v.. Von der Schöpfung bis zum Auftreten von Rom sollten 3200 Jahre vergangen sein, und nach der Schöpfung gab es auch bei SCHLÖZER die "Revolutionen" des Erdbodens, der "nicht mehr" ist, "wie er aus der Hand es Schöpfers kam." Denn der Erdboden "ändert, verschönert, verschlimmert sich, wie das Menschengeschlecht, das ihn bewohnt" (S. 8). Außer der "succeßiven Enstehung, Veredlung" (S.1) sollte es wie für die Erde ebenso für das Menschengeschlecht auch "Verschlimmerung" (S. 2) geben. Verfall und Aufstieg in der Völkergeschichte - als das eine große belehrende Thema der Universalgeschichte. Dabei "sprossen" ja alle Völker "zunächst aus Einem Stamme" (S. 6) und sanken manche "durch raffinirte Laster sogar unter das Thier herunter" (S. 7). Und frühe Gedanken einer **Umweltgeschichte**; Der Mensch, dieser "mächtige Untergott schafft seine Wohnung um, räumt Felsen aus der Bahn, gräbt Seen ab, und pflüget, wo man sonst schiffte" (S. 10), trennt Weltteile durch Kanäle. "leitet Ströme zusammen, und führet sie in Sandwüsten hin" (S. 11). Auch das Klima ändert sich, "die Winter werden sanfter und kürzer" (S.11). Und "Niemand erkennt mehr Deutschland an der Beschreibung des Tacitus" (S. 13) und das noch unwirtliche Kanada "wird" "in dem Laufe von Jahrtausenden ... werden, was itzo Deutschland ist" (S. 13). Noch GATTERER (WEGELE 1878), SCHLÖZERs 1759 nach Göttingen berufener Konkurrent, nannte noch immer die berechneten Jahre, die seit dem angeblich ermittelten Jahr der Erschaffung der Welt vergangen waren. Erst um 1790 gab es Stimmen, HUTTONs in Edinburgh, die von den nahezu 'Unendlichkeiten' der Erdgeschichte ausgingen. Als glänzender Lehrer übertaf Freiherr VON SPITTLER (D. FLEISCHER 2010) sowohl SCHLÖZER wie GATTERER, der auch **Landesgeschichten** verfaßte, so von Württemberg, und der Ansicht war, "daß historische Erkenntnisarbeit die Voraussetzung für politische Entscheidungen bildet" (D. FLEISCHER 2010, S. 715).

In Basel hat ISAAK **ISELIN** (U. IM HOF 1974) hat im Sinne von Fortschritt in der 1764 und erweitert 1784 und 1791 noch einmal aufgelegt "über die Geschichte der Menschheit" geschrieben, die von den primitiven Anfängen - oh schönes Zeitalter noch der Hoffnung! - für ISELIN eine fortschreitende Entwicklung zur Humanität war. Während die großen Linien angeführt werden, werden einzelne Tatsachen kaum vorgestellt, am ehesten noch unter Anführung antiker Historiker.

Ebenso hat der Weimarer Superintendent HERDER (in 1978, S. 41) zwar eine Vorstellung von einer Höherentwicklung der Menschheit, aber, er ist Theologe, verbindet sie phantasievoll mit einem wenigstens fernem Gott: "Je weiterhin es sich in Untersuchung der ältesten Weltgeschichte, ihrer Völkerwanderungen, Spra-

chen, Sitten, Erfindungen und Traditionen aufklärt, desto wahrscheinlicher wird mit jeder neuen Entdeckung auch der Ursprung des ganzen Geschlechts von einem. Man nähert sich immer mehr dem glücklichen Klima, wo ein Menschenpaar unter den mildesten Einflüssem der schaffenden Vorsehung, unter Beistande der erleichterndsten Fügungen rings um sich her den Faden anspann, ...." Was er dann von der Zeit vor der Antike wußte, war (S. 49):"Die Vorsehung leitete den Faden der Entwicklung weiter - vom Euphrat, Oxus und Ganges herab zum Nil und an die phönizischen Küsten - große Schritte!" 1784 begann auch zu erscheinen HERDERs Hauptwerk "Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit". Auch die 'Geschichte', besonders die der alten Zeiten - wie sehr ist auch sie ein Kind des 19. Jh.

Der Gedanke der allgemeinen Progression findet sich dann nach der Revolution in Frankreich hevorgehoben bei MARIE JEAN ANTOINE NICOLAS CARITAT Marquis DE CONDORCET. Als den Girondisten zumindestens nahestehend verfolgt, verfaßte das bisherige Konventsmitglied in einem ihn etliche Zeit schützenden Versteck **1794** die besonder bekannt gewordenen "Esquisse d'un tableau historique des progre's de esprit humain", dtsch., in Neuaugabe 1963, "Entwurf einer historischen Darstellung der Fortschritte des menschlichen Geistes." CONDORCET sah andererseits, wie andere seiner Zeit, einen Gegensatz zwischen den Wissenden und den Glaubenden, letzte unterdrückt zum Untertan der Priester, der Betrüger gegenüber den Betrogenen, wobei "unsere Priester" noch der "Überreste" der Betrügerklasse sind. Auch in der Täuschung der Menschen gab es ständig 'Fortschritte'. Wie hatte VOLTAIRE einst gemeint (verdeutscht zit. b. D. F. STRAUß neu 1906, S. 32):

"Die Priester sind nicht, was ein blinder Pöbel meint,

Nur unsere Torheit ist's, was ihre Weisheit scheint."

Das Christentum sah CONDORCET in seiner historischen Entstehung. Lob gilt bei CONDORCET dem sich vom schon zugelassenden Christentum wieder abwendenden spätrömischen Kaiser JULIAN APOSTATA. Seit dem 16. Jahrhundert aber gibt es, wie CONDORCET hervorhebt, ein Wiederaufstehen der Wissenschaften, wenn auch zunächst Buchwissen, das noch nicht die Forschungsmethode lehrt. Die Zukunft wird ungeachtet naturgegebener Unterschiede der Anlagen der Menschen größere Gleichheit unter den nun wissenderen Menschen bringen, Wissenschaft und Technik werden den Wohlstand heben. Sklaverei und Kriege werden verschwinden. Trotz der dem Denken der Jakobiner nahestehenden Ansichten mußte CONDORCET fliehen und starb unter ungeklärten Umständen am 28. März 1794 in einem Gefängnis bei Bourg-la-Reine.

Mit dem Progressionsgedanken war wenigstens dem Sinne nach verbunden die ge-

rade dann im 19. Jh. und bis ins 20. Jh. gelehrte Auffassung, daß es den Europäern, und eigentlich nur ihnen, gelungen sei, "aus dem Zyklus von Aufstieg und Fall auszubrechen, dem alle anderen Zivilisationen unterworfen wären" (J. DARWIN 2010, S. 322) und die GIBBON für das Römische Imperium beschrieben hatte. Europa schien **das Geheimnis vom bleibenden Wohlstand der Nationen** und bleibendem stetigen Fortschritt gelüftet zu haben, "hätten die alten Barrieren des Aberglaubens und der Legenden durchbrochen, um ihr Geistesleben auf die systematische Ansammlung empirischen Wissens zu gründen" (J. DARWIN 2010, S. 322). **Der 'Mensch' bestimmte also seine Geschichte**. Der Erste Weltkrieg und dessen Folgen gaben einen Einbruch, formuliert etwa bei SPENGLER. Aber nach 1945 schien der Pessimismus erneut überwunden zu sein. Andererseits hatte Europa seine Stellung in der Welt auch zu festigen gesucht, indem es Missionare christlicher Konfessionen in alle 'heidnische' Welt sandte (J. DARWIN 2010, S. 205). Aber der Islam minderte fortlaufend diesen Erfolg.

## Relativierung des auf dem Christentum aufgebauten Geschichtsbildes

Mit Universalgeschichte, mit Weltgeschichte, also mit Berücksichtigung fremder und ehemaliger Völker und Kulturen, wurden das **Christentum wie das eurozentrische Weltbild "relativiert"** (H. MÖLLER 1986). Die etwa 10.000 Titel von **Reisebeschreibungen** im 18. Jh. in Deutschland sprechen wohl von Weltoffenheit. In einer Zeit, da weite Reisen vielen nicht möglich waren und man auf Beschreibungen angewiesen war.

Waren maßgebende katholische Kreise in Mexico und Zentralamerika, in 'Neu-Spanien', zeitweilig eher bemüht, die Hinterlassenschaften der indianischen Kulturen auszulöschen, so war mit der Aufklärung auch der spanische König daran interessiert, daß die Monumente erhalten blieben und erforscht wurden, so der alte Maya-Ort Palenque (E. FLORESCANO 1994). Wurden also in Mexico die einstmals verruchten Vergangenheitsreste nunmehr bewundert ebenso wie die Ausgrabungen von Herculaneum und Pompeji in Italien, so wurden in der letztlich aus der Aufklärung entstammenden Französische Revolution eine Zeit lang auch wertvolle historische Bauten im Frankreich gezielt zerstört. So sollte die nun verhaßt gewordene Vergangenheit entsorgt werden. Der auch als Abgeordneter des revolutionären Konvent weiterhin in Priesterkleidung auftretende HENRI GRE´GOIRE bemühte sich namentlich nach dem Sturz von ROBESPIERRE 1794 um eine Ende dieser von ihm "Vandalismus" genannten Kulturvernichtung. Niederländische Calvinisten hatten einst, im 16. Jh., gegen katholische Kunst nicht anders gewütet.

## Es gibt Fortschritt - aber nicht nur

Gibt es auch ein "Ende der Geschichte"?, ein erreichtes Niveau, nach welchem nichst grundsätzlich Neues mehr kommt? Ein Ende, wenn es allen Menschen "gut geht", sie ihre wirklichen Bedürfnisse befriedigt sehen? So wie es um 1990 FRANCIS FUKUYAMA (1992) sah. Manche die erfaßte Geschichte betrachtenden Philosophem und Historiker sahen im Geschichtsverlauf nicht nur eine ununterbrochene Kette des Fortschritts, sondern auch **lange Zeiten des Rückgangs**. Oder sie sahen **Zeiten der Stagnation**, im Vergleich mit anderen, welche gleichzeitig weiterschreiten, wie es für seit langem für den Orient und nun für China schien. Wie es J. OSTERHAMMEL 2010, (S. 385) sah: "Aus dem Staunen vor der märchenhaften Pracht des Großmoguls ... war um 1830 eine anspruchsvolle Theorie der Unterentwicklung geworden. Asiens ... relative Rückständigkeit war fortan das zentrale erklärungsbedürftige Phänomen." Hatte man für Japan und die tropischen Länder Südost-Asiens bis in die Mitte des 18. Jh. Wohlstand auch der einfachen Bevölkerung gesehen, erschien China im 19. Jh. auch als Land des Hungers (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 383). Ja, und es kam die Auffassung, "europäische Übermenschen hätten ein unbezweifeltes Mandat zur ewigen Herrschaft über die *lower races* der Erde (J. Osterhammel 2010, S. 309). Aber auch **in Europa wurde über Dekadenz debattiert**. Zur Debatte stand auch, ob alle Menschen prinzipiell zu jedem Fortschritt befähigt sind, wenigstens in jüngeren Lebensjahren.

Und **was war** und ist überhaupt **Fortschritt**? Erleicherung der Lebensbedingungen? Durch **Technik**, wie ab der zweiten Hälfte des 20. Jh. sichere Flugzeuge, Computer und Internet? Sicherung der Existenz? Was wurde erreicht? Bis in unsere Zeit!

## VICO sieht Zyklen, auf Fortschritt auch Verfall und erneuter Aufstieg

Auch Rückgang in manchen Perioden der Menschheitgeschichte gab es für GIAMBATTISTA VICO (W. und A. DURANT 1969, S. 295 ff.; M. SEIDLMAYER 1989) in Neapel im frühen 18. Jh., der einmal in den Kindheit durch einen Sturz von der Leiter lebenslang geschädigte Mann, der neben einer Hauslehrertätigkeit bei Salerno sich sein Wissen aneignete und die **Geschichtswissenschaft** überhaupt mit entscheidend **begründet** hatte. **1725** erschien sein Werk 'Principi di una Scienza ...'/ über 'Prinzipien einer neuen Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker'. Geschichte erschien **menschengemacht** (D. DINER 2005, S. 230)**,** dies also entsprach der Aufklärung VICO meinte, daß es **in der Geschichte Gesetzmäßigkeiten** gibt. Zum einen gab es in der Geschichte der Völker 3

Hauptperioden: 1. das Zeitalter der Götter, 2. das Zeitalter der Heroen, das legendäre Zeitalter 3. das Zeitalter der Menschen, das rationale, mit Volksstaaten und Monarchien (W. und A. DURANT 1969, S. 296). Um nicht wegen der Bibel in Konflikt zu geraten, meinte er, daß die Nachkommen Adams außer den Juden nach der Sintflut in den tierischen Zustand zurückfielen und dann die 3 Stadien folgten, man also ohne Abkehr von der Bibel die Entwicklungsstadien sehen konnte. Die Entwicklung von Sprache, Literatur, Recht, Regierung wurde in die 3 Stadien eingefügt. VICO sah die Menschenwelt durch **Zyklen** gehen, auf Aufstieg und Demokratie folgte wieder Dekadenz, durch "moralische Entartung ... Verweichlichung ... ", die zunehmende Kluft zwischen Luxus und Reichtum auf der einen und Armut auf der anderen Seite (W. und A. DURANT 1969, S. 297). Die Unordnung führte zur Diktatur, wie bei dem den römischen Bürgerkrieg beendenden Kaiser AUGUSTUS. Es bestand also "Zeitzyklus" als "Zeitpfeil" (S. J. GOULD 1992, S. 28)? Zumindestens im Vergleich zum Fortschrittsgedanken erschien die **Kreislauf-Idee**, die Zyklen-Annahme, eher wie Pessimismus. Für das 18. Jh. war VICO da eher Außenseiter (J. HUIZINGA 1954). KARL IV in Neapel beförderte VICO zu seinem Hofhistoriographen, aber der arem VICO verfiel zuletzt "in ... an Wahnsinn grnezenden Mystizismus" (W. und A. DURANT 1969, S. 299). Über MICHELETs gekürzte Übersetzung von VICOs Werk 1827 wurde es COMTE bekannt (S. 299).

## Aufklärung in Zweifel mit Bedenken gegenüber dem nicht-reflektierten 'Fortschritt', Aufklärung ist nicht alle und nichts für das Gemüt: JEAN JACQUES ROUSSEAU - der sicherlich auch Neues denkt

Mit der "Technikfolgenabschätzung", mit der "Globalen Beschleunigungskrise" (PETER KAFKA) werden Probleme des sich beschleunigenden Fortschritts deutlich.

Auch hinsichtlich der Moral der Menschen sowie ihres nur durch Aufklärung bestimmren gefühlsfremden Glückes gab es schon im 17. Jahrhundert allerdings auch Widerspruch; die "Dialektik der Aufklärung" hat ihre Vorläufer, namentlich bei JEAN JACQUES ROUSSEAU (s. 1955), eine der eigenwilligsten Persönlichkeiten der Aufklärung.

Dieser das Denken in Europa so stark mitbestimmende Autor wurde am 28. Juni 1712 als Sohn eines armen Uhrmachers in Genf geboren, Sohn eines Mannes, der immehrin eine Zeit lang auch am Serail in Konstantinopel in seinem Handwerk tätig war. Der junge JEAN JACQUES wurde eine Zeit lang auf einem Dorfe bei

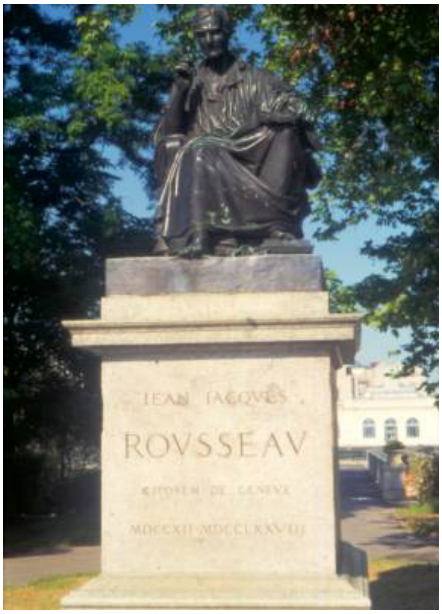


Abbildung 1232: ROUSSEAU.Genf.

einem Pfarrer erzogen und schätzte lebenslang des Dörfliche. Er lernte bei einem Genfer Graveur, der zu ihm so hart war, daß er mit 16 Jahren aus Genf entfloh. Der Jüngling kam im Haus einer vom Genfer Calvinismus zum zum Katholizismus Neubekehrten, der nicht unbegüterten und auch von Dienerschaft umgebenden, damals 28-jährigen Frau VON WARENS in Annecy unter (1955, S. 60). Er erhielt die Vergünstigungen eines, der ebenfalls zum Katholizismus bekehrt werden sollte. Frau VON WARENS ist ihm so etwa, wie Frau VON STEIN dem allerdings nicht mehr so jungen GOETHE in Weimar war.

Sie schickt ihn zunächst nach Turin, wo er in Dienerstellungen unterkommt, nicht zufrieden ist, nach wohl nur erotischen Liebesabenteuern fliehen muß, und zu der 'Mama' genannten Frau von WARENS zurückkehrt. Sie nennt ihn 'Kleiner'. Zum Sex kam es erst viele später, als die sich manchmal verspekulierende 'Mama' in Chambery wohnte. Etwa in Lausanne erteilt ROUSSEAU Musikunterricht. Begeistert ist er von Vevey am Genfer See, "überließ" sich "das schöne Ufer entlangwandernd, der süßesten Schwermut" (1955, S. 193). Vevey wird der Schauplatz seiner späteren die iiterariusche Welt wie später GOETHEs 'Werther' erregende Liebesgeschichte in Briefen von 1761, die 'Julie oder die Neue Heloise'. In Chambery, wohin Frau VON WARENS gezogen ist, arbeitet er und nicht ohne Fleiß und Geshick als Kataster. Das Verhältnis mit 'Mama' zerbricht, 1741. Vergeblich bietet er, nun in Paris, der Pariser Akademie eine neue, nach einer Meinung leichtere Notenschrift an, er, der durch Notenabschreiben oft seinen Lebensunterhalt



Abbildung 1233: Annecy/Savoyen, ROUSSEAUs Jugendwelt.

bestreitet. Aber unter den Pariser Philosophen und Autoren wird er bekannt und geschätzt, findet auch adlige Unterstützung. Ein großer Erfolg wird 1752 sein in Fontainebleau auch in Anwesenheit des Königs LUDWIG XV. aufgeführtes Singspiel 'Le devin de village'/'Der Dorfwahrsager'. Bewußt schlecht gekleidet hatte ROUSSEAU in einer Loge seinen Triumph genossen. Eine mögliche Pension will er wegen seiner Unabhängigkeit nicht. War das nun alles so 'klassenbewußt' großartig und weise, wie man es manchmal später deutete. Nie wurde ROUSSEAU seine Schüchterhein los, die auch aus seiner einfachen Herkunft abgeleitet werden kann. Aber er litt auch an einem bei Empfängen störenden Harndrang. Da war VOLTAIRE ein anderer, ein Weltmann.

Als der Komponist ROUSSEAU bekannt wird, hatte ein anderes seiner Werke einen weiten Ruf ROUSSEAUs als Geschichtsphilosoph, ja Soziologe, bereits begründet. ROUSSEAU schrieb als Antwort auf eine **1749** öffentlich gestellte Preisfrage der Akademie in Dijon von 1750 (dtsch. etwa 1779), "... über die Frage: **Ob die Wiedererstehung der Künste und Wissenschaften** zur **Verbesserung der Sitten** beigetragen hat" und erhält zu seiner Überraschung den Preis: "1750, erfuhr ich, als ich schon nicht mehr daran dachte, daß meine Abhandlung ... den Preis davongetragen habe" (1955, S. 451) ROUSSEAU lehnt Wissenschaft nicht generell ab, aber sieht, auch in anderen seiner Arbeiten, auch Mißbrauch (s. a. R. ENSKAT 2011). ROUSSEAU hatte in Paris den Chemiekurs bei ROUELLE absolviert,stark interessiert an Botanik, auch, wenn sie keinen anderen Nutzen" hätte "als den, welchen ein denkendes und fühlendes Wesen aus der Beobachtung der Natur und den Wundern des Weltalls ziehen kann" (dtsch. 1903, S. 74). In einer Antwort an einen Kritiker seiner Arbeit von 1750 meinte ROUSSEAU, daß bei der

Beschäftigung von höheren Wesen mit Wissenschaft nichts als Gutes dabei herauskämne, aber "... die erhabensten Wissenschaften werden durch die Fehler der gemeinen Menschen vergiftet, und gereichen daher dem Menschen zum Schaden, ..." (S. 135). ROUSSEAU bedauert die Leiden der Minenarbeiter, die mit Giften in Berührung kommen und bald dahinsinken. DIDEROT ließ die Arbeit drucken und schrieb dem kranken ROUSSEAU: "Sie schwingt sich ... über alle Wolken empor, ein derartiger Erfolg ist noch niemals dagewesen" (1955, S. 461).

In ROUSSEAUs 'Abhandlung über den **Ursprung und die Grundlagen der Ungleichheit unter den Menschen**'/'Discours sur l'origine et les fundaments de l' ine´galite´ parmi les hommes' von **1754**. Hier gab es die wohl verrückteste Auffassung von der **Menschwerdung**, nämlich, daß die **Menschen zuerst Einzelwesen** waren, jeder für sich lebte. In diesem Zustand gab es "weder Häuser noch Hütten noch irgendwelches Privateigentum ...," es "ließ jeder sich auf gut Glück nieder und oftmals nur für eine einzige Nacht. Männer und Frauen vereinigten sich zufällig ..." (S. 223). Es gab so viele Sprachen wie Individuen (S. 223). Diese Menschen waren gesund, kannten "beinah keine anderen Krankheiten ... als Verwundungen und Altersschwäche,..." /S. 214). Der ursprüngliche, der einzeln lebende Mensch war weder gut noch böse, er, "der durch die Wälder streifte, ohne Arbeit, ohne Sprache, ohne Wohnung, ohne Krieg, ohne Bindungen, ohne das geringste Verlangen nach seinesgleichen, wie auch ohne jeden Wunsch, den anderen zu schaden, ..." (S. 237). Was für Haustiere zutrifft, "Genau dasselbe gilt für den Menschen: indem er gesellig wird und versklavt, wird er schwach, furchtsam, untertänig, und seine verweichlichte Lebensart saugt ihm vollends Kraft und Mut aus den Adern" (S. 215). Aus diesen Darlegungen läßt sich dann der Spott ableiten über ROUSSEAUs 'zurück zur Natur' und 'wieder hinauf auf die Bäume'. Man kann auch für das 20. Jh. an KONRAD LORENZ denken mit der 'Verhausschweinung' des Menschen. Aber es kam auch eine gewisse Intelligenz. Und: "Der erste, der ein Stück Land einzäunte, auf den Gedanken verfiel, zu sagen: Das gehört mir, und Leute fand, die schlicht genug waren, ihm zu glauben, war der eigentliche Gründer der Gesellschaft. Wie viele Verbrechen, Kriege, Morde, wieviel Grauen und Leid hätte nicht derjenige der Menschheit erspart, der, indem er die Pfähle herausriß oder den Graben zu zuschüttete, seinesgleichen zugerufen hätte: Hütet euch, auf diesen Betrüger zu hören! Ihr seid verloren, wenn ihr vergeßt, daß die Früchte allen gehören und die Erde keinem!" Denn richtigerweise hätte LOCKE gesagt: es könne "kein Unrecht geben, wo es kein Eigentum gibt" (S, 248). "In dem Maße wie die Gattung wuchs", konnte es so nicht bleiben. Die entstehenden Gesellschaften 'verlangten' "den Menschen Eigenschaften" ab, "die sich von ihrer ursprünglichen Veranlagung unterschieden" (S. 249). Immerhin muß als das "glücklichste und dauerhafteste Zeitalter" jenes "gewesen sein", daß "die goldene Mitte hielt zwischen der Trägheit des ursprünglichen Zustandes und der unbändigen Aktivität unserer

Selbstsucht" )S. 249). Die meisten "Wilden" lebten noch in diesem glücklichen Zustand (S. 249), welche der Zivilisation der ROUSSEAU-Zeit verlorenging, wo herrschen "die Usurpationen der Reichen und die Räuberei der Armen, ..." (S. 254). Glücklich jene "Wilden", etwa Amerikas, die, nach ROUSSEAUs Meinung "Eisen und Getreide" nicht kannten und welche "den Menschen zivilisiert und die menschliche Gattung verdorben haben" (S. 249). Nutzpflanzen, ja Kulturpflanzen kannte man im vor-kombianischen Amerika durchaus und es ist ROUSSEAUs wohl ziemlich alleinige Meinung, daß die Metallurgie auch auf Eisen dem Ackerbau voranging, weil die mit der Eisengewinnung Beschäftigten ernährt werden mußten (S. 281).

Die 'Neue Heloise' von 1761 findet große Gefälligkeit. Weitere aufsehenerregende und ihren Autor in Gefahr bringende Bücher ROUSSEAUs erscheinen **1762**. Im '**Contrat social'/Gesellschaftsvertrag**' wird das wünschenswerte Verhältnis von Volk und Regierung bestimmt. Es erscheint der Begriff 'Volkssouveränität'. Der Obrigkeit steht ROUSSEAU wohl prinzipiell kritisch bis haßerfüllt gegenüber:, "weil der Geist der Unterdrückung von diesem Stande nicht zun trennen ist", was der ROUSSEAU zitierende STURZ (1976, S. 393) nicht verallgemeinern will. Im Erziehungsroman '**Emile**' (J: J. ROUSSEAU 1910. S. 350/351), ebenfalls **1762**, wird zu bedenken gegeben, daß sich die gesellschaftlichen Verhältnisse auch einmal ändern könnten und der zu Erziehende darauf vorbereitet sein muß: "Ihr verlaßt euch auf die augenblicklich bestehende gesellschaftliche Ordnung, ohne zu berücksichtigen, daß diese Ordnung unvermeidlichen Revolutionen ausgesetzt ist ... Der Große wird klein, der Reiche wird arm, der Monarch wird Untertan. ... Wir nähern uns sichtlich einer Krisis und dem Jahrhundert der Revolutionen. ..." Handwerke werden bleiben. So etwas hört keine Gesellschaftsordnung gern! Noch etwa ein Viertel Jahrhundert blieb Zeit, bis 1789. In etwa 50 Seiten Einschub im 'Emile' über das nicht auf Bibelanhänglichkeit gegründete Glaubenbekenntnis eines 'savoyischer Vikar' werden die **Offenbarungsreligionen abgelehnt.** Der 'Contrat social' wie 'Emile' und letzterer vor allem wegen des 'savoyischen Vikar' werden von der Sorbonne und dem Parlament von Paris verboten, der 'Emile' öffentlich verbrannt. Das geschieht auch mit dem 'Contrat social' in dem eigentlich eher demokratischen Genf. ROUSSEAU droht die Verhaftung. Vielleicht die Bastille. Wo er dann vielleicht weniger bequem untergebracht wird als der während seiner Haft an den Frühstückstisch des Kommandanten eingeladene VOLTAIRE. Auch ROUSSEAU hat noch immer adlige Freunde. Aber die Gefahr einer Einkerkerkerung ist da. Der **eben noch viel gelobte Autor flüchtet** (in ROUSSEAU 1955 S. 848/849). Da er auch in der eigentlichen Schweiz nicht bleiben kann, geht er in die mitten in der Schweiz liegende preußische Enklave Neuenburg/Neuchatel. Einst hat er dem Preußenkönig FRIEDRICH II. ein boshaftes Distichon geschrieben. Der Kommandant von Neuenburg, GEORGE KEITH, aus Schottland, ist

ROUSSEAU wohlgesonnen. ROUSSEAU schreibt an FRIEDRICH II. in Berlin. FRIEDRICH II. verzieh. Aber in Motiers wird das Volk wegen ROUSSEAUs A-religiösität und seiner Armeniertracht aufgehetzt. Steine werden auf ihn geworfen auf der Straße und in der Nacht an sein Haus. Nach einem Aufenthalt auf einer Insel im Bieler See darf ROUSSEAU 1766 nach England reisen, wo ihn auch HUME epfängt. Seine Gefährtin wurde schon des längerem eine weniger gebildete Frau, THERESE LE VASSEUR. 1768 ist er mit Frau auf einem Bergbauernhof in der Dauphine. Widersprüche in ROUSSEAUs bewegtem Leben gibt es manche. Der wegen des 'Emile' als Erzieher gefeierte ROUSSEAU hatte aber die 5 (oder 7?) eigenen Kinder (S. 454) im Findelhaus ausgesetzt. Wie er in den 'Bekenntnissen' meint, in dem dann als Irrtum bezeichneten 'Glauben ..., die Tat eines Bürgers und eines Vaters", der seine Kinder "der öffentlichen Erziehung übergab", da er "sie nicht selber zu erziehen vermochte, und sie dazu bestimmte, Arbeiter und Bauern anstatt Abenteurer und Glücksjäger zu werden, ..." So fühlte sich ROUSSEAU als "Mitglied des platonischen Staates" (1955, S. 453). Konnte ROUSSEAU nur so 'Rousseau' werden? Mehr Natur sollte auch den Garten oder besser den Park bestimmen, wie ihn ROUSSEAU in seinem Roman 'Julie oder die neue Heloise ...' entworfen hatte. Der Marquis DE GIRARDIN gestaltete einen solchen Park in seinem Besitz Ermenonville. Bei dem Marquis DE GIRARDIN findet ROUSSEAU letzte Zuflucht, am 20. Mai 1778. Er stirbt aber keine anderthalb Monate später am 2. Juli 1778. Einen Tag vorher hatte er noch botanisiert ( N. N. KARAMSIN 1977, S. 567). ROUSSEAU wurde in Ermenonville auf einer Insel mit Pappeln beigesetzt und in Anerkennungs des Werkes dieses viel Bedrohten und viel Gefeierten diese Insel etwa in Wörlitz bei Dessau nachgeahmt. Haben die alles von ihm gelesen und die Widersprüche notiert, welche ihm Freiheitspappeln pflanzten? Für manche scheint zeitweilig ROUSSEAU so zuständig gewesen zu sein wie für Bornierte im 20. Jh. der unzureichend gelesene MARX, Die Pappel galt auch nach 1790 als Freiheitsbaum, obwohl ROUSSEAUs pappel-umstandener Sarkophag in das Pantheon nach Paris überführt wurde. GIRARDIN - der reiche Adlige, der aufgeklärt war, und die Werke seines Schützlings herausgab und auch an der Revolution teilnahm - und sie überlebte.

SCHILLER schrieb im Denken auf 'Rousseau's Sarkophag:

"Monument von unsrer Zeiten Schande,

Ew'ge Schmachschrift deiner Mutterlande,

Rousseaus Grab, gegrüßest seist du mir!

Fried' und Ruh' den Trümmern deines Lebens!

Fried' und Ruhe suchtest du vergebens,



Abbildung 1234: Schloß Ermenonville 1994.



Abbildung 1235: ROUSSEAU. Ermenonville.



Abbildung 1236: Wörlitz, Rousseau-Insel.

Fried' und Ruhe fandst du hier!

Wann wird doch die alte Wunde narben?

Einst war's finster, und die Weisen starben!

Nun ist's lichter und der Weise stirbt.

Socrates ging unter durch Sophisten

Rousseau leidet, Rousseau fällt durch Christen,

Rousseau - der aus Christen Menschen wirbt."

ROUSSEAU in seinem Mißtrauen und Verfolgungswahn hat es seinen Verehrern und Förderern aber recht schwer gemacht und eine Verurteilung wegen kirchenfeindlicher Gedanken hat mancher durchaus besser überstanden. Der Tod durch Schlaganfall kommt oft nicht ohne vorangegangene Gehirnbeeinträchtigung, ohne Arteriosklerose, und ROUSSEAUs Verhalten sicherlich auch hirnphyiologische Ursachen. ROUSSEAU schrieb auch immer einmal anders, i**n Widersprüchen**, nahm zuürck oder relativierte, was er einmal behauptet hatte, etwa über die Wissenschaft. VOLTAIRE wirkt da als ein viel einheitlicheres Kaliber.

Mit ROUSSEAU träumten manche. So der Russe KARAMSIN 1790 (in 1977, S. 275/276), nachdem er Gastfreundschaft bei Schweizer Hirten erfuhr: "... warum wurden wir nicht in Zeiten geboren, da alle Menschen Hirten und Brüder waren? ... Gern würde ich mich von den meisten Bequemlichkeiten des Lebens lossagen, die wir der Aufklärung verdanken, um in den ersten ursprünglichen Naturzustand der Menschheit zurückzukehren. ... Tausend Mühseligkeiten, tausend Sorgen, wovon der Mensch im Stande der Natur nichts wußte, zerreißen jetzt unser Inneres und




Abbildung 1237: Mauritius-Romantik: SAINT-PIERRE.Paris.

jedem Genusse folgt sein Schatten, die Unlust. - " O wie fern, möchte man sagen, war man noch einer realen Vorstellung von den 'Kindsheitstagen' der Menschheit. Und auch auf der wegen der vermeintlich Natürlichkeit ihrer Bewohner bewundernderen kleinen Insel Tahiti in der Südsee überlebte man die Bevölkerunszunahme nur durch massenhaften Babymord.

Ein französischer Bewunderer und eigenständiger Nachahmer ROUSSEAUs war BERNARD DE SAINT-PIEERE, der Bewunderer der Insel Mauritius.

VOLTAIRE und ROUSSEAU standen sich immer gegenseitig behakelnd gegenüber. 1777, vor beider Todesjahr 1778, wird VOLTAIRE (in 1981, S. 328) spötteldn schreiben: "Gegenwärtig widmet sich eine große Anzahl von Schriftstellern der Reformierung von Reichen und Republiken, Ein Mann, der keinen Hühnerhof regieren könnte, ja nicht einmal einen besitzt, greift zur Feder und gibt einem Königreich Gesetze." Im 'savoischen Vikar' (W. und A. DURANT 1969, S. 220 ff.). verspottet von VOLTAIRE als 'savoyischer Druide', sieht VOLTAIRE jedoch "manches Vortreffliche".

Im 20. Jh. wird der Konservative MOELLER VAN DEM BRUCK (1931, S. 103) bedauern: "Die Aufklärung hat aus dem denkenden Menschen einen berechnenden Menschen gemacht", der sich, also um 1925, nicht für einen Kampf um ein "Drittes Reich" in Deutschland, noch nicht das von HITLER, bemühen wird. ROUSSEAU hatte einst bedauert, daß Völker mit Wissenschaft Tugend verlieren, daß Keusch-

heit lächerlich gemacht wird.

## Verfall und Verschwinden eines Großreiches - das Römischen Imperiums: GIBBON

Von Dekadenz und Untergang handelte auch das als großartig zu sehende Geschichtswerk der von der "History of the **decline and fall of the Roman Empire"**/"Geschichte des Verfalls und des Untergangs des Römischen Reiches" von dem Deisten **EDWARD GIBBON** (W. und A. DURANT 1969, S. 920 ff., H. MÖLLER 1986).

Vor GIBBON war 1734 MONTESQUIEU den Ursachen von Aufstieg und Niedergang des Römischen Imperiums nachgegangen, aber GIBBON glaubte an seine Fähigkeit der Erweiterung. GIBBON war Sohn eines kleinen Landbesitzers, wuchs als Halbwaise seit dem 10. Lebensjahr mutterlos bei Verwandten auf, wo es eine Bibliothek gab, er sich also bildete und mit 15 Jahren auf das Magdalenenkolleg in Oxford ging. Der in der Anglikanischen Kirche Aufgewachsene trat hier zum Katholizismus über. Vom Vater zu einem calvinistischen Pastor nach Lausanne gesandt, kehrte er dem Katholizismus wieder den Rücken, schrieb, wieder in England, erste historische Beiträge. Vater und Sohn GIBBON wurden wegen der Gefahr einer französischen Invasion im 7-jährigen Krieg als Offiziere zur Miliz gerufen. 1763 konnte GIBBON auf den Kontinent reisen. Zwischen den Ruinen von Rom und verfremdend wirkenden, im Jupitertempel die Vesper singenden Mönchen will dem Verfasser am frühherbstlichen 15. Oktober 1764 bei der Suche nach einem ihn beschäftigenden historischen Stoff die Idee gekommen sein, beginnend mit MARC AUREL und dem als unwürdige Fehlbesetzung geltenden Sohn MARC AURELs, dem Kaiser COMMODUS, den letzten, den zum endgültigen Zerfall führenden Jahrhunderten des Römischen Imperiums, seit dem 2. Jahrhundert nachzugehen - also vom stolzen großen Rom bis zum weltabgewandten Christentum. "Diese schicksalhafte Auflösung wurde für ihn allmählich zur Tragödie "des größten und vielleicht furchtbarsten Schauspiels in der Geschichte des Menschengeschlechts." " (W. und A. DURANT 1969, S. 923). Der Tod des Vaters 1772 hinterließ GIBBON ein beträchtliches Vermögen. Auch in der Politik hat sich GIBBON dann mehrfach betätig. Der erste Band des Werkes von GIBBON über Abstieg und Verfall des Römischen Imperiums erschien am 17. Februar **1776** und am 16. März waren tausend Exemplare verkauft. Die 2. Auflage von 1500 Exemplaren am 3. Juni war schon nach 3 Tagen abgesetzt. 1776 - das war die Zeit des Aufstandes in den nordamerikanischen Kolonien Englands und der zeitweilig auch im Parlament wirkende königstreue GIBBON wurde vielleicht vom Untergang eines großen Reiches zu einer Parallelsicht angeregt. Noch konnte man warnen. Das Werk hat GIBBON

später bis zur Eroberung Konstantinopels durch die Osmanen 1453 fortgeführt. Im Christentum sah der zweimal Konvertierte einen Teil des Zerfalls. Die **Christen** wurden mit der Tolerierung unter KONSTANTIN **Parallelgesellschaft**. Die wiesen den Militärdienst zurück und **schwächten** etwa auch in Verlästerung der anderen Sekten **das Reich**. Das Judentum schien sich hier durchzusetzen, der 'Untergang von Babylon' nun auf Rom bezogen. Die Zahl durch die Nichtchristen umgebrachter christlicher Märtyrer hätte höchstens 2000 betragen. Untereinander hätten sich die Christen viele mehr Leid zugefügt, "... die römische Kirche", die "durch Gewalt die Herrschaft verteidigte, welche sie durch Betrug erlangte" (zit. aus W. und A. DURANT 1969, S. 926). In Religion sah er nicht die metaphysische Seite, sondern ein soziales Phänomen. GIBBONs Werk landete 1783 auch auf dem vatikanischen Index der verbotenen Bücher (P. GODMAN 2009). Religion verschwand damals bei GIBBON als positive Sache aus der Menschheitsgeschichte. Mit dem Anfang des Verfalls des Römischen Imperiums wegen der Besetzung des Kaisertums mit dem gegenüber den großen Kaisern der ersten Hälfte des 2. Jh. durch COMMODUS ab 180 n. Chr. sollte das Schicksal selbst eines Riesenreiches von **Einzelpersonen** abhängen. Von Mai bis November 1777 war er, hochgeachtet, in Paris, und wurde im Haus der NECKER auch Kaiser JOSEPH II. und LUDWIG XVI. vorgestellt (W. und A. DURANT 1969, S. 917). Der als kleiner rundlicher Mensch mit schwerer Schwellung eines Hodensacks vorgestellt Mensch GIBBON starb 56 Jahre alt am 16. Januar 1794, als Gegner der Revolution in Frankreich und Einsicht in die soziale Notwendigkeit der Religion (S. 951).

Für viele Normalbürger mochte die **Stabilität** angenehmer sein als der ständige Wechsel, auch wenn er Fortschritt war, also Wertbeständigkeit der Reichtümer,

## Natur im Fühlen und Denken der Zeit, in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert

Die '**Natur**', wie sie ROUSSEAU schilderte oder in manchem wundervollen Gedicht GOETHE wurde für emotionale Menschen ein Wert. N. ELIAS (1990, S. 405) meinte, daß diese 'Entdeckung' der Natur damit zusammenhing, "daß immer größere Menschenräume immer entschiedener befriedet werden" und "erst damit hören Wälder, Wiesen und Berge allmählich auf Gefahrenzonen erster Ordnung zu sein, aus denen beständig Unruhe und Furcht in das Leben des einzelnen einbricht", aber "nun, wenn das Wegnetz, wie die Verflechtung, dichter wird, wenn Raubritter und Raubtiere langsam verschwinden" - da lassen sich Landschaft und Natur bewundern. In der Antike mochte etwa im klassischen Griechenland schon Ähnliches zustandegekommen sein. Nun, mit dem Aufenthalt in friedlicher Natur, können bewundert werden "der Wechsel der Töne und Figuren am Wolkenhim-

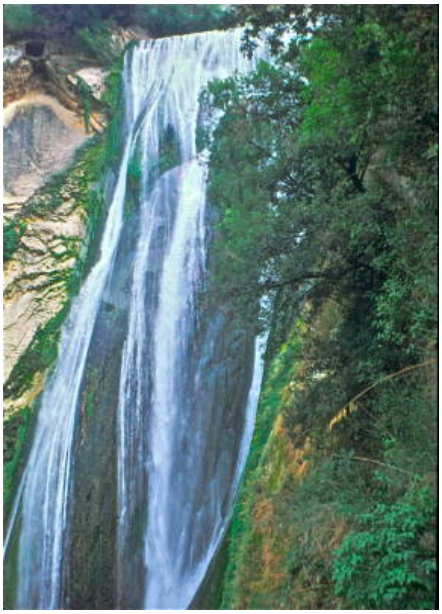

Abbildung 1238: Erhabene Natur, Wasserfall Tivoli.

mel ... das Spiel des Lichts in den Blättern eines Baumes" (N. ELIAS 1990; S. 406).

GOETHE, CLAUDIUS und andere bringen die Natur ins lyrische Gedicht: CLAUDIUS/1783 in 1975, S. 61:

"Der Mond ist aufgegangen,

Die goldnen Sternlein prangen

Am Himmel hell und klar;

Der Wald steht schwarz und schweiget,

Und aus den Wiesen steiger

Der weiße Nebel wunderbar."

Immer reicher wird die Sprache der Dichter, so bei GOETHE:

"...

Der Abend wiegte schon die Erde

Und an den Bergen hing die Nacht."

Im 20. Jh. möchten manche in der Natur für den Adrenalinkick wieder mehr Gefahr erleben.



Abbildung 1239: Versailles' Parkschöpfer LE NOITRE. 1882. Chantilly.

In der **Parkgestaltung** trat der Wandel zur nicht mehr nur gekünstelten Landschaft ein, zur **weniger gezähmten**, aber doch beherrschten **Natur**, in Deutschland wie auch in Rußland, was man als Ausdruck von Aufklärung sehen kann, aber die Anregung kam auch von China, von wo 1749 auf Französische der Sommerpalast unweit Peking beschrieben wurde (W. REINHARD 1983, S. 203). Der **französische** Parkstil, der von Versailles, weicht dem des **englischen**, wo Parklandschaften eine anheimelnde Rolle spielten. Genügend Zutaten zur Natur, Grotten und künstliche Wasserfälle, auch Figuren von Nymphen und Göttinnnen, werden auch in den neuen Park einbezogen.

#bildPark von vorgestern: Herrenhausen

LEOPOLD III. FRIEDRICH FRANZ von **Anhalt-Dessau** wollte große Teile seines kleinen Staates in einen Naturpark verwandeln und **Wörlitz** war das Zentrum. Man wollte im Park auch nachahmen, was auf Reisen gesehen und erlebt worden war. Bis hin zu Wasserfällen und sogar einen kleinen künstlichen Vulkan wie in Wörlitz.

Aber das ganze Land war in Verschönerung einbezogen, und REBMANN schrieb1795 (in 1990, S, 51): "Sobald man das Dessauer Ländchen betritt, glaubt man in einen Garten zu kommen. Die Natur hat sehr wenig getan, aber die Kunst desto geschmackvoller nachgeholfen. Gute Wege, Dämme mit Obstbäumen besetzt , ... fröhliche Landleute. ..." (S. 52): Aber bald erlebte REBMANN, wie in rote Uni-



Abbildung 1240: Tiefurt bei Weimar.

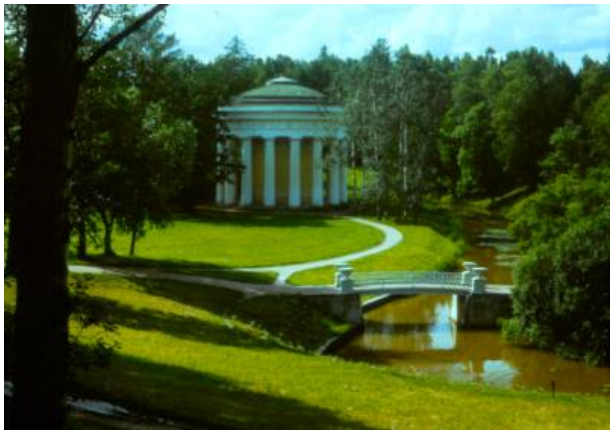

Abbildung 1241: Landschaftspark Pawlowsk.



Abbildung 1242: LEOPOLD III. FRIEDR. FRANZ.



Abbildung 1243: Schloß Wörlitz, bei Dessau.



Abbildung 1244: Wörlitzer Park, Dessau.

formen gekleidet zu Pferde der Fürst und der Erbprinz einen Schneidergesellen mit eigener Hand ausprügelten und "bei den Haaren raufte", ein nach Verbüßung seiner Strafe wegen Totschlag von den anderen "Handwerksgenossen" Gemiedener, der sich brutal betragen hatte, und der Fürst sich wegen Unruhe bedroht fühlte. Gegen BASEDOW am Philotropinum, der sich öffentlich berauschte, hier ständige Kabale herrschte und die 'Zöglinge'"taten, was sie wollten" - wohl im Sinne ROUSSEAUs - griff der Fürst aus Furcht vor Prestigeverlust nicht durch (S. 53). War es so?

Die aus dem Adel Kurlands kommende, sich schöngeistig versuchende ELISA VON DER RECKE (s. 1984, S. 295) schrieb im November 1794 in ihr Tagebuch: "daß der" zudem mit seiner Gattin nicht harmonierende Fürst "eher zum Gärtner als zum Fürsten passen würde, vorzüglich wenn ich sehe, wie alle Regierungsgeschäfte hier vernachlässigt werden." Und (S. 304) "... haben die Reisenden den besten Genuß von diesen schönen Anlagen, die mit den häßlich schmutzigen Häusern des Dorfes sehr unangenehm kontrastieren." Bei wem lag die Schuld für letzteres? Bei nicht erziehbaren Bewohnern?

## Entwiclöung der Dinge aus sich selbst heraus anstatt Schöpfung

In wohl allen Kulturen, bei allen Völkern wird die E**ntstehung der Dinge**, ob die Welt als Ganzes, die Berge und Täler, die Lebewesen auf einen Schöpfungsakt oder mehrere zurückgeführt. Selbst ein merkwürdiger Fels in der Landschaft, das ist für das Volk eher der 'Teufelstisch'. das Wutstück eines genarrten bösen Geistes oder der dergleichen, weniger ein Produkt langer Umbildung. Heroen oder Götter und Göttingen gaben auch den alten Griechen den Menschen ihre materiellen Errun-

genschaften. Plötzlich war der Mensch im Besitz des Feuers als Geschenk, nicht als Folge von der Beachtung von Wildfeuern, die man allmählich nachahmen lernte. **'Enwicklung','Evolution'** - das ist ein **neuer Gedanke**, ein "Evolutionsprozeß ... eine gänzlich gremde Vorstellung. Entgegengesetzten Behauptungen zum Trotz entstand ein echtes Evolutonsdenken erst bemerkenswert spät in der Geschichte" (E. MAYR 1984, S. 239).

## Langes Verkennen des Historischen in der Natur

In der Natur wurde das Historische lange nicht gesehen, nicht der ständige historische Prozeß bei vielen Dingen. Eine immer fortgehende Entwicklung in der Natur wurde dabei sowohl von jenen nicht erörtert, die eine **einmalige** und dan nicht mehr veränderte **Schöpfung** anerkannten, wie auch nicht von denen, welche mit der kirchlich abgelehnten **Ewigkeit der Welt, ihrer Unerschaffenheit**, rechneten,. Die durchaus wissenschaftliche Ansicht vom Wirken **unveränderlicher Naturgesetze**, etwa des ewigen Wirkens der Schwerkraft, legte die Annahme von einem irreversiblem Wandel zumindestens nicht nahe (W. J. BOUWSMA 2005, S. 234), Die noch einer Flutauffassung verhafteten frühen Geologen beschrieben immer richtigter durchaus Sachverhalte, die noch einer neuen Interpretation harrten. Wenn TOULMIN (R. PORTER 1978) 1780 und danach die Erde in ihrem immerwährendem Stoffkreislauf und auf ihr den Menschen als unerschaffen und ewig ansah, dann kam man damit auch nicht zu einer Evolution, zu einer wirklichen irreversiblen Geschichte der Natur. Die mathematischen Prinzipien schienen über alle Menschensünden hinweg immer Gültigkeit zu haben (S. TOULMIN et al. 1985, S. 93), also war Beständigkeit wohl leichter anzuerkennen als Veränderung. Der Spötter VOLTAIRE (1981, 2, S. 273. 1777) läßt EUHEMEROS fingiert sagen: "Einmal hat Gott befohlen, und das All gehorcht für immer."

Andererseits **bestimmte** die **Bibel** mit ihrem göttlichen Schöpferwerk noch lange und die aus ihr getroffenen Aussagen mußten überwunden werden. Ob man mit Moses übereinstimmte oder ihn ergänzte und frei behandelte: An einer **einmaligen Weltenschöpfung** für eigentlich alles innerhalb weniger Tage schien kein Weg vorbeizuführen. Nach der Schöpfung gab es außerhalb der politischen Menschengeschichte nur die einmalige Katastrophe Sintflut und die vermeintliche Weltveränderung durch den Opfertod von Jesus. Das Weltende andererseits schien in weiter Ferne zu liegen.

Philosophen reflektieren Widersprüche oft ungern. In einer 'ewigen' Weit hätte bei überhaupt in ihre stattfindenden Veränderungen alles, was in ihr geschehen kann, schon einmal geschehen müssem, konnte es nur "ewige Wiederkehr" gegen. Bei einem Schöpfungsgeschehen mit gar einigen Schöpfungsakten und Umbrüchen

mußte Raum für weitere Veränderungen offenbleiben. Warum sollten nun Jesus oder Mohammed letzte Propheten gewesen sein, oder gar im 20.Jh? für manche Marx oder Lenin?

Die **Länge der vergangenen Zeiten** auch der Natur wurde enorm **unterschätzt**. Nicht als erste solche Berechnung (F. KRAFFT 1985, S. 83) bestimmte für viele der führende anglikanische Geistliche und ab 1625 zeitweilige anglikanische Erzbischofs/archbishop im ansonsten mehrheitlich katholischen Irland JAMES USSHER (A. FORD 2004) die Datierung der Weltschöpfung und Weltgeschichte. Der durchaus hochgelehrte USSHER errechnete aus der Lebensdauer von im Alten Testament genannten Personen und auch Daten aus der antiken Geschichte, daß **die** Schöpfun der **Welt** am Montag, den **23. Oktober 4004 vor** Christus neun Uhr morgens begonnen habe wurde. also im Jahr der Verkündung dieser Weisheit **1654 / 1655** noch nicht einmal 6000 Jahre lang besteht. Es gab manche kleineren Verbesserungsvorschläge. Aber mancher bedeutende Engländer gab nun sein Geburtsdatum an mit den Tagen 'nach der Schöpfung'. In Deutschland hat in Göttingen der durchaus auch mit klugen Gedanken hervorgetretene SCHLÖZER in Anlehnung an USSHER in seiner 1772 entworfenen "Universal-Historie" von "der Schöpfung" bis zur Entstehung von Rom zweimal etwa 1600 Jahre (S. 62) angenommen. Die Sintflut sollte der Einschnitt nach den ersten 1600 Jahren sein. Die Schöpfungsgeschichte der **Bibel** sollte auch für SCHLÖZER für die **Feststellung des Alters** des **Erde** gelten.

Die Annahme, daß die dann durchaus bekannt werden erdgeschichtlichen Ereignisse nicht erst vor relativ kurzer Zeit erfolgten, blieb noch lange, selbst bei eher sachlicher Darlegung, erhalten. "Äonen" zurückliegender Zeiten, **Millionen von Jahren**, die "Entdeckung der Tiefenzeit" - das **mußte erst bewußt werden**!

Gemäß NEWTON, schon angeführt, sollten die Vorgänge im Weltall einmal und für immer eingerichtet sein. Und etwa ZEDLERs Universal-Lexikon baute auch auf diesen Vorstellungen und der Annahme einer Sintflut auf. Noch 1747 wurde im Stichwort "Wasser" im 53. Band von ZEDLERs Universal-Lexikon (Spalte 71) nach wenigen etymologischen Bemerkungen mit "Schöpffung und Absonderung des Wassers" und von dem Werk des 'allmächtigen Schöpfers' geschrieben. "Wald" (Spalte 1145) sollte "gleich nach Erschaffung der Welt bekannt sein", was die Beschreibung des Paradieses bewiese. Ob unter Garten-Bäumen auch wildes Holz dabei gewesen ist, "kan man nicht gewiß bestimmen", aber es ist anzunehmen, da die wilden Bäume "dem Gesichte einen angenehmen Gegenstand" bieten. Eine andere Entstehung der Erde und des Sonnensystems überhaupt schien außerhalb des Denkens vieler zu stehen. Und das in einer Zeit, da mit Analytischer Geometrie, Differential-und Integralrechung und dann auch der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Mathematik ganz neue Bereiche erschlossen wurden. Im gleichen

ZEDLERs Universal-Lexikon wurde in Band 33, 1742, im Stichwort "Salz (gemeines)..." überlegt, wieso das Salz sowohl in Salzquellen des Festlandes vorkommt wie auch ins Meer kam, und auf jeden Fall sollten Schöpfung und Sintflut daran beteiligt sein. Ganz rational wird dann überlegt: Hat die Sintflut das zunächst nur auf dem Festland vorhandene Salz teilweise ins Meer gespült und es so salzhaltig gemacht oder kam umgekehrt mit der Sintflut Meerwasser auf das Festland und hinterließ beim Verdunsten Salz. Daß die Meerestiere Salzwasser brauchen sprach dafür, daß zur Zeit der Schöpfung von Walen das Meer schon salzhaltig war.

Hier, bei den Überlegungen zur Entstehung der Salzlager und Salzquellen wird besonders deutlich, wie das noch fehlende historische Verständnis für die Erdentwicklung eigenartige Ergebnisse zeigigte und in welchem Maße die Erkenntnis der Geschichte der Erdkruste im 19. Jh. das Weltbild veränderte - 'Geologie' wurde eine weltbild-bestimmende Naturwissenschaft.

Im Banne der Sintflut oder wenigstens irgendeiner großen Flut aber standen auch noch jene, welche man zu den **ersten Erforschern der Erdgeschichte** zählen kann. WOODWARD (H. HÖLDER 1989, S. 214), um 1700, unter anderem Fossiliensammler, sah die Schichtgebundenheit von Fossilien, ihr Vorkommen nur in bestimmten Schichten. Aber dennoch sollte die **Sintflut die Schichten gebildet** haben. Das Material, mit den Fossilen, habe sich dann nach der Schwere abgesetzt. Und auf eine große Flut führte die Abfolge der Schichten, der "Flötzgebirge" zwischen Harz und Thüringer Wald, auch LEHMANN 1756 zurück. LEHMANN war bestimmt einer der ersten bedeutenden Beschreiber von Schichten-Folgen. Den Sachverhalt, die Phänomene, richtig dargestellt. Die Interpretation im Banne der üblichen, in die Geisteshaltung der Gesellschaft eingefressenen Vorgaben.

Als eindeutiger Beweis für die Sintflut galten vielen die **Meeresfossilien**, große Ammoniten und Muscheln und Schneckenschalen, hoch **auf** kalkigen **Alpenbergen** und Gebirgen anderswo. Diese Muscheln und anderes auf Alpenhöhen sollten auch Beleg dafür sein, daß die Flut einst Gebirgshöhen erreichte. Ein kritischer Geist wie VOLTAIRE stand all den Bibelberichten ablehnend gegenüber. Zur Widerlegung der Sintflutlehre meinte er einmal, daß diese Versteinerungen auf Alpenhöhen von Pilgern herrührten, welche sie in längst christlichen Zeiten aus Italien mitbrachten und bei der Wanderung über die Alpen, vielleicht schweißüberströmt, wegwarfen. Hier hatte der bibelfromme HALLER (1775, 1776) allerdings leichtes Spiel. Als Schweizer wußte HALLER, daß solche Meeresfossilien auch fern von Wanderpfaden und auf kaum bestiegenen Höhen liegen, dort, wo Leute aus Italien nicht vorbeikamen. Ja, lieber Aufklärer VOLTAIRE, vor dem HALLER 1776, Vorrede warnte: "schrecklichster der Ausdrücke! Gegner GOttes!" GOETHE setzte sich während seine Zeit als Jura-Student in Straßburg gemäß seiner Autobiographie "Dichtung und Wahrheit" mit VOLTAIREs Ansicht noch auseinander und

meinte, daß die Fossilien auf dem "Baschberge" bei Straßburg ihm deutlich gezeigt hatten, daß er sich auf abgetrockneten Meeresgrund befand, der Berg also einmal von Wellen bedeckt waren, "ob vor oder während der Sündflut, das konnte mich nicht rühren ..." Andere vermißten in den angeblichen Sintflut-Ablagerungen alle Menschenreste und alle Reste von versunkenem Hausrat. Erst um 1800 wurden schließlich die Fossilien schichtweise aufgesammelt und deutlich, daß nicht alle Arten durcheinander lagen.

Die Logik versagt? Um 1790 kam die Lösung durch HUTTON: Die **Gebirge** stiegen langsam **aus dem Meere** empor und hoben die Tiere am Meeresboden mit empor.

Der führende Botaniker und Zoologe LINNE´ interpretierte die Schöpfung auf seine Art, aber auch er meinte: **Am Anfang sollte die Welt**, sollten **die Zustände auf der Erdoberfläche, im wesentlichen so vorhanden gewesen sein wie** sie wenigstens in der vom Menschen nicht sehr beeinflußten Natur **noch** bestehen. Nicht nur sollten die unterschiedlichen Formen, die **unterschiedlichen Arten** als solche einmal **geschaffen** worden sein, wie immer auch. In der Welt der Lebewesen sollten dabei eingerichet worden sein **ebenso die Proportion, das Zahlenverhältnis, der Raubtiere zu den Pflanzenfressern** und dieser zur Menge der verfügbaren **Pflanzen.** Von einem großen Berg aus sollten alle Lebewesen sich auf der erde verbreitet haben. Als man nach 1774, durch PRIESTLEY, den Kreislauf von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen dem Stoffwechsel der grünen Pflanzen und den Tieren fand, sollte auch dieses Wechselverhältnis seit allem Anfang bestanden haben, eben von Gott weise eingerichtet. Keine Vorstellung - woher auch? - von einer vielleicht einst anders gearteten Atmosphäre!

Widersprüche wurden zunächst kaum weiterverfolgt. Die Gravitation erklärt die heutigen Planeten-Bahnen. Aber die Bewegung aller Planeten im Sonnensystem von West nach Ost und die ihren Zusammenprall ausschließenden Entfernungen waren – so etwa bei MACLAURIN 1748 (S. 387) - einmal eingerichtet worden, was auf eine geschichtliche Entstehung hinauslief. Auch sollte es ja Korrekturen in der Weltordnung geben müssen – was LEIBNIZ' mit der Meinung von der besten aller Welten zu korrigierenden Überlegungen veranlaßte. "Neue" Sterne, ja "Revolutionen" auf dem Jupiter hat C. MACLAURIN 1748 / 2004, S. 391) auch erwähnt Aber das Historische war kein durchgehender Zug.

## Entwicklung, lange Historizität in der Natur - Erde und Weltall

Nach Anfängen am Ende des 17. Jh. werden in der Mitte des 18. Jh. Gedanken zu einer Entwicklung in der Natur vorgestellt, die nicht nur wie bei den Geologen die Erdkruste betraf, sondern auch den Himmel einschloß, ja sie fast auf die Organismen ausdehnte, am Ende, etwas übertrieben, "almost to the edge of the Darwinian theory ..." H. BUTTERFIELD 1960, S. 189). Man kann sagen: Die 'Wissenschaftliche Revolution " war also weitergegangen, stieß in ganz neue, dem statischen Denken der NEWTON-Welt fremde Bereiche vor. Überlegungen der Philosophen geben eher Gedanken als Realforschungen wider.

In einem wohl von 1695 (s. 1986) stammenden Manuskript hat LEIBNIZ sich zu "Unendlichkeit und Fortschritt" geäußert. Bei ihm steht hinter allem ein unveränderlicher Gott: "Das höchste Wesen kann an Vollkommenheit nicht vermehrt werden, weil es außerhalb der Zeit und der Veränderungen steht und die Gegenwart und die Zukunft gleicherweise in sich schließt" (S. 373). Es gibt also, in Gott, ein Unveränderliches. Aber für die den Menschen zugänglichen Verhältnisse fragt LEIBNIZ (S. 369), "ob die ganze Welt an Vollkommenheit zunimmt oder abnimmt , oder ob sie immer die gleiche Vollkomenheit bewahrt", nur die einzelnen Teile der Welt "die Vollkommenheit untereinander verschiedenartig austauschen", also der Vollkommenheitszunahme in einem Teil eine Abnahme anderswo entgegensteht, und "Wenn die gleiche Vollkommenheit der Welt bestehen bleibt, so können gewisse Substanzen nicht dauernd an Vollkommenheit zunehmen, da ja andere dann dauernd an Vollkommenheit abnehmen." Und dabei kann man ins Spätere übersetzt, vielleicht den interessanten Gedanken herauslesen, ob Fortschritt, fortschreitende Enwicklung, für alles in Welt möglich ist bei gleichbleibendem Energievorrat und gleichbleibendem Substanzvorrat in der Welt. Woher käme völlig neue Energie und Substanz? Als ein allgemeines Ordnungsprinzip, als Ausfluß "aus dem Gesetz der Ordnung", als "Axiom", sieht LEIBNIZ (so 1699/1992, S. 315), "daß *kein Übergang durch einen Sprung geschieht*", so wie "ein Körper, um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, bestimmte Zwischenstellen passieren muß"... und wie "für die Übergänge von Ort zu Ort" gilt das "auch für solche von Form zu Form oder von Zustand zu Zustand." Aus dem Nachlaß von LEIBNIZ, der 1716 gestorben war, wurde **1749** das Manuskript "**Protogaea**" (W. und A. DURANT 1966, S. 689) gedruckt, das etwas mehr als bloße Gedanken enthält und immerhin auch ein Fossil abbildet, wenn auch völlig falsch rekonstruiert. LEIBNIZ sah die Entstehung des Planeten Erde ähnlich wie dann KANT. LEIBNIZ überlegte dann auch die weitere Umbildung der sich abkühlenden Erde, ja die Umformung von Tieren. Aus frühen Meerestieren sollten sich die Amphibien und Landtiere gebildet haben. LEIBNIZ war also nicht bei der Kosmologie stehengeblieben. Er

ging weiter zur Geologie, also zur Erdgeschichtsforschung. Und schließlich gar zu einer spekulativen Evolutionsbiologie. LEIBNIZ **verband Kosmologie, Geologie, Biologie** - um die späteren Begriffe vorwegzunehmen - und führte wie 1772 SCHLÖZER zur Menschengeschichte, die schon antike Vorläufer hatte. Die religiöse Dogmenlehre wünschte LEIBNIZ aufgegeben,wandte sich sogar an den Paps - ohne Erfolg. Dem 1716 gestorbenem LEIBNIZ wurde ein kirchliches Begräbnis von beiden Konfessionen versagt (W. JASPER S. 34). 1756 läßt VOLTAIRE 1981, 2, S. 29: in einem fingierten Dialog zwischen LUKREZ und POSEIDONIOS den LUKREZ sagen: "Mir ist zu glauben gestattet, daß das, was heute ist, auch gestern war, auch vor einem Jahrhundert, auch vor hundert jahrhunderten und so fort vo jeher. Ich bediene mich deines" - das POSEIDPNIOS - "Arguments: niemand hat je die Sonne und die Sterne ihre beginnen, die ersten Tiere entstehen und lebendig werden sehen; also kann man annehmen, daß alles von Eiwgkeit her gewesen ist wie heute." Aber auch (S. 28): "Nein, das übersteigt meine Kräfte, aber nicht die der Natur, nachdem sie alle möglichen Formen erprobt hat, bei der einzigen anlangt, die lebendige Wesen zu erzeugen vermag." Ein Jahr vorher, 1755, hat die Zerstörung von Lissabon die Unbeständigkeit der Dinge nahegelegt.

Als **Durchbruch zur Erkenntnis einer Entwicklung in der Natur**, einer historischen Betrachtung der Natur, und zwar in behaupteten Millionen Jahren (S. 316), als ungeheuer weit gegenüber USSHER hinausgehend, gilt des 31-jährigen IMMANUEL KANTs **'Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels'** von **1755**, wonach aus einst den gesamten Weltall füllender dünner Materie Himmelskörper wurden, Sonnen, unsere wie ebenso die Fixsterne, und auch die Planeten, also alles eine allmähliche Entstehung aufweist (1755/1922; s. a. F. KRAFFT 1985). Jedoch wegen Bankrott des Druckers wurde das Druckwerk erst Ende des 18. Jh.als reprint weiter bekannt (O. REINHARDT et al. 1982, S. 349). Geboren als Sohn eines Handwerkers, eines Riemenschneiders, am 22. April 1725 in Königsberg, folgte hier der Schulbesuch, das Studium, nach 2 oder 3 Hauslehrerstellen 1747 - 1754 im Jahre 1755 die Habilitation an der Universität Königsberg, 1770 eine Professor, und am 12. Februar 1804 der Tod in Königsberg,. Und trotzdem KANT nie aus Ostpreußen herauskam, hielt er anfangs neben anderen Vorlesungen solche, hochbeachtet, in Geographie und Bezugnahme auf Geologie.

KANT war belesener Schriftgelehrter par excellence. Wie vor über 100 Jahren DESCARTES war KANT mit den Kenntnissen der Astronomen und der Physik NEWTONs vertraut. Aber er war trotz Begeisterung für den damals in Ostpreußen wohl klar "gestirnten Himmel über" sich kein nächtelang forschender Astronom und Experimentalphysiker. Es war eben das ausgreifende, an DESCARTES erinnende zeitgenössisches Wissen zusammenfassende Ideenwerk, welches hier neue Wege ging. KANT konnte auch nur auf einer begrenzten aus der Literatur ent-

nehmbaren Beobachtungsbasis über die ihm so wichtigen Nebel aufwarten (K. G. JONES 1971). Nicht nur im Vorwort, auch im Text immer wieder versichert KANT, daß hinter allem als erster Urheber Gott steht. Das auch im toleranten Preußen FRIEDRICH des GROSSEN. Wie einst DESCARTES in den Niederlanden. Aber die Größe Gottes sollte gerade darin bestehen, daß er zwar die Welt schuf, aber ein solches System zuwegebrachte, daß gemäß den von Gott eingegebenen Gesetzen von allein nicht nur läuft, sondern sich weiterentwickelt. Er, Gott, sich also völlig zurückziehen konnte. Gott ist wie ein Betriebsgründer, dessen Betrieb dann ohne seine sichtbare Anwesenheit des Chefs dennoch funktioniert. Wenn KANT die Schöpfung weit zurückverlegte, so hatte er ausreichend Zeiträume für die Selbstentwicklung im Weltall. Vor der Schöpfung gab es schon "den unendlichen Raum" (S. 315). Der "Urstoff" hatte in diesem Raum unterschiedliche Dichtigkeit (S. 314), Es gab also einen Mittelpunkt. Trotzdem "in einem unendlichen Raume kein Punkt eigentlich das Vorrecht haben kann, der Mittelpunkt zu heißen", so - man verlange nicht zu viel Logik - war der "Urstoff ... zugleich mit seiner Schöpfung an einem gewissen Orte vorzüglich dichter gehäuft" (S. 314). Die "Schöpfung oder vielmehr die Ausbildung der Natur" fing "bei diesem Mittelpunkt zuerst" an und wurde "mit stetiger Fortschreitung nach und nach in alle ferneren Weiten ausgebreitet ..., um den unendlichen Raum mit dem Fortgange der Ewigkeit mit Welten und Ordnungen zu erfüllen" (S. 315). Von innen nach außen sollte die Weltenbildung fortschreiten: Jede Periode "wird immer nur eine endliche Sphäre von diesem Mittelpunkt an zur Ausbildung bringen; der übrige unendliche Teil wird indessen noch mit der Verwirrung und dem Chaos streiten" (S. 315), und "die Sphäre der ausgebildeten Natur ist unaufhörlich beschäftigrt sich auszubreiten" (S. 316). Aber "die Schöpfung den Charakter der Beständigkeit nicht mit sich führet" (S. 318) und es gibt also in gewissen Regionen Zerfall. Jedoch dem steht gegenüber, "daß das Universum dagegen in andern Gegenden an Welten fruchtbar sein werde, um den Mangel zu ersetzen, den es an einem Orte erlitten hat" (S. 319). Im Weltall gab es also nicht eine alles umfassende Katastrophe, sondern es gibt eine ständige Weiternentwicklung, mit Aufbau und Zerfall, herrscht jene langsame fortgehende Umbildung, was später, im 19. Jh., Aktualismus genannt wird. Da das Weltall insgesamt bestehen bleibt, kann es ein 'Jüngstes Gericht' höchstens für das Sonnesystem geben. Am Anfang war die dünne Materie gleichmäßig im Raum verbreitet. Als sich, infolge der "Kraft der Anziehung" Himmelskörper, "Klumpen", bildeten, "welche alle den ehemals zerstreueten Stoff der Weltmaterie in sich fassen" (S. 342), kam es außerhalb der Himmelskörper zu dem "nunmehr leeren Himmelsraume" (S. 343), in dem die Himmelskörper unbehindert kreisen. Die äußeren Planeten des Sonnensystems haben geringere Dichte, weil hier die Materiekonzentration weniger weit fortgeschritten ist (S. 144). Die Attraktion der sich bewegenden Zentralkörper brachte die Achsendrehung der Planeten und um diese ihrer Monde (S.

286). Es gab keine regellose Anordnung. Der uns nahe Fixsternhimmel zeigt eine Konzentration der Sterne in einer Ebene und das ist Milchstraße. Und es gibt auch weitere Fixsternsysteme (S. 310), 'Milchstraßen', die sich wie unser Milchstraßensystem bildeten - eine Vorwegnahme dessen, was erst das 20. Jh. nachwies. Der sich verfestigende Planet bildet Ungleichheiten auf seiner Oberfläche, bei der Erde Gebirge in Äquatornähe (S. 291). Das **Sonnenfeuer** soll auf Verbrennung beruhen, fordert also Luft (S. 317) und der Brennstoff ist nicht unerschöpflich, die Sonne also einmal erlöschen (S. 329). Für einen Großteil der bekannten Daten über das All, bis hin zur Dichte der Planeten, wurde also eine **Erklärung gefunden**. Hier sprach der Philosoph und die spätere Geologie zitiert KANT kaum. Auch auf anderen Himmelskörpern sollten Wesen wohnen. Von den Daten, der Empirie her, lagen KANTs Annahmen auf dünnem Eis. Himmelskörper zeigten ja fast keine beobachtbaren Umbildungen, nur sind sie verschieden, auch die Planeten in ihrer Dichte. Das Neuauftreten plötzlich heller Sterne im 16. Jh. lag schon eltiche Zeit zurück. Und zu ferner Materie und andersartigen, vielleicht noch unreifen Himmelsgebilden werden nur kurz Beobachtungen von MAUPERTUIS in Berlin (S. TOULMIN et al. 1985; S. 218) angeführt, bei KANT zitiert als "lichte Stellen am Himmel, welche neblichte Sterne genannt sind und vor einen Haufen kleiner Fixsterne gehalten werden" (Fußnote S. 234). Der Ausdruck 'Nebular-Hypothese' kam später, wohl vor allem im Zusammenhang mit LAPLACE.

Warum im Universum **Ordnung** entstanden war und Organismen Anpassungen ausbildeten, erklärte DIDEROT schon **durch** das **Selektions-Prinzip**, so unbestimmt es, lange vor DARWIN, auch formuliert war: "Alle fehlerhaften Kombinationen sind verschwunden und nur die übriggeblieben, deren Mechanismus keine bedeutenden Widersprüche enthalten hat und die selbständig fortbestehen und sich fortpflanzen können. .. Selbst jetzt ist die Weltordnung nicht so vollkommen, daß nicht ab und zu Mißgeburten auftauchen könnten ..." (zit. bei W. und A. DURANT 1967, S. 640).

Das **Historische in der Natur, die Entwicklung** zu **erkennen**, erscheint auf dem Hintergrund der seinerzeitigen biblisch geprägten Weltbetrachtung als **eine der großen Leistungen** und nicht als eine Selbstverständlichkeit in der Entwicklung der Naturwissenschaften. Und das erst, nachdem in der Mathematik schon bleibende großartige Leistungen vollbracht waren, an denen sich die Abiturienten noch heute abmühen und Naturgeschichte viel leichter erscheint.

Die in das 19. Jh. hineinführende 'Romantische Naturphilosophie' sprach von Umwandlungen in der Natur nach der Schöpfung (K. H. WIEDERKEHR 1990, S. 169), aber in der Gesamtbetrachung völlig unbestimmt und rein spekulativ. **Solide Grundlagen** für Vorstellungen **über Geschichte in der Natur** legte **zuerst** wohl die Erdgeschichtsforschung, **die Geologie** mit Einschluß der Paläontologie,

und das eher als die Biologie im engeren Sinn, und die Geologie trotz aller noch weiteren Wendungen, zwischen Uniformitarismus/Aktualismus und Katastrophentheorien und anderem. Und die Konzepte der Geologie bestimmten dann auch die einer Erorterung der Herausbildung der Lebewesen, sprunghaft oder schrittweise und anderes. Etwa zwei Jahrhunderte lang haben dann Tausende Geologen und das noch ohne wirkliche Beendigung beigetragen, das alte religiös geprägte Weltbild von der Entstehung und Geschichte der Erde zu beseitigen. Auch, wenn einige Erdgeschichtsforscher nicht von jedem religiösen Glauben lassen wollten, ja manche eine unmögliche Versöhnung versuchten. Führende englische Geologen und gleichzeitig in der anglikanischen Kirche geweihte Geistliche haben trotz HUTTON erst in den 1830-er-Jahren den Gedanken der einmaligen großen Flut aufgegeben, A. SEDGWICK 1831, G. B. GREENOUGH 1834, und der Hauptverteidiger der Flut BUCKLAND 1836 (D. R. DEAN 1981, S. 116). Priesterweihe war in England für studierte Leute eine ziemlich normale Sache (D. KNIGHT 1986, S. 38). Die biologische Herkunft der Menschen war vor allem in England noch bis weit ins 19. Jh. tabu, und selbst DARWIN deutete sie 1859 nur fern an und wagte sich erst 1871 an dieses Sujet.

**Das Problem des offensichtlich mühsam erworbenen Erkenntnisstandes bis zu dem in der neuen Zeit**

Ohne Anerkennung der langsamen Menschenwerdung aus einem Urzustand stand man hilflos gegenüber dem Sachverhalt, daß zweifellos die Kenntnisse der Menschen gerade seit etlicher Zeit beachtlich zunahmen, aber deswegen die Frage aufkommen mußte, **warum** der **Gott**, der die Menschen erschaffen hatte, nicht **alle die gegenwärtig neu erworbenen Kenntnisse und Erkenntnisse nicht von Anfang an mitgegeben hatte.** Hatte der Urvater Adam alle Erkenntnisse und waren sie mit seinem Sündenfall wieder verlorengegangen? An Adams 'reine und unbefleckte Naturerkenntnis' glaubte im 17. Jh. jedenfalls BACON (S. SHAPIN 2001, S. 53) wie der englische Mediziner Sir THOMAS BROWNE (R. H. ROBBINS 2004), und GALILEI nahm an, Salomon und Moses "hätten 'vollkommenes Wissen über die Beschaffenheit des Universums besessen" (S. SHAPIN 2001, S. 53).

Die Mathematik hatte ihre Gültigkeit wohl ewig, die Naturgesetze wie etwa die Planetenumläufe wohl auch, und Felsen standen wohl ebenfalls wenigstens lange. Und dennoch mußte alles allmählich und ohne Ende bis in unsere Zeit gefunden werden, fanden eben **erst** die alexandrinischen Mathematiker wie EUKLID vieles und erst im 17. Jh. DESCARTES die Analytische Geometrie. Wieso? Aber etwa die Felswand am Fluß veränderte sich viel weniger als die Ansichten über sie bei den Geologen, die vor der Felswand standen oder dort ihre Hämmer ansetzten. Gehörte es in den 'göttlichen Weltenplan', daß "der" Mensch erst nach und nach

und mit Anstrengung zu seinen Einsichten gelangte?

Wie KEPLER zu seinen Entdeckungen eigentlich recht hoffärtig meinte: "... hat doch Gott sechstausend Jahre" – die angenommene Zeit seit der Schöpfung – "auf den gewartet, der sein Werk beschaute" (zit. aus C. F. v. WEIZSÄCKER 1944, S, 26). Ja, warum ließ denn Gott "warten" und hatte nicht schon Astronomen der Antike mit KEPLERs Weisheit ausgestattet? Das Problem des Fortschrittes, eben ein Menschenwerk!

Das physikalische Universum blieb, was es war, auch wenn es in ihm Umbildung gab. Die Vorstellung der wissenden Menschen vom Universum entwickelte sich nunmehr rasch. und es gab einen schnellen Wandel des "humanen Universum" (G. G. SIMPSON 1960, S. 966), des Bildes wenigstens der Wissenden von Universum.

## Wirkungen und Wechselwirkungen in der Natur

Die Dinge und auch die Menschen konnte man nicht isoliert sehen. Der Mensch, auch wenn er Gottes Schöpfung sein sollte, war nicht nur durch Erziehung beeinflußbar, sondern auch durch Faktoren der Umwelt. Und wenn heute nicht veränderbar, dann sollten Menscheneigenschaften und gesellschaftliche Merkmale wenigstens einmal unter bestimmten Bedingungen entstanden sein. Das sollte vor allem für das **Klima** gelten. Und schon BODIN hatte solchen "**Geographischen Determinismus**", "**Environmentalism**", vertreten, ein Übel für jene, welche die vom Menschen ausgehende Gestaltungsfähigkeiten besonders betonen. MONTESQUIEU sah 1748, daß je nach Klima die Gesellschaften unterschiedliche Gesetze haben. SCHEUCHZER (M. KEMPE 2005) betonte die Klimaabhängigkeit etwa des Charakters der Völker, das ausgeglichene 'Glücklichsein' in der gemäßigten Zone, das "elende Leben" der 'polarischen Länder'. Und besonders glücklich mußten unter ihrem optimalen Klima sich die Schweizer fühlen. Strenges Klima aber schuf gemäß dem Abbe RAYNAL arbeitsame Menschen (W. B. COHEN 1980).

Sonne und damit **Licht** sollten nach allgemeiner Auffassung am Ende des 18. Jh. die von ihren Stammeltern, zuletzt von der Familie Noah aus, die in die verschiedenen Weltgegenden gewanderten Menschen etwa **in der Hautfarbe** geprägt haben. Werden weißhäutige Europäer im Süden nicht gebräunt? Leider verkannte man die Grenzen dieser Bräunung! Aber argumentiert wurde etwa auch damit, bei G. PROCHASKA (1797, S. 58), daß etwa die Ureinwohner am "Vorgebirge der guten Hoffnung", also im mehr klimatisch gemäßigten Südafrika, 'bleichere' hautfarbe haben.

Auch ohne eine vordergründige Physikotheologie sahen Naturforscher wie LINNÉ

bedeutende **Wechselbeziehungen** in der Welt der Lebewesen. LINNÉ (1765, S. 9) stellte fest, daß die einzelnen Haustier-Arten verschiedene Gewächse als Nahrung besonders gut vertragen, andere wegen Giftigkeit meiden müßten und leitete ab, daß der "allweise Schöpfer eine solche Einrichtung auf unserer Erde gemacht hat, daß er einige Kräuter einigen Thieren erlaubt, und hingegen andere andern verboten hat ..." und sah darin eine wichtige Einrichtung der "göttlichen Haushaltung in der Natur." LINNÉ beschrieb auch das Gleichgewicht zwischen pflanzen- und fleischfressenden Tieren, das von allem Anfang an und immer in gleicher Weise bestanden habe.

## Wissenschaft für Laien und im Geheimen

Auch im Geiste der Aufklärung wurden in **Salons** sogar Experimente zur Wissensvermittelung wie sicherlich zur Unterhaltung durchgeführt. Luftpumpen mit erzeugtem Vakuum und Elektrizität fanden starkes Interesse, und der englische Maler JOSEPH WRIGHT von Derby schuf jenes 1768 ausgestellte anrührende Gemälde, auf dem ein Kind, getröstet von einem Erwachsenen, dem Sterben eines Vogels in einem Vakuum im Interesse der wissenschaftlichen Bildung zusieht. Was in der Antike wohl eine Angelegenheit einer relativ kleinen Elite war, rationalwissenschaftliches Denken, wurde nun nicht allem Volke, aber doch einer gebildeten Schicht zugeführt. Es waren adlige und begüterte Frauen, die in Paris und auch anderswo Salons unterhielten, auf denen die führenden Männer aus Wissenschaft und Philosophie erschienen und die Frauen die Moderation führten.

Viel an Aufklärung oder was manche darunter verstanden verlagerte sich etwa in Deutschland, auch England, in **Geheimgesellschaften** (H. MÖLLER 1986). Dem von dem Ingolstädter Kirchenrechtsprofessor ADAM WEISHAUPT 1776 gegründeten **Illuminatenorden** wurde obrigerseits besonders mißtraut, er trotz seines Strebens nach Tugend verboten. Aber WEISHAUPT fand Asyl in Gotha, und wurde später auch in Bayern rehabilitiert. Aber Aufklärung im Geheimen - eher überhaupt ein Widerspruch?

Aber es gab auch **Wissenschaft für alle**, die lesen konnten, **Populärwissenschaft**, "Newton für Frauen".

Viele Bereiche der Natur, so die Erdrinde oder der menschliche Körper, sind so reich an Phänomen, daß unmöglich die Fakten alle bekannt sein konnten, bevor an theoretische Überlegungen gedacht wurde. Es wurden "**Systeme**" geschaffen, Rahmen, die auf einigen Fakten aufbauten und in welche ungeachtet ihrer Unvollkommenheit, ja diese mißachtend, die bekannten Fakten eingeordnet wurden, etwa in der Geologie. Mediziner versuchten um 1800, alle Gesundheit und Krankheit auf

Nervenerregung zurückzuführen.

Der **Gedanke der Freiheit des Denkens** wirkte in die folgenden Zeiten weiter und wurde nur im 20. Jh. in etlichen Staaten ausgesetzt. Der französisch schreibende Schweizer BENJAMIN CONSTANT zeigte nach der Erfahrungen der NAPOLEON-Zeit die Notwendigkeit der Gedankenfreiheit gegen Stagnation. Aber intellektuelle Freiheit sollte für Gebildete, Aufgeklärte , Wohlhabende gelten (J. DARWIN 2010, S. 221), um Aufruhr zu vermeiden. Klar muß wohl sein: Meinungsfreiheit bedeutet in irgendeiner Weise auch Handeln der **eine bestimmte Meinung Tragenden in bestimmter Richtung**, und sei im modernen Staat in der Wahlkabine! In der weiteren Geschichte wurde vieles problematischer als es manchmal erschien!

## Allmacht der Erziehung? Pädagogik in der Aufklärung

Im Denken vieler Aufklärer und auch der nachfolgenden klassischen Dichter und anderer sollte durch Änderung der Menschen, Änderung der ihnen vermittelten Gedanken, die Welt veränderbar sein. Der Marquis von Posa in SCHILLERs "Don Carlos" meinte gar den finsteren spanischen König PHILIPP II. zum Umdenken zu bringen, "umzuerziehen". Die Jesuiten hatten in ihren zahlreichen Schulen, Kollegien und der von ihnen nahezu besetzten Universitäten in katholisch gebliebenen Ländern zur Rekatholizierung auf Erziehung, ständige Beeinflussung gesetzt (K. BOSL 1976).

Was ist "Erziehung"? Menschen, und zwar möglichst 'von klein an' bestimmte Anschauungen einzupflanzen, vielleicht gar regelrecht "einzuimpfen". Im 20. Jh. wird man von "Gehirnwäsche" sprechen - und meint nur die anderen. Und so wurde der Kleine einer katholischen Familie eben wieder Katholik, der kleine Moslem wieder eiu Moslem. Wie war es dann möglich, daß die offensichtlich so prägbare menschliche "Seele" dann doch zu neuen Gedanken kam? Durch Anschauen der nicht mehr als 'glücklich' empfundenen Verhältnisse? Etwa zum Nachdenken veranlaßt durch entsetzliche Kriege, in denen der in der bisherigen Erziehung gefeierte "Held" zum Bündel blutenden Menschenfleisches zusammengestoßen wurde? Einflußnahme durch Fremdeinflüsse? Nicht die eigene Familie oder Nation mußte offensichtlich die besten Ansichten haben! Waren die Südseevölker, die "Perser" - siehe MONTESQUIEUs "Persische Briefe" - am Ende 'klüger'? Ohne alle Konzessionen an heidnische Autoren wäre die katholische Kirche unbehelligt geblieben - sie, die allerdings nicht unbeeinflußt in heidnischer Umwelt entstand? Und hatte es nicht sehr lange gedauert, bis die neuzeitliche Wissenschaft, bis die so viele Gebiete umfassende Aufklärung, mit ihrer Kritik an der überlieferten Religion entstand? Wie kann Neues in Menschenhirnen zustandekommen? Und war es vielleicht eine

Illusion der Aufklärer, daß nun das, was sie anerziehen wollten, auch durch andere Einflüsse wieder aufgehoben wurde? Denn wer kann für Dauer erziehen? Einer, der sich im Besitz letzter 'Wahrheit' glaubt?

Unter den Philosophen des 18. Jh. war CLAUDE-ADRIEN HELVETIUS (V. KLEMPERER 1954, S. 233 ff.) der große Befürworter des Erfolges von Erziehung, in seinem Buch "De l'Esprit"/Vom Geist' von **1758**. In 6 Monaten gibt es 20 französische Auflagen, und Übersetzungen erschienen auch auf Englisch und Deutsch. Aber am 3. Januar 1759 war das Buch in Paris verbrannt worden, aber wegen antiklerikaler Ansichten. Um seinen Drucker zu schützen, unterzeichnet der so als menschlich geschildeter HELVETIUS einen Widerruf (V. KLEMPERER 1954, S. 232). HELVETIUS Ansicht ist: Die **Umwelt, die 'nurture'**, **entscheidet** über den Menschen **völlig**, sein Schicksal unter den oft zufälligen und vom einzelnen nicht beeinflußbaren Umständen. Es heißt, und manche mögen das im 21. Jh. auch so sehen: "Die Ungleichheit" der Fähigkeit der einzelnen Menschen "ist immer die Wirkung der verschiedenen Situationen, in die sie der Zufall gebracht hat" (zit. bei W. und A. DURANT 1967, S. 692). Selbst die Sucht nach Ruhm, der Ehrgeiz nach Höherem, war ihm Ergebnis der Erziehung. Der Kirche sollte die Erziehung genommen werden. Technik und Naturwissenschaft sollten in der Erziehung stark berücksichtigt werden. Auch Nationalcharaktere wurden durch die Umstände geformt. Der Mensch war also wie bei LOCKE Tabula rasa, die welche die Umwelt einschrieb. Und welche Umstände *erziehen'? Vor allem der Erzieher oder auch die übrige Umwelt, das soziale und unbestimmte geistige Milieu. Die Kirchen haben immer wieder krampfhaft versuche, die 'Erziehung' in ihren Händen zu bewahren!

1715 geboren in der Familie des mit 20 Kindern gesegneten Leibarztes von MARIA LESCYN'SKA, seit 1725 Ehefrau des französischen Königs LOUIS XV., konnte der Sohn CLAUDE-ADRIEN HELVETIUS das Jesuitencolleg Louis-le-Grand besuchen und er wurde als Generalsteuerpächter ein sehr reicher Mann. Die Bekanntschaft mit den Philosophen der Zeit ließ ihn seine Laufbahn ändern. Hat der Aufstieg aus so wechselvollen Umständen das Denken des HELVETIUS gelenkt? Er, der das Schicksal der Armen gebessert sehen wollte!

Gegen des HELVETIUS Ansicht von der Fast-Allmacht der Erziehung standen jedenfalls oft DIDEROT und VOLTAIRE. Der spöttische VOLTAIRE sagte andererseits einmal: "Wir sind eine Gattung von Affen, denen man beibringen kann, vernünftig oder unvernünftig zu handeln" (zit. bei W. und A. DURANT 1967; S. 778). Die 'Canaille', wie sie VOLTAIRE nannte, könne man nicht erziehen und solle auch nicht, denn er, VOLTIARE, in Ferney, brauche für die Bestellung seines Bodens Handarbeiter und keine Schreiber (S. 776). 'Erziehen' solle man vor allem Fürsten, damit sie 'aufgeklärte Despoten' würden und dann auch Brauchbares zu-

standebringen - die "The'royale". Manche mehr oder weniger aufgeklärten Fürsten haben durch Schul- und auch Hochschul-Gründungen ja auch manches zuwege gebracht, in Braunshweig wie in Stuttgart. Im Sinne des HELVETIUS dachten der Strafrechtsreformer BECCARIA und dachte CONDORCET.

Der weiterwirkende **Erziehungsroman** wird dann ROUSSEAUs '**Emile'**/'Emil ou de deducation' von **1762**. Am Beispiel eines Kindes, des Knaben 'Emil', werden Fragen der Erziehung recht überzeugend behandelt, von einem, der die eigenen Kinder dem Findelhaus übergeben hatte, aber in vielen hohergstellten Familie mit Kindern Gast war und hier Kinder beobachten konnte. ROUSSEAU (s. 1910) wirbt für **die eigenständige Kindheit**, in dem man vor allem auch im Freien viele eigene Erfahungen sammeln kann: "Die Natur will, daß die Kinder, ehe sie Männer werden. Kinder sein sollen. Wenn wir diese Ordnung umkehren wollen, so bringen wir vorzeitige Früchte hervor, denen es an der nötigen Reife wie am rechten Geschmack fehlt und die in kurzem verderben. Die Kindheit ist eine nur ihr eigene Art und Weise, zu sehen, zu denken, zu empfinden ..." Emil war ein Kind unter günstigen Umständen und auch nicht übermäßig aufsässig. Gelesen und bewundert wurde das Buch.

**Wem gehören Erziehung und Bildung**? Der Kampf zwischen verschiedenen Richtungen, vor allem **zwischen Religiösen und Säkularen**, sollte durch die Jahrhunderte weitergehen. Und ist auch im Jahre 2000 nicht beendet! 'Wem die Jugend gehört, dem gehört die Zukunft'? Gehört die Jugend irgendwem und "hört" die Jugend? Und es blieb eine Frage der Wissenschaft: Wie "bildsam" sind die Menschen von ihrer 'Biologie' her! Und wozu sind sie alles zu "erziehen"? Im 18. Jh. wurde immer wieder für **staatliche Erziehung** plädiert. An anderen Stellen als bei dem schön isoliert aufwachsendem Emil auch bei ROUSSEAU. Jene Leute, die sich selbst aus der ihnen angediehenen kirchlichen Erziehung gelöst hatte, die menten nun wohl, daß **nach ihnen nur Leute kommen dürfen, welche im Geiste der neuen Erzieher denken**. Vor allem das 20. Jahrhundert hat dann wohl riesigen Erziehungsaufwand nach verschiedener Richtung gebracht und nach zeitweiligen 'Erfolgen' wieder zusammenbrechen gesehen und es mußte auch **immer wieder 'umerzogen'** werden. Von der einmal gemachten 'Erziehung' blieben aber stets auch 'Reste' in der geänderten Zeit! O Illusion von dem einheitlich führbaren "Menschengeschlecht'? Die Jakobiner haben es mit der Guilliotine auf ihre Weise zu lösen versucht! Widerstand gegen die Erzieher gab es immer auch. Im 20. Jh. glaubte SKINNER an die Konditionierung der Menschen. Die richtige Frage der Anthropologin MEAD (bei W. L. OLTMANS 1974, S. 84): "Was Skinner betrifft, so lautet die entscheidende Frage; Wer programmiert Skinner?"

Für das ältere Preußen etwa hat der durchaus auch gebildete Adlige und Militär FRIEDRICH AUGUST LUDWIG VON DER MARWITZ (s. 1989, S. 36) für die

Zeit um 1800 ironisch eingeschätzt: "Die Erziehungsschriften und die Lesebücher für die Jugend, welche man damals hatte, waren ganz im Geiste des lichtvollen achtzehnten Jahrhunderts, welches sich einbildete, nicht nur erleuchteter zu sein als alles, was früher dagewesen war, sondern auch seinen Nachkommen solche Weisheit und solche Einrichtungen hinterlassen zu können, die niemals übertroffen, also in alle Ewigkeit bestehen und fortwährend bewundert würden. - Nachdem der Aberglaube ausgerottet war, glaubte der Verstand, vorzüglich der französischen Philosophen, keine Grenze mehr anerkennen und alles überfliegen zu dürfen: ..." Immerhin wies diese Passage auf eine Schwäche mancher neuen Bewegung hin: An ihre Ewigkeit, ihre Unüberwindlichkeit, an ein Ende der Geschichte zu glauben, im Widerspruch zu eigener Propaganda für Progression.

## Harte Strafen und dann Humaneres gegenüber den Menschen - auch gegenüber Straffälligen

In **England** wurden bei allen politischen Problemen und Auseinandersetzungen neben echten Verschwörern auch hervorragender Menschen hingerichtet, bei HEINRICH VIII, im 16. Jh. und danach. "Wie viele tugendhafte Patrioten, wie viele weise Staatsmänner und Minister sind unter dem Beil des Henkers gefallen. Welche Erbitterung der Herzen, welche Ausschweifungen des Geistes auf jedem Blatte der britischen Annalen" (N. M. KARAMSIN in 1977, S. 622). Viele Hinrichtungen unter HEINRICH VIII. (F. HACKETT 1996) wurden in großer Grausamkeit durchgeführt, der zu Richtende stundenlang nach dem Abnehmen als noch Lebender vom Galgen ausgeweidet. Wenn bei der 2. und 4. Gattin von HEINRICH VIII. 6 Ehefrauen, der ungetreuen ANNA BOLEYN am 19. Mai 1536 und der KATRIN HOWARD auch durch aufgedeckte Vergangenheit etwa 20-jährig am 13. Februar 1542 , durch einen geglückten Schwertstreich der Kopf im Augenblick von Rumpf getrennt wurde, so erscheint das schon wie gnadenvolle Moderne im Strafvollzug. Der am Tod vieler mitschuldige Kanzler THOMAS CROMWELL hatte 1540 vergeblich auf einen solchen gnadenvollen Tod gehofft. Daß es **bei allen Schandurteilen** in all der Geschichte **immer juristisch völlig abgesichert** zuging - **o Schande aller Justiz aller Zeiten!** Die Hinrichungsverfahren in Europa konnten mit jedem indianischen Marterpfahl konkurrieren.

In **Portugal** wurden zwischen 1732 - 1742, also unter dem eine Akademie gründenden König JOHANN V., 66 Menschen verbrannt. Nach Erdrosselung wurde verbrannt der Körper des aus Brasilien nach Portugal gekommenen Dramatikers ANTONIO JOSE DA SILVA (W. und A. DURANT 1969, S. 306). Eine Sklavin sollte verpfiffen haben, daß er den Sabbat einhalte, als heimlichen Judaismus betrieb (Wikipedia 2016). Am Abend des Hinrichtungstages dieses Jahre eingekerkert gewesenen

Mannes soll in einem Lissaboner Theater eines seiner beim Publikum beliebten Stücke aufgeführt worden sein. In dem nach dem Spanischen Erbfolgekrieg von dem Bourbonen PHILIPP V., regierten **Spanien** verurteilte die **Inquisition** (W. und A. DURANT 1969, S. 323) in den Jahren 1720 - 1727 868 Personen, von denen 828 der heimlichen Anhängerschaft an den Judaismus beschuldigt wurden und 75 von diesen wurden **verbrannt**. Andere kamen auf die Galeeren. 1722 übernahm PHILIPP V. bei einem prächtigen Autodafe in Madrid zur Feier der Ankunft einer französischen Prinzessin den Vorsitz und wurden dabei 9 Ketzer verbrannt.. Unter PHILIPP V. Nachfolger FERDINAND VI. wurden 1756 - 1759 "nur" 10 Menschen lebend verbrannt.

In der **Justiz** gab es also im 18. Jh. noch zahlreiche Schandurteile und grausame Hinrichtungen aber am Ende gab es eine Milderung in den Urteilen und in der Vollstreckung, gerade bei Todesstrafen, die man allerdings in der Terrorherrschaft der Französischen Revolution dennoch massenweise einsetzte, Aber insgesamt wurde erreicht, daß auch der strafffällig gewordene **Mensch** anders, **humaner betrachtet** wurde. In Deutschland trat in der **Justiz** im frühen 17. Jh. für mehr Humanität ein, auch für einheitliches Völkerrecht und Anerkennung der Gleichheit der Menschen auf christlicher Gundlage SAMUEL VON PUFENDORF, ein in Dorfchemnitz in Sachsen 1632 geborener Pfarrerssohn. Ähnliche Gedanken kommen von THOMASIUS: Verdienste der Kirchen an diesen Änderungen sind kaum zu sehen! Schließlich aber: Nicht nur die Hexenverfolgung wurde eingestellt und der **Hexenwahn abgetan**, auch die **Bestrafung** von echten Übeltätern wurde öfters **nicht mehr unmenschlich** durchgeführt, Folter zunehmend abgeschafft. Aber das dauerte und viele mußten bei der Vollstreckung der Todesstrafe noch schrecklich leiden.

Die Abrechnungen des als aufgeklärt geltendenZaren PETER (H. VALLOTON 1978, S. 152 ff.) in **Moskau** im Interesse der Staatsräson an seinen **aufständischen Strelitzen** mit grausamer Folter, Hängen, Köpfen, Rädern 1698/1699 steht in den Grausamkeiten in Europa mit an vorderer Stelle. Hier wird immerhin eine neue Staatsordnung durchgesetzt. Am 5. Januar 1757 geht König LUDWIG XV. (J. LEVRON 1982, S. 212 ff.) in Versailles die Treppe hinab und trotz Leibwächtern kann sich ein Mann herandrängen und den König mit einem Messer verletzen. Erst merkt der König fast nichts, dann spürt er Blut, dann scheint sein Leben bedroht zu sein, aber am 11. Januar kann er sich wieder aufrichten. Der Messerstecher, ROBERT-FRANCOIS DAMIENS, der sich als Hausdiener bezeichnete, wurde gefaßt. Die Rache ist furchtbar. einen ganzen Tag lang wird der Attentäter vor großem Publikum grausamst zu Tode gebracht. 1757 - noch Strafgericht des Mittelalters. Wie es mit Strafen zuging, was sich änderte, kann man etwa an Portugal ersehen (OLIVEIRA MARQUES 2001, S. 302 ff.). Zwischen 1750 und 1759 hat

die die nahezu unabhängige Inquisition in Portugal noch 1197 Verurteilungen ausgesprochen, 18 Personen verbrannt. Daß es mit der Abschaffung von Irrsinnstrafen nur langsam voranging zeigt ein Spott VOLTAIREs, daß in Spanien und Portugal die Scheiterhaufen nur nicht mehr so häufig angezündet wurden, aber eben immer noch. 1769 hat Premierminister POMBAL die Inquisition als unabhängigen Gerichtshof beseitigt. Keine öffetnlichen Autodafe's mehr, ebenso Ende der religiös begründeten Todesurteile und Strafen für Häresie. So schnell konnte sich ein Strafrecht ändern! Für Dinge, die vorgestern noch mit dem Tode geahndet wurden, gab es nun, zehn Jahre später, keine Strafe mehr. Allerdings die vermuteten Hintermänner eines Attentats auf den König, etliche Jesuiten und Adlige, beschuldigt der Tavoras-Verschwörung 1758/1759, konnten den Tag ihrer Geburt nur verfluchen und POMBAL stand jedenfalls damals der Härte eines RICHELIEU gegen seiner Fronde´nicht nach. Zwischen den einzelnen Gerichten in Frankreich gibt es schreiende Widersprüche. Als vielerorts schon milder geurteilt wird, kann ein Gericht in Abbeville am 28. Februar 1766 im Interesse der katholischen Kirche einen beim Militär dienenden 18-jährigen Edelmann, Chevalier DE LA BARRE (s. VOLTAIRE 1981 3, S. 340 ff., 451), der ein Kreuz an einer Brücke beschädigt haben sollte und dem religionsabwertende Lieder nachgesagt wurden, zum Tode veruteilen und wurde das Urteil nach reichlich 4 Monaten am 1. Juli vollstreckt. Immerhin wurde erst der Leichnam den Flammen übergeben, mit ihm ein bei ihm gefundenes Exemplar von VOLTAIREs 'Dictionnaire philosophique' (S. 451). Auch Voltaire hatte zu denen gehört, welche gegen diese Verurteilung protestierten, auch an den jungen König LUDWIG XVI. Diesmal umsonst! Die Zustände mußten als völlig widerlich erscheinen. Von 'Klassenjustiz' kann hier nicht einmal die Rede sein, sondern nur von Verfolgtung in religiösem Wahn. Noch 1766!.

Eine **Änderung von Strafrecht und Sträflingbehandlung** im Sinne des Humaneren forderte der seinerzeit 26-jährige Mailänder Aufklärer und Ökonom CESARE BECCARIA in seiner Schrift über Verbrechen und Bestrafungen, "Dei Delitti e delle Pene" von **1764**. BECCARIA (P. HAZARD 1939) hatte in den Mailänder Gefängnissen mit Inhaftierten gesprochen und sich ein Bild von deren Vergangenheit und Behandlung gemacht, war für Vorbeugung von Verbrechen und sah in der stets geheim durchgeführten **Folter** rep. 'Tortur' eine die Öffentlichkeit eher beunruhigende als abschreckende Maßnahme. BECCARIA war auch für die Abschaffung der Todesstrafe. BECCARIAs Buch wurde bald in andere Sprachen übersetzt, seine Vorstellungen zunehmend und in den einzelnen Ländern unterschiedliche verwirklicht. Im Kurfürstentum Sachsen wurde 1770 die Tortur abgeschafft. Die Todesstrafe wurde bei weniger Verbrechen vollzogen. Die Habsburger Kaiserin MARIA THERESIA hatte in ihrem Strafgesetzbuch 'Constitutio Criminalis Theresiana' von 1768 noch "genaue Regeln für die Anwendung der Folter niedergeschrieben", aber unter BECCARIAs Einfluß wurde 1776 die

Tortur im Habsburger-Reich aus den Strafverfahren gestrichen (K. VOCELKA 2013, S. 20, 23). Auch Zarin KATHARINA II. wollte unter BECCARIAs Einfluß eine Veränderung des russischen Rechtswesens (W. JASPER 2006, S. 200), aber Gesetzulosigkeit grassierte weiter bis in die höchsten Kreise. England brachte das menschlichere Gefängnis Newgate zutsande (N. M. KARAMSIN 1977, S. 607). Dem Menschen, der in Triest 1768 den Kunstkenner WINCKELMANN ermordet hatte, nützte das Bestreben nach Milderung noch nicht und er wurde am 20. Juli 1768 verurteilt, daß er "... lebendig auf dem Rad zerbrochen wird ..., vom Kopf bis zu den Füßen, bis ..." die "Seele aus dem Körper scheidet" (W. und A. DURANT 1969, S. 386). Auch in Deutschland wurde über die Todesstrafe, auch über ihre völlige Abschaffung diskutiert, etwa durch den 1781 gestorbenen Publizisten HELFRICH PETER STURZ (s. 1976, S. 198 ff.) in der Zeitschrift 'Deutsches Museum' im Dezember 1776. Einer, die wegen Mord an ihrem unehelich geborenen Kind mit dem Tode bestraft werden soll, legt er in der Verteidigungsrede nahe u. a. zu sagen: "... erwürgte ... mein Kind. - Ach, ich hätte es gern erzogen und gebildet; aber mich einer endlosen Verachtung zu opfern, dazu war ich nicht verächtlich genug" (S. 202/203). Und wie war es beim Militär, mit dem Gassenlaufen (s. J. G. SEUME in 1977, S. 63) etwa?

Für eine **'humanere' Hinrichtung** konstruierte nach schon vorhandenen Vorbildern u. a. der mit Freimaurern und Aufklärern verbundene Arzt JOSEPH-IGNACE GUILLOTIN (Wikipdia 2016) eine schnell 'arbeitende' Köpfungsmaschine, zuerst ausprobiert an lebenden Schafen und 3 Leichen und dann verbessert, dann benannt 'Guillotine'. Ein Vorstoß zur Abschaffung der Todesstrafe 1791 durch LE PELLETIER und damals unterstützt von ROBESPIERRE kam nicht durch. Der aufgeklärte Arzt GUILLOTIN war aber nicht nur der Erfinder einen 'humanen' Köpfungsmaschine, er setzte sich auch für die Pockenimpfung nach dem Verfahren von JENNER ein. Daß man in Frankreich mit der Revolution nicht nur Ideen der Aufklärung verwirklichte, sondern Gegner im 'terreur' mit der als menschlich-human strafend angesehenen Guillotine in großer Zahl beseitigte hat den im schwerer Revolutionsjahr 1794 gestorbenen BECCARIA geschmerzt. Gewiß, der unmittelbare körperliche Schmerz war mit der Guillotine auf einen Sekundenbruchteil gesenkt worden, aber das Vorher, von der Gerichtsverhandlung über die Fahrt auf dem Karren durch die johlende Menge war wohl an psychischer Belastung ausreichend und benötigte harte Seelen zur Meisterung. Ja die 'humaner' hinrichtende Guillotine hat es am Ende erleichtert, daß sich der an die Macht Gekommene, der seine Ideen durchsetzen wollte, seine Gegner justizgerecht beseitigen konnte. Und größere Milde in der Strafjustiz schützte nicht vor der erzwungenen Teilnahme an harten Kriegen, Und dem Erschießen von vorher zwangsweise eingezogenen Deserteuren.

In all den Jahrhunderten seit dem fernen Alterum schienen sich **Staaten**, größere menschliche Gesellschaften überhaupt, **nur durch Härte**, oft **grausame Strenge** und **Religion bewahren zu können**. Und die meisten Menschen billigten das. Und in **Revolutionen** neu **geschaffene Staaten** schienen das nur mit **ebensolchen Mitteln** zu schaffen, Mit Ausnahme der USA? Kann Einsicht, Milde, zugelassene Opposition, freies Denken die Staats- und Gesellschaftsverbände für lange Zeiten bewahren? Wie viel Zustimmung muß geschaffen werden und wie? Durch dauernde Propaganda, Feinddarstellung und schließlich Krieg? Bei NAPOLEON wie in der Sowjetunion und anderswo schließlich auch!. Hat ein Mann wie GORBATSCHOW die Einsicht und Gutwilligkeit der Menschen weit überschätzt? Und **wer** sich **einfach nicht einfügt**, wie der immerfort nur renitente Schüler? Und bei Freizügigkeit in fast allen Bereichen? Reichen die angeborenen Fähigkeiten zur Einordnung?

## Abbau klerikaler Herrschaft und der Inquisition. Verbot der Jesuiten

Die **Jesuiten** hatten vielerorts die **Bildung** in der Hand und gaben durchaus brauchbaren Unterricht in Mathematik und Physik, also mit dem Gottesglauben vereinbare Fächer. In **Paraguay** unterhielten sie seit 1605 31 '**Reductiones'**, in denen über 100.000 Indianer in halbkommunistischem Verhältnis ein gesichertes und auf einfacher Basis brauchbares Leben führten (W. und A. DURANT 1969, S. 108), und deren Untergang der österreichische Dramatiker FRITZ HOCHWÄLDER in dem 1943 uraufgeführten und später auch verfilmten Drama 'Das Heilige Experiment' dichterisch schildert. Jesuiten waren auch die **Beichtväter** der Könige in katholischen Ländern und ihrer Familien und wenn diese fromm waren, dann konnten sie manches erfahren und mischten sich auch ohne direkte Verletzung des Beichtgeheimnisses durch Einflußnahme auf Regierenden in die Politik. Der harte Premierminister Portugals POMBAL (W. und A. DURANT 1969, S. 308 ff.) geriet mit den Jesuiten in Streit wegen etlicher ihrer Reduktionen in Südamerika, die entgegen ihrer Meinung an Portugal kommen sollten. Er veranlaßte die Ausweisung der Jesuiten aus Portugal und andere Länder folgten dem, 1773 Neapel.

Die in den Händen der **Dominikaner** liegende **Inquisition**, die auch für die Buchzensur zuständig war, wurde in immer mehr Ländern abgeschafft (W. und A. DURANT 1969, S. 370) 1769 in Toskana und Parma, auf Sizilien 1782, im päpstlichen Rom erst 1809. Eigentlich waren damit alle Urteile der Vergangenheit Unrechtsurteile!

Wenn ein Priester TAMBURINI pseudonym allen Gewissenszwang für unchristlich

eeklärte, dann nahm er aber immer noch den Atheismus von dieser Duldsamkeit aus (W. und A. DURANT 1969, S. 170).

## 'Geisteskranke' sind nicht teufelsbessen, sondern Hirnkranke

Am längsten warten mußten auf humane Behandlung die **psychische Erkrankten**, die "Irrsinnigen", die als dämonenbesessen gebrandmarkt waren und denen der Arzt PHILIPPE PINEL (P. CHABBERT 1974) um 1794 als Krankenhausdirektor, ab 1794 an der Salpetriere, die "Ketten abnahm", nicht immer, aber sie unter humanren Bedingungen als echt Kranke ansah und behandelte. Ideelle Voraussetzung für diesen großen Schritt in der Medizin war, nicht mehr an eine immaterielle "Seele" zu denken, sondern im Gehirn das Denkorgan, als ein materielles Organ zu sehen, das wie andere Organe auch Schäden aufweisen konnte. Der Arzt und nicht der Teufelsaustreiber war hier zuständig! Diese Erkenntnis von Gehirnschäden als Ursache von Geisteskrankheit war dabei gar nicht so neu, findet sich auch bei LA METTRIE (s. 1909, S, 20). Aber die Anwendung fehlte bei ihm. Der 1745 geborene PINEL, der auch für Mathematik begabt war, studierte in Toulouse und dann Montpellier, war in Montpellier auch ärztlich tätig.. 1778 ging PINEL nach Paris. Mit seinem Abschluß von Toulouse konnte er hier nicht praktizieren. Er wurde als Schriftsteller für medizinische Dinge und als Übersetzer tätig. Schon vom Geiste ROUSSEAUs beieinflußt, kam PINEL in Kontakt zu Aufklärern, so zu Frau HELVETIUS. Nach der Revolution kam er 1793 an das Hospice de Bivetre, 1795 an die Salpetriere, wurde auch Professor an der neuen e´cole de sante'. Er fand Mitstreiter für sein neuartiges Wirken für die Geisteskrankheiten. Auf die Zwnagsjacke konnte in schweren Fällen natürlich nicht verzichtet werden. Mindestens ebenso bekannt wurde PINEL für seine Klassifizierung der Krankheiten.

Die Kirchen hatte an diesen Schritten zu mehr Menschlichkeit keinen Anteil. Sie verurteilten dafür später den "terreur" der Revolutionäre. Forderte der "terreur" mehr Opfer als die Schlachten?

## Durchleuchtung der Volkswirtschaft - Ökonomie, Volkswirtschaftslehre

Mit den vielen Neuerungen und den Ansprüchen der Fürsten auf möglichst hohe Einkommen kamen Überlegungen, in welcher Form die **Wirtschaft gestaltet** sein sollte. Die Regierung hatte immer entschieden, betrieb eigene Unternehmen und

das auch weiterhin, erteilte an ausgewählte und damit auch sehr reich werdende Kaufleute wie die FUGGER und und Unternehmer und Gesellschaften **Privilegien und Monopole** und der gewerbliche Kleinbetrieb stand in den Städten unter **Zunftzwang**. Eine einseitige Auffassung unter LUDWIG XIV. war der **Merkantilismus**, wonach Frankreich an Waren mehr exportiert als importiert werden sollte und so das Land mit Handelsüberschuß reicher wurde, an Geld und Edelmetall. Eddelmetall konnte man jedoch weder essen noch war es Baumaterial von Ausschmückungen abgesehen. Wenn man Nahrung und Luxus nicht nur in Schmuecksachen haben wollte, dann mußte Geld sinnvoll ausgegeben werden. Der Staat, aus dem Geld abgezogen wurde mußte verarmen, kam in Schulden. Bei ADAM SMITH und in Frankreich wurde das **'laissez faire'** verkündet, die möglichst **ausbleibende Einmischung des Staates** in die Privatunternehmen (W. und A. DURANT 1969, S. 91 ff.). Die Unternehmen hatten dann höheres Interesse an hoher Produktion, es würde der Reichtum des Landes steigen. Die mit solchen Auffasungen verbundenen Männer waren in Frankreich die **Physiokraten**, waren JEAN-CLAUDE VINCENT VON GOURNAY und der dazu mit Veröffentlichungen hervortretende TURGOT und war vor allem der Landbesitzer FRANCOIS QUESNAY. Er, der Mann an der Spitze der Physiokraten, sah zudem nur in den Produkten des Bodens, der Erde, die Grundlage allen Reichtums, geschaffen von den Angehörigen '**classe productive**', den **Bauern, Bergleuten, Fischern** (S. 96). Handwerk und Handel wurden unterschätzt. Daß die Armee nur durch Raub bei Besiegten eines anderen Landes etwas zum Reichtum eines Landes beiträgt ist offensichtlich, aber das eigene Land und dessen Wirtschaft kann sie schützen. Bedeutende Physiokraten waren auch VICTOR RIQUETTI, Marquis von MIRABEAU der Ältere und PIERRE-SAMUEL DE PONT. DE PONTs Nachkommen wurden eine der führenden Wirtschaftsfamilien in den USA. **Bevölkerungswachstum** wurde damals noch als **gut** gesehen. Was Frankreich nicht gehindert hatte, nach 1685 mit der Aufhebung des Toleranzediktes von Nantes Tausende von Hugennotten zu verlieren, die das damals bevölkerungsärmere Brandenburg gern aufnahme. Mit der Billigung der ohne Staatseingriffe stattfindenden Produktion gab es allerdings eben auch die im 18. Jahrhundert 'eingeleitete' "Gratwanderung zwischen partikularen und kollektiven Interessen" (J. HERBIG 1974, S. 8), zwischen Verwirklichung einer Sache wegen "Nutzen in der freien Konkurrenz oder" es erschien "der über despotische Macht verfügende Wille ..." (K. JASPERS 1955, S. 104). Letzteres konnte eine Rolle spielen im Kriegsfall oder wenn eine Industrialisierung von oben her nach Planvorgaben angeordnet wurde, wie im Kommunismus, namentlich unter STALIN und auch im maoistischen China, bevor den Marktkräften Raum gegeben wurde. Notwendig ist zweifellos, daß auch die Marktkräfte die Rohstoffbasis, die energieliefernde Kohle oder Eisen und Stahl in ausreichnedem Maße erzeugen. Das war in England der Fall. Auch im 18. Jh. erschienen schon **Kommunisten**

(W. und A. DURANT 1969, S. 164 ff.) oder wenigstens für einen auf Einfachheit begründeten Staat auftretende Aufklärer,, welche in der Freiheit der Wirtschaft den Weg in unerträgliche Ungleichheit sahen, Im England des 17. Jh. waren es die Leveller in der Zeit CROMWELLs gewesen. In Frankreich waren es nun etwa SIMON-HENRI LINGUET, der Abt GABRIEL BONNOT DE MABLY, am Ende des 18. Jh. BABEUF.

## China und anderes in Asien: Utopie und Illusion von Aufklärern und Ernüchterung

Die philosophischenAufklärer erwarteten wenigstens zeitweise und anfänglich nichts vom Volk, sondern von **aufgeklärten Herrschern** oder Regierungen, aufgeklärten Persönlichkeiten und Eliten.welche die gesellschaftlichen Verhältnisse 'vermüftiger' gestalten sollten.

Daß Aufklärer ein fremdes fernes Land für eines hielten, das ihren Vorstellungen von Regierung und Leben zu entsprechen schien, nämlich das namentlich von Jesuiten beschriebene **China**, gehört zu den Merkwürdigkeiten der Epoche., war Teil namentlich der Frühaufklärung. Mit dem Verweis auf das glücklichere China wurde heimischen, europäischen Herrschern ein Spiegel vorgehalten und sie zur Besserung gemahnt. Patres, Jesuiten, in China wegen ihrer Kenntnisse nicht übel aufgenommen und an weiteren Reisen interessiert, verfaßten die Berichte. Allen voran war es Pater RICCI, dessen Manuskript über China von einem anderen Pater nach Europa gebracht, erschien 1615 "in einer gelinde überarbeiteten lateinischen Übersetzung" in Augsburg und wurde in dieser Fassung "neu aufgelegt" 1616, 1617, 1623, 1684. Auf Französisch erschien es 1616, 1617, 1618, auf Deutsch gab es eine Übersetzung 1617, auf Spanisch eine 1622, auf Italienisch eine 1622, und in Englisch kam es 1625 (W. REINHARD 1983, S. 198). Das zum Siegeszug eines Buches, daß Europa eine neue Welt erschloß, denn MARCO POLO lag doch zurück. Anrüchig für Gläubige mußte sein, wenn der 1661 in Hangzhou gestorbene Pater MARTINO MARTINI auf die weit über die christliche Zeitrechnung zurückreichenden chinesischen Annalen verwies und dessen Werk VON RICHTHOFEN im 19. Jh. als die beste ältere geographische Darstellung von China schätzte (W. REINHARD 1983, S. 198). Weitere Pater folgten mit Werken zu China, ATHANASIUS KIRCHER auf der einen Seite wie LEIBNIZ und namentlich VOLTAIRE auf der Seite der Aufklärer begrüßten die China-Darstellungen, und VOLTAIRE stellte die Chinesen an der Anfang der Weltgeschichte, sah wie BAYLE bei ihnen Moral ohne Religion, Anerkennung und Aufstieg nach Verdienst, also Meritokratie statt Geburtsadel und Korruption, eine Weltentwicklung ohne Sintflut (W. REINHARD 1983, S. 199 u. a.). In Kunst und Kultur drückte sich

diese Bewunderung aus in der '**Chinoiserie**' auch in deutschen Parks. In Parks wurden beschriebene und abgebildete chinesische Bauten mehr oder weniger genau nachgebaut, also Teehäuser, Pagoden, Räucherbecken, gemäß auch der Beschreibung des Sommerpalastes 1749 (W. REINHARD 1983, S. 203). Unter FRIEDRICH II. wurde im Park von Sanssouci ein vergoldete chinesisches Teehaus errichtet. Der Engländer WILLIAM CHAMBERS beschrieb zur Nachahmung empfohlen das kulturvoll-künstlerische China außerhaln von Gebäuden und innerhalb (W. REINHARD 1983, S. 203). In Schlössern hielten im chinesischen Stil gehaltene Gemälde, Möbel, Lackmalereien und Porzellan Einzug. Der orientalische und chinesische Garten wirkte als Vorbild für den englischen Garten, den neuen Parkstil.

**Idealisiert** wurde **Asien** auch über China hinaus, verehrt Personen, die späteren Europäern nicht ohne Grund als Schreckensgestalten erschienen. Aber wem unterwarf sich nicht andererseits auch das 'Abendland' des 20. Jh.? Als groß wirkende, ja **aufgeklärte Herrscherpersönlichkeiten** wurden zeitweilig trotz ihrer unverkennbaren Grausamkeit Weltreichsbegründer wie DSCHINGIS KHAN und TAMERLAN gesehen (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 218, 221 u. a. ). DSCHINGIS KHAN der galt als ein weiser Gesetzgeber, der "in seiner Armee das Leistungsprinzip" (S. 218) einführte und GIBBON sah in ihm "geredezu" einen Deisten im Sinne der Aufklärung, in seiner Anschauung fast vergleichbar mit dem englischen Philosophen LOCKE. Auch TAMERLAN sahen Frühaufklärer als klugen Staatsmann, Gesetzgeber, Nationeneiniger, Ordnungsbringer, der als Bauherr sein Zerstörungswerk kompensierte (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 219, 221). Bewundert wurde Schah ABBAS als Begründer des "neuzeitlichen persischen Staatswesens" und hinweggesehen über Tötung oder Blendung von Thronfolgern und anderen Nachkommen, wie auch SÜLEYMAN der PRÄCHTIGE und noch PETER I. von Rußland als unbotmäßig erachtete Nachfolger hinrichten ließen (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 273). Der persische Herrscher XERXES singt bei HÄNDEL das bekannte großartige Largo, und der wohl grausame, Schädelpyramiden aufhäufende TAMERLAN wurde geschätzt schon bei MARLOWE und ist bei HÄNDEL in einer epochemachenden und noch aufgeführten, zu bewundernden Operngestalt geworden, auch grausam, aber zuletzt liebend gebessert.

Bei aller Achtung vor HÄNDELs hier teilweise besonders schönen Musik: die grausamen, aus Klassenkampf- oder Rassengründen Millionen Menschen austauschenden Diktatoren des 20. Jh. könnten auf solche Schätzung zum Glück noch lange nicht hoffen.

**Kritik** an China und asiatischen Machthabern lief dann neben der Bewunderung und es endete der zu wenig hinterfragte Ostasien- und Asien-Kult. Es kam zur "Entzauberung Asiens" (J. OSTERHAMMEL 1998/2010). Der deutsche Aufklärer



Abbildung 1245: HÄNDEL: Halle.

VON JUSTI (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 219) lehnte die Gewaltherrscher ab, MONTESQUIEU verurteilte die ohne Gesetz auskommende Herrscherwillkür, und um 1750 sah der britische Publizist und Historiker JOHN CAMPBELL ein nun glücklicheres Europa der übrigen Welt gegenüber als überlegen an (J. OSTERHAMMEL 2010, S. 72)

Mit **Indien** kam man dann mit der häufigeren Handelsreisen europäischer Mächte in Berührung. Der in Montpellier zum Arzt gewordene FRANCOIS BERNIER war etwa 10 Jahre lang Arzt bei dem 1658 zum Großmogul gewordenen AURANZEB gewesen und hat nach der Rückkehr 1670 darüber berichtet.

## Aufklärung bei europäischen Herrschern - "Aufgeklärter Despotismus" - wenigstens zeitweise

"Aufklärung" - das konnten auch viele Monarchen und Fürsten nicht ignorieren. Gegenüber dem feudal-absulotistischen Staat war eine 'bürgerlich-autonome Sphäre' (nach J. HABERMAS) getreten (W. JASPER 2006, S. 219 ff.), der **Kritik** auf zum Teil neuer Grundlage als in der Reformationszeit in Lesezirkeln, Kaffeehäusern usw. nicht untersagt werden konnte. Selbst die Auffassung vom Patrimonialrecht der Monarchen und adligen Eliten wurde fraglich. Besonders mit ROUSSEAU war die Frage nach dem Verhältnis von Regierung und Volk neu

gestellt worden. Es gab auch bei den Eliten und auch den obersten Herrschen zunehmend Menschen, welche mit den überlieferten Grausamkeiten brechen wollten und brachen und auch für religiöse Toleranz, Bildung auch des Volkes, keine Folter, Minderung der Abgabenlasten, und vor allem modernere Staatsreformen wirkten, Aber Monarchen, Fürsten, maßgebende Minister wollten solche Verbesserungen unbedingt in der Hand behalten, wollen meistens nur die Aufklärung von oben, waren, wie die Historiker später schrieben 'Aufgeklärt Despoten', wobei das nicht unbedingt Gewaltherrscher bedeutete. Man kann die Haltung formulieren "alles für das Volk und nichts durch das Volk" (R. TOELLNER 1976, S. 211). Wie es etwa auch der aus der Schweiz stammende und in Bern und Genf einmal an der Politik mitwirkende Naturforscher HALLER sah, konnte auch der aufgeklärte absolute Herrscher durch kaum ein Gegengewicht von unten oder der Seite bei Fehlern korrigiert werden. Was ja nicht heißt, daß nicht auch das 'Volk' Fehlurteilen unterliegen kann. 'Gleichgewicht von Kräften' - war Fehlanzeige. Oft brechen diese 'aufgekärten' Herrscher aus guten Vorsätzen auch wieder völlig heraus. Manche kommen in Schwierigkeiten wegen zu strenger neuer Vorschriften, oft ohne vorheriges Fragen nach dem Widerhall bei der Masse der Menschen, etwa über Begräbnissitten wie bei JOSEPH II. oder wegen nun verbotener Schnapsbrennerei. Aufklärung gilt oft nur für Intellektuelle. Und geförderte Kultur ist teuer. Wenn zahlreiche Regenten als aufgeklärte Herrscher auftraten, dann konnten andere Fürsten das nicht außer Acht lassen, also der **aufgeklärte Despotismus** wirkte zwangsläufig auch **grenzüberschreitend**. Man konnte nicht weiterhin Hexen verbrennen lassen oder Gefangene foltern, wenn es in immer mehr Staaten nicht mehr üblich war. Wenn es in Berlin oder Weimar keine Hexenprozesse mehr gab und keine Folter, dann konnten sich auch Stuttgart oder auch Madrid das nicht mehr leisten. Aber diese grenzüberschreitenden Änderungen im Sinne von Freiheit hatten auch Grenzen, und auch noch im 20. und 21. Jh. War ein Herrscher aufgeklärt und führte brauchbare oder weniger brauchbare Reformen durch, so bedeutete das noch lange nicht, daß es einen **Nachfolger** gab, der ebenso handelte und nicht **alles zurückdrehte**, vielleicht Gutes wieder verdarb.. Ja, in manchen Staaten, selbst in Preußen, wurde **nach einer begrenzten Aufklärung Restauration** betrieben und nach der Überwindung von NAPOLEON 1815 sowieso. Bis zum Einmarsche in andere Staaten, wie 1820 Österreich in Neapel und Piemont. Aber auch Demokratien müssen nicht 'demokratisch' enden, wenn Chaos eine ablösende starke Hand erfordert.

**Brandenburg-Preußen** ragte in zeitweilig Aufklärungsideen durchaus hervor. Berlin nahm im 17. Jh. die aus Frankreich unter LOUIS XIV. geflüchteten Hugenotten gern auf, gewiß auch wegen Calvinismus im brandenburgischen Herrscherhaus. Die Hugenotten besaßen nicht nur gewerbliche Kenntnisse, sondern führten mit sich auch die calvinistische Arbeitsethik. Aber dann vor allem unter **FRIED-**

**RICH II.**, dem angeblich '**Großen',** wurde religiöse Toleranz geübt, was noch lange nicht Freiheit in anderen Bereichen und nicht Abkehr von Machtpolitik bedeutete. **Religionsfreiheit** wurde anerkannt, **Pressefreiheit gab es nicht.** Als Heranwachsender hatte der junge FRIEDRICH zunächst unter Verbot seines den Sohn schwer züchtigenden Vaters FRIEDRICH WILHELM I. und dann ungestört in Rheinberg die Literatur der Aufklärung gelesen. Aber wie immer befreundet oder auch im Streit mit VOLTAIRE der kriegerische Preußenkönig war, in der Ablehnung der Bibel waren sie sich einig. Ein abstrakter Gott im Sinne der Deisten wurde dabei nicht ausgeschlossen, schon um Herrschaft auszuüben. VOLTAIRE schrieb in einem Gedicht an FRIEDRICH II. (zit. bei G. P. GOOCH 2006, S. 239): "Wir verehrten beide den Gott der Welten, ..., Aber wir begingen nicht die Narrheit ihn durch unnatürliche Kulte herabzuwürdigen." Und nach einer Begegnung mit JOSEPH II. schrieb FRIEDRICH (zit. 237) 1770 an VOLTAIRE u. a, "... Er ist an einem frömmlerischen Hofe geboren und hat doch den Aberglauben abgeschüttelt ..." FRIEDRICH II. Bruder Prinz HEINRICH (zit. S. 309) schrieb 1779, daß die religiösen Dogmen "nur Menschenwerk" sind, "und es ist leicht, ihre Nichtigkeit zu beweisen. Jeder vernünftige Mensch muß die Religion von zwei Gesichtspunkten aus betrachten, von dem der Wahrheit und dem des Nutzens für die Gesellschaft." Nicht die 'Massen' sollten also aufgeklärt werden. Als Herrschaftsinstrument konnte und sollte die Religion, bei aller Toleranz im einzelnen, bleiben. König FRIEDRICH hatte geantwortet, daß er die Meinung FONTENELLEs teile, "daß wäre seine Hand voller Wahrheiten, er sie nicht öffnen würde, da das Volk nicht verdiene, aufgeklärt zu werden" (zit. S. 310). Bis heute wird Religionslosigkeit der Massen gefürchtet. Im Kriege wurde FRIEDRICH II. gegenüber gehaßten Gegnern zu Friedrich dem Wüterich.

Die voraussetzungslose Wissenschaft konnte sich in einer solchen geistigen Atmosphäre wie unter FRIEDRICH II. aber sicherlich immer noch besser entfalten als in einer orthodox-bigotten. Am Denkmal FRIEDRICH II. sind hinten unten, unter dem Pferdeschweif, auch die Gelehrten des damaligen Berlin dargestellt.

Als Barbar, als Wüterich, benahm sich FRIEDRICH II., der 'Weise von Sansssouci', 1758 und 1760 in Sachsen., als er Schlösser, namentlich die des Grafen von BRÜHL, durch abgeordnete Abteilungen plündern und zerstören ließ. Der sächsische Gesandte in Wien, Graf FLEMING, schrieb an BRÜHL: "Indem der König von Preußen diese schönen Denkmäler Sachsens zerstört, hinterläßt er der Nachwelt eins, das von der Wildheit seines Wesens Zeugnis ablegen wird. Gott bewahre uns davor, daß dieser barbarische Fürst die Wirkungen seiner Wut weiter ausdehne" (zit. aus O. E. SCHMIDT 1925, S- 321/322). Historiker, die von Preußens Gloria schrieben, haben FRIEDRICHs Wüten gegen immerhin Kunst und Kultur, auch wenn auch gegen die von BRÜHL, gern ausgelassen. Vom 14. - 30. Juli 1760 läßt



Abbildung 1246: FRIEDRICH II. Gelehrte.



Abbildung 1247: Erneuerte Akademie, FRIEDRICH II..

FRIEDRICH Dresden beschießen. In Schutt und Asche versinken die Reste der Vorstädte, die meisten Kirchen, 500 und damit 2 Drittel der Häuser der Altstadt (O. E. SCHMIDT 1928, S. 64).

Unter FRIEDRICHs II. Nachfolgern, so schon unter FRIEDRICH WILHELM II., seinem 1786 dem kinderlosen FRIEDRICH II. folgenden Neffen, wurde das Toleranzdenken in religiösen Dingen zurückgedreht. Unter Minister JOHANN CHRISTOPH WOELLNER wurde am 8. Juli **1788 das Religionsedikt** erlassen, das anordnete, daß die Pfarrer sich in ihren Predigten auf des Religiöse beschränkten. WOELLNER war Pfarrer gewesen, konnte durch Heirat mit der Tochter des Generals AUGUST FRIEDRICH VON ITZENPLITZ, wo er Hauslehrer gewesen war, fast das ITZENPLITZsche Erbe antreten, aber FRIEDRICH II. untersagte das und erst unter dem Nachfolger wurde das geändert. Zur Durchsetzung des Religionsediktes wurde 1791 die 'Königliche **Examinations-Commission in geistlichen Sachen'** oder auch genannt 'Immediatexamenskommission' gegründet, unter anderen für die Prüfung der Pfarramts- und Schulamtskandidaten auf Neigung zur Aufklärung. Betroffen davon war. Zensur verbot 1794 dem alten KANT sich zu mit Religion verbundenen Problemen zu äußern.

In **Württemberg** war trotz zunächst wilder Verschwendungssucht in Festen KARL II. EUGEN ein eher aufgeklärter Despot, Gründer der Karlsschule, Förderer von Obstbau, Landwirtschaft, Forsten (s, u.). Den Cembalospieler und Satiriker SCHUBART, der in seiner Zeitschrift 'Deutsche Chronik' unter anderem den Soldatenverkauf anprangerte, konnte er aber verhaften lassen und 10 Jahre auf dem württembergischen Staatsgefängnis Hohenasperg einsperren. Immerhin war die Haft so, daß ihn SCHILLER im November oder Dezember 1781 besuchen durfte, und SCHUBART noch immer Gedichte herausschmuggeln konnte (YouTube SW-Funk).

Wenig aufgeklärt wurde **Sachsen**. Zur **Zensur** in **Sachsen**, in **Dresden**, äußerte sich REBMANN 1795 (in 1990, S. 152/153): "Der Rekor der Kreuzschule und eine Person vom Stadtrat sind die Leute, die in Nebenstunden das Zensorhandwerk treiben, denn natürlich gibt es kein unbedeunteres Geschäft unter der Sonneals über Werke, woran vielleicht ein ehrlicher Mann jahrelang gearbeitet hat, den Stab zu brechen." Sicherlich gäbe es freier denkende Männer, aber "jeder, dem die Ruhe lieb und der in einiger Abhängigkeit lebt, sich wohl hüten wird, zu zeigen, daß er heller denkt als man es gern zu sehen scheint."

Unter den weiteren deutschen Terrotrialfürsten muß zu den aufgeklärten Despoten gerechnet werden der selbstgefällige KARL THEODOR von der PFALZ und dann auch BAYERN. Auch kleinere **deutsche Territorialherrsche**r schlossen sich der Meinung von der Pflicht des Regenten für das 'Volkswohl' an. In Lippe sah der 1734

zur Regentschaft gekommene Graf SIMON AUGUST im "Gegensatz zu seinen Vorfahren" "die Sorge für das Wohl der Untertanen" als "die höchste Pflicht des Herrschers" (bei P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 16/17).

Am Denkmal der Kaiserin MARIA THERESIA in Wien gibt es eine ähnliche Darstellung wie die am Denkmal von FRIEDRICH II. in Berlin, mit den Gelehrten unten hinten am Sockel.. Und diese sich so gleich auf ihrem Denkmal darstellenden Herrscher, fühlen sich beide der Aufklärung verpflichtet, aber führten 7 Jahre einen blutigen Krieg!

1764 wird MARIA THERESIAs Sohn **JOSEPH II.** (M. HOCHEDLINGER 2013, H. REINALTER 2013, D. SCHMIDT 2013, K. VOCELKA 2013) zum Römischen König gewählt und gekrönt und regiert zusammen mit seiner Mutter, die 1780 stirbt und JOSEPH II. ist Alleinregent im Habsburger-Reich. Das Habsburger-Reich als Einheitsstaat war beider Ziel, mit Deutsch als alleiniger Amtssprache(H. REINALTER 2013, S. 33). Schon als Mitregent und noch danach **reist** JOSEPH II.( D. SCHMIDT 2013) viel im Habsburger-Reich, besonders auch nach Mähren, unter dem 'inkognito' 'Graf Falkenstein', um selbst zu sehen wie es im Lande aussieht und was Menschen denken. Aber wenig hört er auf sie und behält Entscheidungen selbst. "für das Volk, nicht durch das Volk." Reisende Kaiser gab es auch im Mittelalter. Manche Anregung gewinnt er im **Ausland**. Von April bis August 1777 reist JOSEPH II. in einer 16-köpfigen Reisegruppe und wieder als 'Graf Falkenstein' nach Frankreich, nach Paris und über Bordeaux auch in nördliche Spanien. In Paris interessieren ihn besonders Invalidenhaus, Hotel-Dieu und die Taubstummenschule, um daraus Anregung für ähnliche Einrichtungen in Wien zu schaffen. 1780 reist JOSEPH II. zur Zarin KATHARINA, zog mit ihr von Smolensk nach Moslau und St. Petersburg, 1787 reiste JOSEPH II. sogar zu KATHARINA auf die Krim. Er ist beeindruckt auch von den Aufbauleistungen in dem unter KATHARINA für Rußland eroberten 'Neurußland' . Es ist keine Rede von 'Potemkin'schen Dörfern'. JOSEPH II. zieht mit ihre als Bündnispartner gegen das Osmanische Reich, aber der für das Habsburger-Reich unnötige Krieg 1787 - 1792 ist im Habsburger-Reich nicht popular und es gibt Aufstand (H. REINALTER 2013) gegen die Kosten. JOSEPH II. gilt als hervorstechender Reformmonarch des 'Aufgeklärten Despotismus', scheitert aber am Ende trotz aller seiner Kenntnisse über das Volk, geht viel zu schnell voran. JOSEPH II. (F. HUSS 2008) unterzeichnete am 13. Oktober **1781** ein **Toleranzpatent**, das Lutheraner, Calvinisten und Griechisch-Orthodoxe den bisher allein bevorzugten Katholiken gleichstellte und auch den Juden, von denen durch die Aneignung von Galizien bei der hinzugekommen ware, brauchten nicht mehr in verwahrlosten Ghettos leben. Der Einfluß der Jesuiten wurde beschnitten (H. REINALTER 2013). Zwischen 1782 bis 1786 von 2.100 Klöstern etwa 700 aufgehoben (H. MÖLLER 1986). Priester sollten in

der Welt, für die Moral des Volkes wirken und das durch die Klosteraufhebungen gewonnene Geld sollte für die Pfarrstellen genutzt, für die Pfarrer als eine Art 'Beamter', Standesbeamter in seiner Pfarrei. JOSEPH II. besuchte in einem Europa aufmerksamen Akt den berühmten Naturforscher HALLER im Juli 1777 in Bern, und dieser meinte nachher in einem Brief an einen Freund über JOSEPH II.: "... fragte unendlich viel", aber hatte "keinen Gefallen am Widerspruch" (S. H. MÖLLER 218/219). JOSEPHs II. Reformpläne stießen auf den Widerstand (H. REINALTER 2013, S. 429 der Stände, auch Dichter und Schriftsteller mochten ihn nicht, Ungarn und andere waren nicht am erstrebten Einheitssstaat interessiert und auch Deutsch als alleinige Amtssprache fand nicht die Zustimmung der Anderssprachigen. Die Volksfrömmigkeit blieb oft größer als der Glaube der 'intellektuellen' Priester und die Bauern wollten auch auf mehr als einen Tag dauernde Prozessionen nicht verzichten. Von JOSEPH II. (u. a. S. H. MÖLLER 1986) gefordertes rentables Begrabenwerden nur in einem Sack und aus Hygienegründen nur auf Vorstadtfriedhöfen fand Ablehnung.

Leider hat ein Reformer des 20. Jh., GORBATSCHOW, zu wenig von JOSEPH II. gelernt, der Friedenbringer GORBATSCHOW, der meint, man könne von einem Tag zum anderen das Volk alkoholfrei machen, so großartig das wäre, und der in Maßnahmen gegen den georgischen Weinbau auch dort keine Gegenliebe findet: 'Wir Georgier waren gesittete Weintrinker als die Russen noch in Bärenfellen gingen' (so etwa ein Mann in Telawi zu ZIRNSTEIN etwa 1987). Und Wahl der Leiter der volkseigenen Betriebe durch die Belegschaft, daß konnte gegen kapitalistische Unternehmer nicht bestehen.

Als aufgeklärt muß der letzte polnische König STANISLAUS PONIATOWSKI gelten, der durch nach dem Verbot der Jesuiten ein fortschrittliches Bildungswesen aufbaute, auf dem Polen auch in den Jahren der Fremdherrschaft fußte (N. DAVIES 2015, S. 321).

Als "aufgeklärt" betrachtete sich auch die **russische Zarin KATHARINA II.**,, die 'Semirasis des Nordens'. Sie stand in Verbindung mit VOLTAIRE, wurde von DIDEROT besucht, kaufte deren Bibliotheken. Sie befinden sich noch in St. Petersburg (VOLTAIRE 1981, 2, S. 363). Aber bei KATHARINA Liebe zum einfachen Volk? Niedergeschlagen wird der sicherlich auch von Grausamkeiten überschattete bäuerliche PUGATSCHOW-Aufstand. "Aufgeklärt" war ihr freizügiges sexuelles Verhalten, mit immer neuen Geliebten oder auch einfach Sexualpartnern, ein Verhalten, das durch Gerüchte wohl noch übertrieben beschrieben wurde. Der echt aufgeklärte Gutsbesitzerssohn ALEXANDER RADISCHTSCHEW (s. dtsch. 1982) bietet in seiner reportageähnlichem Bericht 'Reise von Petersburg nach Moskau' 1790 ein wenig ansprechendes Bild vom Rußland dieser Zeit. Aber wann war 'Rußland' mehr als nur das Land einer beherrschenden Elite, mit auch zeitweise grau-

samem Herrschern? KATHARINA setzte DIDEROT in Paris eine Leibrente aus - und tat nichts für die Leibeigenen Rußlands. Noch einmal drohte in Rußland der völlige Wahnsinn zu herrschen, als KATHARINAs Sohn und Nachfolger PAUL I. selbst unter der ihm verdächtigen Elite zu wüten beginnt, und, etwa, nach dem Bericht der Fürstin LIEVEN (1926), die ihm wegen der Französischen Rewvolution als Kleidungsstück verdächtige Westen verbietet, Frauen abführen läßt "weil sie bei der Begegnung mit dem Kaiser nicht rasch genug aus dem Wagen gestürzt waren, oder ihre Verbeugung auf der Straße nicht tief genug gemacht hatten, wozu jeder, Männer und Frauen, zu jener Zeit durch Polizeiverordnung gezwungen wurden" (S. 273). Hart dienende Soldaten stehen wegen Geldgeschenken auf des Zaren Seite. Im März 1801 setzt eine Palastverschwörung dem Leben des 47-jährigen PAUL ein Ende. Eine regelmäßige psychopathische Untersuchung Regiernder auf ihren Geisteszustand blieb bis heute aus.

In teilweise schrecklicher Härte herrschte in **Portugal** unter dem König JOSEPH I. der als aufgeklärt geltende Premierminister DE POMBAL (W. und A. DURANT 1969, S. 306 ff.; Wikipedia 2016). Nach krimineller Jugend wurde er gebessert Bevöllmächtigter im aufgeklärten England, war 1744 Gesandter in Wien und erhielt nach dem Erdbeben 1755 Generalvollmacht die Ordnung zu bewahren. Die unter seinem Regiment vwerändert aufgebauten Bezirke im Zentrum von Lissabon, die Baiaxa Pombalina, bestimmen seitdem das Bild der portugiesischen Hauptstadt. Nach Krach wegen den Jesuitensiedlungen in Paraduay konnte POMBAL die Ausweisung der Jesuiten ab 1757 durchsetzen. Ein neues staatliches Bildungswesen war zu schaffen. Nach einem Attentat auf den König, JOSEPH I. 1758, griff POMBAL gegen die beschuldigten Adelsfamilien grausamst durch, der Sturz einer portugiesischen Fronde. Als Aufklärer wurden durch sein Wirken Klöster geschlossen und zur Linderung der Not der Überlebenden des Erdbebens benutzt, das Wirken der Inquisitions unter staatliche Kontrolle gestellt. 1761 wurde damals letztmals in Portugal ein Mensch wegen der Inquisation verbrannt. Wer Christ war galt als Christ, auch wenn er Neubekehrter, also etwa ehemals Jude, war. Gewerbe wurden gefördert. Die Sklaverei wurde im Mutterland Portugal, aber nicht in Brasilien aufgehoben. Ein großes Opernhaus wurde gebaut. In Coimbra gab es wissenschaftliche Vorlesungen. POMBAL (W. und A. DURANT 1969. S. 317) hatte aber auch sich und seine Familie bereichert. Die auf JOSEPH I. folgende Königin MARIA I. zwang POMBAL zum Rücktritt und er mußte sich auf sein Haus zurückziehen, wurde ür ehrlos erklärt. Gefangene wurden entlassen. Die Volksfrömmigkeit ließ den Klerus wieder emporkommen. POMBAL starb am 8. Mai 1782, vielleicht an Lepra (S. 319).

Im **Königreich Neapel** konnten von dem bisher sehr ausschweifend gewesenen König KARL ab 1755 unterstützt der Minister für Justiz und Auswärtiges, der Auf-



Abbildung 1248: POMBAL. Lissabon, 1934. 1994.



Abbildung 1249: Das neue Lissabon nach 1755.




Abbildung 1250: JOSEPH/JOSE I. Lissabon.

klärer Marchese BERNARDO di TANUCCI (W. und A. DURANT 1969, S. 194; Wikipedia 2016) die Privilegien vcn Adel und Klerus eingeschränkt werden, wurden Klöster aufgehoben, wurde der Klostereintritt von jungen Leuten gebremst, wurde die 'Zahl der Geistlichen von 100.000 auf 81.000 gesenkt, wurde das Kircheneigentum wenigstens gering besteuert, wurden die Prozeßverfahren reformiert und der Strafvollzug gemildert, 1773 die Jesuiten ausweisen. Die den Juden zugestandene Glaubensfreiheit wurde vom König wieder aufgehoben, als ihm die Mönche einreden konnten, daß wegen dieses großmütigen Edikts Gott in seinem Zorn ihm einen männlichen Erben versagte (W. und A. DURANT 1969, S. 194). Teuer war die Bautätigkeit des Königs. 1778 wurde TANUCCI gestürzt.

KARL/CARLOS III. wurde 1759 auch König von **Spanien** und hat hier als absolutistischer Herrscher zahlreiche Reformen eingeführt. Dunkel, man kann durchaus sagen 'mittelalterlich' im finsteren Sinne, war Spanien (W. und A. DURANT 1969, S. 322) bisher geblieben: um die 400.000 Kleinadlige, **hidalgos**, besaßen oft kleine Ländereien oder verarmten ganz, aber waren vom Militärdienst befreit, konnten nicht in Schuldhaft genommen werden, durften ein Wappen führen und ließen sich mit 'Don' anreden 'Müßig zu gehen' war normal, Arbeit galt eher als Schande (S. 336). In Spanien gab es 91.258 Ordensleute, "von denen 16.481 Priester und 2943 Jesuiten waren. In 3000 Klöstern lebten im Jahre 1797 60.000 Mönche und 30.000 Nonnen. Der Erzbischof con Sevilla hatte 235 Angestellte, der Erzbischof von Toledo 600. Am Beginn der 1990-er-Jahre konnte man (ZIRNSTEIN) noch erleben,

wie am Freitagvormittel eine große Korona von entsprechend farbig gekleideten Priestern in der Kathedrale von Sevilla saß und sang und sang. Spanien besaß im 18. Jh. eine kaum gebildete, tief religiöse, auch mit Autodafes unterhaltene Bevölkerung. Erst unter KARL/CARLOS., der nach dem schon regierten Neapel und Sizilien 1759 als CARLOS III. auch König von Spanien wurde, konnten Reformen kommen und Reformer (W. und A. DURANT 1969, S. 354) wirken, wie Graf VON ARANDA. Reformen konnten auch weit gehen und 1766 kam es zu Krawallen in Madrid, als zur Bekleidung Dreispitze statt Sombreros und kurze statt langer Mäntel vorgeschrieben wurden (Wikipedia 2017). Aber 1767 wurden die Jesuiten mit Härte ausgewiesen, auch in den Kolonien. Die Inquisition wurde in Spanien aber erst 1813 abgeschafft. Bis um 1770 schnüffelte die Inquisition mit Härte gegen auf dem Index stehende verbotene Bücher. Vor dem Beichstuhl sollte angegeben werden, ob man selbst ein verbotenes Buch besaß oder von jemandem wußte, daß der eines besaß und Unterbleiben der Meldepflicht war strafbar. Ab 1770 sollte sich die Inquisition nur noch mit Ketzerei und Glaubensabfall befassen. Den Protestanten und 1779 den Moslems wurde Toleranz gewährt, aber nicht den Juden. Äußerungen gegen die katholische Religion konnten gemäß Gesetz weiterhin mit dem Tode bestraft werden (S. 334). Noch 1778 wurde PABLO OLAVIDE wegen Akzeptierung der Astronomie des COPERNICUS vor Gericht gestellt (W. und A. DURANTE 1969, S. 335). Man vergleiche: GOETHE war 1778 39 Jahre alt und wirkte in Weimar und dann auch in Jena. Im Protest im übrigen Europa fand 1780 in Sevilla ein letztes der 4 Autodafees in der Zeit von KARL III.. statt, die Verbrennung einer der Hexerei Angeklagten (S. 334). ARANDA gilt als zornig wegen der so schwierig durchzuführenden Veränderung von Spanien und wurde 1773 - 1787 Botschafter in Frankreich (W. und A. DURANT 1969, S. 335). Der große Reformator wurde GASPAR MELCHOR JOVELLANOS. Als "humaner und unbestechlicher Richter" hatte er sich 1767 in Sevilla und 1781 in Madrid einen Namen gemacht (W. und A. DURANT 1969, S. 336). Um 1780 gab es auch in Spanien **Industrielisierung**, so 1780 800 Webstühle bei 4000 Webern in Guadalajara (S. 337), aber die **Arbeitenden blieben arm**, wie ein Engländer berichtete "die Kirchen füllend und die Altäre küssend ..." (W. und A. DURANT 1969, S. 336). Bettelei abzuschaffen und ein Ende der Verunreinigung der Straßen mit Abfällen brachten Proteste (S. 339). Allein in Madrid wurden täglich 30.000 Schalen nahrhafter Suppe ausgegeben (S. 341), was die französischen Besatzer später nicht fortführten. **Madrid** wurde eine **moderne** Hauptstadt, der Bau des Museum des Prado begonnen (S. 339). Die Bevölkerung Spaniens stieg von etwa 6 Millionen auf 10, 5 Millionen (Wikipedia 2017 u. a.).

Daß ein vom Reformwillen erfüllter Außenseiter zu hohen Ämtern im Staate aufsteigt und dort Reformen durchsetzt geschah in **Dänemark** durch den im Juni 1771 zum Geheimen Kabinettesminister aufgestiegenen Leibarzt des geistesshwa-

chen Königs CHRISTIAN VII., den 1737 in Halle geborenen JOHANN FRIEDRICH STRUENSEE (K. W. BECKER 1976; W. FROESE 2012, S. 302 - 304). Mit wenig Erfolg hatte vorher der aus Hannove stammende mecklenburgische Edelmann Graf JOHANN HARTWIG ERNST VON BERNSTORFF (G. WALTHER 1993), als Staats- und Außenminister. der Dänemark in der Zeit des Siebenjährigen Krieges die Neutralutät erhalten konnte, etliche Reformen etwa in der Landwirtschaft eingeleitet. Der Aufhebung der Frondienste auf dem eigenen Gute folgten andere Gutsbesitzer nicht (K. W. BECKER 1976). Besonders Umstände schienen STRUENSEE die Möglichkeit zu geben, Reformen fast schlagartig durchzusetzen. Eine Generalvollmacht des kaum regierungsfähigen Königs verlieh allen von STRUENSEE erlassenen Gesetzen und Verordnungen Gültigkeit. Rund 600 (S. 304) solcher Gesetze und Verordnungen wurden zwischen März 1771 und Januar 1772 erlassen, um rasch allseitige Reformen zu erreichen: Religionsfreiheit, Pressefreiheit, Abgabenerleichterung für die Bauern, Justizreform, städtische Verwaltung Kopenhagens. 1766 war die 15-jährige englische Prinzessin CAROLINE MATHILDE mit dem König CHRISTIAN VII. verheiratet worden. In der entsetzlichen Ehe gab ihr STRUENSEE Halt und auch Gefühlserwiderung. Das wurde allgemein bekannt. Die Königin gebar eine Tochter. Diese hatte ganz offensichtlich STRUENSEE zum Vater. STRUENSEEs Gegner konnten dessen Verhältnis zur Königin zum großen Skandal aufblähen. Es bekam STRUENSEE auch kleinere Leute zu Gegnern, so als nach Umgestaltung des Admiralitätskollegiums den Matrosen der Sold nicht gezahlt wurde, und die unffektive königliche Seidenmanufaktur aufgelöst werden sollte und den Seidenwebern Arbeitslosigkeit drohte (K. W. BECKER 1976, S. 378). Über wie viele Interessen und gefestigte Vorstellungen darf ein Reformator hinwegschreiten? Dem lutherischen Klerus und anderen kam der Aufruhr mancher von unten recht. STRUENSEE wurde nach seiner Gegner Überredung des Königs und dessen Unterschrift verhaftet. Der große reformatorische Vorstoß STRUENSEEs endete mit der in mittelalterlicher Weise durchgeführten Hinrichtung des 35-jährigen am 28. April 1772 vor der Öffentlichkeit vor den Toren Kopenhagens. Und mit ihm starb Graf von BRANDT. Der Anhängerschaft an STRUENSEE Verdächtigte wurden verhaftet und kamen erst nach längerer Zeit wieder frei (K. W. BECKER 1976, S. 381 ff.). Der Idealismus des im Lichte der Aufklärung reformierenden STRUENSEE und sein persönliches Verhängnis blieben Sujet für Dichter, Dramatiker, Filmemacher. 1784 konnte der Thronfolger, der erst 1808 König gewordene FRIEDRICH VI., mit dem zum Minister ernannten ANDREAS PETER Graf VON BERNSTORFF das 12 Jahre unterbrochene Reformwerk behutsamer wiederaufnehmen und vor allem die Agrarverfassung gestalten. Endlich! Es waren Menschen auf der Strecke geblieben, die Änderungen wollten, und solche, für die sie zu spät kamen. Unter VON BERNSTORF richtete sich auch Dänemarks Blick in den Orient. wohin NIEBUHR entsandt wurde.als Staats- und



Abbildung 1251: GUSTAV III. Stockholm.

Außenminister.

Das **Großherzogtum Toskana** wurde unter dem Habsburger LEOPOLD = PETER LEOPOLD, Sohn und 9. Kind der MARIA THERSIA, zu einem Musterland der Aufklärung.

In **Schweden** beendet der am 29. Juni 1772 gekrönte GUSTAV III. (R. D. GERSTE 1996) mit Hilfe des Militärs mit einem Staatsstreich am 19. August **1772** die scheindemokratische Herrtschaft der Stände mit den 2 sich streitenden Parteien der mehr aristokratischen 'Hüte' und der namentlich die anderen vertretenden 'Mützen' und kann unumschränkt regierender König werden, um im Sinne des aufgeklärten Despotismus Gesetze (S. 74 ff.) zu erlassen. Folter wurde abgeschafft. Die Todesstrafe wurde nur noch für wenige Vergehen beibehalten und während GUSTAV III.' Regierungszeit bei Verhängung meistens durch Begnadigung nicht vollstreckt. Keine Todesstrafe gab es mehr für sexuelle Beziehungen zwischen zwei mit anderen verheiratete Personen. **Hexerei und Zauberei** wurden **nicht mehr verfolgt**. Es gab Glaubensfreiheit mit der Einschränkung durch das Verbot lutherische Schweden zum Glaubenswechsel zu bringen. Viel Geld wurde in Theater und Oper investiert und GUSTAV III. schrieb selbst Stücke und gab sich als Schauspieler.

Volkszorn rief das **Verbot des häuslichen Schnapsbrennens** (S. 188 ff.), aus Getreide, aus, um 1779, und Kornbrennen sollte königliches Monopol sein. Das

war nicht die letzte Alkohol betreffende Reform der Weltgeschichte, die umgangen wurde. Meinungs- und Pressefreiheit hatte es schon vor GUSTAVs. Königszeit gegeben. Und hier zeigten sich dann die **Grenzen des aufgeklärten Despoten**: Über den erfolgreichen Aufstand der Kolonisten in Nordamerika gegen ihren König sollte in Schweden nichts bekannt werden und wurde das darüber berichtende Werk des französischen Autors RAYNAL verboten. Auch über die Französische Revolution sollte nichts in Schweden bekannt werden. GUSTAV III. wünschte nicht nur ein Eingreifen der europäischen Monarchien zugunsten des französischen Königs LUDIWG XVI., er stand hinter der durch den schwedischen Adligen AXEL VON FERSEN organisierte Flucht der französischen Konigsfamilie. Wenig sinnvoll war ein 1788 vom König vom Zaune gebrochener Krieg gegen Rußland, gegen den die Armee rebellierte, aber für den GUSTAV III. im Volke Begeisterung auslösen konnte und im Sommer 1790 die schwedische Flotte sogar die russische besiegte. Noch einmal erschien er als Volkskönig, als er auf dem Reichstag 1789 die Gleichheit aller Schweden als Gesetz verkündete (S. 219). Protest des Adels erfuhr GUSTAV, als er im Januar 1792, also mitten im Winter, die Stände zum Reichstag in die kleine Stadt Gävle einberief (S. 122 ff.). Der empörte Adel ließ durch einen der ihren, ANKERSTRÖM, beim Maskenballd in der Oper am 16. März 1792 auf GUSTAV III. mit Pistolen schießen und der König verstarb an der Wunde am 29. März. Der 1746 geborene König war 56 Jahre alt, der am 27. April als einziger der Verschwörer hingerichtete ANKARSTRÖM 30 Jahre. War es Schwedens 'Goldenes Zeitalter', das hier endete? Als VERDI den Fall in seiner Oper "Ein Maskenball' darstellte, wurde, 1859, verlangt, daß er die Tötung eines Königs ersetzen mußte durch die erdichtete Tötung eines Gouverneus in Nordamerika.

Aufgeklärte Regenten erschienen aber nicht nur in Monarchien. Auch der 3. Präsident der Republik der Vereinigten Staaten in Nordamerika von 1801 - 1809, THOMAS JEFFERSON, bekannte sich zu Aufklärung und Wissenschaft und den Menschenrechten. Nicht einbezogen wurden die schwarzen Sklaven, von denen er selbst Hunderte auf seiner Farm beschäftigte (s. a. Internet). Da war er in seiner Einstellung zu ihm unterlegenen Menschen vergleichbar mit KATHARINA II.

**Fortschritt durch Volksmacht oder Fortschritt durch aufgeklärte Despoten**? Die Ereignisse der Französische Revolution erschreckten und wurden durch erfolgreiche Diktatur, NAPOLEON, beeindet. Jenes gegenseitige Hinrichten wie bei den französischen Revolutionsführern gab es in den auch durch eine Revolution entstandenen USA nicht. Hier gab es damals nicht jene sozialen Probleme wie in Frankreich, fehlten etwa die Feudalen und gab es in dem weit offenen Land Möglichkeiten der privaten Entfaltung. Und eine doch weisere Regierung. Der aufgeklärte Despotismus setzte stets Grenzen, wenn er in Gefahr geriet.

Unabhängig noch von vordergründiger Aufklärung war gerade in **Deutschland** der

durchrationalisierte "**Fürstenstaat**" Promotor mancher Fortschritte, ausgerichtet auf den Fürsten, der durch die stark besteuerten Untertanen in der Kultur zu seinem Ruhm Dinge durchsetzen konnte, seien es Schlösser oder so etwas teures wie die Oper und Theater überhaupt, die noch die Kultur Heutiger bereichert, ja sich oft heute auszahlt.

Aufklärung bei der Regierung, gerade auch in der Erziehung, von oben - das galt auch für manche kleineren Staaten, wo der 'Fürst' sich sogar eher fügen mußte, so unter LEOPOLD III. FRIEDRICH FRANZ in Anhalt-Dessau.

Aufgeklärter Bildung mit auch Naturwissenschaft diente das als eine Art Gymnasium zu wertende **Philanthropinum** in Dessau, 1774 bis 1793, mit seinen oft unter sich zerstrittenen und bald eigene Wege gehenden Pädagogen wie BASEDOW, SALZMANN, CAMPE (s. a. G. F. REBMANN in 1990, S. 53).

Aufklärung galt für das seinerzeit vielen als Musterland geltende **Baden** unter dem Markgrafen und späteren Großherzog CARL-FRIEDRICH (A. G. VON GERSDORFF in E.-H. LEMPER 1974), der bis zum Tode 1811 65 Regierungsjahre hindurch die Geschehnisse in Baden bestimmt hatte. Selbst war er in Stulpenstiefeln durch versumpftes Land gestapft und wies die Bauern in das Anlegen von Drainage ein (W. HUG 1992).

Die **heitere Seite der Aufklärung**, auch die jede Religion verspottende, die der Begüterten und Intellektuellen, gerade auch der Adligen, widergespiegelt auch in den Musikwerken von HAYDN und MOZART, **wich nach 1789 den aufbegehrenden Massen**, wich Strenge und Heroismus.

Hatten manche die aufgeklärte Gesellschaft vor 1789 schon als vollendete menschliche Gesellschaft gesehen, meinten andere nun, daß noch ein harter, umwälzender, viele vernichtender Weg zu beschreiten sei, eine ganz neue Gesellschaft geschaffen werden müßte.

Und wer in Frankreichs Ehrentempel der toten Großen, das **Pantheon**, gehörte, wurde manchmal unterschiedlich entschieden. Bei den Großen der Wissenschaft in der modernen Neuzeit war man dann einig.

Ein gewisses Wissen vermittelten dem Volk jedenfalls in **Paris** die '**Guckkästen**' (L. S. MERCIER 1976, S. 334/335), die aus "einem Kasten" bestehen, "in dessen Wände zwei jener optischen Gläser, welche die Dinge vergrößern, eingelassen sind." Der Raum, wo der Betrachter unter einem "Stück Stoff", zuschauen kann, ist sehr beengt, wird von den Wartenden bedrängt, und "Ohne Pause folgt Bild auf Bild" mit Erläuterung: "Konstantinopel, Peking, Moskau und Madrid, die Schlacht bei Fontenoy und wie Ludwig XV. sie höchstselbst gewinnt, ein Seegefecht mit rauchenden Kanonenschlünden" und siegreich für die Franzosen, und dann auch



Abbildung 1252: Pantheon Paris. 1991.

der "Serail des Großmoguls ..."

## Revolution in Frankreich und Widerhall weithin

Alles Reformbemühen der Herrscher reichen nicht aus, um in etlichen Staaten Aufruhr und Revolution zu vermeiden, nicht in Nordamerika und dann nicht in Frankreich. Eine Mißernte 1788 und ein ungewohnt eiskalter Winter 1788/89, ausgehend von Vulkanausbrüchen aud Island 1783 - 1785, brachten irrsinnige **Brotverteuerung** und folgender **Hunger** das Faß der Unzufriedenheit zum Überlaufen, Warum war nun gerade Frankreich so stark betroffen und offensichtlich nicht England und nicht das übrige Europa? War es die hohe Zahl von Bewohnern, die mitwirkte? Und es gab auch **genügend andere Gründe für Unzufriedenheit,** die Ausbeutung der Bauernschaft etwa, jedenfalls in vielen Gegenden und vielleicht nicht so im Nordwesten Frankreichs? **Brot**, also Mehl **aus Getreide**, war das Hauptnahrungsmittel des Volkes, machte 3/4 der Nahrung der ärmeren Bevölkerung aus (W. OPPENHEIMER 1989, S. 161), den in dieser Zeit noch ohne Karoffeln und wohl kaum weiteren Feldfrüchten. Und die Begüterten schien aller Mangel nichts anzugehen. Mehl wurde auch verwendet den Puder der Perücken (L. S. MERCIER 1976, S. 27). Aber auch das geistige Klima in Frankreich, beeinflußt von den Aufklärern, hatte den Boden dafür bereitet, daß der Hunger 1788 so neuartig bewertet wurde gegenüber früheren Mißernten (J. OPPENHEIMER 1989, S. 163).



Abbildung 1253: Grenoble, Erinnerung an 1788.

Das letzte Jahrzehnt des 18. Jh. ist bestimmt von der **Revolution in Frankreich**. Als der König die Rechte von Provinzparlamenten zur Steuergenehmigung beseitigen wollte, kam es in etlichen Städten zum Aufruhr, im Sommer **1788** am stärksten in **Grenoble**, und manche sehen hier den eigentlichen Beginn der Revolution. Es waren Begüterte, Steuerpflichtige, welche den Beginn der Revolution trugen und die Massen folgten in Nutzung der Stunde nach.

**Am 14. Juli 1789** wird von Volksmassen **die Bastille gestürmt.** Der Kommandant, der zuletzt aufgegeben hattte, wird umgebracht. Der 14. Juli ist nun der Nationalfeiertag Frankreichs. Noch im Juli empört 1789 sich das Volk in Brabant, in den österreichischen Niederlanden, so in Tirlemeont und Löwen, gegen die Österreicher (J. H. CAMPE in 1961, S. 108).

Bald reisen interessierte Deutsche nach Paris, um an Ort und Stelle die Ereignisse zu verfolgen, so WILHELM VON HUMBOLDT mit JOACHIM HEINRICH CAMPE (s. 1961). CAMPE berichtet in bald gedruckten Briefen an seine Tochter und andere über das Erlebte berichtet. In all den Jahren mit dabei ist der Arzt KERNER.

In der Nationalversammlung scheint 1790 Ruhe einzukehren. Aber von den Eliten her wird immer wieder versucht, die Errungenschaften zurückzudrehen, das ewige, aber oft auch korrigierende 'roll back' aller scheinbar Überwundenen, die nicht begreifen, das es manchmal auch anders kommt im Interesse bisher Ausgeschal-

teter. Man mag es kaum glauben: **Alles was nun folgte**. vom Bastillesturm bis zu NAPOLEONs Niederlage bei Waterloo am 18. Juni 1815 umfaßt schlichte **25 Jahre**. Zunächst 1789: Wie sieht ein Land aus, in dem die Bauern revoltieren? Der Däne BAGGESEN (in 1985, S. 375) reist 1789 mit zwei Gefährteden durch das Elsaß und wundert sich auf seiner raschen Fahrt Richtung Basel: "Sind wir wirklich in einem Land, das Ludwig XIV. erobert, Ludwig XV. unterdrückt und Ludwig XVI. hat unterdrücken lassen, am Rande einer wirklichen Despotie - auf dieser reichen, blühenden, lachenden Fläche? Ist es möglich, daß so viel Kultur, Wohlstand, Munterkeit, wie uns hier begegnen, .... man jetzt im Begriff ist abzuschlagen? fragten wir uns alle Augenblicke ... Wo wolltet ihr denn hin, unglückselige Rasende? Oder rast ihr nur aus Übermut?" Wann kommt eine Revolution? Krieg und Elend mögen dazu führen, so 1917 und 1919, und vermochten es oft nicht. Aus wenigstens relativer Höhe kam manche Revolution und machen es schwer, die weiteren Ursachen zu ergründen. Der Russe KARAMSIN (1977, S. 424) lehnte die Revolution ab und meinte in Paris 1790: "Kaum der hunderste Teil gehört zu den Schauspielern", das heißt zu denen, die in der Revolution eine Rolle spielen.. "Die übrigen sind Zuschauer und urteilen oder diskutieren , weinen oder lachen, klatschen und pfeifen wie es ihnen gefällt." Wer etwas zu gewinnen hofft, wäre kühn, die, "welche alles verlieren können" sind "furchtsam wie die Hasen." In den immer vollen Theatern waren auch die unteren Schichten reichlich vertreten. Es gibt also weniger pathetische Zeugnisse der Lage. 1791 spitzt sich die Situation nach der gescheiterten Flucht der könglichen Familie wieder zu. Am 17. Juli 1791 wollen auf Initiative des Klubs der Cordeliers zahlreiche Menschen auf dm 'Feld der Konförderierten' umbenannten Marsfeld eine Petition zugunsten einer Republik unterzeichen und an den 2. Jahrestag des Bastillesturms erinnern. Am Abend wird unter Befehl und Anwesenheit von LA FAYETTE und Astronom und Pariser Bürgermeister BAILLY auf die nicht auseinandergehenden Menschen geschossen, wobei wohl nicht wie einst behauptet bis 2000 Menschen, sondern höchsten 50 zu Tode kamen (Wikipedia 2017). LA FAYETTE floh 1792, kam in österreichische Haft. BAILLY wurde am 12. November 1793 guIlotiniert.

Im **10. August 1792 erstürmen** revolutionäre Massen den städtischen Königssitz, die **Tuilerien.** Die Königsfamilie kommt in Haft. Die erschreckten europäischen Monarchen, zuerst Preußen und Österreich, glauben sich berechtigt, in die inneren Angelegenheiten Frankreichs einzugreifen, ziehen **gegen Frankreich**. Aber statt Paris einzunehmen, erleiden sie am 19. September 1792 die '**Kanonade von Valmy**'. 30 Jahre später wird 1822 der Feldzugbegleiter GOETHE (s. 1978) nach seinen Tagebuchaufzeichnungen von 1792 im gedruckten Werk 'Kampagne in Frankreich . Belagerung von Mainz' darüber berichten: "Von jeder Seite wurden an diesem Tage zehntausend Schüsse verschwendet, wobei auf unserer Seite nur zwölfhundert Mann und auch diese ganz unnütz fielen" (1978, S. 114). Am Abend

am Lagerfeuer nach seinen Ansichten befragt, will er dann gesagt haben: "Von hier und heute geht eine neue Epoche der Weltgeschichte aus, und ihr könnte sagen, ihr seid dabeigewesen" (S. 117). Angenehm ist GOETHE dieser 'Epochenwandel' nicht, auch wenn er die Berechtigung einsieht. GOETHE hadert mit Freunden, die in der bestehenden Orddung privilegiert leben und dennoch, wie HERDER und WIELAND, Revolutionsfreunde sind (R. SAFRANSKI 2015, S. 368). In Paris werden in diesen Septembertagen inhaftierte Gegner der Revolution und der Zuwendung zu den fremden Armeen verdächtigt in den Gefängnissen in den '**Septembermorden**' umgebracht. Die Armeen der europäischen Monarchen muß zurück: Es fällt dauernder Herbstregen, die grundlosen Wege mit den an den Füßen und Rädern klebende kalkige schwere Erde der Champagne erschwert Fortbewegung, es gibt Versorgungsausfall, dann Plündereien. Manche derer von den Bauern, denen Hühner oder Haustiere weggenomen werden, denken vielleicht daran, wenn sie später als NAPOLEONs Soldaten in Deutschland stehen. GOETHE stiehlt etwas weniger, nur Zwiebeln. Er findet seinen vermißten Wagen wieder und seinen Diener und kann entkommen. Am **21. September erklärt der neue Konvent** das **Königtum für abgeschafft.** Die Revolutionstruppen besetzen am 4. Oktober Worms, am 21. Oktober Mainz. Mainzer Bürger mit GEORG FORSTER an der Spitze rufen im Oktober 1792 einen 'rheinisch-deutschen Nationalkonvent' ein und im März 1793 wird das Gebiet zwischen Rhein und Mosel zur 'Rheinischen Republik' erklärt (Anmerkung zu GOETHE 1978, S. 664), die sich Frankreich anschließen soll. Auch MARIA THERESIAs jüngste Tocher, MARIE ANTOINETTE; war in Österreichs Heiratspolitik einbezogen worden und heiratete 1770, 14 Jahre alt, den französischen König LUDWIG XVI. In den Jahren 1792/1793 ist in Frankreich erst einmal Schluß mit Monarchen. Der französische König und die Königin enden 1793 auf dem Schafott, LUDWIG XVI am 21. Januar, sie am 16. Oktober. Mainz wird zur Rückeroberung ab Ende Mai 1793 von der Koalition belagert und beschossen. Am 26. und 27. Juli kann GOETHE (in 1978, S. 282) mit einigen Freunden einiges von der Stadt in Augenschein nehmen und sie "fanden": "In Schutt und Asche war zusammengestürzt, was Jahrhunderten aufzubauen gelang, ..." FORSTER ist bereits nach Frankreich gegangen. Die Religion schien wenigstens in Frankreich am Ende des 18. Jh. erledigt zu sein (s. a. H. BUTTERFIELD 1960, S. 184). Da die Geistlichen in dem zur Republik erklärten **Frankreich** immer wieder sich als Gegner zeigten, den Treueeid viele verweigerten, wurde **Ende 1793** vom Nationalkonvent die **Abschaffung der Religion dekretiert** (F. CHR. LAUKHARD 1955, S. 413 ff.). Das bedeutete Abschaffung der öffentlichen Gottesdienste, Beseitigung der religiösen Symbole. In der aufgeklärten Bevölkerung wurde es hingenommen. Alles schien erneuerbar zu sein, gestaltet nach den Ideen der Philosophen, und auch ein neuer Mensch schien machbar zu werden. Aber dem sinnlosen Vandalismus und pöbelhafter Zerstörungswut waren Kirchentüren und

Kirchentürme geöffnet. Die Königsgräber in der Abteikirche von St. Denis (s. a. J. H. CAMPE in 1961, S. 289). wurden zerstört, bis auf die der Könige LUDWIG XII. und HEINRICH IV.. Also wurde unter der einstigen Regenten auch vom 'Pöbel' unterschieden. Aber selbst LUDWIG XIV. lag "nicht mehr ganz beisammen" (S. 417). Schlimm war, wenn in Wohnungen eingedrungen wurde, um hier religiöse Symbole zu zerstören, also Privatheit wüst verletzt wurde. An die aristokratische Vergangenheit sollte möglichst nichts mehr erinnern, und selbst die Ankündigung 'Hotel' wurde durch 'Maison' ersetzt (J. F. REICHHARDT in 1981, S. 43).

An Stelle der religiösen Predigten wurden in neuen '**Tempeln der Vernunft**', bisherige Kirchen, der neuen Zeit dienende Reden gehalten. Und als solche 'Tempel der Vernunft' konnten Kirchen sinnvoll ungestaltet werden. Wie der Zeitzeuge LAUKHARD (S. 420) sah: "Die Worte 'Tempel der Vernunft' standen mit großen goldenen Buchstaben über den den Türen der ehemaligen Tempel des Aberglaubens". LAUKHARD erlebte (S. 420): "Jeder gute Patriot fand sich ein, die Neugierigen auch ..." Und zu den Reden: "Zum Einschläfern war keine." ROBESPIERRE dekretierte im Konvent "das Dasein des Höchsten Wesens und die Unsterblichkeit der Seele sowie die Beobachtung der Menschenpflichten als die einzige des Höchsten Wesens würdige Verehrung ..." (S. 422). 'Tugend' sollten den Bürger der Republik auseichnen und der 'Terreur' mit der Guillotine sollte das erzwingen. Am **8. Juni 1794** wurde bei an diesem Tag zugehängter Guillotine in Paris unter großer Beteiligung das **'Fest des Höchsten Wesens**' gefeiert, mit dem von vielen der Abgeordnten gefürchteten ROBESPIERRE an der Spitze des Festzuges.

Auch im aufständischen **Lyon** wurde viel guillotiniert. LAUKHARD (1955, S. 443) berichtet von seinem Dienst in Lyon: "Mein Dienst erstreckte sich, solange wir in Lyon waren, bloß auf das Patrouillieren und zur Guillotine ziehen, um welche wir täglich nachmittags um zwei Uhr einen Kreis schließen mußten." Als ein junges Ehepaar wegen Emigrantenbegünstigung vor dem Messer stand, rief die zuerst zur Hinrichtung vorgesehene Frau dem Henker zu: "Lassen wir diesen Augenblick beschleunigen,..., damit wir bald wieder vereinigt werden!" und die Umstehenden sollen doch ergriffen gewesen sein, wie LAUKHARD (1955, S. 439) erlebte.

Eine **alte Tradition** wie das Christentum innerhalb kurzer Zeit völlig **umzugestalten mißlang**, auch späteren Revolutionen im 20. Jh. Und immer wieder wurde so etwas versucht. auch mit Gewalt. **'Kampf der Kulturen'** - man kann schon davon sprechen. Schon seit längerem und noch lange gab es **blutigsten Widerstand gegen die Abschaffung der Religion** und der Hinrichtung des Königs an der unteren Loire, mit der **Vendee** als dem Rückzugsgebeit der Aufständischen, Bauern, Handwerker, normaler Bürger (YouTube 2019, französischer Film von 1793; Spiegel 14. 5. 1993 DIETER WILD). An der unteren Loire wurde die von Offizieren und Adligen geführte Aufständischen Armee, mit eigenen Uniformen und Fahnen,

die Armees Catholique et Royale. Gab es nicht jene vielfach als Ausbeuter der Bauern geschilderten Bischöfe und höheren Geistlichen (L. S. MERCIER 1976, S. 220)? Der Aufstand im Nordwesten begann mit der massenhaften Verweigerung des vom Konvent angeordneten Wehrdienstes. Etwa Saumur und Angers wurden zeitweise von den Aufständischen erobert. Gescheitert wurde vor Nantes. War die Revolution , die Republik, durch einen **drohenden** katholisch-royalistischen **Separatstaat** an der unteren Loire so gefährdet, daß alle grausamen Maßnahmen dagegen notwendig waren? Was 'darf' eine revolutionäre Bewegung, die eine neue Gesellschaft aufbauen will, was aber viele auch als unerlaubt ansehen? Fühlten sich die Bauern hier weniger bedrückt? Überwog der religiöse Wahnsinn alles? Etwa 100.000 Mann erprobte Truppen setzte der Konvent gegen die jedenfalls mindestens ebenso starken Aufständischen ein Es kam durch die Revolutionstruppen zu genozidartiger Menschenvernichtung, verlangt von dem unter ROBESPIERRE stehenden Wohlfahtsausschuß. 12 Höllenkolonnen unter General TUREAU metzelten auf des Generals Befehl schließlich alles nieder, auch Fruuen und Kinder, abzustechen mit dem Bajonett. Es gab verbrannte Dörfer, Ernten, Wälder. Die mitgeführten Guillotinen arbeiteten viel zu langsam. Mindestens 170.000 Menschen sollen umgebracht worden sein, ein Vielzahl deren, die in ganz Frankreich unter die Guillotine kamen. In Nantes entledigte man sich unter dem vom Konvent entsandten CARRIER der Gegner auch durch Ertränken in der Loire. Sie wurden auf Schiffe getrieben, deren Böden sich über dem Fluß öffneten. 16.000 oder auch nur um 5000 kamen so um. Nach ROBESPIERREs Hinrichtung wurde allerdings CARRIER zurückgerufen am 16, Dezember 1794 in Paris guillotioniert. Die auch vom Ausland bedrohte Revolution schien nur so gerettet werden können wie die Konventstruppen das versucht hatten, durch grausame Tötung der Gegner wie einst der Glaubensgegner durch die Inquisition und jetzt durch solche, welche gegen die Katholischen an der unteren Loire vorgingen. Dabei wurde von dem revolutionären Frankreich auch gegenüber dem Ausland schließlich gesiegt. Auch der zum Kommunismus neigende BABEAUF sprach später von dem Gemetzel durch das Konventheer in der Vendee vom 'democide'. Erst unter NAPOLEON konnten die Überlebenden aufatmen,. In der französischen Revolutionsgeschichtsschreibung wurden die Ereignisse in der Vendee möglichst verschwiegen, bis zum 200. Jahrestag 1993. Nun kamen Gedenkfeiern und Denkmäler überall im einst verwüsteten Gebiet.

In Paris gibt es bald unversöhnliche Auseineinandersetzungen unter den Revolutionsführern. '**Widerstand**' ist ein immer wiederkehrendes Phänomen in der Geschichte: Widerstand **gegen eine bestimmte Politik** und CAESAR wurde ermordet, Widerstand **gegen Religion und Kirche** und die Scheiterhaufen brannten, und nun Widerstand von Leuten für mehr Gedankenfreiheit gegen die härtesten Revolutionäre und es gab in der Tat auch den Widerstand der



Abbildung 1254: Bordeaux, Denkmal der guillotinierten Girondisten.

gestürzten Kreise. Am 17. September 1793 nahm der Konvent das Gesetz über die Verdächtigen an, die auf Proskriptionslisten erfaßt wurden (H. VOEGT in G. KERNER 1976, S. 524).

Viele Revolutionäre, Leute, welche als Politiker oder Ideengeber für die Revolution wirkten, endeten ebenfalls unter die Guillotine, vor allem in den 8 Monaten seit dem 31. Oktober 1793. Am 31. Oktober 1793 rollten die Köpfe der gemäßigten. die reicheren Geschäftsleute vertretenden Girondisten.

Am 15. April 1794 enden die der schon ziemlich radikalen DANTON und DESMOULINS unter der Guillotine. Keiner der Revolutionäre, der für die Hinrichtung anderer stimmte und dann selbst unter die Guillotine kam, hatte klar gewußt, wie es mit der revolutionären Entwicklung weitergehen könnte, ob es ein Endziel gäbe, eine gesicherte Zeit für alle, keine dauernde Bedrohung mehr. Aber das Gedankengut der Revolution findet ungeachtet der Koalitionen gegen das revolutionäre Frankreich überall auch Widerhall. Auch in Sachsen. Im Juli wurden die Österreicher bei Fleurus geschlagen, Belgien, das österreichisch gewesen war, wurde 1795 mit Frankreich vereinigt (in G. KERNER1976, S. 537). Im **'Thermidor'** am 28. Juli 1794 aber endeten unter der Guillotine auch der Jakobinerführer ROBESPIERRE und seine Anhänger, die für einen großen Teil der bisherigen Hinrichtungen zuständig waren. Die Hinrichtungen, die auch die Körper der damit zu Tode Gebrachten det Zersetzung durch gebrannten Kalk allem Andenken entziehen wollte, stehen in Gegensatz zu jenem individuellen Gedenken, daß man

einzelnen Opfern durch die Konterrevolution wie MARAT zollte. Man rechnet, daß in ganz Frankreich etwa 14.000 Menschen unter die Guillotine der Revolutionäre kamen, damit immerhin weniger als viele Schlachten der Erbfolgekriege der Vergangenheit an Toten kosteten. Vielleicht amüsant: GOETHE schenkt seinem Sohn AUGUST eine Spielzeugguillotine (R. SAFRANSKI 2015, S. 369). Das Guillonieren hörte nach dem Thermidor so gut wie auf. Eine hatte die ganze harte Zeit völlig geschwiegen und stand nach etlicher Zeit für Regierungsaufgaben zur Verfügung: SIEYES, er, der einst die Akademien für überflüssig erklärt hatte (J. F. REICHARDT in 1981, S. 178). Die Thermidorregierung schloß am 12. November 1794 den Jakobinerklub von Paris. Am 23. August 1795 kam "das Dekret über die Auflösung der letzten Volksgesellschaften" (H. VOEGT in G. KERNER 1976 S. 29). Der Arzt GEORG KERNER (1978), der auch bisher Augenzeuge der bedeutenden Ereignisse in Paris war, mit Haß auf ROBESPIERRE wie auf Fürsten und voller Sehnsucht nach Freiheit in Ordnung, berichtet in der Zeitschrift 'Klio. Eine Monatsschrift für die französische Zeitgeschichte" (S. 523), wie aber in Paris noch keine Ruhe eintrat und Aufruhr und Demonstrationen weitergingen. Der Winter 1794/1795 war in Paris trotz gutem Ackerbau außerhalb (S. 79) ein Hungerwinter und die wütenden Frauen erschienen KERNER als 'Harpyen' (S. 31). Am 1. April und vom 22. bis 23. Mai 1795 gab es einen Volksaufstand in Paris. Die Kirchen waren noch etliche Zeit 'Tempel der Vernunft' (S. 78), an und in denen man viel Bildwerk und Plastik zerstört hatte. RICHER-SE´RISY greift in seinem Journal 'Accusateur public' die Philosophie an, in der man die Ursache der Unruhen sah (G. KERNER 1978, S. 175). Die **katholische Religion** setzte sich allmählich auch **wieder** durch, während über dem Stadttore von Senlis gestanden hatte: (übersetzt): 'Ehre dem Höchsten Wesen, den Tyrannen den Tod' (G. KERNER 1978, S. 210). Die Priester kehrten zurück, konnten etwa bei den Einwohnern von Compiegne Zuspruch gewinnen, jener Einwohner, die einst von der "Verschwendung" des dortigen Königsschlosses gelebt hatten, das es mit der Revolution nicht mehr gab (S. 211). Mit der Aufklärung hatte sich die Kluft mit dem 'unaufgeklärtem' Wesen des größten Teiles des Menschheit vertieft, schon wegen der Verachtung vieler Aufgeklärter gegen die 'Erstarrten' und umgekehrt (so etwa J. GOLINSKI 2011, S.226). Frankreich blieb immerhin das Land mit Gewissensfreiheit. 1802 besuchte CAMPE England und sah jetzt bei der Fahrt durch Frankreich ein vielfach verwüstetes Land, so in Abbeville (in 1961, S. 285 ff.), in dem verkommenen Versailles (S. 337). Er erlebte (in 1961, S. 315). wie auch der Ausdruck 'Citoyen' im Verschwinden war.

Aufgeklärte Gesellschaftsvorstellungen, eine gerechtere Gesellschaft - **wie** sich bei der **Durchsetzung** verhalten, **wenn die Gegner unversöhnlich sind** und die Veränderer glauben im Recht zu sein, und auch unter den zunächst siegreich Revolutionären bis zu Verratsvowürfen reichendes Mißtrauen sich einfrißt - das ist

das Problem aller revolutionären Veränderungen, auch späterer Epochen. Oder wenn der Fanatismus von Gläubigen jedem antireligiösen Gedanken mit todbringendem Fanatismus entgegentritt, die als 'unterdrückt' Betrachteten sich gegen ihre vemeintlichen Befreier erheben. Die intelligenten Urheber von Gesellschaftsveränderungen haben sich mit Fanatismus leicht ins Abseits gestellt. **Mit der Guillotine** hatten ROBESPIERRE und die Seinen die **Stabilisierung der** durch unterchiedliche Interessen und Meinungen total **zerrissenen Gesellschaft** versucht, etwas, das es erst später NAPOLEON gelang, jetzt ohne Guilotine, aber mit nationaler militärischer Aufputschung.

Gegen die Mächte der Koalition gegen Frankreich siegt NAPOLEON in Italien, gründet hier neue Staaten, die Cisalpinische Republik. 1798 unternimmt NAPOLEON sogar einen Feldzug zur Eroberung von Ägypten. Dort scheitert er. Die Engländer vernichten seine Flotte. Das Osmanische Reich erklärt ihm auf englisches Ersuchen den Krieg und das den Osmanen in Palästina entgegenziehende Heer NAPOLEONs wird durch die Pest schwer getroffen. Auf einem Schiff kann NAPOLEON 1799 mit wenigen Begleitern von englischen Schiffen unbemerkt nach Frankreich entkommen. trifft am 16. Oktober 1799 wieder in Paris ein und wird am nächsten Tag vom Direktorium empfangen. Am **18. Brumaire 1799**, also dem 9. November, kann NAPOLEON über das wegen Putschgefahr nach St. Cloud gegangene 5-köpfige Direktorium und den Rat der 500 die Oberhand behalten. Ein befürchteter Aufstand in Paris bleibt aus. **NAPOLEON** wird **Erster Konsul**, neben SIEYES und dem ehemaligen Jakobiner ROGER DUCOS. In Italien waren wieder die Koalitionsmächte eingefallen. NAPOLEON siegt am 14. Juni 1800 bei Marengo. Der Frieden von Luneville am 9. Februar 1801 beendet den 2. Koalitionskrieg. Das linke Rheinufer wird französisch.

Auf die geänderten Verhältnisse reagiert man im Deutschen Kaiserreich **1803** mit dem **Reichsdeputationshauptschluß.** Die geistlichen Fürstentümer und 46 Reichsstädte werden aufgelöst und kommen an benachbarte Territorialfürsten. Viele Klöster werden '**säkularisiert**', anderen Zwecken zugeführt.

Am Ende des 18. Jh. waren viele Franzosen der Unruhe überdrüssig und es gelang bald, zu den alten Zuständen zurückzukehren, wie etwa der hochgestellte JOHANN FRIEDRICH REICHARDT, auch Komponist, in seinen 'Vertraute Briefe aus Paris 1802/1803' (neu 1981) beschreibt. Die Nation ergab sich rasch, wieder "auf die alte Weise behandelt zu werden" (S. 95). Unzufriedene und Protestierende gibt es immer und mit ihnen wurde das neue Regime rasch fertig, schon wegen der Kriege. NAPOLEON wird **lebenslanger Erster Konsul**. Die **sozialen Unterschiede** übertreffen wieder alle Vorstellungen, zwischen den Salons etwa der Bankiersgattin RE´CAMIER (J. F. REICHARDT in 1981) und den zahlreichen Bettlern, darunter herabgesunkene aus besseren Kreisen (S. 87). Frau RE´CAMIER war wegen regie-



Abbildung 1255: Haus der Familie BUONOPARTE. Ajaccio.



Abbildung 1256: NAPOLEON. Ajaccio.



Abbildung 1257: Benediktbeuern, säkularisiert 1803.

rungsfeindlicher Haltung aber 1811 - 1814 aus Paris verbannt (S. 332). **Theater- und Bücherzensur** sind eingeführt (S. 93). Der Lobredner für VOLTAIRE 1791, DE LAHARPE, verurteilt ihn jetzt scharf (J. F. REICHARDT in 1981, S. 181). Es wird streng darauf geachtet, daß nicht gegen die Regierung gesprochen wird. NAPOLEON verordnet für die **Schulen** '3 Lehrer für die Mathematik, die auch Naturwissenschaften lehren, 3 für Latein. Als darüber in Gegenwart von Madame LAPLACE gestritten wurde, trat Herr LAPLACE, ein williger Wortführer der Regierung, hinzu und trat für NAPOLEONs Bestimmung ein, und "auch der Kühnste sagt hier in Gesellschaft kein Wort gegen die Regierung, sobald sich einer dabei befindet, der sich dafür erklärt oder auch nur den Ruf hat, in ihre Maßregeln willig einzugehn" (J. F. REICHARDT in 1981, S. 50).

NAPOLEON übernahm vieles von den vorrevolutionären Zeiten, teilweise verändert, aufgenommen: Einstellung zahlreicher alter, wiedergekehrter Offiziere und Bedienten, beründete eine neue Hierarchie, einen Neuadel, Orden und Titel, wieder **katholische Religion,** der gregorianische statt des Revolutionskalenders und damit wieder jeder 7. Tag als nur jeder 10. Tag arbeitsfrei usw. Trotz der Wiedereinführung des Katholizimus wurden nach Beobachtung von J. F. REICHARDT (in 1981, S. 201) in den ihm bekannten Teilen Frankreichs die Messen nicht reich besucht und ging kaum jemand zur Beichte. NAPOLEON hört um ein Beispiel zu geben am Sonntag die Messe, in einem mit Altar versehenen Zimmer in den Tuilerien (S. 250)), obwohl ihm keine echte Religiosität zugebilligt wird (S. 203).

Zahlreiche Priester hatten den Eid auf die Verfassung von 1792 nicht verweigert. Sie konnten so Taufen und Eheschließungen durchführen, Diese sollten nun aber ungültig sein und müßten wiederholt werden, was entsprechende Gebühren verlangte (S. 251/252). NAPOLEON ließ für sich, seinen Bruder LUCIEN BONAPARTE und seine Generäle England Reit-und Jagdpferde und Jagdhunde holen (S. 267). Selbst die Namen der Straßen und der Plätze werden wieder die alten, gab also wieder eine 'Rue Richelieu' und der 'Place de la Revolution' wurde wieder 'Place de Louis XV.' (J. F. REICHARDT in 1981, S. 67).

Am 21. März 1804 tritt das Bürgerliche Gesetzbuch, der '**Code Napoleon**' in Kraft. Am **2. Dezember 1804,** also etwas über 10 Jahre nach dem 'Thermidor', läßt sich NAPOLEON in der Kathedrale Notre Dame zum **Kaiser krönen**. Offenbarte das Geschehen wie es jeder weiteren Revolution geschah, die Unmöglichkeit der Herstellung einer stabilen, auf festem Verfassungsfundament ruhenden Ordnung, in einer Revolution, mit seinen widerstreitenden Führern?

Der Habsburger Kaiser FRANZ II. erklärt sich im August 1804 als Antwort auf NAPOLEONs Kaiserkrönung zum Erbkaiser Österreichs. 1805 wird NAPOLEON König von Italien. Gegen eine erneute Koalition gegen ihn siegt am 12. Dezember 1805 NAPOLEON bei **Austerlitz**, und die besiegten Mächte, Rußland wie Österreich, letzteres im Frieden von Schönbrunn, müssen sich Bedingungen des Siegers fügen. Preußen hatte sich neutral gehalten, aber glaubt 1806 einen Krieg gegen NAPOLEON wagen zu können. Es wird grandios am 14. Oktober besiegt bei Jena und Auerstedt. Die Königsfamilie, FRIEDRICH WILHELM III. und seine Gattin LUISE flieht nach Memel. NAPOLEON **gestaltet** noch mehr in den deutschen Staaten **um**, mehr als nach dem Frieden von Münster 1648. Regenten erhalten **neuen Titel** und werden sie auch nach NAPOLEON behalten ebenso wie **neu erworbene Territorien**. Der aus einer Nebenlinie mit wegen ihres Lebenswandels verstoßener Mutter kommende Kurfürst von **Bayern**, der Wittelsbacher MAXIMILIAN IV. JOSEPH (Wikipdedia 2017) wird 1805/1806 als MAXIMILIAN I. 'König' wie der Kurfürst von **Sachsen** FRIEDRICH AUGUST III. und der Herzog von **Württemberg** FRIEDRICH I., in der Markgrafschaft Baden wird KARL FRIEDRICH Großherzog wie der Landgraf von Hessen-Darmstadt. Das Königreich Bayern kann sich die Lande der Hohenzollern einverleiben, die 1769 miteiander vereinigten Markgrafschaft Kulmbach-**Bayreuth** und die ebenso vom Brandenburg der Hohenzollern unabhängig gebliebene Markgrafschaft Brandenburg-**Ansbach**, und ebenso die Bistümer wie Bamberg und Eichstätt.

**Aufgehoben** werden auch **zahlreiche deutsche Universitäten**, selbst so bedeutende und ehrwürdige wie Erfurt. Aber was die Bevormundung wissenschaftlicher Institutionen betrifft: in der Stiftungsurkunde für die **Bayerische Akademie der Wissenschaften 1807** wird immerhin festgehalten, "dass dem Forschungs-



Abbildung 1258: MAXIMILIAN I. Passau, vor dem Dom.

geiste durch bestimmte Weisungen keine Schranken gesetzt werden" (zit. b. C. W. GÜMBEL 1877, S. 10), etwa nur theoretisch, und nicht auch praktisch forschen und überhaupt.

Ohne all die in der zweiten Hälfte des 18. Jh. kulminierenden Gedankenauseinandersetzung und das was die **Aufklärung** ausmachte, etwa der Antiklerikalismus und auch die Kritik an den Herrschaftsmethoden, wäre die **Revolution** so wie sie war nicht gekommen und sie hat vieles von dem, was gedacht worden war, verwirklicht. Aber von manchem der Aufklärer, auch der toten, VOLTAIRE namentlich, wurde sich auch getrennt, weil er den konsequentesten Revolutionären nicht weit genug ging.

NAPOLEON muß von einem als 'dämonisch' bezeichneten Willen getrieben worden sein, als er ganz Europa nach seinen Vorstellungen gestalten wollte. In den Niederlanden war die Batavische Republik errichtet worden, in Italien kamen Cisalpinische, Römmische, Parthenopische Republik, in der Eidgenossenschaft die schließlich verwüstete Helvetische Republik und dann erst einmal wieder der Rückschlag durch die Koalitionsmächte, und dann die weiteren Siege NAPOLEONs, der sich am 2. Dezember 1804 zum Kaiser machte. Er glaubte Großbritannien durch eine '**Kontinentalsperre**' in die Knie zu zwingen und den französischen Waren den Sieg zu gewinnen und erließ das Verbot der Einfuhr englischer Waren in irgendein von ihm beherrschtes Land. Bald fehlte es an Kaffee und Zucker. Frankreichs Plantagen auf Haiti hatte in einem grandiosen Aufstand der Sklaven und der gescheі-



Abbildung 1259: 1813. Hier fiel der Dichter KÖRNER.

terten Rückeroberung durch französische Soldaten verloren. Der spansiche Anteil der Insel Santo Domingo/Haiti war wegen wohl geringerer Unzufriedenheit nicht so betroffen gewesen. Und um Bewahrung der Tradition ging es bei den furchtbaren Guerillakämpfen in Tirol, als NAPOLEON in Deutschland alles aufmischte. **Tirol** war dem mit NAPOLEON verbündeten Bayern einverleibt worden. Bayern brach die Autonomieversprechen. Der Tiroler Aufstand unter dem ländlichen Gastwirt ANDREAS HOFER war stark religiös geprägt, für das Althergebrachte gegen die 'Auflärung', zumal die 'aufgeklärten' Franzosen hohe Kontributionen verlangten und schon das machte sie unbeliebt. Von 'Freiheit' sprachen beide Seiten. Bayern wie Tirol waren katholisch, aber nicht die Franzosen. NAPOLEON ließ ab 1807 Spanien besetzen. Die unter NAPOLEONs Herrschaft stehenden Länder und auch die deutschen Staaten, ob Rheinbund, ab 1806, oder Königreich Westfalen ab 1807 kam die französische Besetzung mit ihren Versorgungsansprüchen und die Kriege teuer zu stehen, und Mißfallen erregte die erzwungene Teilnahme von Soldaten an dem nicht als sinnvoll angesehenem Feldzug nach Rußland. **1813** kam es also zur großen Erhebung, unter der 6. Koaltion, bestehend aus **Rußland, Preußen und Österreich,** und unter Teilnahme von Schweden. die nach etlichen Niederlagen im Sommer am 18. Oktober 1913 in der Völkerschlacht bei Leipzig siegte, Etwa 600.000 Soldaten hatten einander gegenübergestanden, 92. 000 kamen ums Leben oder waren verwundet. In Berlin brach man in Jubel aus (K. F. KLÖDEN in 1976, S. 377). Im neuen Jahr 1814 rückten die Verbündeten in Frankreich ein.

Was schon am Ende des 17. Jh. in der Pfalz geschehen war und die zahlreichen Zerstörungen ab 1792 blieben lange Gedächtnis. Das alles **belastete** bei vielen die **Einstellung zu Frankreich** und machte auch vor vielen Wissenschafltern nicht Halt. Aber manche führenden Personen sahen durchaus weiterhin anerkennend

nach dem wissenschaftlichen und kulturellen Frankreich, allen voran ALEXANDER VON HUMBOLDT und mancher verbrachte in Frankreich auch weiterhin eine Studienzeit, zumal Frankreich auch nach der Niederlage durch die Sieger sehr glimpflich behandelt wurde. 'Edikt von Salerno'

# Technisches und Nützliches - Auf dem Wege zur Industriellen Revolution

## Technik für herrschaftliche Spielereien

Absolutistische Herrscher konnten sich leisten, große Summen für ihre beschränkten Vergnügen zu verwenden, wobei allenfalls die mögliche Besichtigung solcher Objekte durch Touristen im Falle ihrer Erhaltung nachträglich sie der Allgemeinheit dienen läßt. Um die **Wasserspiele** in seinen bei Paris gelegenen Parks von Marly, **Versailles** und Trianon zu betreiben, ließ der französische König LOUIS XIV. die Seine stauen und wurden mit dem Gefälle Wasserräder bewegt, die bei 125 PS Stärke 221 Pumpen betrieben, die pro Tag 5000 m2 Wasser hoben. An dem Werke mußten fast 2000 Menschen 6 Jahre lang arbeiten und das Werk soll umgerechnet gegen 80 Millionen Mark verschlungen haben. Als benötigte Ressourcen werden angegeben 850 t Kupfer, ebensoviel Blei, 16.000 t Eisen, 90.000 Holz (E. BOYE 1957). Ein Bad gab es in Versailles aber nicht, und nur eine einzige Toilette.

Der 1709 in Grenoble geborene JACQUES DE VAUCANSON konstruierte **Automatenfiguren**, 1738 den "Flötenspieler", 1739 die "Ente". Letztere ahmte außer Bewegungen auch Fressen und Ausscheidung nach. In den Figuren kann man die Anfänge von Robotern sehen, wie sie danach für lange nicht mehr gebaut wurden.

Erfahrungen konnten natürlich auch mit solchen Spielereien gewonnen werden

### Das "ökonomische Jahrhundert" / Geförderter Erfahrungsaustausch

Wohl niemals in der Geschichte bisher wurde **wechselseitiger Erfarungsaustausch** so angestrebt und propagiert wie im 18. Jh. Geheimhaltung schien in dieser Zeit von Staatswirtschaft wenigstens innerhalb von Staaten relativ gering zu sein. Lernen von den anderen erschien als die große Losung. Und der Erfolg blieb nicht aus. Im 18. Jh. erschienen große Enzyklopädien, in denen viel Technik und Wissenschaft abgehandelt wurden. Die Abhandlungen der Königlichen Schwedischen Akademie der Wissenschaften nannten sich "Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunft und Mechanik", so ab 1. Band 1739/1740, wobei

also "**Haushaltungskunst**" hervorgehoben sei. Für Deutschland ist auch vieles aus Reisebeschreibungen zu entnehme, so von dem Schweizer JOHANN KASPAR RIESBECK 'Briefe eines reisenden Franzosen über Deutschland' , 1782 niedergeschrieben, erscheinen in Zürich 1783. Schwer krank an Tuberkulose half ihm der Verlag nicht mit Geld aus und RIESBECK starb 32-jährig am 8. Februar 1786. Sein Buch über Deutschland war ein großer Erfolg. (Siehe Nachwort der Ausgabe 1976 von JOCHEN GOLZ). Gewerbe-, Technikbeschreibung gab es bei den Konservativen wie den eher Aufsässigen, bei REAUMUR wie bei DIDEROT. Im Interesse des Reichtums der Staaten resp. ihrer allerdings oft kriegs- und bausüchtigen Herrscher sollten die **Gewerbe gefördert** werden. Aber der aufgeklärte Herrscher war durchaus auch an materiell befriedeten Untertanen interessiert. Es wurden etwa technische Verfahren namentlich für die Herstellung gleicher Erzeugnisse verglichen, um die rentabelsten zu verbreiten. Landesprodukte kennenzulernen. Das wurde für Staatsökonomen als wichtiger bezeichnet als die Entdeckung eines neuen Fixsterns. Die Freie Ökonomische Gesellschaft von St. Petersburg notierte bei ihrer ersten Sitzung 1765, daß das 18. Jh. ein "ökonomisches Jahrhundert" sei (zit. bei L. KOERNER 1999, S. 397).

Wie in den Naturwissenschaften nichts mehr als endgültig angesehen wurde, galt in den fortgeschrittenen Ländern auch **in den Gewerben, in der Technik, alles als offen für Verbesserungen.** Das beginnende 'Technische Zeitalter' - das erste neue Zeitalter seit der Eisenzeit" (K. JASPERS 1955, S. 34). Wenn es zunächst auch noch nicht die großen, 'revolutionär' wirkenden Errungenschaften der großen Industriellen Revolution waren: Verbesserungen, die auch die Übernahme von anderswo lohnten, gab es immer wieder. Diese Einstellung, dieser Geist, hat wohl zu der nunmehr kommenden besonders stark werdenden Überlegenheit der Europäer beigetragen.

Zahlreich sind etwa die Abbildungen von Werkzeugen, die Beschreibungen von Änderungen in der Landwirtschaft. Das Beste sollte überall eingeführt werden. Das eigentlich noch fern dem bald folgenden Konkurrenzdenken.

**'Ökonomisierung'** bedeutete auch verstärkte Abwägung von Aufwand und Ertrag, also **Kosten-Nutzen-Rechnung**. So etwa bei der Nutzung von Dampfmaschinen oder dem Verbleiben bei bisherigen Energiemaschinen. In der Landnutzung und bei der Ressourcengewinnung war Ökonomisierung auch verbunden mit **Privatisierung**. Statt der Dorf-Allmende als Weide für das Vieh aller kam vielerorts der Übergang in Privathand und ebenso wurde das Ackerland nicht mehr gemeinsam von der Dorfgemeinschaft bebaut. Privateigentum auch an Grund, Boden, Wäldern, Gewässern solle **pfleglichere** und **ertragreichere Nutzung** bedeuten gegenüber der ohne strenge Kontrolle möglichen Verwüstung von Land in Allgemeinbesitz, der "Tragödie des Allgemeinguts" (s. a. R. DAWKINS 2016 b, S.

441). **Galt das immer?** Wurden deutsche Staatswälder nicht gut kontrolliert und nachhaltig bewirtschaftet? Jedoch wie benahmen sich andererseits manche Bergbauunternehmen im 20. Jh. in der Dritten Welt, aber auch ebenso manche Staatsunternehmen in der ehemaligen Sowjetunion? Gemeineigentum oder Privatbesitz - spricht nicht manches für und anderes gegen das eine wie das andere? Wem gehört die Welt? Jenen, sie sich einmal durchgesetzt haben und nun immerfort die Elite sein wollen? Aber mit den Reformen in der Landwirtschaft wurden damals sicherlich die Erträge höher.

## Technische Lehrstätten im 18. Jahrhundert

Noch ehe die Industrialisierung voll griff und gerade auch dort, wo sie nicht so weit wie in Großbritannien voranrückte, wurden für technische Bereiche spezifische Lehrstätten gegründet. In **Frankreich** wurde 1747 die **E'cole des Ponts et Chaussées** (Schule für Brücken- und Straßenbau) geschaffen. 1748 richtete man im Louvre in Paris eine **Marineschule** ein.

Weltberühmt wurde die **1765** aus schon vorangegangegen privaten Lehrstätten hervorgegangene **Bergakademie in Freiberg in Sachsen**. Im Bergwesen war schon immer viel zu lehren gewesen, etwa die Markscheidekunst. Nun wurde also eine Lehrstättr grschaffen.

Hier, in **Freiberg** in Sachsen ließ sich 1712 als Arzt der 1679 in Merseburg geborener Arztsohn JOHANN FRIEDRICH HENCKEL (H. BAUMGÄRTEL 1965, W. HERRMANN 1953 b, S. 29 ff.) nieder, der in Freiberg auch Stadtphysikua wurde, und richtete als kenntnisreicher Chemiker und Mineraloge ein 1733 vom Staat aufgegriffenes Privatlaboratorium ein, in dem er Chemie und Mineralogie im Sinne des Bergwesens betrieb und lehrte. Die Mineralien sind die Träger der Erze und sie zu unterscheiden war notwendig. Auch Ausländer, so der junge Russe LOMONOSSOW, ließen sich in Freiberg ausbilden. In einem Buch berichtete HENCKEL über die Berufskrankheiten der Berg- und Hüttenleute und ermahnte sie zur Achtung auf ihre Gesundheit. Die Scheidebank, auf der auch Kinder erzhaltige Gesteinsbrocken zur Abtrennung der erzhaltigen Teile mit Hämmern arbeiteten, nannte er eine Schlachtbank der Kinder.

Das in einer Hochschule zusammenzufassen, wurde seit 1710 diskutiert. **1765** unter Initiative besonders von FRIEDRICH WILHELM VON OPPEL und dann FRIEDRICH ANTON VON HEYNITZ wurde das mit der Gründung der **Bergakademie Freiberg**, der ersten montanwissenschaftlichen Hochschule der Erde und einer ersten, auch international ausstrahlenden technisch-naturwissenschaftlichen Hochschule verwirklicht. Wobei es räumich bescheiden begann, im Erdgeschoß des




Abbildung 1260: C. E. GELLERT-Erinnerung. Freiberg.

Wohnhauses von VON OPPEL (W. HERRMANN 1953 b, S. 40). Viel jünger als die noch heute gern 'alt-ehrwürdig' genannten Universitäten wurde und blieb die Bergakademie Freiberg ein Eldorado der Chemie, der Metallurgie, Geologie und verwandter Fächer, und an Universiäten auch in Sachsen wurde erst apäter nachgezogen. Erster Professor an der Bergakademie wurde CHRISTLIEB EHREGOTT GELLERT (W. HERRMANN 1953, S. 41), der "als erster Metallurg seiner Zeit" galt, der Bruder des Leipziger Professors und Poeten CHRISTIAN FÜRCHTEGOTT GELLERT. Er war Erfinder der kalten Amalgation, für die das mustergültige, gewalige Holzmangen ersparende Amalgamierwerk Halsbrücke errichtet wurde,

Bedeudendster Lehrer wurde dan ABRAHAM GOTTLIEB WERNER (W. HERRMANN 1953).

Das "**Bergfach**" zu studieren wurde auch ein Anliegen von jungen Leuten 'höherer Herkunft'. Es wurde studiert von ALEXANDER VON HUMBOLDT wie badigen oder späteren Dichtern wie THEODOR KÖRNER und NOVALIS. Sujets für romantische Dichter gab es im Bergwesen durchaus: Den in der Grube von Falun in Schweden verschütteten Jüngling, dessen Leichnam man durch die erzhaltigen Wässer wohlkonserviert nach Jahrzehnten wiederfand. Und über den Leichnam beugte sich dessen einstmalige Geliebte: Sie lebend, aber gealtert, er noch jugendschön, aber tot. AUGUST VON HERDER, der von GOETHE mitbetreute Sohn des Weimarer Superintendenten HERDER, wurde 1826 Oberberghauptmann (W. HERRMANN 1953 d, S. 83). Zu Recht pflegt Freiberg jetzt sehr die fast einmalige Tradition in Innovation und Fortschritt in seiner Geschichte.

#bilfBergakademie Freiberg, historisches Gebäude. 2017

Ab **1763/1770** gab es die Bergakademie **Schemnitz/** slowakisch **Banska Stiav-**




Abbildung 1261: Erinnerung an die Gründung der Bergakademie Freiberg.



Abbildung 1262: Bergakademie Freiberg, Akademiestraße.

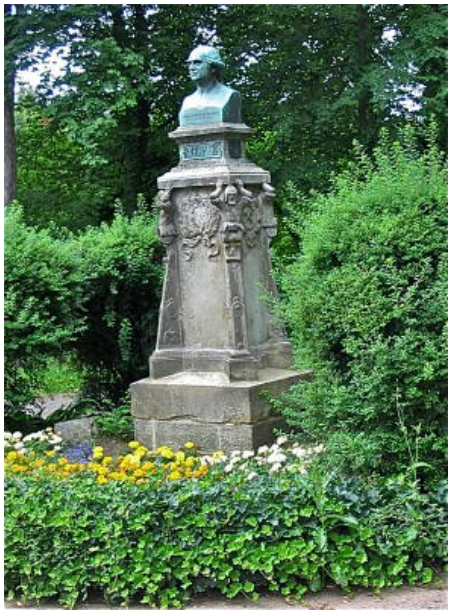

Abbildung 1263: Der Bergakademie Freiberg zeitweilig größte Berühmtheit: A. G. WERNER.

**nica** im 'oberungarischen' Bergbaugebiet, heute in der zentralen Slowakei. Auch hier weilten schon vor der Inaugurierung der Bergakademie oder kamen bald danach manche bedeutenden Fachgelehrten. Es gab zunächst eine eine Ausbildungsstätte. NICOLAS JACQUIN wurde hier der erste Professor der Chemie und des praktischen Bergbaus. JACQUIN wie der auch hier weilende SCOPOLI wurden auch bedeutende Botaniker.

An der E'cole des Ponts et Chaussées wurden auch einige Bergwerksdirektoren ausgebildet und es entstand 1783 eine allerdings zunächst nur wenige Studenten ausweisende **E´cole des Mines**. Die führende französische 'Ecole nationale supe´rieure des mines' in **Saint-Etienne** wurde erst **1830** gegründet, unter LOUIS-ANTOINE BEAUNIER (Wikipedia)

**Weitere höhere Bildungsstätten auch in deutschen Staaten**

Noch weit hinein bis ins frühe 19. Jh. wurden Adelssöhne anstatt nur von Hauslehrern auch auf **Ritterakademien** gebildet, entstanden nach französischem Vorbild, und welche in Deutschland gegründet wurden auch noch im 18. Jh. (Wikipedia 2020): 1594 wurde gegründet das Collegium illustre Tübingen, 1598 eine Ritterakademie im Anschluß an eine Pagenschule in Kassel, weiter entstanden 1635 Lüneburg, 1682 Wien, 1687 Wolfenbüttel, 1701 Erlangen, 1703 die auch für Bürgersöhne zugelassene Ritterakademie in Salzburg, 1704 Brandenburg, 1708



Abbildung 1264: Schemnitz/Banska Stiavnica.

Liegnitz, 1744 Kremsmünster, 1775 Innsbruck, für Katholiken 1711 Kloster Ettal, von Benediktinern. Kaiser JOSEPH II. löste die Ritterakademien in Österreich auf und nach JOSEPH II. Tod entstanden nur Wien und Innsbruck erneut. 1837 entstand noch die Rheinische Akademie Bedburg. Die **Humanistischen Gymnasien** im 19. Jh. lösten die Ritterakademien ab und die Gymnasien waren nicht nur dem Adel vorbehalten..

Sehr von der christlichen Religion der Richtung des Pietismus bestimmt waren die **Franckeschen Stiftungen** in Halle, **ab 1695** begründet durch AUGUST HERMANN FRANCKE, wo männliche Jugendliche verschiedenster Herkunft und von außerhalb Halles im Internat untergebracht auf ein Universitätsstudium vorbereitet wurden. Auch Naturwissenschaften spielten hier eine Rolle und Sammlungen hierfür blieben erhalten. Später bedeutende Leute waren hier erzogen worden.

Herzog KARL II. EUGEN in **Württemberg** gründete **1770** eine höhere Schule nicht nur für Adlige, die **Karlsschule**, zunächst auf dem über Stuttgart gelegenen Schloß Solitude. Sie war (Wikipedia 2020) zuerst gedacht als "Erziehunsanstaltf ür Söhne armer Eltern, hauptsächlich aber Soldatensöhne", die für "Kunst, besonders Garten- und Bildhauerkunste, erzogen werden sollten (F. W. VON HOVEN in 1984, S. 29). Die Anstalt wurde am 11. März 1773 umbenannt in 'Herzogliche MIlitärakademie' und "sollten auch Söhne aus höheren Ständen und besonders Offizierssöhne aufgenommen" werden und eine "allgemeinere und höhere Erziehunsanstalt werden." Die Offiziere fürchteten sich davor, Söhne nach Aufforderng des Herzogs nicht hinzuschicken. Sie wurden in Uniformen gekleidet. Am 18. November 1775 wurde die Karlsschule nach Stuttgart verlegt. Der Herzog war fast täglich zum Mittags-und Abendessen dabei (S. 38). Der Offizierssohn Friedich



Abbildung 1265: 1. Karlsschule: Solitude.

SCHILLER wurde am mit knapp 14 Jahren am 17. Januar 1773 Karlsschüler und schaute unfreundlich auf den Drill auf der militärisch geführten Karlsschule oben auf Solitude zurück.

Freundlich sah auf die Karlsschule der Offizierssohn FRIEDRICH WILHELM VON HOVEN (s. in 1984, vor allem auch Wikipedia 2020)), der vorher in Ludwigsburg mit SCHILLER in einem Haus gelebt hatte und so Spielkamerad war,. Er hat am 28. Februar 1780 an der Karlsschule in Medizin promoviert. SCHILLER (aerztelatt de) hat 1778, 19 Jahre alt, einen mit 17 Jahren verstorbenen Kommilitonen sezieren müssen. Er hat ebenfalls 1780 promoviert, nachdem erst seine 3. Doktorarbeit angenommen worden war. VON HOVEN wurde später ein führender Mediziner in Bayern, so Amtsarzt in Ludwigsburg, 1803 o. Professor der Heilkunde an der Universität in Würzburg und Dozent für 'Geschichte der Heilkunde' und auch erster protestantischer Arzt am Julius-Hospital-Krankenhaus, 1806 Medizinalrat in Ansbach und später Krankenhausbegründer und Direktor der Hospitäler in Nürnberg. Auch andere standen gut zu der Anstalt, auch wegen guter Lehrer und an der Karlsschule wurde ausgebildet der später in Frankreich führende Wissenschaftler CUVIER (s. u.). Nach dem Tod des Herzog KARL EUGEN wurde die Schule, 'Akademie', aufgehoben (F. W. VON HOVEN in 1984, S. 35).



Abbildung 1266: Hinein in die Alpen.

## 'Ökonomische' und naturwissenschaftliche Reisen, innerhalb Europas

Auf "ökonomischen Reisen", wie sie besonders seit der Mitte des 18. Jh. aufkamen und dann zunahmen, sollten **Ressourcen erkundet** oder **regionale Erfahrungen in** Landwirtschaft und Gewerbe **zusammengetragen** und das Beste ausgebreitet werden.

Der Züricher Naturforscher SCHEUCHZER (M.-L. PORTMANN 1964) bereiste 1704 bis 1711 immer einmal wieder die **Schweizer Alpen**, was 1716 - 1718 in die 3 Bände der "Helvetiae Historia naturalis" mündete.

LINNÉ, der später große schwedische Naturforscher, unternahm als noch junger Mann, der sich noch zu bewähren hatte, im Auftrage der Regierung eine Reise nach **Lappland**, ein noch weitgehend unbekanntes Territorium im schwedischen Staatsgebiet. Als bereits berühmter Botaniker wurde LINNÉ ab 1740 auch auf Erkundungsreisen in durchaus bekannte, viel besiedeltere **schwedische Provinzen** geschickt, nach Öland und Gotland, nach Västergotland und Schonen. Den Zustand der Äcker beachtete er ebenso wie Fischvorkommen und Fischfang, Gewerbe wie die Tabakspfeifenherstellung und das Tuchwalken, verwertbare "Erdarten", Teer-Erzeugung, Salpeter-Gewinnung, selbst Nutzen oder Schaden von Moos auf Strohdächern. LINNÉs Schüler PEHR KALM erkundete 1748 die Küstengebiete

des damals dänischen **Norwegen**, und beachtete hier die Seetiere, Seepflanzen und vor allem deren Nutzung und die Landwirtschaft des Hinterlandes, "weil ich allzeit sehr beschäftigt gewesen bin, den Nutzen der natürlichen Dinge im gemeinen Leben auszuforschen" (S. 192). Nutzen, 'Ökonomie' - der Gelehrte bekennt sich dazu!

Ganz großartige öknomische Reisen waren auch die von PETER SIMON PALLAS (F. RATZEL 1887) im Auftrage der Zarin KATHARINA II. 1768 - 1774 durch **Mittelrußland** und das südliche **Sibirien** und 1793/1794 auf die Krim.

Der englische Landwirtschaftsschriftsteller ARTHUR YOUNG bereiste zum Studium der lokalen Landwirtschaft die verschiedenen Teile von Großbritannien, 1787 auch **Frankreich,** und hinterließ Schilderungen der teilweise erbärmlichen Zustände in den **französischen Dörfern** kurz vor Ausbruch der Französischen Revolution (M. VASOLD 1995).

Im April 1776 reiste NECKER mit seine Frau und Tochter in England und es gibt eine Schilderung der Frau, SUZANNE, die von **Englands damaligem dörflichen Aussehen** begeister ist (zitiert bei W. OPPENHEIMER 1989, S. 80/81) und unter dem 17. April notiert: "... fand ... die Gegenden Englands, die ich durchquerte, so gut gepflegt wie den schönsten Garten. Industrie und Landwirtschaft scheinen dieses Land als Tempel ausgesucht zu haben. Die kleinsten Backtsteinhäuser, abwechselnd rot und weiß gemauert, erfreuen das Auge. Zwei kleine Säulen tragen überall den Eingang zu Hause. Auf den Tüerschwellen spielen entzückendes Kinder. Der geringste Bauer hat ein gepflegtes Aussehen, man sieht keinen, dessen rücken, wie in Frankreich, vom Joch des Unglücks gebeugt ist ..." Vergessen also ab 1761 in Limoges die Zeiten der Einhegungen?

Gerade unter Berücksichtigung der Landwirtschaft reisten noch manche in Mitteleuropa. So der Däne FRIEDRICH VON BUCHWALD (1786).

Innerhalb **Deutschlands** wurde Kursachsen und dabei das sächsische Erzgebirge ab 1771 von JOHANN FRIEDRICH WLHELM CHARPENTIER (1778) namentlich wegen, Bodenschätzen, vor allem **Mineralien** erkundet, wobei er "jährlich nur einige Districte" vornahm, "um nach und nach mit dem Ganzen bekannt zu werden." Er hoffte, daß kein "wichtiger und merkwürdiger Ort ... von ihm übergangen worden" ist (S. XVI). Die Familie CHARPENTIER war als Hugenotten 1631 aus der Normandie geflohen und der Sachsen bereisende CHARPENTIER war 1738 als Sohn eines Offiziers in Dresden geboren und starb 1805 (W. HERRMANN 1953, S. 42).

Nach CHARPENTIERs Vorbild sandte GOETHE VOIGT auf ähnliche Reisen und gab 1781 VOIGTs 'Mineralogische Reisen durch das Herzogtum Weimar' heraus




Abbildung 1267: Sachsen mineralogisch, CHARPENTIER.

(W. HERRMANN 1953 d, S. 64). .

Der aus Muskau stammenden Pfarrerssohn NATHANAEL GOTTFRIED LESKE (W. ANDERT et al. 1976) , 1775 a.o. Professor der Naturgeschichte und ab 1778 Ordinarius der Ökonomie in Leipzig und 1776 verunglückt auf der Reise nach seinem neuen Lehrstuhl in Marburg, hat in nicht einmal in 5 Monaten vom 12. Mai bis 28 September 1782 eine Erkundungstour mit Frau und einem Zeichner durch nur einen kleinen Teil Sachsens, nämlich einen Teil der **Oberlausitz**, durchgeführt und wurde dennoch beachtet wegen vieler darauf bezüglichen Angaben in der 1785 auf eigene Kosten gedruckten "Reise durch Sachsen in Rücksicht der Naturgeschichte und Ökonomie ..." Der mit LESKE gut bekannte Lausitzer VON GERSDORF (E,-H. LEMPER 1974), der bis in die Niederlanden und in die Schweiz und mehrfach in Böhmen reiste, hat allerdings nicht veröffentlicht, aber seine nunmehr ausgewerteten Reisejournale, etwa 10.000 Folioseiten, hinterlassen. GOETHE hielt sich nicht nur, aber auch namentlich zu Bergwerkstudien im Harz auf, 1777, 1783, 1785. 1770 bereiste der namentlich als Insektenberschreiber bekannt gewordene JOHANN CHRISTIAN FABRICIUS (M. G. NICKOL 2009) auch unter anderen Gesichtspunkten als nur denen der Entomologie Schleswig und Holstein. Der zuletzt in München wirkende Botaniker FRANZ VON PAULA SCHRANK (1793) begab sich im Auftrag der Münchener Akademie 1788 in die "südlichen Gebirge von Baiern in Hinsicht auf botanische, mineralogische und ökonomische Gegenstände, nebst Nachrichten von den Sitten, der Kleidung und anderen Merkwürdigkeiten der Bewohner ..."

Nicht jede Aufnahme der Ressourcen führte bis zum gedruckten Bericht, etwa wenn der Leiter einer solchen Landesaufnahme in Kursachsen, A. G. WERNER (O. WAGENBRETH 1967 c), vor dem Abschluß 1817 starb und später erste andere

das Werk fortsetzten.

## Lehre der Landwirtschaft und 'Technologie' an der Universität in Göttingen: JOHANN BECKMANN

Nach Reisen in Deutschland etwa im Braunschweigischen, Reise in die Niederlande, nach 1763 -jährigem Aufenthalt als Lehrer am St. Peter-Gymnaisum in St. Petersburg und 17651766 mit Reisen in Dänemark und Schweden und Lernen bei LINNE' legte seine Erfahrungen aus Werkstätten, Bergwerken, Gießereien und der Natur in Werken zur Landwirtschaft und zur 'Technologie' und so besonders den noch wenig gepflegten angewandten Naturwissenschaften JOHANN BECKMANN (CHR. HÜNEMÖRDER 1989, F. KLEMM 1970) nieder. BECKMANN war am 4. Juni 1739 in Hoya im Landkreis Nienburg geboren worden, besuchte das Gymnasium in Stade und wurde 1759 an der Universität Göttingen immatrikuliert, wo er von der Theologie zu Mathematik, Naturwissenschaften und anderem wechselte. Mit dem Werk 'Grundzüge der teutschen Landwirtschaft von 1769 und der 2. Auflage 1775 gilt BECKMANN als Begründer der eigenständigen **Wissenschaft der Agrikultur** (s. u.)**.** Im Herbst 1766 war BECKMANN ao. Professor der Philosophie in Göttingen gworden. 1777 folgte seine "**Anleitung zur Technologie**", zu Handel und Manufaktur. Technologie kam durch BECKAMNN in die Hochschullehrpläne. 1806 folgte das Werk 'Entwurf der allgemeinen Technologie'. Er verglich darin auch verschiedene technische Prozeduren, so das Mahlen. BECKMANN verfaßte auch ein auf Literatur aufbauendes 5-bändiges Sammelwerk 'Beyträge zur Geschichte der Erfindungen' 1782 und weiter.

In St. Petersburg hatte BECKMANN den Historiker SCHLÖZER kennengelernt und dieser war nun auch sein Kollege in Göttingen und hat wohl BECKMANNs historisches Interesse beeinflußt. Der vielseitige BECKMANN starb am 3. Februar 1811 in Göttingen.

## Alltag in der Großstadt Paris kurz vor der Revolution: LOUIS SEBASTIEN MERCIER

Die Zustände im Paris kurz vor der Revolution schildert LOUIS SEBASTIEN MERCIER(deutsch neu in Auswahl 1976) in einem 1787 in 12 Bänden in Amsterdam erschienenem Werk 'Tableau de Paris' in mehr als 1000 Kapiteln. Man kann sprechen von einem neuen literarischen Genre, "der voll und ganz dem Authentischen, Nachprüfbaren verpflichteten sozialkritischen literarischen Reportage" (JEAN VILLAIN, im Nachwort S. 441). In dem Werk wird vor allem über die

moralischen Zustände geschrieben, von den Kurtisanen über die Marktfrauen, die Perückenmacher, die Polizei, die Aushorchung der Meinungen, aber es gibt auch Kapitel **über Alltagstechnik**, über die Wasserversorgung bis hin zu Verbesserungen durch Chemiker, und kann so als Quelle für manches dienen.

**Lexigraphie - nach dem Alphabet der Beiträge geordnete Nachschlagewerke** Lexigraphische Werke, Zusammenfassungen von Wissen, von Fakten, Aufzählungswerke gab es stets, gerade auch in der Renaissance. Die Pflanzen anfangs sogar in alphetischer Reihenfolge darstellenden Kräuterbücher wie GESNERs großes zoologisches Werk gehören dazu. Mehr geisteswissenschaftlich war PIERRE BAYLEs 1697 erschienenes "Dictionaire historique et critique" / "Historisches und kritisches Wörterbuch".

Nunmehr erschienen besonders ausführliche und umfangreiche Nachschlagewerke. Nicht alle im Geiste der Aufklärung, gar der Bibelkritik. Etwa in ZEDLERs Großem Universal-Lexikon wird gerade allen auf die Bibel bezugnehmenden Sachworten großer Raum gegeben und werden auch auf die Naturwissenschaften bezogene Artikel wesentlich in Übereinstimmung mit der Theologie geschrieben. Die große Kritik - das ist erst die Französische Enzyklopädie.

Nutzer all dieser Werke und aller anderen auch ist natürlich nur das **lesekundige** Publikum. Als lesefähig galten in Deutschland um 1800 25 bis 80% der Bevölkerung (H. MÖLLER 1986, S. 263). "Lesen" ist natürlich nicht gleich "Lesen", und es waren finanziell gut dastehende Gebildete oder Bibliotheken, die solche Werke besaßen.

In **England** erschien 1704 in 1. und 1736 schon in 5. Auflage das "Lexicon technicum" von JOHN HARRIS. Es war 1704 die früheste englisch-sprachige Enzyklopädie für die Entdeckungen der wissenschaftlichen Revolution. EPHRAIM CHAMBERS gab 1728 die "Cyclopaedia; or An Universal Dictionary of Arts and Sciences" heraus. **Italienische Übersetzungen** wurden 1747 - 1752 in Neapel, 1749 unabhängig davon in Venedig publiziert. Diese Übersetzungen kamen auf den katholischen Index. Das Werk von EPHRAIM CHAMBERS ist nicht zu verwechseln mit der ab 1859 erschienen "Chamber's Encyclopaedia". In **Frankreich** begann DENIS DIDEROT mit der Übersetzung des Werkes von E. CHAMBERS, um dann das Werk als eigenständiges Werk mit zahlreichen Autoren weiterzuführen, als die der Aufklärung zugeneigte große "**Encyclopédie**", ab 1747, in den mathematischen Teilen bearbeitet durch D'ALEMBERT. Dieses Werk wurde oft bekämpft von kirchlichen und staatlichen Stellen, 1759 die Publikation sogar verboten. Die schließlich erschienene erste Auflage 1780 bestand aus 35 Folio-Bänden, davon 12 für fast 4000 Kupferstiche. DIDEROT schreibt, daß zur Abfassung der Artikel über technische Dinge mit den geschicktesten Werkleuten in Paris und

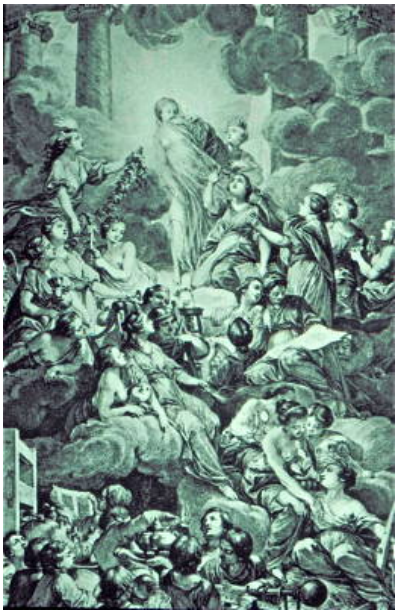

Abbildung 1268: Titelblatt 'Encyclopaedia'.

anderswo in Frankreich persönlicher Kontakt bestand (P. ROSSI 2000). Die 1782 begonnene, nicht mehr alphabetische 2. Auflage endete 1832 mit Band 166. Die langen Artikel in der Encyclopédie waren teilweise Abhandlungen, nicht nur Stichworte, etwa zu "Aberglauben". Die Encyclopédie unterschied sich darin von den Wörterbüchern, den Dictionnaires.

Der höhere Beamte CHRE´TIEN GUILLAUME DE LAMOIGNON DE MALESHERBES hatte, vergeblich, die Könige LOUIS XV. und LOUIS XVI. zu weitergehenden Reformen zu überreden versucht. Als Zensor 1750 - 1763 hatte er fast beide Augen zugedrückt und so konnte die Encyclopedie unter Leitung von DIDEROT erscheinen. 1792 verteidigte MALESHERBES aber den König LOUIS XVI. und wollte die Todesstrafe für ihn nicht. Deshalb: Paris, 22. April 1794: MALESHERBES muß seinen Kopf unter die **Guilliotine** legen, und mit ihm Tochter, Schwiegersohn, Enkel.

Bis 1789 erschien in Frankreich zudem in 121 Teilen mit etwa 1000 Kupferstichen das noch von dem 1757 verstorbenen RÉAUMUR an der Pariser Akademie der Wissenschaften angeregte Riesenwerk "**Descriptions** des arts et metiers". JUSTI übersetzte es ab 1762 wenigstens teilweise ins Deutsche.

In **Deutschland** erschien ab 1732 von JOHANN HEINRICH ZEDLER "Großes Universallexikon aller aller Wissenschaften und Künste, welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden worden", in 64 Bänden und 4 Supplementbänden.

Das umfangreichste deutschsprachige Lexikon wurde ab 1773 JOHANN GEORG KRÜNITZ' "Öeconomische Encyclopädie odes allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus-und Landwirthschaft", ab Band 33 mit dem Titel "Oekonomisch-technologische Encyclopädie oder allgemeines System der Staats-, Stadt- , Haus- und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung". Mit den Artikeln "Zipperlein" bis "Zythos" - letzteres ein Getränk der alten Ägypter - schloß 1858 der 242. und letzte Teil. KRÜNITZ selbst war 1796 gestorben. Eine in Yverdon in der Schweiz 1771/72 erschienene 16-bändige Enzyklopädie in französischer Sprache hatte KRÜNITZ begonnen zu übersetzen und mit Verbesserungen und Anmerkungen zu versehen und entschloß sich ab Band 5 zu einem eigenständigen Unternehmen.

Im 18. Jh. erschienen auch **Spezial-Enzyklopädien**, Spezial-Wörterbücher. Des Direktors des Apothekergarten in Chelsea bei London, PHILIPP MILLER (H. DE ROUGETEL 2004), "**The Gardeners Dictionary**" von 1732 erlebte 1768 die 8. Auflage, das führende Gartenbuch besonders auch für Zierpflanzen in dieser Zeit. Als "Gärtner-Lexikon" erschien in der Übersetzung von GEORG LEONHART HUTH das Werk in 2 "Theilen" 1750 und 1751 in Nürnberg auch auf Deutsch.

Von PIERRE-JOSEPH MACQUER, stammt, 1766, das "**Dictionnaire de chymie**".

Einen zusammenfassenden Bericht über die Errungenschaften der Industriellen Revolution bis etwa 1830 lieferte ANDREW URE (1835).

## Probieren mit Modellen - Vergleich der Konstruktion von Apparaten und Substanzen

Für den kommenden technischen Aufstieg war das **Probieren an Apparaten und Substanzen und vor allem mit deren Variationen** ein Mittel der Verbesserung, der **Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit** (N. ROSENBERG et al. 1991). Diese Untersuchungen erweiterten das Sammeln von technischen Erfahrungen in den verschiedenen Regionen eines Landes.

Das Probieren auch technischer Dinge war ein Verfahren ebenso in der kommenden Industriellen Revolution und deren Nachfolge. Dieses Probieren und **Vergleichen** entsprach dem in den Naturwissenschaften üblich gewordenem Experimentieren. Wenn das anderswo nicht ausgeübt wurde und die Menschen sic h allein auf ihre bisherigen Erfahrungen und ihre Traditionen verließen, erklärte es auch den durch die Länder der Industriellen Revolution bald erzielten Vorsprung. Wie die Wissen-

schaft für ihren Fortschritt die freie Diskussion verlangte, so auch das Probieren und Variieren in der Technik. Letzteres störte weniger die Kirchen, vielleicht aber die tradierten Gewerbe.

**Schiffsmodelle** ließ man in kleinen Wasserbecken schwimmen. Der Brite JOHN SMEATON, wichtiger Begründer des britischen Ingenieurwesens, besonders auch des Bauingenieurwesens, wurde Pionier in der Untersuchung technischer Modelle. Er experimentierte mit **kleinen Wasserrädern**, ab 1767 mit **kleinen** Modellen von **Dampfmaschinen**, ausgehend von der Konstruktion der damals etwa 100 auf den britischen Inseln betriebenen Dampfmaschinen (S. MASON 1961). "Vor dem Zeitalter Wissenschaft", meint N. ROSENBERG (et al. 1991, S. 114), "scheint niemand versucht zu haben, Pflugscharen durch Vergleich der Wirksamkeit alternativer Formen in verschiedenen Böden zu verbessern." Etwa nach der prinzipiellen Erfindung des Zementes waren zahlreiche Untersuchungen erforderlich, brauchbare Mischungen der zu vereinigen Stoffe zu finden, etwa hinsichtlich des Abbindens.

## Handwerk und Manufakturen

Dem **Werkzeug des handwerklichen Produzenten** wurde in seinen verschiedensten Varianten und auch angelegt auf Verbeserungen etwa in der frnazösischen Enzyklopädie wie anderen Enzyklopädien gerade in guten Abbildungen viel Aufmerksamkeit gewidmet.

**Arbeitsteilung** wurde zunehmend der Faktor für die Steigerung der Produktion. In den **Manufakturen** überwog die Handarbeit, aber die Herstellung eines Produktes, ob von Nähnadeln oder von Reisekutschen, war innerhalb der einheitlich bleibenden Manufaktur in möglichst viele Arbeitsgänge aufgeteilt worden, sodaß dem einzelnen nur wenige Handgriffe blieben. In der **Florentiner Tuchindustrie** gab es jedoch schon am Anfang des 15. Jh. bis 30 verschiedene Prozesse, u. a.: Wollsortieren, -wäsche, -kämmen, -kratzen, -krempeln, Spinnen, Färben, Tuchscheren, Schlichten, Weben, Entfetten, Walken, Rauhen, Spannen, Tuchglätten, Pressen, Rollen und andere (nach H. GROSSMANN 1935). Auch Schuhe stellte nicht mehr in allen Arbeitsgängen derselbe Schuster her. der Prager Bethlehemkapelle in Tschechisch.

Die Verbreitung von Manufakturen gilt als bisweilen stark überschätzt. Als Manufakturen kann man ansehen die Salz- und Zuckerraffinerien, dann Seifensiederieien, Färbereien, Arsenale, Glashütten, Weften. In spätere Fabriken gingen die einzelnen Manufakturen kaum ein. Zahlreiche Manufakturen bestanden auch in Rußland, wo die Neuerungen der Industriellen Revolution andererseits noch lange

auf sich warten lassen (F. BRAUDEL 1986, S. 519). In der Zeit der Manufaktur suchte der Staat, vor allem in Gestalt seines absoluten Fürsten, möglichst viel von der Produktion in seine Hand zu bekommen, um also unmittelbar Einnahmen zu besitzen. Die von der Staatsverwaltung privilegierte "Manufaktur" verließ sich auf königliche Subvention, Einfuhrverbote, Monopolprivilegien.

## Schiffe, Schiffsbau, Neuerungen

Fast industriell, aber eben gekennzeichnet durch viel Handarbeit, war der **Schiffsbau**, und der Bau eines Schiffes durch seine verschiedenen daran beteiligten, zusammenwirkenden Handwerke war Arbeit wie in der Manufaktur. Englands Aufstieg wie der von Frankreich, der Niederlande und anderen Ländern ruhte auf ihrer **Marine**.

Es gab etliche **Neuerungen**. Der großartige Schiffbau in den Niederlanden beruhte auch auf den **mit Windkraft gesägten Brettern**, die gleichmäßig waren. Einfahrende Schiffe wurden auf ihre Mängel untersucht und Verbesserungen angegangen (YouTube Imperium 2019). Seit 1700 wurde die Ruderprinne zunehmend vom **Steuerrad** abgelöst, "das dank des ihm zugrundeliegenden Übersetzungssystems eine leichtere und genauere Kontrolle des Kurses gestattete" (W. REINHARD 1983, S. 205). Die **Kupferverkleidung** des Schiffsrumpfesseit ab etwa 1760 ließ die Schiffe schneller fahren (S. 205), wohl auch wegen der vom Holz ferngehaltenen Bohrmuscheln und nicht mehr so viel sich ansetzenden Barnakel, der Rankenfußkrebse/Cirripedia, so *Balanus*.

Immer neue Vebresserungen, auch bei den Instrumenten, wurden im Interesse der Navigation erreicht, So erlangte GOWIN KNIGHT (P. FARA 2004) Magnetnadeln durch künstlich magnetisierte und stärker magnetische Eisenstäbe in wesentlich verbesserten Kompassen (Kompen) und fuhr zur Kontrolle seiner Kompasse auf Schiffen mit, wurde Inspektor der Kompasse bei der Admiralität. Seit 1751 Mitglied der Royal Society hat der hoch angesehene G. KNIGHT die wachsende Rolle der Royal Society für die Handelsreisen betont. Ein Problem der **Navigation** war die **Längenbestimmung**, die eine genaue Zeitbestimmung voraussetzte, um festzustellen, um wie viele Stunden an einem Ort der Sonnenhöchststand hinter dem von dem Null-Meridian, zurückblieb. Der British Board of Longitude bot 1714 einen Preis von £ 20000 für ein genau gehendes, in seinem Funktionieren die Schiffsreise überstehenden Chronometer, auf dem bei Bestimmung des Zeitpunktes des vielleicht irgendwo auf oder an dem Meer festgestellten örtlichen Sonnenhöchststandes, 12 Uhr, den Unterschied von der Zeit des Nullmeridians festgestellt werden konnte. Man führte mit einem intakt bleibendem Chronometer also die 'Normalzeit' mit (W. REINHARD 1983, S. 205), für Großbritannien also

so ziemlich die Zeit des Ausgangshafens. wußte immer, wie 'spät' es dort ist. Erst 1764 erhielt HARRISON dein für sein sogenanntes Chronometer No. 4. Vom Wetter unabhängiger funktionierende Uhren gab es durch GEORGE GRAHAM (J. L. EVANS 2004).

**Schiffe** - wie muß man sie bauen? An kleinen **Modellen** von Schiffen **in Wasserbecken** wurde in Frankreich probiert, wo etwa der Schwerpunkt zu liegen hatte. Bei den neueren Schiffen wurde das **Oberdeck** nicht mehr einwärts gekrümmt, sondern **gerade** angelegt und es kam das **geschlossene** Oberdeck (W. REINHARD 1983, S. 205).

Schiffe bestanden aus **Holz**, und nicht jedes Holz ist gleich geeignet und besteht den Ansturm der Meere oder auch holzzerstörender Meerestiere. DUHAMEL DU MONCEAU (J. EKLUND 1971) hat angestellt bei der Akademie über Holz für den Schiffbau geforscht und auch über Waldkultur, beides also im Zusammenhang gesehen.

## Infrastruktur-Verbesserungen und Gewerbeförderung von oben - Frankreich und in Deutschland etwa Sachsen und Preußen

Es gab bei LOUIS XIV. viele teure Luxusbauten, die sich allerdings im modernen Tourismus gut vermarkten lassen. Aber es gab in Frankreich, das wegen vieler sozialer Probleme schließlich der Revolution entgegenschlitterte, auch weitsichtige Männer, welche durch Förderung von Infrastruktur und auch Landwirtschaft vieles zum Besseren wenden wollten. Frankreich fühlte sich (etwa W. MAGER (1980, S. 53 u. a.), jedenfalls in der Wirtschaft als Sekundärnation, zurückgeblieben hinter England, den Niederlanden, auch Oberitalien, in der Industrie und hinter den Seemächten im Schiffswesen und auch militärisch wurde Framkreich von England immer wieder geschlagen, in Kanada wie in Indien und dann bei der Unterstützung der USA. NAPOLEONs späterer Fehlschlag mit der Kontinentalsperre konnte man auch noch auf diesem Hintergrunde sehen - das Problem der 'verspäteten Nation', welche auch rücksichtslos ausholt. In solchen Fällen der zu schwachen Privatwirtschaft sollte die staatsgelenkte, vom Staat wenigstens angekurbelte, die vom Staat geschaffene Infrastruktur weiterhelfen, wobei absolutistische Einschränkungen einst vielleicht zu der Misere beigetragen hatten und mit der Staatslenkung und Staatsforderung auch die Frage der Aneignung der geschaffenen Werte verbunden war. Wer soll und darf reich werden? In deutschen Staaten, so in Sachsen und Preußen, etwa im Bergwesen, gab es ähnliche Staatslenkung. Aber eine historisch entwickelte unterschiedliche Staatsaufassung in den verschiedenen

Ländern hat sicherlich auch mitgespielt. 'Versailles', 'Sanssouci', 'Grünes Gewölbe' in Dresden - auch das waren Ergebnisse von Wirtschaft im Staatsinteresse, waren Künstlerförderung, lockten Besucher. Auch mit **Spezialschulen**, etwa in Frankreich für Straßenbau und eine für Schiffsbau wurde aufgeholfen, so wie Sachsen wohl nicht ohne Grund eine erste Bergakademie gründete. In Frankreich hat schon in den noch frühen Regierungsjahren von LOUIS XIV, COLBERT sich der Entwicklung der Wirtschaft angenommen. Die Bettler, zu denen vermutlich 1/10 der Bevölkerung angehörten, versuchte man in Arbeitshäusern zu nutzbringender Arbeit zu bringen, zu zwingen (W. OPPENHEIMER 1989, S. 109). Andere wurden auch verbannt, oder auch auf Galeeren geschickt (S. 110).

Damit in Frankreich die Manufakturen die besten Verfahren anwandten und auch aus dem Ausland einführten, wurde 1757 der etwas später vor allem als Erforscher der erloschenen Vulkane der Auvergne als Geologe bekannt gewordene NICOLAS DESMAREST (ST. DE TOURNEUR 1965) eingesetzt und 1788 zum inspector general und Direktor der Manufakturen eingesetzt. Er wurde wegen seines hohen Postens 1792 im Namen der Revolution inhaftiert und entging nur mit Glück der Tötung der Gefangenen im September angesichts des von Nordosten auf Paris vorrückenden Heeres der Koalitionsarmee.

## Handel und Verkehr

Die teilweise ins 16. Jh. zurückgehenden Handelsgesellschaften erlebten Blüte und Absinken, wie es der Wechsel der Verhältnisse mit sich brachte. Die Politik in Ostindien wurde von der sich gegenüber anderen Kompagnien durchsetztenden britischen East Indian Company zunehmend bestimmt. Dazu kamen die "**Kronkolonie**". 1877 erst wurde die britische Königin VICTORIA auch Kaiserin von Indien und wurde damit Indien, einschließlich der heutigen Staaten Pakistan und "Burma", als Teil des britischen Weltreiches dokumentiert. Mit der Kolonialisierung wurde der Grund zu neuen Staaten, zu neuen Nationen gelegt. Durch England wurde der spätere Staat Indien begründet. In seiner vorherigen Geschichte gab es in Südasien fast nie ein weitgehend einheitliches Indien. Auch das Mogulreich konnte sie nie ganz Südasien einverleiben. Mit der Abtrennung von Pakistan und Bangladesh wurde 'Indien' allerdings im 20. Jh. noch einmal geteilt. Und aus Kolonialbesitz ging auch etwa der spätere Staat 'Philippinen' hervor.

Die Kapitalien der Investoren in der Industriellen Revolution entstammten wenigstens zum Teil und indirekt auch aus Sklavenhandel und Sklavenwirtschaft in Übersee. Der normale arbeitende Mensch, auch wo er nicht direkt Sklave hieß, wurde in seinen Bedürfnissen nur insoweit berücksichtigt, als es für den Gewinn nötig war. Zunächst auf einigermaßen fairen Handel angewiesen, baute die vom briti-

schen Staat unterstützte **East Indian Compagny** ihre Macht in Teilen **Indiens** aus, griff hier in die Politik ein. Im Juni 1757 besiegten auch mit einheimischen Soldaten Truppen unter Lord CLIVE bei Plassy den Nawab von **Bengalen**, der sich 1756 Kalkuttas bemächtigt hatte, was die dort ansässige Compagny schwer shcädigte (J. DARWIN 2010, S. 173). Die East Indian Compagny betrieb über den Ausländern allein gestatteten Hafen von Kanton auch den Handel mit China, wobei vor allem Tee eingekauft wurde (S. 175). 1773 wurde WARREN HASTINGS (P. J. MARSHALL 2004) von der britischen East Indian Compagny gewählter 'governor-general' von **Bengalen** und ließ durch indische Mittelsleute feststellen,, welche möglichst hohen Steuern die Kleinbauern, oft Pächter, zahlen könnten, um das System am Leben zu erhalten und den britischen Aktionären - wie auch dem bald als korropt angeklagten 'governeur-general' - möglichst hohe Rendite auszuschütten. Nichts etwa von Hinwendung zu den armen indischen Landbewohnern mit 'Macht Euch auch einmal einen ruhigen Tag." Hohe Rendite, das bedeutete für die Gewinner Landhäuser, ja Paläste, in England, und vielleicht Rubinringe an jedem Finger. Danach wurde der 'governor-general' beurteilt. Bei den indischen Machthabern war die Humanität natürlich nicht größer! Als mit der East Indian Compagny Engländer in Teilen Indiens die Herren wurden, wurde im Süden in **Mysore** vom **muslimischen** Söldnerführer HAIDAR ALI ein **eigener Staat** aufgebaut, und der dem Vater HAIDAR ALI folgende TIPU SULTAN führte lange, bis 1799 erfolgreich Krieg gegen die von der Compagny aufgebaute Armee (J. DARWIN 2010, S. 174).

Beim Pelzhandel der **Hudson Bay Company** in großen Gebieten des späteren Kanada mußte mit den Indianern in der riesigen, ansonsten unherrschbaren Region jedoch fairer gehandelt werden, da sonst in dem weiten waldreichen Land mit den verstreuten Pelztieren, den Bibern vor allem keine Pelze erworben werden konnten. Geschaffen werden mußte ebenso eine Infrastruktur, Stützpunkte, Forts und Wege erschlossen etwa für Transport. Pelzhandel im frühen 19. Jh. soll 15% des Welthandels ausgemacht haben (YouTube Prinz M. von Wied 2019).

In **Rußland** wurden durch die privilegierten Familien DEMIDOV und STRAGANOV die Erze etwa von Eisen im Ural ausgebeutet und hier eine Hüttenindustrie geschaffen.

## Kanalbauten - noch im Manufaktur-Zeitalter

Als neue **Handelswege** in Europa wurden **Kanäle** angelegt. Nach Erfahrungen in den Niederlanden leitete T. STELLA (W. GÜTHLING 1950) in Mecklenburg die Schaffung einer Wasserverbindung zwischen Schweriner See und Elbe, also einen schmalen Ostsee-Elbe-Kanal, später als "Wallsteingraben" bezeichnet. In



Abbildung 1269: Canal du Midi, Beziers.

Brandenburg wurde 1603 unter Kurfürst JOACHIM FRIEDRICH der **Finow-Kanal** als Verbindung zwischen Oder und Havel begonnen.

In Frankreich wurde 1664 - 1680 der **Canal du Midi** oder "Canal des deux Mers" (Kanal der zwei Meere) geschaffen unter PIERRE-PAUL RIQUET (H. SCHLOEMER 2009).

Geboren 1609 in Be´ziers gehörte er dem gleichen florentinischen Familienstamm an wie MIRABEAU. Zuerst Steuerprüfer und reich geworden und tätig als Irrigations-Ingenieur war starb RIQUET 1680 vor der offiziellen Einweihung des Kanals am 15. Mai **1681**, sogar mit Schulden. Mehr als 10.000 Arbeiter hatten für die Ausschachtung des Kanals gegen 7 Millionen Kubikmeter Erde abgetragen. Mit Briefen, Petitionen, Schriften hatte RIQUET nach mehr als 2-jährigem Nachdenken 1662 für den Kanal geworben. Dem Sonnenkönig LOUIS XIV. und vor allem seinem Minister COLBERT leuchtete die Idee ein, denn mit dem Schiff etwa von Marseille um Spanien und Portugal herum nach der Westküste Frankreichs zu gelangen war in Kriegszeiten und überhaupt in der stürmischen Biskaya nicht gerade verlockend. Gegen 2000 Kilometer wurde der Seeweg durch den Kanal verkürzt. RIQUETs Sohn führte noch zu Vollendendes fort. Der Kanal führt vom Mittelmeer bei Séte unter teilweise Benutzung von natürlichen Wasserwegen zur Garonne bei Toulouse und verband damit die Südküste Frankreichs mit dem Atlantik bei Bordeaux. Ein riesiger Stausee mußte für den bleibenden Wasserstand in dem Kanal sorgen. 65 Schleusen, 55 Aquädukte, 126 Brücken, und ein welterster Kanal-Tunnel (Internet 2017) liegen auf der Kanalstrecke. Dieser Kanal konnte allerdings nur von relativ kleinen Schiffen befahren werden, was seine Nutzung einschränkte. Heute dient der prachtvoll in die Natur eingefaßte und von Bäumen begleitete Kanal vor allem den Touristen, die auf ihm ruhig in Hausbooten oder anderen kleinen Booten



Abbildung 1270: RIQUET. Toulouse.

dahingleiten. Rund 45.000 Platanen wurden längs des Kanals gepflanzt,

## Eindeichtung an Strömen und dabei Neulandgewinnung, Oderbruch

Wie Kanäle zu bewußt angelegten Wasserstraßen wurden, so wurden auch Flüsse **in ein mehr menschengewünschtes Bett** gezwungen. Begonnen hatte das im Mittelalter. Weitere Uferbefestigungen, so Buhnen, Steinlagen und Deiche kamen nun dazu. Unter FRIEDRICH II., von PREUßEN, dem 'Großen', wurde ab 1735 das **Oderbruch trockengelegt** (Wikipedia 2017), indem der bisher stark mäandriierende Strom in ein Bett an der Ostseite gedrängt und westlich die Alte Oder verblicb, die eine durchbrochene Moräne umfließt und so die Neuenhagener Insel entstehen ließ. Der leitende Mann für die Trockenlegung des Oderbruchs war Wasserbauingenieur und Oberdeichinspektor SIMON LEONHARD VON HAARLEM. Siedler wurden geworben, ab 1753 Straßendörfer angelegt, etwa 32.500 Quaxdratkilometer landwirtschaftlich genutztes Land gewonnen.

Kultivierung begann auch in deutschen Staaten **auf Mooren**. Der bayerische Herzog KARL THEODOR legte 1791 auf dem **Donaumoos** eine erste Kolonie an, Karlskron (Wikipedia 2017).

## Wege und Straßen - Straßen und Reisen auf Straßen über Land und in Städten

Reiche oder hohe Potentatenen leisteten sich die Fortbewegung in Sänften, die auf älteren Stadtgemälden wie bei CANALETTO überall zu sehen sind. Sie waren auch in bergigem Gelände bei höherer Mühe der Sänftenträger einsetzbar, so in der Sächsischen Schweiz.

Alle Fortbewegung, die nicht zu Fuß gemacht wurde, geschah in südlichen Ländern auf Maultieren, Mauleseln oder Eseln, oder war, in Mitteleuropa üblich, auf Pferde angewiesen. Die nach etlicher Weite erschöpften Pferde mußten dann eine Ruhepause erhalten oder wurden bei den Postwagen an den Relaisstationen ausgetauscht. Wichtig war, daß an den Stationen frische Pferde bereitstanden. Wegen der **Pferde** gab es überall an den Straßen **Hufschmiede**, man kann sagen wie im 20. Jh. Tankstellen.

Die **Überland-Straßen** der dichter besiedelten Länder wurden immerhin so hergerichtet, daß etwa in deutschen Regionen um 1760/1770 die **Postkutschen** mit abgestimmten Fahrplänen fuhren. Vorbild war **Kursachsen**. Hier hatte der in Skassa bei Großenhain wirkende Pfarrer ADAM FRIEDRICH ZÜRNER (R. OGRISSEK 1963), Wikipedia 2014) aus Interesse an mathematischer Erdkunde eine 'Special-Landkarte' von Großenhain angefertigt, fand für sie Interesse bei dem Kurfürsten AUGUST dem STARKEN. Die Karte wurde aus politischen Gründen verboten, ZÜRNER wandte sich nach Böhmen, aber diente bald AUGUST DEM STARKEN. Nach Anfertigung einer Karte von Dresden erhielt ZÜRNER den Auftrag Kursachsen zu vermessen. ZÜRNER selbst war auch Pfarrerssohn, geboren 1680 om Marieney bei Ölsnitz im Vogtland. 1722 verzichtete ZÜRNER endgültg auf seine Pfarre und erhielt schließlich den Titel 'Kürfürstlicher Land- und Grenzkommissar und Sächsisch und Kgl. Polnischer Geograph'. In einem von ihm konstruierten 'geometris**hen Wagen**', einem Meßwagen, bei dem über ein Gestänge die Umdrehungen der Hinterräder auf einem Zählwerk festgestellt wurden. Damit fuhr er die Straßen Kursachsens entlang. So erhielt man die Entfernungen zwischen sächsischen Orten und durch Verordnung von AUGUST dem STARKEN vom 12. September **1721** (O. E. SCHMIDT 1928, S. 347 ff.) wurden 4 Arten von **Postmeilensäulen** mit Entfernungsangaben gesetzt. Vorangegangen waren hölzerne Wegweiser, Zeichen an Bäumen im 17. Jh. (O. E. SCHMIDT 1928, S. 346). Die in Kleinstädten teilweise erhaltenen Postmeilensäulen waren schon in der DDR lange vor 1989 von einer Arbeitsgemeinschaft wiederhergerichtetes gepflegtes Kulturgut. In Wurzen östlich Leipzig blieben das Posttor und der **Posthof für den Pferdewechsel**, 'Crostigall' (O. E. SCHMIDT 1928, S. 354), erhalten,

Nach dem Tode AUGUST DES STARKEN 1733 erlosch am Dresdener Hof das




Abbildung 1271: Postmeilensäule Frohburg.




Abbildung 1272: Postmeilensäule Eilenburg.



Abbildung 1273: Postmeilensäule in der Kleinstadt Mutzschen.



Abbildung 1274: Alter Briefkasten, Pegau.

Interesse an der Landvermessung. Die Karten ZÜRNERs wurden an den Amsterdamer Kupferstecher und Verleger PETER SCHENK verkauft, der unter dem Namen SCHENK zahlreiche Karten in Amsterdam und Leipzig herausgab, ZÜRNER war 1742 gestorben. So gibt es also die 'Schenksche Karte der Oberlausitz von 1759'. Aus ökonomisch-technischer Sicht sind dargstellt in "rund 70 Siganturen " bzw. "Symbolen" Bergwerke, Hammerwerke, Glashütten, Kalköfen, Ziegelwerke, Pechöfen, Wassermühlen, Ölmühlen. Papiermühlen usw. Bei den Orten werden auch angegeben Gutschäfereien und Orte mit bäuerlicher Schafhaltung. Diese Angaben zeigen die große **Überlegenheit der historischen Karte** als Quelle **gegenüber der Textüberlieferung** hinsichtlich der **Vollständigkeit** (R. OGRISSEK 1963). Auf der Karte wird deutlich, welche Rolle Schafhaltung zur Zeit der Anfertigung der Karte in der Oberlausitz einnahm. Wie hätte man das exakter beschreiben wollen?

Für **Transport von Personen und Waren** gab in den verschiedenen Gegenden Deutschlands große Unterschiede. Von Nordeutschland werden bei J. K. RIESBECK1783 (in 1976, S. 386) auch primitive Personengefährte beschrieben: " ... anstatt der Postkutschen hat man hier eine Art großer und plumper Bauernwagen ohne Dach und Fach, worauf sich die Passagiere aufs Stroh hinlegen, wie die Schweine, und allem Ungemach der Witterung ausgesetzt sind. Dagegen findet man hier überall die besten Gesellschaften ..."

Andererseits für den **Warentransport im Mainzischen** (J. K. RIESBECK 1783 in 1976 S. 445): "... sah auf dieser Straße Güterwagen, die in der Ferne wie große Häuser aussahen, sechzehn bis achtzehn der stärksten Pferde vorgespannt hatten und, wie mich die Fuhrleute versicherten, gegen 140 bis 150 Zentner geladen hatten, Sie gehen meistens von Frankfurt nach Straßburg."

1732 hatte die Regierung in **Frankreich** ein **Straßenbau-Programm** begonnen. Durchgeführt wurde es zuerst mittels Zwangsstraßenbau der Dörfler, die **corveé**, TURGOT (R. RAPPAPORT 1976), 1761 Intendant von Limoges, ersetzte die kostenlose corvee im Straßenbau durch bezahlte Berufs-Straßenarbeitern. Es erstanden "die lieblichen, von Bäumen beschatteten Landstraßen des heutigen Frankreich ..." (W. und A. DURANT 1969, S. 104) Im **Straßenbau** führte etwa im späten 18. Jh. Frankreich durch PIERRE TRÉSAGUET, der sich besonders um die Drainage der Straßen bemühte. KARAMSIN erlebte 1790 (1977, S. 402): "Die französische Post ist nicht teurer als die deutsche, aber dabei ungleich besser. Die Pferde findet man alle fünf Meilen bereit. Die Wege sind vortrefflich und die Postboten munter. ...

In dreißig Stunden sind wir dreiundsechzig französische Meilen gefahren. ..."

Der von **Pferden** durchgeführte **Verkehr in Städten** führte wengstens in den

großen Städten zu fast unerträglichen Verhältnisse an Lärm und Gefahr. In Paris sollen um 1789 rund 21000 Pferde über die Pflaster gerast oder langsamer gegangen sein (F. BRAUDEL 1985). **Straßen und Reisen auf Straßen**

Alle Fortbewegung, die nicht zu Fuß gemacht wurde, war auf Pferde angewiesen. Die nach etlicher Weite erschöpften Pferde mußten dann eine Ruhepause erhalten oder wurden bei den Postwagen an den Relaisstationen ausgetauscht. Wichtig war, daß an den Stationen frische Pferde bereitstanden. Den Wechsel zu beschleunigen kündigte sich der nähernde Postkutschenwagen durch das vom Kutscher geblasene **Posthorn** an. Wegen der **Pferde** gab es überall an den Straßen **Hufschmiede**, man kann sagen wie im 20. Jh. Tankstellen.

Im **Straßenbau** führte etwa im späten 18. Jh. Frankreich durch PIERRE TRÉSAGUET, der sich besonders um die Drainage der Straßen bemühte.

In Frankreich erlebte KARAMSIN 1790 (1977, S. 402): "Die französische Post ist nicht teurer als die deutsche, aber dabei ungleich besser. Die Pferde findet man alle fünf Meilen bereit. Die Wege sind vortrefflich und die Postboten munter. ...

In dreißig Stunden sind wir dreiundsechzig französische Meilen gefahren. ..."

Der von **Pferden** durchgeführte **Verkehr in Städten** führte wengstens in den großen Städten zu fast unerträglichen Verhältnisse an Lärm und Gefahr. In Paris sollen um 1789 rund 21000 Pferde über die Pflaster gerast oder langsamer gegangen sein (F. BRAUDEL 1985). Der berühmte Botaniker TOURNEFORT war eines von vielen Opfern des Pferdeverkehrs, 1708.

Die von Bauern zu unterhaltenden Straßen waren schwer auf Linie zu halten. Die weniger besiedelten großen Ländern war es mühsam Straßen zu schaffen In Rußland wurde **zwischen St. Petersburg und Moskau** in dem oft sumpfigen Lande der Brückenweg, Mostovaja. geschaffen, der jedenfalls auf weiten Strecken aus Millionen junger gefällter, nebeneinanderliegender Bäume bestand (CHR. BJÖRKLUND 1773). Wald wurde auch aus anderen Gründen schon knapp.

## Industrialisierung - ab wann und in welchem Maß?

Von Industrialisierung spricht man oft erst im Zusammenhang mit der durch spezielle Maschinen gekennzeichneten Industriellen Revolution in England. Aber neben allen Vorformen der modernen Industrie gab es durch Wasserkraft oder Wind getriebene 'selbstlaufende' Maschinen, die arbeitsteilig Teile der Produktion übernahmen. Nur der erste Arbeitsgang, die Leinenzerstampfung, war in der Papiererzeugung Maschinenarbeit, war 'Papiermühle', aber sie war es. Versuche einer zu starken Trennung in den Definitionen gehen an der Wirklichkeit vorbei. In



Abbildung 1275: DE GEER. Norrköpping.

**Bergbaugebieten** gab es durchaus auch etliche Zeit vor der Industriellen Revolution in England eine Anhäufung von Produktionstätten, in denen als Maschinen zu bezeichnende Apparaturen benutzt werden Es gab eine Anhäfung von Pochwerken, Anlagen der Erzaufbereitung, Erzschmelzen, Hammerwerke, Gießereien und kam in dieser Häufung schon zu Indsutriegebieten. In **Schweden** hat LOUIS DE GEER, ein calvinistischer Glaubensflüchtling aus den spanischen Niederlanden, unter dem Schweden zu einer zeitweiligen Großmacht emporhobenden GUSTAV ADOLF II., unter Förderung der Eisen-, Kupfer- und auch Silber-Produktion und auch Leitung der Papier- und Textil-Industrie in Schweden, um Norköpping, so etwas wie eine Industrielandschaft geschaffen.

Schweden rühmt sich so einer Vorläuferschaft der Industriellen Revolution.

**Territorialfürsten in Deutschland** wußten meistens, in wie starkem Maße ihre Einnahmen von Produktionsleistungen abhingen, schufen Staatsbetriebe oder förderten private Unternehmungen.

Eine uns nunmehr belustigende Angelegenheit ist, daß der aus Zittau stammende Reisende, Abenteurer und auch als Uhrmacher versierte JOHANN ERNST ELIAS BESSLER (Wikipedia 2016) angab, ein sich immerfort drehendes Rad, ein 'Perpetuum mobile' konsttuiert zu haben. Die Herzöge von Sachsen-Weißenfels und Sachen Merseburg begrüßten das, Gutachter bestätigten das Funktionieren, wobei er etwa in Draschwitz nördlich von Zeit, hier unter dem Künstlernamen 'Orffy-

re' selbst das Interesse auch von LEIBNIZ erweckte. Er ließ das meiste an der Maschine besichtigen, aber nicht das Herzstück, und die Funktionsweise blieb unbekannt. BORLACH widersprach ihm von Anfang an. Der Landgraf KARL von Hessen-Cassel nahm BESSLER unter seinen Schutz und unter dem Versprechen der Verschwiegenheit wurde ihm das Funktionieren erklärt. BESSLER starb am 20. November 1745 beim Sturz von einer Windmühle. Er hatte vorher die Konstrukiton von Windmühlen versprochen, die unabhängig von der Windrichtung funktionierten. BESSLERs Versprechen zeigen, wie stark man an Enrgiemschainen interessiert war.

## Keramik, Keramik-Betriebe und -Manufakturen

Eindrucksvolle weiße Kacheln mit blauen Zeichnungen wurden in Portugal erzeugt. Im holländischen Delft wurde unter Benutzung von Kobaltfarben, aus der Türkei, **Delfter Fayence** hergestellt. Ab dem 16. Jh. wurde auch chinesische Keramik importiert (H. THOMAS 1984). Die Bewunderung für chinesisches **Porzellan**, auszeichnet durch blütenweiße, durchscheinende Scherben, große Festigkeit, Härte der Glasur und Beständigkeit der Farben (P. FISCHER 1959), gut geeignet für die neuen Heißgetränke wie Kaffee, Tee, Kakao, wurde begleitet vom Wunsch der Nachahmung. Vor allem die Glasur erlitt bei den Surrogaten immer wieder Kratzer und laugte sich beim Gebrauch aus. Ein dem chinesischen ähnliches und in der Härte (H.-G. SCHÄFER 1986) sogar überlegenes Porzellan erfand man in Kursachsen und wurde für dieses zu einem Exportartikel. Als Erfinder wird vor allem JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER (BÖTTCHER) genannt. Er war 1682 in Schleiz geboren, weilte später in Berlin zur Apothekerlehre, soll dort den Glasmacher KUNCKEL kennengelernt haben, wurde selbst als Goldmacher angesehen und floh wegen Mißerfolg nach Kursachsen, wo er 1701 auf Befehl von Kurfürst AUGUST dem STARKEN wegen dessen Hoffnung auf Gold nach Dresden gebracht wurde. Von dem Freiberger Chemiker GOTTFRIED PABST VON OHAIN wurde BÖTTGER in der damaligen Chemie gebildet und 1704 unter die Aufsicht und die Zusammenarbeit mit EHRENFRIED WALTER Graf VON TSCHIRNHAUS gebracht. TSCHIRNHAUS hatte etwa die notwendigen Brennlinsen und Brennspiegel, um hohe Temperaturen zu erzeugen. Auf der Albrechtsburg in Meißen wurde ein Laboratorium eingerichtet. 3 Freiberger Hüttenarbeiter wirkten mit. Gesucht wurde der für eine Porzellannachahmung geeignete Rohstoff. Aus Reiseberichten war bekannt, daß in China eine besondere Erde zur Porzellan-Herstellung benutzt wurde. Zunächst wurde für Keramik Colditzer Ton genutzt, der zu Fliesen und Fayencen verarbeitet wurde. BÖTTGER fand zunächst das rote Böttger-Steinzeug. Im Juni 1708 schickte PABST VON OHAIN eine Probe Kaolin aus Aue in Sachsen. Am 28. März 1709 konnte BÖTTGER seinem Landesherrn melden, daß er

gutes weißes Porzellan herstellen kann. China hatte natürlich keinen Patentschutz für Porzellan. Konstruiert werden mußten auch die Öfen für die bisher nicht benutzten hohen Brenntemperaturen. Auch die Umgebung von Meißen bot, wie sich zeigte, die notwendige 'Erde'. Im Januar 1710 wurde durch königliches Dekret die Porzellanmanufaktur in **Meißen** gegründet, und dafür die architektonisch-kunstgeschichtlich hochwertige **Albrechtsburg** (U. CZECZOT 1975, S. 39/40) rücksichtslos in die zerstörend wirkende Manufaktur verwandelt, deren Pochen bei der Materialzerstampfung und Rauch und Ruß auch die Stadt in Mitleidenschaft zog. Mit wachsendem Sinn für die Denkmäler der Vergangenheit, in Sachsen getragen vom 1825 gegründeten Sächsischen Altertumsverein, wurde die Forderung nach Verlegung der Porzellanmanufaktur akut. 1863 wurden neue Gebäude im Triebischtal in Meißen bezogen. Die Albrechtsburg wurde total renoviert, die Säle mit historisierenden Gemälden ausgestattet. Die Erzeugung des **Porzellans in Sachsen** kann als die **erste gezielte Werkstoff-Entwicklung** gelten, wenigstens bei nichtmetallischen Werkstoffen, und: "Parallel zur Durchführung systematischer stofflicher Versuchsreihen, erfolgte eine gezielte Weiterentwicklung der Ofentechnik, die höhere Brenntemperaturen und eine genauere Temperaturführung erlaubte" (W. KELLENBERG 2004, S, 3).

Im späteren 18. Jh. gab es Porzellan-Herstellung in Berlin, seit 1756 in Sèvres an der Seine unweit Paris. Porzellan wurde dann hergestellt auch in Thüringer Herzogtümern (R. GAUß et al. o. J.), so ab 1757 in Gotha, dann auf dem **Thüringer Schiefergebirge** begründet durch GEORG HEINRICH MACHELEID in Volkstedt, durch JOHANN WOLFGANG HAMMANN in Katzhütte, ab 1772 begründet durch Glasmacher GOTTHELF GREINER in Limbach, mit Fabriken in Großbreitenbach und Kloster Veilsdorf, 1783 in Rauenstein, alles Anfänge einer Industrialisierung in Thüringen, wo gerade in den höheren Lagen die Erträge der Landwirtschaft nicht groß waren und neue Gewerbe nötig waren. Porzellan wurde später auch ein für die Technik wichtiger Stoff.

In England begründete 1756 JOSIAH WEDGWOOD seinen Betrieb zuerst für Irdenware und schuf dann die nach ihm benannten **Steingutwaren**, in der Form angeregt von Keramikfunden in Pompeji, hergestellt dann in der Fabrik Etruria bei Birmingham. Die WEDGWOOD-Waren waren ernsthafte Konkurrenz für Sèvres und Meißen und fanden weiten Eingang in die Bürgerhäuser der Zeit.

## Wasserkraft - Energiequelle vor und in der Industriellen Revolution im e. S.

Fließendes Wasser, schon lange genutzt, blieb wichtige nicht an Muskeln gebundene Energiequelle, auch bis weit in die Maschinenzeit hinein, im 18. Jh. sowieso, und für die meisten Maschinen. Erst mit der Zeit setzte sich später die Dampfmaschine durch.

Das war in Deutschland so wie anderswo. Wie bisher wurde gerade in Bergbaugebieten und denen mit Metallurgie für all die Pochwerke zum Zerkleinern der erzhaltigen Gesteine, der Stoßherde, der Erzwäschen, der Blasebälge Wasserenergie verwendet. Wo ein Wasserlauf bergiges Gelände herunterlief, so bei Joachimsthal im sächsischen Erzgebirge, "lagen" wassergetriebene Anlagen "eines über dem andern am Berg hinauf" (A. T. VON GERSDORF zit b. E.-H. LEMPER 1974, S. 79).

Wasserkraftnutzung gab es auch an den immerhin noch strömenden Flüssen im flacheren Lande. In Bernburg, Hauptsatdt eines anhaltinischen Fürstentums, an der hier schon recht wasserreichen Saale gelegen, sah J. BERNOULLI 1781 (S. 199) "(... eine vortreffliche Mahlmühle von 12 oder 14 Gängen, eine Walkmühle, eine Schneidemühle, und gegenwärtig wird auch ein Eisenhammerwerk dasselbst angelegt) ..." Der spätere Botaniker KÜTZING wuchs im Dorf Ritteburg in einer Wassermühle, einer **Ölmühle**, an der Unstrut in Nord-Thüringen auf, und der "Vater hatte aber bald noch zwei Graupengänge und einen Mahlgang angelegt. Und später baute er noch eine Schneidemühle an, wo Bretter, Latten und andere Bauhölzer geschnitten wurden" (S. 23/24). Aber um die Familie zu ernähren und die Schäden bei Hochwasser mit langem Mühlenstillstand auszugleichen war eine Bauernwirtschaft angeschlossen und wurde außer "dem Öl- und Graupenhandel im Großen ... aber noch ein Ölhandel im Kleinen betrieben" - Öl für die Lampe oder als Nahrung.

## Begrenzte Industrialisierung mit Wind'kraft'

Wind - in einigen Regionen weht er oft und stark. So in den Niederlanden. Seine Landschaft wird in besonderem Maße seit jeher mit Windmühlen in Verbindung gebracht. Windmühlen betrieben die **Pumpwerke**, mit denen die unter dem Meeresspiegel liegenden Flächen **entwässert** werden.

Unter Nutzun der Windkraft war bei Sardam / **Zardam** / Zaandam in den westliche Niederlanden ein regelrechtes Industriegebiet entstanden und existierte noch bis ins 19. Jahrhundert (G. MAK 2005). Um 1780 bewegte der Wind hier laut J.



Abbildung 1276: Zaardam: Noch Mühlen.

J. VOLKMANN (1783) die Flügel von **etwa 2300 Windmühlen**, "alle hoch und von Steinen erbauet, die Flügel und die Dächer bunt bemalt, und machen einen Wald aus" (S. 353). Nirgends in Holland wurde um 1780 so viel Papier hergestellt wie hier, und Mühlen dienten "zum Pulverisiren des Färbeholzes, andere zum Schießpulver, ferner Oel, Walker, Erbsen, Grütz, Schnupftabak, Senfmühlen ... Die sonderbarste ist wohl die, worauf der Kaffee gebrannt und gemahlen wird.

Zu den merkwürdigsten Mühlen gehört auch die zu Zerreibung von allerley groben Farbenwaaren ... " Bei einer "mischt man" aus Kienruß und Kohlenstaub "eine schwarze Farbe" (S. 354).

In Zardam sah sich auch der russische Zar PETER I. um und lernte den Schiffsbau.

Wie 'verspargelt' sah es auch am Rande von **Paris** aus, und KARAMSIN (1977, S. 412) sah 1790: "... der Berg Matre, der ganz mit Windmühlen besetzt ist, die einem Heere geflügelter Riesen gleichen."

## Bergbau in Kontinentaleuropa

Silberbergbau und Bergbau auf andere Metallle sowie auch andere Bodenschätze, Salz und auch Kohle, wurden in verschiedenen Gegenden etwa Mitteleuropas oft in Regie des Staates geführt. Ein **Oberberghauptmann** war als Staatsbeamrer für alle Bergbauangelegenheiten zuständig. Zentren des mitteleuropäischen Bergbaus waren **Freiberg** in Sachsen und der **Harz**, so um Zellerfeld, Goslar, St. Andreasberg u, a,.

Für den viel bescheideneren Bergbau im Herzogtum **Sachsen-Weimar** wurde als Legationsrat der 27-jährige GOETHE (W. HERRMANN 1953) ernannt, der den wegen Wassereinbruch 65 Jahre zuvor verlorenen Bergbau bei Ilmenau wiederbeleben sollte. Ais Gutachter lud GOETHE den sächsischen Vizeberghauptmann HEINRICH VON TREBRA ein, der 1776 einige Monate in Ilmenau blieb. GOETHE unternahm auch in kalter Jahrzeit Reisen zum Studium des Bergwesens etwa im Harz im November 1777 und bestieg dabei auch den Brocken. Nach weiterem Besuch im Harz fuhr GOETHE auf einer Reise nach dem Osten in die polnischen Bergwerke in Tarnowitz unf Wielicka ein (W. HERRMANN 1963, S. 68). Für den Bergbau in Sachsen-Weimar ernannte GOETHE den zur Ausbildung nach Freiberg geschickten HANS KARL WILHELM VOIGT 1785 zum Bergsekretär, 1789 zum Bergrat und VOIGT, jüngerer Bruder eines Weimarer Minsisters, war vor allem in dem 1804 endgülitg aufgegebenen (W. HERRMANN 1953, S. 87) Ilmenau tätig.

Von den Errungenschaften der Industriellen Revolution in England wurde man zunächst eher randlich, etwa durch die Newcomsche Dampfmaschine, erreicht, aber gerade im Bergwesen wurden bald auch Neuerungen eingeführt. Bergbau, Bergwesen – das was nicht nur harte und gefährliche Knochenarbeit, das erforderte auch Intelligenz und Bildung. Schon im 16. Jh. zogen gebildete und kreative Leute in die Bergbaugebiete, etwa der 'Rechenmeister' ADAM RIES nach Annaberg oder der Arzt AGRICOLA nach Joachimsthal. VON TREBRA (Wikipedia 2017), erster Student an der Bergakademie Freiberg, dann zuerst im sächsichen Staatsdienst, danach in Clausthal-Zellerfeld, und 1801 sächsischer Oberberghauptmann, verlangte, daß die bergmännische Arbeitskleidung auch im Alltag zu tragen sei, um das Standesbewußsein zu stärken. Durch Traditionen, durch "**Bergparaden**" in Uniform und mit Symbolen wie den Bergbarten wurde wohl der schweren Arbeit über Tage ein feierlicheres Licht aufgesetzt, im 19. Jh. stark gefördert durch VON HERDER (Wikipedia 2017), um die Verbundenheit mit dem Bergwesen zu fördern. Die Bergparaden gegen bis ins 15. Jh. zurück (YouTube 2018) und erfreuen sich noch heute, auch wo die Tradtion ohne noch bestehenden.Bergbau weiterbesteht, großer Beliebheit in der Öffentlichkeit.

Bedeutende sächsische Oberberghauptleute waren nach dem 1819 gestorbenem VON TREBRA 1821 - 1838 SIGISMUND AUGUST WOLFGANG VON HERDER, der noch in Bückeburg geborene Sohn des später in Weimar wirkenden Theologen und Schrifstellers HERDER, und 1838 - 1842 JOHANN CARL FREIESLEBEN (u. a. Wikipedia 2017).




Abbildung 1277: VON TREBRA in Freiberg besucht von GOETHE 1810.




Abbildung 1278: FREIESLEBEN Erinnerung. Freiberg.



Abbildung 1279: Schwarzdorn-Reisig im Gradierwerk.

## Salz aus Sole

**Salz**, Kochsalz, wurde gewonnen aus salzhaltigem Wasser, **Sole** genannt. Das gesamte Meer ist Sole. Und an Meeresküsten wurde und wird auch Salz gewonnen. Im binnenland tritt Sole an manchen Stellen an die Erdoberfläche, dort, wo sich im Untergrund Salz befindet. Solequellen wurden schon in vorgeschichtlichen Zeiten genutzt. Halle an der Saale war dafür bekannt. Das Eindunsten der Sole erforderte viel Holz. Holz zu sparen wurden mancherorts **Gradieranlagen** errichtet, zuerst mit Stroh, ab dem 17. Jh. mit dem sparrigen Geäst von Schwarz- resp. Schlehdorn/*Prunus spinosa* L. gefüllte großdimensionale Gerüste, "eine Großtechnik der frühen Neuzeit" (J. RADKAU 1989). Auf diese Gradierwerke wurde Sole hochgepumpt, rieselte langsam und gebremst durch das Reisig, und ein großer Teil des Wassers verdunstete auf diesem Weg. Unten kam eine konzentriertere und daher effizienter einzudunstende Sole an. Wieder hochgepumpt und noch einmal durch das Reisig hinabgerieselt, reicherte sich die Sole noch mehr mit Salz an. Die Grenze iegt bei bei 27%, dann fällt Salz aus. Mit angereicherter Sole wurde zur Gewinnung einer gleichen Menge Salz weniger Holz verbraucht. Saniert bilden die Anlagen in den später mit dem Zusatz 'Bad' benannten Orten Kösen und Dürrenberg großartige und noch in Funktionszustand versetzbare technische Denkmale ihrer Zeit und die Luft ringsum lindert Atembeschwerden. Das Schlehdorn-Reisig muß etwa alle 10 Jahre erneuert werden (so für Bad Kreuznach YouTube SWR).

Mancherorts, etwa bei Heilbronn 200 m tief, wird später Salz in großen Mengen durch Abbau in riesigen, weit ausgedehnten Hallen im Mittleren Muschelkalk **unterirdisch** gewonnen )YouTube SWR).

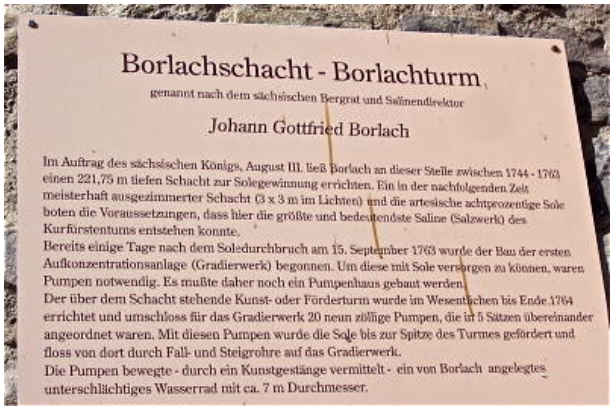


Abbildung 1280: Erinnerung an BORLACH.

In Kur-Sachsen hat der am 24. Mai 1687 in Dresden geborene und weitgereiste Ingenieur JOHANN GOTTFRIED BORLACH (K. BLASCHKE 1955, Internet über Bad Kösen, Wikipedia 2016) die Salzgewinnung auf eine neue Grundlage gestellt, von AUGUST DEM STARKEN zur Suche nach weiterer Salzproduktion beauftragt. BORLACH kam 1721 zu der Ansicht, daß dort, wo Sole an die Erdoberfläche kommt, in der Tiefe Salzwasser zu erwarten ist. Es müßte sich lohnen, solche unterirdische Sole hochzupumpen. Eine Pumpen antreibende Gestängekunst, getrieben von einem Wasserrad an der Saale, wurde dafür gebaut. Ab 1726 hat BORLACH Salzwerke dafür eingerichtet. In Artern ließ er 1728 Sole in Siedepfannen verkochen und ließ 1733 ein Gradierwerk aufbauen. Auch Steinkohle wurde von BORLACH verwendet (zit. bei U. GROBER 1999). Ab 1737 wirkte BORLACH in Kösen, wo er 1735 in 175 m Tiefe eine konzentriertere Sole erschloß, Ab 1741 folgte die geologische Untersuchung in Dürrenberg, wo 1763 die gefundene Sole in der Tiefe zum Bau des Schachtturmes und zu dem schließlich mit 630 m Länge zum längsten zusammenhängenden Gradierwerk in Deutschland führte (Wikipedia 2016). 1746 hatte BORLACH die Salzbergwerke in dem mit Sachsen in Personalunion verbundenen Polen, in Wieliczka bei Krakau, in besseren Zustand hergerichtet. Gestorben ist J. G. BORLACH am 4. Juli 1768 in Kösen, 1779 wurde das Kunstgestänge zum Gradierwerk verlängert, um auch mit ihm das Solewasser auf die Höhe des Gradierwerkes hochzupumpen.

Große Gradiewerke gibt es auch in **Bad Kreuznach** (YouTube SWR).



Abbildung 1281: Gradierwerk Bad Dürrenberg.

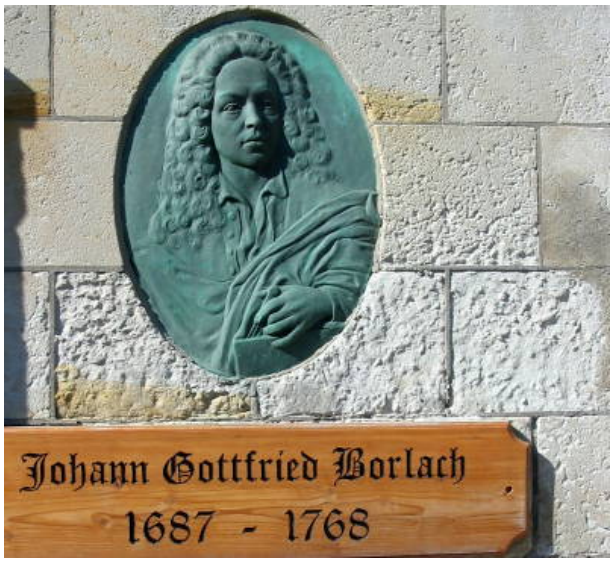


Abbildung 1282: Bad Dürrenberg.



Abbildung 1283: Holzrohre Bad Dürrenberg.



Abbildung 1284: BORLACH-Schacht Bad Kösen, Gestängekunst.



Abbildung 1285: Gradierwerk Bad Kösen.

## Erze und Kohle

Im **Herzogtum Weimar** war etwa GOETHE mit der Wiedererweckung des Bergbaus befaßt, vor allem in Ilmenau, und unternahm zur Aneignung von Kenntnissen Reisen etwa in den Harz. Mit GOETHE und neben ihm wirkte der in Freiberg ausgebildete JOHANN KARL WILHELM VOIGT (v. GÜMBEL 1896), der 1802 in seinem "Versuch einer Geschichte der Steinkohlen, der Braunkohlen und des Torfes" feststellte, daß "Manche Gegenden, ja ganze Länder, würden kaum bestehen können und ohne Brennmaterial seyn, wenn nicht Steinkohlen, Braunkohlen und Torf, den Mangel des Holzes ersetzten ..." (S. 1). VOIGT leitete diese fossilen Brennstoffe von Pflanzen ab und suchte ihre verschiedenen Arten zu charakterisieren. VOIGT war GOETHE an Sachkenntnissen sicherlich überlegen. Der Versuch der Wiederaufnahme des Bergbaues um Ilmenau endete ihne wirtschaftlichen Eerfolg. (s. a. R. SAFRANSKI 1915).

Unweit Dresden wurden die **Steinkohlen** im Plauenschen erweitert ausgebeutet.

Bis zur Industrialisierung führte die Bodenschatz-Erschließung und die Entwicklung der Metallurgie in einigen Regionen Preußens, zuerst namentlich in Oberschlesien. Der Gründer der Freiberger Bergakademie FRIEDRICH ANTON VON HEYNITZ (HEINITZ) (W. SCHELLHAS 1972) schied 1774 im Zorn aus dem sächsischen Staatsdienst und trat 1777 in den Staatsdienst **Preußens**, wo damals

FRIEDRICH II. (der 'Große') regierte. Vor allem im Berg- und Hüttenwesen, ob auf Salz oder Metalle, gab es unter dem Minister und Oberberghauptmann HEYNITZ und seinem zunächst Mitarbeiter und dann auch Minister FRIEDRICH WILHELM Graf VON REDEN (K. FUCHS 2003, GRÜNHAGEN 1888) großen Aufschwung, und zwar fiskalisch, als Staatsunternehmen, das unter FRIEDRICHs II. Nachfolgern fortgesetzt wurde. Es ging also auch anders als nur in Privathand wie in England! Es erstand die **Eisengroßindustrie** in **Oberschlesien**. Wiederaufgenommen wurde der **Blei-Bergbau bei Tarnowitz**, in der Friedrichshütte (1786), was Preußen das militärisch nötige Blei sicherte. 1786 wurde eine Dampfmaschine aus England herantransportiert. **Eisenhütten** entstanden 1796 in Gleiwitz, 1802 Königshütte. Gefördert wurde die Gewinnung von **Steinkohle**, wurden zu deren Transport Kanäle angelegt. In Gleiwitz gab es den **ersten Kokshochofen** auf dem europäischen Kontinent. Entwickelt wurde ein gutes Gießereiwesen. In Preußen erstand auch ein von England unabhängiges Maschinenwesen. 1770 liegen durch HEYNITZ die Anfänge der Bergakademie Berlin. HEYNITZ trat auch für naturwissenschaftlichen Unterricht in höheren Schulen ein.

1790 besuchten unter VON REDENs Führung GOETHE und sein Herzog KARL AUGUST die oberschlesischen Anlagen und reisten dann nach dem Salzbergwerk Wieliczka bei Krakau weiter.

Ebenfalls zeitweilig Studierender an der Bergakademie Freiberg war der im preußischen **Mitteldeutschland** wirkende FRANZ WILHELM WERNER VON VELTHEIM (v. GÜMBEL 1895), der um 1810 den Mansfelder Kupferschiefer-Bergbau wiederbelebte und auch die Steinkohlen-Förderung von Wettin und Löbejün nördlich von Halle/S., wo also die Kohlenheizung realtiv früh für Mitteldeutschland Einzug hielt. VON VELTHEIM starb 1839 als Oberberghauptmann in Berlin.

## Proto-Industrialisierung im ländlichen Raum - Rohstoffe vom Land

Nach die Menschen dezimierenden Kriegen etwa in der Pfalz wuchs die Bevölkerung wieder. Landwirtschaftliche Betriebe mußten auf Grund der Rechtslage vielerorts, so in Baden (W. HUG 1992), immer mehr aufgeteilt werden. Erweiterung der Nutzfläche war vielerorts nicht möglich. Es gab das Problem der **ländlichen Überbevölkerung**, der nicht ausreichend beschäftigten und deshalb auch verarmenden, bisweilen hungernden Menschen, mit der Frage nach 'Wieviel darf wer herstellen', gerade auch wenn es um mehr als die Selbstversorgung, also um Produkte für den Markt ging. Von den Bistümern Würzburg und Bamberg heißt es bei J. K. RIESBECK 1783 (in 1976, S. 437): "... kann der Ackerbau in so volksrei-

chen Ländern auch nicht alle Hände hinlänglich beschäftigen, ... daß man in diesen Ländern. wo die Natur sich so freigebig gegen die Menschen zeigte, so viele Bettler sieht." Tätigkeit für anderes als die Landwirtschaft im engeren Sinne mußte auch auf dem Dorfe durch Verkauf von Waren auf dem Markt Einkommen schaffen. Einerseits gab es die Herstellung von **Rohstoffen**, wie Lein-oder Hanf-Fasern, Schafwolle, Seide, und diese Produkte wurden auch bis zu Halbfertigprodukten verarbeitet, also zu Garn etwa. Vieles davon haben Manufakturen verarbeitet, gewalkt und gefärbt, etwa bei der Tuch-Produktion, in Flandern und Nordfrankreich. Besonders die Zucht von Raupen des **Seidenspinners** und die Anpflanzung der zu ihrer Ernährung nötigen **Maulbeerbäume** wurde vielerorts empfohlen, gefördert und gefordert. Zahlreiche Haushalte waren daran beteiligt. Wer nicht selbst Seidenspinnerpuppen heranzog, der verkaufte die Blätter von angepflanzten Maulbeerbäumen an solche, die Zucht betrieben. Und H. CHR. ANDERSEN (in 1964, S. 625) erlebte: "... wir entflohen Trient und seinen kahlen Maulbeerbäumen, die Blätter waren abgepflückt und zum Verkauf auf den Markt gebracht worden ..." Von der Mitte des 19. Jh. berichtet der nach Süd-Frankreich gezogene demokratische Schriftsteller MORITZ HARTMANN (s. 1980, S. 28), wie die geschlüpften Raupen des Seidenspinners entweder sterben oder nach einem Schreck aufgeben, aber zahlreiche doch in die Kronen der gepflanzten Maulbeerbäume emporsteigen und sich dort in einem Kokon in eine Puppe verwandeln: "An allen Zweigen hängen die gelben und weißen Kokons, dicht aneinandergedrängt wie gewaltige Trauben. Dann kommen die Weiber und sammeln sie in große Körbe, dann verkauft tman sie nach Lyon, dort wirft man sie in heißes Wasser und tötet die Puppe, ..." Ein gewisser Teil der Seidenspinner darf ausschlüpfen, um sie "für das künftige Jahr zeugen zu lassen." Die Kokonhülle wird beim Ausschlüpfen aber so zerrissen, daß sie keine brauchbaren Fäden liefert, Der Seidenbau ist gut als jahreszeitliche Teilbeschäftigung, etwa für Winzer, denn er "fordert nur 6 -8 Wochen Beschäftigung und läßt dem Winzer den ganzen übrigen Theil zu seinen Weinbauarbeiten übrig" (A. VON LENGERKE 1839, S. 172). Aber Seidenbau wurde nicht nur bei Winzern betrieben, In Frankreich war neben Tours **Lyon** die Stadt der manchmal aufrührerischen **Seidenweber** (W. MAGER 1980, S. 52/53). Sie lebten schlecht und recht aber von der Prunksucht der reichen adeligen und auch bürgerlichen Damen mit ihrem Verlangen nach Seidenkleidung (W. OPPENHEIMER 1989, S. 91), ohne Luxus hätte es keine so ausgebildete Seidenindustrie gegeben. Eine Seidenraupen-Krankheit in Frankreich im 19. Jh., die **Pe'brine**, bedrohte zahlreichen Menschen mit Ruin. Auch im 20. Jh. gab es in Deutschland in Notzeiten manchen kleinen Seidenerzeuger und man kann es vergleichen mit wenigen Kautschukbäumen auf Bauernstellen in Indonesien oder Südchina. Die Lage im 18. Jh. kann so bis in die Gegenwart veranschaulicht werden. In waldreichen Gegenden wurde **Holz verarbeitet**, was im Aussehen bis zu Ähnlichkeit von Industrie



Abbildung 1286: War Sägemühlental, Gießübel/Thüringen.

führte.

Aber **auf dem Lande wurde auch Produktion** von Gütern angesiedelt, mit Investition vom Handelskapital. Hier konnte die städtische Zunftwirtschaft umgangen werden. Produktion wurde auf das Land zurückverlegt, ja gab es von der Stadt unabhängige regelrechte Indusriegebiete, eine **Protoindustrie** (F. BRAUDEL 1986, S. 343). Auf dem Lande gab es oft auch fließende Gewässer, wenn sie denn benötigt wurden. Im Textilbereich gab es viel "**Verleger"-Wirtschaft**. Unternehmer lieferten etwa Rohware an Häusler, die dann webten und dem Verleger den Vorschuß abbezahlen mußten. Auf dem Dorfe wurden in Deutschland etwa in der Lausitz oder dem Ergebirge und in Schlesien und Baden an **Webstühlen im eigenen Haus** auch Textilien hergestellt, gab es eine verbreitete **Haus-, Heim-Industrie**. Man spricht von **Protoindustrialisierung,** die dem Fabrikbetrieb voranging. Arbeitszeit und Arbeitsintensität bestimmte der häusliche Produzent selbst, wobei ihn die Ausgaben für die Lebensmittel und anderes zwangen, wegen einer gewissen Einkommenshöhe nicht faul zu sein.

Die hölzernen Stützen an den Umgebindehäusern der Oberlausitz konnten wohl die Erschütterungen durch den Webstuhl abfedern

Der Unternehmer betrieb auch den für ihn profitablen Vertrieb der in der Heim-Industrie erzeugten Waren. In Schlesien erschreckte in der Mitte des 19. Jh das "Weber-Elend", bedingt wohl auch durch zurückbleibende Qualität der gelieferten Ware und abnehmenden Absatz in Konkurrenz zur britischen Textilindustrie. War Warenabnahme vorhanden, hat ländliche Industrie wohl jenen schrecklichen **Slums vorgebeugt**, welche etliche Industrieregionen kennzeichneten,

Auch für **Hausbetrieb** konnte es schon **weitgetriebene Arbeitsteilung** geben.



Abbildung 1287: Umgebindehaus in Weifa.



Abbildung 1288: Umgebindehaus in Bertsdorf b. Zittau.

So bei der im 18. Jh. aufkommenden **Uhren-Herstellung im Schwarzwald**, bei der um 1800 mehrere Tausend Bewohner tätig waren (W. HUG 1992, S. 175). Der eine Heimarbeiter baute die Uhrengestelle, der andere schnitzte das Gehäuse, und eigene Arbeitsgänge waren Bemalen des Ziffernblattes und für die Kuckucksuhren die Herstellung der dafür nötigen Mechanismen.

In **Indien** noch der Mogulzeit, in dem von einem ziemlich unabhänigen Machthaber regierten **Bengalen** (J. DARWIN 2010, S. 172) zumal, wurde eine von Millionen Spinnern und Webern getragene Hausindustrie für **Baumwoll- und Seidentuche** aufgebaut und die East India Company exportierte solche in Europa gesuchten Textilien gegen Bezahlung in Silber (J. DARWIN 2010, S. 149). Wie J. DARWIN (2010, S. 188) feststellt: "Etwa 60 Prozent der weltweiten Fertigwarenexporte wurden im 18. Jahrhundert in Indien, der Textilwerkstatt der Welt, hergestellt. Nach Luxusgütern wie den indischen Musselinen und Kalikos bestand im damaligen Europa eine riesige Nachfrage, während die billigeren Baumwollstoffe nach Westafrika exporiert wurden, um dort Sklaven kaufen zu können." Erst mit den Textilmaschinen konnten Englands Textilunternehmer gegenüber der indischen Konkurrenz bestehen. In **Japan** (G. DISTELRATH 2005) wurden nicht die Maschinen der 'industriellen Revolution' erfunden. Aber das in der **Protoindustrie** entwickelte **Geschick** kam der dann vom Ausland nach Japan übernommenen Maschinenindustrrie zugute, ließ nach 1868 oder später eine eigene hochstehende Produktion aufbauen mit einarbeitungsfähigen Lohnarbeitern. Auf dem Lande schlummernde Initiativen freizusetzen, also eine Art Protoindustrie zu begründen, wurde im 20. Jh. in Ländern der sogenannten 'Dritten Welt' versucht, ging aber bei MAOs 'Großen Sprung' in China namentlich mit der **dörflichen Stahl-Produktion** daneben. Das geschah, trotz das Eisenproduktion auf dem Dorfe in China Tradition hatte, aber einst nicht die Landwirtschafr durcheinander gebracht hatte.

# Landwirtschaft: Nahrungsgüter und Industriepflanzen

## Koloniale Landwirtschaft in den Tropen und Subtropen - Pflanzen aus den Tropen und Güter aus Übersee

### Noch Pflanzenüberführungen von Kontinent zu Kontinent

Pflanzenüberführungen größeren Ausmaßes gab es im Frühmittelalter durch die Araber nach dem westlichen Mittelmeergebiet und dann durch die Spanier und Portugiesen aus ihren Kolonial- und Handelsregionen. Stark wieder aufgenommen wurde Pflanzenüberführung und Akklimatisation im 18. Jh. durch die neueren Kolonialmächte Niederlande, Großbritannien, Frankreich. Was nur in den Tropen wuchs, wurde für andere Tropenregionen getestet und dem dienten botanische Gärten (R. WENDT 1999). Zentrum wurde Kew bei London, unter BANKS. In den Tropen waren für England als wichtig erstanden 1765 der botanische Garten auf der Karibikinsel St. Vincent, 1787 der auf St. Helena und ebenfalls 1787 der größte britische Tropengarten in Kalkutta (R. WENDT 1999, S. 216), Es wurde auch gesprochen von "**Green Imperialism**" (R. GROVE 1995), was mit Unrecht und räuberischer Aneignung von wertvollen Gewächsen verbunden erscheint. So wird berichtet, daß Niederländer 1696 trotz Verbot und Kontrolle Kaffee-Pflanzen aus dem Jemen raubten und nach Testung in Amsterdam dann in den niederländischen Kolonien, auf Java, Ceylon, Surinam anbauten (R. WENDT 1999, S. 214). Weitere solche Aneignungen gab es im 19. Jh., bei Teepflanzen aus China, bei Chininbäumen und Kautschukbäumen aus Südamerika. Aber man kann auch fragen: Wem gehören die Schätze der Flora? Nur den in einem Gebiet Wohnenden, die also ein gewiß viele ernährendes Monopol bewahren wollen? Wer wollte auf die "stimulierenden Heißgetränke" (S. 220) Kaffee und Tee verzichten, deren Anbau nur in ihren Heimatländern kaum gereicht hätte? Die Pflanzenüberführung nützte vielfach nicht Europäern allein, sondern auch Türken und Chinesen. Der Mais aus Amerika war einst über die Türkei weiter nach Norden gekommen, als "Türkisches Korn". Auch Sklaven mußten immerhin ernährt werden, etwa durch Maniok aus Brasilien auf der Insel Mauritius (R. WENDT 1999, S. 215). Und Schweden? Ein Land ohne Tropenkolonien? Wie "imperialistisch" war LINNE's vergeblicher Versuch, Teepflanzen im eigenen Land anzubauen? Und wenn LINNE' winterharte Gehölze aus Sibirien in Schweden einführte, war das Raub am Zaren? Im 18. Jh. und später gab es zudem keine anderen als europäische Mächte, welche umfangreiche Pflanzenüberführungen zuwege bringen konnten! Ohne die Europäer, muß man immer wieder einmal fragen, sähe die Erde besser aus, bei aller Verurteilung

vieler Dinge?

**Sklaverei-Gesellschaften - Landwirtschaft in tropischen Kolonien und ihre Produkte**

Die Siedler in eingen größeren oder kleineren Regionen in Übersee bildeten **bisher** in Europa **unbekannte** (J. OSTERHAMMEL 2009, S. 26) oder jedenfalls nicht mehr vorhandene Gesellschaftsformen. Im nordöstlichen Nordamerika entstand eine zunächst "**egalitäre Siedlergesellschaft**", ohne Geburtsadel, die **den Boden selbst bearbeitete.**

Anderswo, wo Europäer auch wegen des Klimas bei körperlicher Arbeit nicht sehr leistungsfähig waren, entstanden **Sklavereigesellschaften.** Im 18. Jh. war etwa 1/4 der Weltbevölkerung Sklaven oder Leibeigene (R. TRAUB 2013). Von 1600 bis 1800 gab es in Nordamerika vor allem Weiße als Sklaven und gefangene Indianer (R. POHAMKA 2007, S. 10). Die englischen Hafenstädte Bristol und Liverpool wurden 1700 bis 1807 Zentren des Sklavenhandels und wurden von etwa 2000 Sklavenschiffen angefahren, die etwa eine halbe Million Menschen nach Amerika brachten (Wikipedia Bristol 2020). In Westafrika wurde im heutigen Ghana die Festung Elmina unterhalten. Brandenburgs Festung Groß-Friedrichsburg hielt sich nur 1683 - 1713 (Wikipedia 2020). Es gab den gewinnbringenden **Dreieckshandel**: Billigwaren nach Westafrika und damit hier Einkauf der Sklaven, Verkauf der überlebenden Sklaven in Nordamerika, Tropengüter. 'Kolonialwaren', wie Zucker, Tabak, Baumwolle, Kaffee, Kakao u.a. nach Europa. Auch liberale Denker wie LOCKE in England investierten Geld im Sklavenhandel. 1787 wurde die Sklaverei in den nördlichen Staaten der USA verboten, erst 1799 in New York, 1804 in New Jersey (S. 17). Nach 1808 wurde wohl die weitere Einfuhr von Menschen aus Afrika verboten, aber es stieg die vorhandene Sklavenbevölkerung durch ihre Geburten auf etwa 4 Millionen (R. POHANKA 2007, S. 16). Erst damit kam die ausgeweitete Baumwoll-Produktion in den Südstaaten (S. 17). Und noch tief im 19. Jh. waren die Südstaaten der USA Staaten mit massenweiser Sklavenhaltung.

Nach **Brasilien** wurden bis um 1850 etwa 3, 5 Millionen Afrikaner als Sklaven eingeführt, und DARWIN erlebte hier die zum Teil die grausame Behandlung der Haussklaven. Im späteren Brasilien gab es kein Mischehen-Verbot, und kein Nachschnüffeln nach schwarzhäutigen Vorfahren wie in den USA. Aber die höchsten finanziellen Einnahmen haben in Brasilien noch heute weißhäutige Menschen (Internet).

Mit der Sklaverei und vor den großen technischen Reformen in der Landwirtschaft von West- und Mitteleuropa ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. erstand in manchen Dingen in etlichen tropischen Kolonien eine **technisch** gegenüber Europa **als weiterentwickelt** einzuschätzende **Landwirtschaft**. Das betraf vor allem die

Zucker-Wirtschaft. Europas Menschen erhielten namentlich nach der europäischen Besiedlung außereuropäischer und hier tropischer Regionen neue Nahrungs-und Genußmittel.

Sklaverei war kein Monopol der Europäer oder hellen Amerikaner, auch nicht in der Neuzeit. Noch bis zum Ende des 17. Jh. waren Küstenregionen im südlichen und westlichen Europa von Überfällen **islamischer Sklavenjäger**, der Freibeuter, der Korsaren, bedroht (D. MacCULLOCH 2008, S.92). Man kann höchstens zum Teil von Rache an der Verfolgung der Mohammedaner in Spanien denken. Die Entführung von unschuldigen Menschen reichte bis Irland, ja bis Island. Zwischen 1530 und 1640 wurden schätzungsweise 1 Millionen "westeuropäischer Christen" versklavt, das hielt in dieser Zeit dem Sklavenhandel durch Europäer voll die Waage (S. 92). Der USA-Historiker ROBERT C. DAVIS hat in den Quellen der Korsarenhochurgen Algier, Tunis, Tripolis geforscht. Die Royal Navy verlor durch die Kaperfahrten der Moslems zwischen 1606 und 1609 466 englische und schottische Seefahrzeuge(G. STOCKINGER 2004). Mit weißhäutigen Christensklavinnen gab es hellhäutige Kinder in die algerische Gesellschaft. Freilassung gegen hohes Lösegeld gab es. Bei Arbeitssklaven auf Plantagen von Europäern hört man davon nichts. Sklaven oder Sklavinnen bei sie schließlich großzügig freilassenden islamischen Machthabern war im 18. Jh. Opernsujet, in MOZARTs 'Zaide' und der 'Entführung aus dem Serail'. Wie viel wäre GOETHE wert gewesen, wenn er auf Sizilien wäre gekidnappt worden, im 18. Jh.? Islamische Sklavenhalter wurden wenigstens bei MOZART auch als Menschen gesehen. Arabische Sklavenjäger wüteten aber noch bis weit ins 19. Jh. in Schwarzafrika, als dann hier Europäer in ihrem Interesse für mehr Ordnung und Beseitigung des Sklavenhandels eintraten. LIVINGSTONE (Wikipedia), großartiger Gegner der Sklaverei, erlebte 1871 den Überfall arabischer Sklavenhändler auf einen Marktplatz in Njangwe mit etwa 1500 Menschen, von denen viele dann umkamen.

Mit dem Ende des von Europäern betriebenem Sklavenhandels kam noch nicht die Freiheit der vorher in Sklaverei verbrachten Menschen. Von Europäern getragene Sklavengesellschaften entstanden oder wurden verstärkt **im südöstlichen Nordamerika,** so in Virginien, Nord- und Südcarolina und angrenzenden Staaten, und dann in der **Karibik**, in **Brasilien,** auf Mauritius. Nicht nur wurden einzeln Sklaven gehalten, war Sklavenarbeit nicht nur eine Arbeitsform neben anderen, sondern die Sklaverei war Mittelpunkt der "großbetrieblich" organisierten Produktion, mit völlig rechtlosen, als Eigentum, als Besitz betrachteten Menschen fast ausschließlich fremder Herkunft. Eingerichtet gerade von Ländern, in denen staatsbürgerliche Freiheiten für jene, die nicht zu den Sklaven gehörten, weiter als anderswo gediehen waren. Die Behandlung der Sklaven war unterschiedlich, auf jeden Fall waren sie auch verkaufbare Menschen ihrer Eigentümer.

Was den Raub der Sklaven aus Afrika betrifft: Bei einem hartnäckigen vereinten Widerstand der Schwarzen Afrikas unter Einbeziehung der Stammesführer, der Häuptlinge, wäre auch bei der damaligen Waffenungleichheit eine derartige Sklavenüberführung kaum möglich gewesen. 'Gleichheit' und Solidarität waren keine in Afrika erfundenen Begriffe. Mit dem was die ihre Landsleute als Sklaven verkaufenden afrikanischen Machthaber einkauften war durchaus auch eine Modernisierung in Westafrika, also bei den afrikanischen "Geschäftspartnern", verbunden (W. REINHARD 1990, S. 205). Seit etwa 1650 bestand das zentralistisch grausam regierte **Königreich Dahomey** (Wikipedia 2017), heute mit anderen Grenzen die Republik Benin. Im alten Dahomey gab es Königskult mit Menschenopfern, gehörte alles Land dem König, hat er die zu verkaufenden Sklaven mit von den Sklavenhändlern eingekauften Feuerwaffen eingefangen und zur Küste gebracht. Später gab es Palmöl-Ausfuhr. Es sollte auch nicht vergessen werden: in derselben Zeit des Verkaufs von Stammesangehörigen durch Häuptlinge in Afrika an Sklavenhändler verkauften deutsche Fürsten Untertanen an die gegen die Aufständischen in Nordamerika eingesetzte britische Armee! Nur wurde diesen, wenn sie es denn überlebten, Rückkehrmöglichkeit eingeräumt, wie der Dichter SEUME es erlebte.

Die niederländischen **Buren** hielten in der südafrikanischen **Kapregion** Sklaven für ihre landwirtschaftlichen Arbeiten. Die erst in einem verheerenden Bürgerkrieg 1861 - 1865 aufgehobene Sklaverei im **Süden der USA** wurde auch nicht ungeschickt **verteidigt**. So durch den selbst LINCOLN (Wikipedia 2014) beeindruckenden GEORGE FITZHUGH (S. HACKNEY 1990, S. 24/25) der auf den Schwache schützenden Paternalismus verwies. Aber man ließ die Schwachen sehr bewußt schwach bleiben, durch Verbot von Bücherlektüre, Verbot der Einreise von freien Schwarzen aus dem Norden, Zwang zum Gebet in der Kirche. Die Liberalen etwa in den lateinamerikanischen Ländern sahen im Wirtschaftsliberalismus mit Freihandel die günstigte Wirtshaftsform und standen dann gegen die Konservativen. Die **Beseitigung der Sklaverei** begann mit dem zuerst von Großbritannien durchgesetzten Verbot der Einfuhr neuer Sklaven aus Afrika etwa nach Brasilien, dem Wegfall des Sklavenstatus für von einer Sklavenmutter Geborene nach ihrer Mündigkeit in Brasilien, also möglichst langem Beibehalten des Sklavenstatus der einmal Versklavten. Die Plantagenbesitzer fürchteten um fehlende Arbeiteskräfte. Einem befreiten Sklaven war meistens nichts anderes möglich, als im Interesse seines Überlebens einen Arbeitskontrakt auf 'freier Basis' einzugehen, der ihm auch Jahre der Verpflichtung auferlegte. In den Andenländern waren kaum Sklaven aus Afrika eingeführt worden, weil man gerade hier auch die einheimischen Indianer als Zwangsarbeiter nutzen konnte (L. BROOKS 2004). In den einzelnen Ländern wurde die Sklaverei zu unterschiedlichen Zeiten aufgehoben: in Kolumbien 1851 (E. POSADA CARBO' 1996, S. 27), in Peru 1853 (L. BROOKS 2004, S. 71). Er-

satz wurde schließlich geschaffen durch chinesische Kulis. Deutschland hatte keine Kolonien mit Sklaven, obwohl in seinen späteren Kolonien solche Steuern erhoben wurden, daß sie nur nach längerere Arbeit bezahlt werden konnten. Zucker und Kaffee und Baumwolle wurde vorher auch nach Deutschland eingekauft und sich so indirekt an der Sklavenarbeit beteiligt. Wäre es anders gegangen? Wäre 'freie' Arbeit die Lösung, so hart wie sie bis heute vielerorts ist? Zucker im Deutschland des Jahres 2000 wird allerdings wohl humaner erzeugt. Im 18. Jh. und auch danach hatten etliche deutsche Adlige und Fürsten schwarze Sklaven in ihrem privaten Besitz, benutzt etwa als Diener oder gab es unter Preußenkönig FRIEDRICH WILHELM I. Afrikaner als Musiker in der Armee (F. THADEUSZ 2018). Ein Sonderfall war ANTON WILHELM AMO, der an den Hof des Herzogs ANTON ULRICH von BRAUNSCHWEIG-WOLFENBÜTTEL kam, hier ausgebildete wurde, Abitur machte, studierte, auch Latein, Griechisch, Hebräisch. Französisch lernte, den Doktor der Philosophie erwarb und an den Universitäten Wittenberg, Halle und Jena lehrte. Aber Amo floh 1739 wieder nach Afrika und lebte ab 1747 in ärmlichen Verhältnissen in seinem Herkunftsland Ghana, wobei Fremdenhaß ihm Europa verleidet haben mochte (F. THADEUSZ 2018, S. 104). 1857 wurde ein auf ALEXANDER VON HUMBOLDT in Preußen ein Gesetz erlassen, gemäß dem jedem hierher gebrachten Sklaven sofortige Freiheit gab.

Viele Tropenfrüchte können nur an Ort und Stelle verzehrt werden oder man lernte erst mit der Zeit, sie zu exportieren, wie die Bananen. In den überseeischen Kolonialländern wurden auf Plantagen **Zucker und Tabak,** auch **Kakao** und Indigo und vor allem später der industrielle Rohstoff **Baumwolle** erzeugt. Es waren wenigstens im verarbeiteten Zustand haltbare und **exportierbare** Produkte, '**staple products**', '**staple crops**', Millionen Sklaven wurden in Afrika aufgekauft und in die in der Erzeugung solcher Produkte führende Karibik und in das tropische Südamerika importiert. Mit freien Arbeitern aus Europa konnte schon wegen der nicht durchzuhaltenden Bedingungen diese Produktion in den Tropen nicht durchgeführt werden und freie Kontraktarbeiter aus Afrika wollte und kannte man nicht Dabei verdrängten sich die europäischen Handelsmächte auch gegenseitig, und die Erde schien für die Gewinne, vor allem wohl für den Absatz in Europa, nicht groß genug zu sein. So hatten die Niederlande die Portugiesen im Gewürzhandel und dann im Gewürzanbau aus Südost-Asien verdrängt, waren allerdings in Brasilien mit dem Verdrängen gescheitert. Dem Handel mit weiteren, zum Teil wohlschmeckenden Tropenprodukten stand ihre **zu geringe Haltbarkeit** entgegen.

Manche Kolonien standen vordergründig im Besitz von Handelskompagnien, wobei der Schutz durch den Staat, durch die "Krone", durchaus mitwirkte. Direkt der britischen "Krone" unterstand nach dem Ende des Republik CROMWELLs



Abbildung 1289: Zuckerrohr. S-Indien. 1999.

das den Spaniern entrissene Jamaika, also eine frühe "**Kronkolonie**". Ein Generalgouverneur regierte im Namen der "Krone".

## Zucker aus Zuckerrohr - lange Hauptprodukt tropischer Landwirtschaft

Als Heimat das Zuckerrohrs hat das sumpfig-tropische Bengalen zu gelten. Statt wie in anderen Fällen von Tropenfrüchten das Produkt aus anderen Länder einzuführen, wurde bei dem Zuckerrohr in den geeigneten Gegenden versucht, erfolgreich die ganze Nutzpflanze zu eigenem Anbau einzuführen – "einen der großartigsten Vorgänge . auf dem Gebiete der Weltwirtschaft und Welthandel" (L. WAIBEL 1933, S. 24).

Immerhin gedeiht das Zuckerrohr auch in subtropischen Regionen. In Gondischaupur mit der berühmten medizinischen Hochschule und botanischem Garten wäre die Reinigung des Zuckers und die Darstellung von festem, weißen Kristallzucker gelungen. Ägypten, Syrien, Zypern, Sizilien, Andalusien werden mittelalterliche Zuckergewinnungs-Gebiete. An Zucker verdienten einst die italienischen Seestädte. Anbau folgt auf Madeira 1420, den Kanaren um 1480. Auf der westindischen Insel San Thome´ erscheint der Plantagenbau "in klassischer, vollendeter Form" (S. 28), mit Entwaldung, bald 60 Plantagen, "vielen Kanalisationen". Von Hispaniola, also Haiti, wurde um 1515, also weniger als 25 Jahre nach der Entdeckung, der erste Zucker nach Spanien gebracht. Der größte **Zuckerrohr**-Produzent war zuerst **Brasilien**, in der Zeit der Besetzung durch die Holländer, durch die Dutch West India Company. Die Holländer erwarben hier auch die für die Zuckerprdouktion

nötigen Kenntnisse. Dann wurde die Zuckerproduktion Hauptprodukt in britischen und französischen Kolonien: Erste bedeutende Insel britischer Zucker-Produktion wurde **Barbados**. 1637 soll das erste Zuckerrohr nach Barbados gebracht worden sein (J. H. PARRY et al. 1987). Die Zuckerproduktion folgte auf anderen Inseln, auf Haiti, 1647 auf Guadeloupe, auch vor Südost-Afrika auf Mauritius. Auf Barbados gab es 1666 800 Zuckerplantagen und mehr als 80.000 Sklaven (E. GALEANO 2005).

Um 1789 war die 1697 Frankreich zugesprochene Kolonie **Saint Dominique**, der **heute Haiti** heißende Westteil jener Insel, deren Osten nun die Dominikanische Republik einnimmt, die prosperierendste Kolonie - die Zuckerinsel schlechthin. Am Ende des 18. Jh. lieferte Haiti 60% des Kaffees und 75% des Zuckers, der damals in Europa verbraucht wurde (P. HEUMANN 2010). Aber im August 1791 brachten die Sklaven in einem siegreichen Aufstand die Herrschaft der Franzosen zu einem Ende und NAPOLEONs Versuch ab 1801 mit 25.000 Soldaten die 1793 im Nationalkonvent gegen die weißen Kolonialherren abgeschaffene Sklaverei wiederherzustellen endete unter anderem im Gelben Fieber jener Männer, die Frankreich damals offenbar noch im Überschuß auf ferne Feldzüge senden konnte. Die Sklaven mußten von ihren neuen schwarzen Führer auch wieder zur Arbeit gezwungen werden, denn man mußte sich schließlich weiterhin ernähren. Mit der reichen Zuckerproduktion auf Santo Domingo war es vorbei. Namentlich nach dem Frieden von 1815 trat Kuba an seine Stelle, bis zu den Bürgerkriegen in den 80er-Jahren des 19. Jh. Das von Großbritannien erzwungene Verbot des Sklavenhandels wurde auf **Kuba** massenweise unterlaufen, sogar noch nach dem Verbot der Sklaverei auf Kuba am 7. Oktober 1866 (Internet). Im Lohnarbeiterstatus war wenig gewonnen, da man eigenständig sich immer um eine Arbeit bemühen mußte.

Zucker - der lohnte sich nun wohl auch in Europa auf anderer Grundlage herzustellen, aus Rüben. Die widerliche Sklavenarbeit läßt den Zuckerpreis selbst bei Transport von Zucker nach Europa billiger werden als aus dem Mittelmeerraum – und auch jeder deutsche Kaffee-Trinker 'profitierte' von der Sklaven-Ausbeutung, obwohl von den großen europäischen Ländern im 18. Jh. die deutschen und die italienischen Staaten keine Kolonialländer waren. Die Abschaffung der Sklaverei, 1888 in Brasilien mehr als 1,2 Millionen Menschen (J. OSTERHAMMEL 2009), läßt Plantagen zusammenbrechen. Unrentabilität hat die Sklaverei nicht beendet. Es war der weite moralische Aufschrei, welcher der Wirtschaft mit Sklaven das Ende brachte.

Genossen wurde in alten Zeiten zuerst der süße Saft aus dem grünen Stengel oder der Saft eingedickt als Sirup. Auch auf Barbados wurde vor 1642 aus dem Zuckerrohr nur ein zur unmittelbaren Verwendung geeigneter süßer Saft hergestellt (J. H. PARRY et al. 1987). Die Stengel des Zuckerrohrs ließen sich nicht lange unbe-

handelt aufbewahren (J. H. PARRY et al. 1987). Der Gehalt an Zucker sinkt rasch und die Verarbeitung mußte möglichst schnell nach dem Schneiden der Stengel des Zuckerrohrs, innerhalb der folgenden 48 Stunden, geschehen. Die Stengel wurden zerkleinert. Die Zerkleinerungsapparaturen waren getrieben von Eseln oder Ochsen oder auch Menschen, größere von Wasser- oder Windkraft. Für Brasilien wird für 1815 in Bahia von einer **Dampfmaschine** in einer Herstellungsstätte von Zucker berichtet (E. B. BURNS 1993, S. 113). Für Kuba werden Dampfmaschinen 1819 angegeben (J. B. PARRY et al. 1987). Um 1834 liefen in Brasilien (E.B. BURNS 1993) 64 Dampfmaschinen. Verkochen des Saftes in entsprechenden Kochern, schließlich in Vakuum-Pfannen, ergab den braunen Rohzucker und das Auskristallisieren des Rohrzuckers. Das Schneiden der Zuckerrohr-Pflanzen (J. H. PARRY et al. 1987, S. 123 ff.) fiel in den Frühling. Der Wurzelstock blieb im Boden und schlug wieder aus. Der Zucker-Gehalt fiel von Jahr zu Jahr und die Pflanzen konnten nur 3 Jahre genutzt werden. Meistens mit Hacken wurden Löcher in den Boden getrieben und neue Setzlinge hineingetan.

Etwa die Hälfte oder 2/3 des Landes einer Zuckerrohr-Pflanzers mußten genutzt werden, um bei Selbstversorgung Nahrung für die Sklaven, das wertvollste Kapital der Pflanzen, anzubauen. Die Sklaven bebauten auch selbständig Land. Der Mango-Baum wurde von Asien nach Westindien eingeführt. In Afrika pflanzten arabische Sklavenhändler sogar Mangobäume längs der Routen, auf denen sie die Sklaven zur Verschiffung trieben. Die von Tahiti nach Westindien gebrachte Brotfrucht vom Brotfruchtbaum konnte sich wenigstens lange Zeit nicht durchsetzen.

Die Gewinnung des Zuckers verlangte also spezielle Einrichtungen, solche von schon industriellem Charakter, welche möglichst rasch die Verarbeitung an Ort und Stelle erlaubte. So jedenfalls in der Plantagenwirtschaft. Für die großen Zuckerrohrpflanzungen kann von einer gewissen **fabrikmäßigen Zusammenfassung der Arbeitenden** gesprochen werden (H. THOMAS 1984). Es entstand so etwas wie eine **Landwirtschafts-Industrie**. Zuckergewinnung mußten also geschehen durch einen Landbebauer, der auch Techniker, manufacturer, war oder es mußten Landbebauer wie Techniker nahe beieinander wirken. Der Kapitaleinsatz für eine Anlage für die Zuckerproduktion war nicht gering. Die Zucker-Herstellung verändertre betroffene Regionen, brachte, wie gesagt wird, eine neue gesellschaftliche Ordnung hervor, führte, wie man sagte (J. H. PARRY et al. 1987, S. 16), zu einer "**Sugar Revolution**". Die Aufwendungen waren zu hoch, um sie rasch wieder aufzugeben. Manche Monumente dieser Industrie zeugen noch von dieser Zeit, sind Teil der Industriearchäologie, Reste der steinernen Mühlen wie einst wasserzuführende Aquädukte.

.

## Baumwolle - der Textil-Rohstoff der Industriellen Revolution in der Textilherstellung

Mit der Industriellen Revolution, mit der Textilindustrie, rückte die **Baumwoll-Erzeugung** (The Encyclopaedia Britannica, Volume VII, 1910, S. 256 ff.) in den Vordergrund, zunehmend im 19. Jh. Von der Gattung ***Gossypium***/Baumwolle, Familie Malvengewächse/Malvaceae, gibt es zahlreiche, von den einzelnen Autoren unterschiedliche aufgestellte Arten. LINNÉ beschrieb 5 oder 6 Spezies, DE CANDOLLE 13, spätere Autoren stellten über 50 Arten auf. Zahlreiche Varianten innerhalb der Arten treten hinzu. Züchtung hat neues Material bereitgestellt. Die **einzelne Baumwoll-Faser** - das ist ein **1-zelliges**, mehr oder weniger gedrehtes, auch farbiges Haar **an** den getrennten oder auch vereinigten **Samen**. Kam die Rohbaumwolle für England zuerst vor allem aus dem Osten, lieferten die Rohbaumwolle für England um 1790 zu etwa 70% die westindischen Kolonien (J. H. PARRY et al. 1987). Dann kam der große Aufstieg des **Baumwoll-Anbaus im Süden der USA** (C. EATON 1990). Die Entwicklung der Textilmaschinen in England bot den Markt für Baumwolle. Es gab verschiedene Varianten der Baumwolle. Die "sea-island variety" wurde 1786 in Georgia eingeführt. Sie hat gegenüber der bald weit angebauten Baumwolle "Upland cotton" längere Fasern an den schwarzen Samen und die Fasern lassen sich relativ leicht abtrennen. Ihre Qualität war gut. Aber vielerorts ließ sich nur die "Upland cotton" anbauen. An ihren grünen Samen ließen sich die Fasern schwerer abtrennen. Diese schwere Arbeit belastete. Da aber kam ein 28.jähriger Mann aus dem Norden, der die Baumwollverarbeitung revolutionierte. Er hatte das Yale-College absolviert, reiste zum Antritt einer tutor-Stelle bei einem Plantagenbesitzer nach dem Süden, wurde auf dem Schiff nach Savannah von einer mitreisenden Generalswitwe zu Baumwollfarmern eingeladen und erfuhr von dem Problem der mühsamen Abtrennung der Baumwollfasern von den Samen. Er entwickelte innerhalb von 10 Tagen eine einfach zu bedienende Baumwoll-Entkernungsmaschine, die **Whitney-gin,** 'gin' für 'engine'. Das war **1793**. WHITNEY ließ seine Maschine 1794 patentieren und ging zur Produktion in New Haven eine Partnerschaft mit PHINEAS MILLER ein. Konnte man vor der Erfindung der gin von WHITNEY 1 Pfund Baumwollsamen pro Tag entkernen, waren es, natürlich Sklaven- und Sklavinnenarbeit, mit der Maschine, die eher ein Maschinchen war, 50 Pfund. Es gab also eine **Produktionssteigerung** um **das 50-fache**. Wo gab es damals durch ein neues Maschinchen eine solche Produktionssteigerung, WHITNEY - das war der Außenseiter, der kurzfristig erfand, was die insider benötigten. Der Patentschutz konnte nicht davor bewahren, daß die von Handwerkern leicht nachzubauende Maschine bald in größerer Stückzahl ohne Patentabgabe erschien. Auch Gerichtsprozesse halfen wenig und kosteten nur Zeit.

Im **Anbau** wurden 1-jährige **Baumwollpflanzen** (The Encyclopaedia Britannica, Volume VII, 1910, S. 258; C. EATON 1990, S. 270 ff.) benutzt, erhalten **aus Samen**, welche im Frühling in Reihen in die Erde eingebracht wurden. Sie benötigen zur Reife 200 frostfreie Tage (S. 272). Die Blüten, zuerst weiß, am zweiten Tage rot, verloren schon am dritten Tage ihre Blütenblätter. Die 40 - 50 Fruchtballen an einer Baumwollpflanze mit den weiße Haare tragenden Samen reiften Ende August. Ein Baumwollfeld glich dann einem weißen Teppich. Das Aufsammeln dauerte bis zu den Frösten. Die einzelnen Fruchtballen reiften nicht gleichzeitig. 3-mal mußte auf einem Feld eingesammelt werden. Wegen der unterschiedlich herangereiften Fasern war die Mechanisierung der Ernte zunächst kaum möglich. Bei der 'seaisland-cotton" waren 10- 12 Erntegänge nötig gewesen. Die **Samen** wurden **ausgepreßt**, um das in ihnen enthaltene, vielseitig verwendete und auch als Nahrung dienende **Öl** zu gewinnen. Die Zahl der zum Einsammeln nötigen Sklaven begrenzte die Ausdehnung der Baumwollfelder einer Plantage. Um 1860, also kurz vor dem Sezessionskrieg, arbeiteten im Süden der USA auf 74.000 Baumwoll-Plantagen fast 2 Millionen Sklaven, fast die Hälfte aller Sklaven in den USA (E. FLAIG 2009). Baumwoll-Anbau wurde dann unter dem bis 1849 herrschenden Autokraten MEHMED ALI PASCHA in **Ägypten** ausgebaut, auch unter Einführung von Maschinen. Wegen des Sezessionskrieges wandte sich England dann erst einmal Ägypten zu, unterstürzte also nicht in einem einseitigen Interesse einen Erfolg der Südstaaten, der Könförderierten.

In der Mitte des 19. Jh. wurde durch einige **Chemiker** Baumwolle mit verschiedenen Grundchemikalien behandelt, um andersartige Fasern zu erhalten, entstand also eine **Textilchemie.** JOHN MERCER (H. VOGLER 2016), ein mit 9 Jahren verwaister Sohn eine Handwebers und Kleinlandwirtes, behandelte 1844 Baumwollgewebe mit Natronlauge, die dabei an Konzentration abnahm, während die Baumwoll an Festigkeit zunahm, sich besser färben ließ. Man spricht von 'Mercerisation'. Später durch andere und auch mit anderen Chemikalien wurde für chemisch behandelte erhöhter Glanz gefunden. Aber die Baumwolle schrumpfte dabei und damit mußte man fertig werden. Es waren noch keine Kunstfasern, aber in so künstlich veränderten Fasern kann man eine Vorstufe zu Chemie-Fasern sehen. Ein Ergebnis solcher Baumwollfaser-Behandlung wurde auch die Schießbaumwolle (s. d.).

## Andere Tropenfrüchte

Namentlich in England wirkte man für die **Überführung** zum Anbau in tropischen Kolonien geeigneter Gewächse **in andere tropische Regionen**. JOHN ELLIS (P. F. S. CORNELIUS et al. 2004) veröffentlichte 1770 die Schrift "Directions for



Abbildung 1290: Kaffeestrauch. Mexico.



Abbildung 1291: Cafe´ "Baum" Leipzig.

Bringing over Seeds and Plants" und schrieb noch, 1774, über Kaffee und, 1775, Mangosteen und Breadfruit (Brotfrucht).

**Kaffee** (L. WAIBEL 1933) wurde in größerem Umfang für den Markt um die Mitte des 15. Jh. im Jemen angebaut, der Kaffeeanbau im 17. Jh. nach Südasien übertragen, im 18. Jh. wurde Westindien der Schwerpunkt Kuba übernahm für den Kaffee zeitweilig die führende Stellung. Der einfache Arbeiter kann auch heute auf den Kaffee-Plantagen nicht viel verdienen. Nach der Sklavenbefreiung im tropischen Amerika verlagerte sich der Kaffee-Anbau nach Java und Ceylon, dann nach dem festländischen tropischen Amerika, vor allem Brasilien.

Hochwertiger **Tabak** verlangte individuelle Pflege der einzelnen Pflanzen, ja Blätter, ausgeübt auf Kuba und in Virginien, und war daher nichts für Sklavenarbeit (J. H. PARRY et al. 1987).

**Mißerfolge** im Plantagenbau, schwere Pflanzenkrankheiten, Mängel durch Nichtbeachtung der Umwelt-Bedingungen, zu starke Entwaldung und damit Notwendigkeit von Waldschutz – die Plantagenwirtschaft führte dazu, gerade hier **Landwirtschaft wissenschaftlich** zu betreiben, Saat- und Pflanzgut auszuwählen, später Versuchsstationen zu begründen.

Mit Sklaven betriebene Plantagen-Wirtschaft gab es auch **in arabischen Ländern**, so für die Gewürznelken-Erzeugung an der ostafrikanischen Küste, auf Pemba und Sansibar (E. FLAIG 2009).

Schon vor der Französischen Revolution hat der Abbe' GUILLAUME-THOMAS RAYNAL in einem auch unter DIDEROTs Mithilfe entstandenem 6-bändigen Werk nicht nur die Geschichte der europäischen Kolonien in Indien und Amerika beschrieben, sondern auch vor dem Tage gewarnt, da die Unterdrückten sich in Rache gegen ihre Unterdrücker erheben. RAYNAL sah eine blutige Abrechnung voraus.

## Landwirtschaft im 18. Jahrhundert in Europa - Änderung des Bodennutzungssystems

## Berichte über die Landwirtschaft - allmähliche Verbesserung

Der Zustand der Landwirtschaft in verschiedenen Gebieten mit manchen Besonderheiten gegenüber anderen Regionen, die dort benutzten Gewächse und die landschaftlich auch **besonderen Bodennutzungssysteme und Geräte**, werden von manchem studienhalber Reisenden beschrieben. Manches war schon vor den reformen im engeren Sinne immer einmal eingeführt worden. Die Schilderungen von den **Verhältnissen auf dem Lande**, in den Dörfern, sind bei den verschiedenen Schriftstellern sehr verschieden, unterscheiden sich je nach Landschaft und Zeit der Reise und es ist **nicht möglich, ein einheitliches Bild** zu bekommen. Eine verbesserung mit der Zeit hat es gegeben, auch mit Rückschlägen, wie im 'Jahr ohne Sommer' 1816.

Über Landwirtschaft wird schon des längeren geschrieben und es gab eine reiche HausväterLiteratur seit der Spät-Renaissace. 1715 erschien von CASPAR SCHRÖDER 'Der Wohlzugerichtete und profitable Feld-Bau'. Ein großes Kapitel behandelt: "... wie nemlich die Aecker durchs gantze Jahr/mit Weitzen/Rocken/Gersten/Haber/Erbsen/Linsen/.c mit einer Arbeit nach der andern zu bestellen und zuzurichten/auch nachgehends die Saat und Erndte gehöriger und nützlicher Weise zu verrichten." Weitere Kapi-

tel behandeln Garten- und Obstbaumkultur, "Wein- und Hopffen-Bau", Haustiere, Ungeziefer und schädliche Tiere und zu letzt auch die Bienen. Es gibt allgemeine Regeln wie (S. 190): "Weil aber gewiß und die Erfahrung es sattsam bezeuget/daß nicht ein jeder saamen auf alle Felder und Aecker tauget; ..." Empfohlen wird auch hier Salpeter-Düngung (S. 204). Wenn sich in verschiedenen Lokalitäten lokale Landsorten herausbildeten, dann kann das geschehen sein auch durch "Was auff Bergen gewachsen/soll wieder auf Berge/was auf der Ebene/soll wieder in die Ebene/was auf dürrem oder feuchtem Lande/soll wieder in dergleichen Lande gesäet werden/weiln es sonst seiner Art und Natur zuwider ist."

Manches Werk gibt einen Blick in lokalere Dinge. Ein in **Mecklenburg** übliches und an Stelle des anderswo üblichen Pfluges benutztes Gerät war der **Haken**, den VON BUCHWALD (1786, S. 6 ff.) von seiner Reise 1782 schildert. Der "hintere Theil ... hat" im Unterschied zum Pflug "kein Rad, und nur ein Eisen, welches wie ein Herz geformt ist, und in der Quer sitzt: so daß, wenn der Haken durch das Erdreich gezogen wird, welches durch zwei Ochsen geschieht, die Erde aufgerissen und zu beiden Seiten geworfen wird. ..." Die Ochsen arbeiten 4 Stunden. Der den Haken bedienende "Kerl" steht hinter dem Haken "so lange die Sonne am Himmel steht; folglich einen Theil des Sommers hindurch sechszehn Stunden, nemlich von vier Uhr des Morgens bis 8 Uhr Abends. ..." Für die zwei "Brachschläge" auf einem Gut fand VON BUCHWALD, daß sie "im Sommer dreimal gänzlich durchgehakt werden, ..." und auf dem Gras dort weideten Gänse, Schafe, Schweine.

**Düngung** mit organischen Substanzen, also Mist etwa, aber auch Kalken und Mergeln, spielte in auch in der alten Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Manches Besondere hatte sich in Gegenden Europas mit Besonderheiten ergeben. Von der norwegischen Küste berichtete PEHR KALM (1748, S. 193), daß seenahe "sorgfältige Hauswirte" Massen von einem **Seetang**, Fucus, sammeln, "werfen ihn entweder in große Haufen auf dem Erdreiche, daselbst zu verfaulen, oder" besser "vermengen ihn mit Viehdünger", bringen ihn dann verfault und durchhitzt **auf Sandböden**, für die man kaum "eine bessere Düngung weiß." So wurden regelrecht erst fruchtbares Land geschaffen. Aber es wurde auch Dünger erzeugt aus lagenweiser Schichtung von Torf und Viehdünger.

Not und blühendes Land lagen manchmal sehr nahe. Während Paris im Winter 1794/1795 hungerte, erlebte GEORG KERNER (in 1978, S. 79) vorher: "Je mehr wir uns Paris näherten, desto besser wurden die Wege, ... desto fleißiger bearbeitet die Felder, desto schöner und wohlhabender die Dörfer, Die Ställe waren mit Rindvieh gefüllt, die Höfe wimmelten von Geflügel aller Art, ..."

## Intensivierung in der Landwirtschaft

## Hunger und Bevölkerungsvermehrung

In Finnland verhungerte 1696/1697 ein Viertel oder gar ein Drittel der Bevölkerung (F. BRAUDEL 1985) und nach 1771 wurde für einige Jahre in Mitteleuropa etwa im Erzgebirge, in Unterfranken, in Mähren schwer **gehungert.** Magister GOTTHELF FRIEDRICH OESFELD, damals Pfarrer im erzgebirgischen Lösnitz,

berichtet 1773 (S. 198 ff.) in seinem Buch "Erzgebürgischer Zuschauer": Man sahe in diesen Tagen der Angst" - also des Hungers - wandelnde Leichen - verschmachtete Todten-Gerippe in Menge - Jünglinge, welche mit wankenden Knien umherschlichen, und sich mit zitternden Händen auf den Bettelstab stützten, und vor unseren Thüren um Erbarmung schrieb - ... Kinder liefen ohne Zucht, ohne Aufsicht, auch fast nackend, heerdenweise umher , ..." Auch SEUME berichtet von "die Hungerjahre 70 und 71."

Vulkanausbrüche auf Island verschlechterten die Wetterlage in Europa und die Mißerfolge in der Landwirtschaft am Ende der 1780er-Jahren so stark, daß darin eine Ursache für die Französische Revolution gesehen wird. Auch während der folgenden Jahre, in denen nicht so sehr Ernteausfälle in Deutschland geschildert werden, gab es in etlichen Gegenden Zustände, auch im Zustand der Behausungen, welche an manche Gegenden der heutigen 'Dritten' Welt erinnern und wie sie VIRCHOW 1848 noch in Oberschlesien fand. Waren Reformen, ein Loskommen aus dem alten Zustand nicht geradezu nötig? Dabei lebte noch lange der **Großteil der Bevölkerung auf dem Lande**, in Frankreich am Ende des 18. Jh. noch etwa 85% (W. MAGER 1980, S. 44). Oft wurde der angeblich 'dumme' Bauer verachtet, in der Literatur. Aber viele Menschen auf dem Dorfe bedeuten nicht ausreichende Erträge. Was auf dem Boden eines Dorfes erzeugt werden konnte, ließ sich nicht ins Unermeßliche steigern, auch nicht durch immer mehr Arbeitskräfte. Industrialisierung, also Herstellung von anderen Waren als Lebensmitteln für den Austausch von Lebensmitteln von anderswoher konnte allein das Problem mildern. Falls er anderswo Lebensmittel zum Austausch gab und Abnehmer für die Produkte der Dorfindustrie. Zu viele Bewohner in einem Dorf, die nicht ausgelastet waren, das war die auch im 21. Jh. in vielen Teilen der Erde noch nicht beseitigte '**dörfliche Überbevölkerung**'. Namentlich in der zweiten Hälfte des 18. Jh. gab es eine durchaus auch Bedenken erregende **Bevölkerungszunahme**, trotz der Kriege. Und diese Bevölkerunszunahme "ergoß sich ... über eine bereits "komplette" Gesellschaft" (CHR. DIPPER 1996), also einer schon ausreichenden Menschenmenge.

Mit der Entwicklung der Gewerbe, der Manufakturen, dem Wachsen der Stadt-

bevölkerung und später mit der Industrialisierung trat eine Verschiebung in der Proportion zwischen Land-und Stadtbewohnern zugunsten der letzteren. Auch das erzwang eine **Intensivierung** in der Landwirtschaft, wie sie in den Niederlanden oder in Oberitalien, dann auch in England und in der tropischen Plantagenwirtschaft schon vor der Intensivierung der Landwirtschaft auch in Mitteleuropa bestand. Trotz der Abwanderung von Arbeitskräften vom Lande in Großbritannien gab es keinen Preisanstieg bei den Lebensmitteln, und "diese Umschichtung ohne Preisanstieg der landwirtschaflichen Erzeugnisse ... war die entscheidende Vorbedingung für die industrielle Expansion" (J. DARWIN 2010, S. 190). IUm 1760 ernährte in Großbritannien 1 landwirtschaftliche Arbeitskraft 1 einzigen Arbeiter, um 1840 waren es fast 3 (S. 190). Die landwirtschaftliche Intensivierung, für höhere Erträge pro Fläche, verlangte verstärkten Kapital- bzw. Arbeitseinsatz pro Flächeneinheit. In England hatte zudem die Einhegung viel Land für die eher exzensiv genutzten Schafe freigemacht, und auf den verbliebenen Flächen, bodenmäßig die besseren, wurde der Getreideertrag zu erhöhen versucht.

Die Landwirtschaft **extensiv oder intensiv sind idealtypische Begriffe,** mit Übergängen, mit 'mehr' oder 'weniger'. In den Steppen viehhaltende Nomaden betreiben keine Bodenbearbeitung, aber bei Pferdehaltung oft Pferdezucht und andere Viehzucht, datragen also ein **Moment** an **Intesivierung** in ihre Wirtschaft. Dazu tritt oft aufwendige Bewachung der Herden. **In Ländern mit intensiver Landwirtschaft** gibt es als **Nebentätigkeit** auch **noch viel Sammeln** von Waldfrüchten, Pilzen, Jagden auf Wildtiere sowie Fischfang nicht nur in geregelt bewirtschafteten Gewässern. Hier gibt es also auch Extensives in der Besorgung mit Nahrungsmitteln. Die Forsten unterliegen andererseits insgesamt einer als **intensiv zu bezeichnenden Forstwirtschaft.** Das mitsamt der Regelung des Wildbestandes, was sich freilaufendem Vieh angleicht. Forellenaussetzung bedeutet auch Intensivierung in der Bewirtschaftung der Fließgewasser, die oft eingerahmt wurden. Es kann bei der Nahrungsmittelbesorgung nur das **große Ganze** beachtet werden, der Aufwand an Kapital und Arbeit, zwischen nahezu Null, geringfügig und schließlich sehr hoch. Vom Wetter sind alle ziemlich abhängig, und die Umwelt ist fast überall die von Menschenarbeit und Menschenhandeln.

Wichtig für jedes Land mit Städten und Gewerbe war, daß für die Versorgung der Städte, **für den Markt produziert** wurde und die Bauern sich **nicht** mit Selbstversorgung, mit **Subsistenzwirtschaft**, begnügten und auf den Einkauf außerhalb der Landwirtschaft hergestellter Produkte verzichteten. Nur kleineres Städte konnten auf eigenem Territorium und eigenen Bauern sich versorgen. Fortwährende Erbteilung konnte die dem einzelnen gehörenden Flächen so weit verkleinern, daß die Selbstversorgung einer Familie nicht mehr möglich war und dann auch nicht mehr für den Markt produziert wurde. Das Problem der ständigen Verkleinerung



Abbildung 1292: Der Königin Hobbylandgut Trianon.

blieb in zahlreichen namentlich außereuropäischen Ländern bis heute, so wie auch Fürstemtümer zur Versorgung aller Erben immer mehr zerlegt wurden und die Untertanen bezahlten. Der Verteilung von Bauernwirtschaften wurde dann später manchmal ein diktarorisches Ende gesetzt.

An **Ertrag** (CHR. DIPPER 1991) gab Roggen etwa das 5-fache der Aussaat, Weizen etwas mehr, Gerste und Hafer weniger.

**Fürsten** waren schon im Interesse ihrer Steuer-Einnahmen an der Förderung der Landwirtschaft interessiert. Gerade auch in Frankreich gehörte die Diskussion um die Sicherung der Ernährung bis hinauf in höchste Kreise in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zum Alltagsgespräch. Die **Physiokraten** sahen in der Landwirtschaft die Grundlage aller Wirtschaft, des Reichtums eines Landes. Landleben wurde Mode. Königin MARIE ANTOINETTE richtete angesichts der dem Landleben sich zuwendenden öffentlichen Meinung nahe Versailles eine Farm, Trianon, ein, unterlag selbst allerdings keinerlei Arbeitszwang.

In Deutchland hat auch ein so übel beleumdeter Fürst wie KARL EUGEN; seit 1737 Herzog von Württemberg, die Landwirtschaft zu fördern gesucht, einschließlich des Anbaues von Obstbäumen, Anbau von Maulbeerbäumen und der darauf beruhenden Seidenspinner-Zucht. Er brauchte natürlich Einnahmen. Die Porzellanmanufaktur war hier ein Pleiteunternehmen. KARL EUGEN erließ ein Reskript zum Anbau der Farbpflanze Krapp. Der Vater des von KARL EUGEN verfolgten Dichters SCHILLER war so etwas wie der oberste Manager für den Anbau von Obst- und anderen Bäumen in Württemberg.

Trotz der vielerorts nötigen Intensivierung der Lebensmittelerzeugung, es gab in anderen Regionen **noch ungenutzten Boden**, so in Südrußland oder in Übersee.

Aber seine Erschließung ging nicht ohne Rückfälle.

## Intensivierung der Landwirtschaft

**Von der sozialen Seite** her bestand die Intensivierung in der Landwirtschaft bis zum Ende 19. Jh. in: Beseitigung der Gemeinwirtschaft durch Übertragung aller Eigentumsrechte an einzelne Besitzer der Flächen, was Neuverteilung der Flächen, **Separierung**, damit neue Grenzen in den Gemarkungen bedeutete. Wege und Hecken wurden an den einen Stellen beseitigt, anderenorts, für die neuen Besitzgrenzen, angelegt. Eigentümer sahen den ererbten Bodenbesitz auch rationaler, wechselten oder tauschten Böden oder suchten, wenn es die Finanzlage hergab, auch anderswo Boden. Die soziale Dorfstruktur löste sich teilweise auf und Brauchtum ging manchmal verloren (V. GITERMANN 1949, S. 281). Hausindustrie löste die Probleme wenigstens etwas, oft zeitbegrenzt (S. 282).

Von den **Feldfrüchten** her war die größte sich ausbereitende **Neuerung** die der **Kartoffel**. Noch 1782 hat in Brandenburg Dr. Weis für die schon weit verbreitete Kartoffel geworben und stellte ihre hervorragenden Eigenchaften im 3. Band der der 'Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde' vor: "... gedeyhen in schlechter und magerer Erde; sind dem Mißwachs niemalen so sehr, als die sonst gebräuchlichen Kornarten unterwürfig,; brauchen nicht viele Dünger; können bei feuchter und trockner Witterung eingeerndtet werden, dienen Menschen und Vieh zur Speise, ja man findet fast kein zahmes Thier, das nicht damit unterhalten und gemästet werden kann. Kein einziges ausländisches Gewächs ist unter unserm Himmelsstrich so gut fortgekommen, so brauchbar und nützlich. Es ist daher den Menschen ein vortrefliches Geschenk der Natur" (S. 207). Sehr nützlich , vom 'weisen Urheber der Natur' eingerichtet, war vor allem, die Kartoffel zu **vermehren durch das "Auge"**, Triebe, **der Knolle.** Dadurch wurde viele Aussaat erspart. WEIS legte am ersten März 1773 hundertdreyßig Stück Tartuffeln nach einander an einen etwas warmen Ort meines Garten in die Erde, und bedeckte sie mit etwa einer Hand hoch Erde." Die hervorbrechenden Augen überstanden sogar einen Aprilfrost. "In der Mitte des Maymonats hatten manche Augen schon 6 Blätter. Ich brach daher am 17ten May von 100 Tarfuffeln 366 Augen ab, pflanzte sie in frisch gegrabene Erde, ..." (S. 210). Ende September konnte WEIS von vielen der gepflanzten Augen die Knollen aus der Erde ernten. Die Aussaat ist da doch aufwendiger.

**Von der technischen Seite her gesehen** bestand die **Intensivierung** zunächst in Maßnahmen, welche **auf dem Lande allein durchgeführt** werden konnten, noch nicht eine spezielle Landwirtschafts-Industrie benötigten, sondern allenfalls ein ländliches Handwerk.:

1. Eher extensiv und später erst zu intensiverer Nutzung geeignet die **Umwandlung von Ödland**, von "Heide", in **Ackerland** und Wiesen und Weiden.

2. Vor allem gab es den **Wegfall der Brache**. Anstatt der Brache wurden auf deren Flächen **Nichtgetreidekulturpflanzen**, zuerst vor allem **Futterpflanzen** wie Klee, auch Esparsette und Luzerne angebaut. Damit verbunden war vielerorts die **ganzjährige** Haltung des **Viehs im Stalle**, die **Sommerstall-Haltung**. Es kann als eine der neueren Entdeckungen in der Landwirtschaft gelten, daß Äcker nicht nur Getreide tragen können, sondern in Ergänzung oder Ersatz für Wiesen auch Futter für das Vieh (G. E. GRAF 1939, S. 81).

Die **Hülsenfrüchte**/Leguminosen wie der **Rotklee** hatten dabei 2 Funktionen: 1. waren **Viehfutter**, 2. **verbesserten** den **Ackerboden**. Auch früher war bemerkt worden, daß nach Klee die Getreide-Erträge stiegen. Noch lange fehlte eine Erklärung dafür. Es folgerte rein aus der Erfahrung, hier vermerkt für 1775: 'Grüne Düngung': vornehmlich Hülsengewächse ... ausgesät und kurz vor der Blüte untergepflügt (J. BECKMANN 1775, § 66/67). Hülsenfrüchte, benutzt als Futter, konnten auch mehrere Jahre auf einem Acker gehalten werden; Klee bis ins 3. Jahr (S. 160), **Luzerne**/*Medicago sativa* L. auf nicht zu sandigem Boden etwa 10 Jahre, lieferte aber weniger Laub als der Klee, war schwerer wieder aus dem Boden herauszureißen (S. 163/164). SCHWERZ (1816 b, S. 31) lobt: "Die Luzerne ist die namentlichste Verbesserung , die man einem entkräfteten Acker kann angedeihen lassen, und wohl dem Boden, der diese Arzenei annimmt!... Wenigstens drei schwelgerische Ernten mag ein alter Luzernacker ohne Dunge hervorzubringen." Angebaut wurden auch andere Arten, so der Steinklee (J. BECKMANN 1775, S. 162), die trotz etwas geringeren Ertrages (J. N, SCHWERZ 1816, S. 360) als vorzüglichstes Futterkraut geschätzte Esparsette/*Onobrychis viciaefolia*, die Sichel-Luerne *Medicago falcata*, Futterwicken, Platterbsen, *Astragalus*-Arten ((165 ff.) Für den Sandboden lobt SCHWERZ (1816, S. 361) den **Spörgel**/*Spergula arvensis* anDie bodenverbessernde Wirkung von Klee und den Hülsenfrüchten überhaupt beruhte, wie man in der zweiten Hälfte des 19. Jh. fand, auf der Stickstoff-Bindung der Leguminosen.

Brachpflanze wurde auch die **Kartoffel**. Als Hackfrucht mußte auch bei ihrem Anbau der Boden verbessert werden, wenn auch nicht durch Bindung von Luftstickstoff.

**Wiesen** gab es weiterhin auch, 2-schürig oder 3-schürig. Der Erstschnitt hieß (J BECKMANN 1775, S. 171) **Heu**, weitere Schnitte **Grummet**.

3. **Änderungen im Sortiment** der **Viehrassen** und der Sorten und teilweise Arten der **Kulturpflanzen**: Bisheriges Vieh und bisherige Kulturpflanzen, oft relativ resistent gegen Schäden, waren geeignet für die extensive Landwirtschaft,

aber reagierten auf die Verbesserungen in der Landwirtschaft zu wenig. An ihre Stelle traten für die intensivere Landwirtschaft geeignete Viehrassen, bei Pflanzen auch bisher weniger angebaute Arten wie die Kartoffel oder neue-Sorten von älteren Arten wie die **Zuckerrübe.**

Nach den Hungerjahren von 1770/1771 wurde das Mißtrauen gegenüber der **Kartoffel** abgebaut, auch in der Schweiz V. GITERMANN 1949, S, 281). Mit der Kartoffel wurde die ganze **Landwirtschaft umgestaltet**. Auf der gleichen Fläche ergab die Kartoffel etwa das 3-fache an Nährwert gegenüber dem Getreide. Der Nährwert ließ geringere Hofgröße zur Ernährung einer Familie zu (CHR. DIPPEL 1996). Etwa die in Teilen Europas noch immer genutzte Wurzel des Pastinak/*Pastinaca sativa* L. wurde aufgegeben. Kartoffel - das war auch **Brennerei**, war massenweise erzeugter billiger Schnaps.

Dagegen **verschwanden** im 19. Jh. Getreidearten wie Einkorn und Emmer. Ihr geringer Ertrag wog ihre in der extensiven Landwirtschaft bestehenden Vorteile in der Resistenz nun nicht auf, wie etwa beim zähen Einkorn (K. GÖRIZ 1841, S. 92). Länger hielten sich etwa auch im Sandgebiet nördlich Magdeburg Dinkel/Spelt/*Triticum spelta* und der Buchweizen (F. A. L. THIENEMANN 1827 a, S. 3). Dinkel blieb Kulturgetreide im deutschen Südwesten.

Die Versuche zur **Akklimatisation** fremder Gewächse war lange das bevorzugte Mittel zur Erlangung besserer Arten und Sorten von Kulturpflanzen. Von Preußen wird berichtet 8J. K. RIESBECK 1783 in 1976, S. 353), daß Adlige an guten Sorten für Getreide wirken: "Man beschreibt nicht nur Getreidearten aus Polen, Rußland, England, Siziien, und andern eurpäischen Ländern, um diejenigen ausfindig zu machen, die auf preußischem Boden am besten gedeihen, sondern hat sogar schon Versuche mit barbarischem und ägyptischem Korn gemacht." S. 354: "Der Geheime Rat von Brenkenhof, ein Mann, der ohne Heller und Pfennig durch seine Industrie ein Millionär (von Livres) ward, ... Unter andern beschrieb er Roggen aus Archangelsk, der auf preußischem Boden so gut fortkam, daß man nach und nach durch Pommern, Brandenburg, Schlesien und Preußen Saatroggen von ihm beschrieb und das Land durch die bereicherten Ernten erstaunliche Summen gewann, die es ehedem den Polen und Russen für diesen Artikel geben mußte." Holte auch "Kamele und Büffel aus Asien ... "

**Züchtung**, d. h. Verbesserung vorhandener Arten durch Gewinnung neuer Sorten, begann vor allem mit der Zuckerrübe.

Bessere **Rassen bei Haustieren** wurden etwa bei Schweinen, Rindern und Schafen gezüchtet. Als Fleischtier wächst das Pferd zu langsam heran.

Im 20. Jh. sollten noch viele für die Züchtung geeignete **Landsorten** und bei Kul-



Abbildung 1293: Ältere Rinderrasse, Bugac Pußta.

turpflanzen und **Landrassen beim Vieh** durch Hochzuchtrassen verschwinden. Etwa vom Thüringer Wald berichten VON HOFF und C. W. JACOBS 1807/1812 (in 1987, S. 82/83) vom Rindvieh, das "scheint in den meisten Gegenden eine einheimische Rasse zu sein ...", oft mit anderen vermischt.

Weitere Maßnahmen in der intensiveren Landwirtschaft **erforderten die Industrie**. Das galt schon für die Verwertung der Zuckerrübe. Und ein Übergang bestand bei der Mechanisierung. Sie begann in der Dorfschmiede und führte zur industriellen Produktion von Landwirtschaftsmaschinen. Damit erweist sich eine 2-Teilung der landwirtschaftlichen Umwälzungen: ohne Industrie, mit Industrie.

4. **Mechanisierung**, Einsatz von besseren **Landwirtschaftsgeräten** und dann Maschinen. Das geschah namentlich im 19. Jh.

5. Stärkere **Düngung**, schließlich ab der Mitte des 19. Jh., mit Mineraldüngern.

6. Weitere Erschließung bisher ungenutzter Böden, **Melioration** von Böden, vor allem die **Moor-Melioration**.

6. u. a.: **Schädlingsbekämpfung** u. a.

**Keine** von diesen **Maßnahmen** war **neu**. Überführung von Nutzpflanzen und deren **Akklimatisation** in anderen Regionen geschah in einem großen Maße im 16. Jh., mit Mais, Paprika, Sonnenblume und anderen. Es gab also jetzt eher eine 2. Welle der Akklimatisation. **Melioration** geschah in den Niederlanden, war im Mittelalter im östlichen Mitteleuropa Voraussetzung zur Besiedlung weiträumiger versumpfter Gebiete. Was dann etwa in Deutschland mit **Futterpflanzenanbau** als neu gepriesen wurde, kannte man vorher in den Niederlanden durchaus.

Intensivierung kam, wenn die reichlicher erzeugten Produkte abgesetzt werden konnten. Die Agrarreformen wurden gerade auf dem Kontinent stark von Staat und Grundherrschaften vorangetrieben, weil das ihre Einnahmen erhöhte. Etwa in Preußen wurde danach gestrebt, das Land gut zu bevölkern, zu "peuplieren", keine Leerräume, keine stillen Reserven zu lassen. Mehr Menschen bedeutete mehr Steuerzahler und mehr Soldaten, also mehr Luxus und Macht für die Herrschenden. Es entstand wenigstens in Preußen die verbesserte Landwirtschaft nicht allein aus dem Zwang schon vorhandener Bevölkerungsdichte, sondern auch als Vorlauf für die erwünschte. Die Intensivierung der Landwirtschaft mußte von denen durchgeführt werden, die Boden besaßen und über ihn bestimmten. Viele Dorfbewohner blieben eher auf der Strecke oder mußten in Nebengewerbe oder gar Hauptgewerbe mit Nebenlandwirtschaft abwandern. Erlitten "Kümmerexistenz" (CHR. DIPPEL 1996), Eine dörfliche "Überbevölkerung" bestand und wurde in den Fortschrittsberichten kaum erwähnt. Die einfachen arbeitenden Menschen auf dem Dorf erfuhren mit der Intensivierung eine "Verdichtung des bäuerlichen Arbeitsjahres" (J. RADKAU 1989). Die Arbeitsbelastung der Frauen und Kinder stieg. Das Hüten von Tieren oder gar der Freigang des Viehs in Gelände waren sicherlich leichter zu bewerkstelligen als die ganzjährige Stall-Haltung (J. RADKAU 2002). Gewiß konnte auch mit der neuen Rechtslage zur Allmende auch der Gutsbeitzer sein Vieh nicht mehr frei weiden lassen, aber der ließ sowieso hüten. Es fiel mit der Privatisierung des Gemeindelandes aber auch Hütemöglichkeit für das Vieh der ärmeren Leute (CHR. DIPPER 1996), und mit der Privatisierung von Wald oft die Brennholz-Besorgung (W. J. MOMMSEN 1998). Der Anbau und vor allem auch die Ernte der neuen Feldfrucht **Kartoffel** forderte hohe körperliche Anstrengung. Dem steigenden "Agrarindividualismus", jenen, die in genossenschaftlicher Wirtschaftsweise und auch Zunftordnung in den Städten nur ein Hemmnis sahen, die für das ökonomisch auch rücksichtslose Recht des Individuums eintraten, standen jene gegenüber, welche die "genossenschaftliche Wirtschaftsweise ... als" für sich "existenzsichernde Notwendigkeit" betrachten mußten (CHR, DIPPER 1996, S. 66). "Altes Recht", etwa in der mit ungehindertem Zugang verbundenen Wald- und auch dessen Holz-Nutzung gegen strenge Reglementierung im Interesse des Schutzes der neuen Forsten - welcher Seite konnte man "Recht" geben, zumal es bei den um ihre bisherigen Rechte Beschnittenen auch Aufstände gab. Der "Wildschütz", der "Forstdieb", der "Wilddieb", der im Volke beliebte und von ihm geschützte "Robin Hood" gegen den Forstmeister, ob staatlich oder in Privatdienst? ! Was war der Nutzen auch für die "Gemeinschaft"?

Was Gemeinnutz und 'Privat' in der Landwirtschaft betrifft: Im 20.Jh. sollten sich im sozialistisch-kommunistischen Osteuropa die Wirtschaftsweisen noch einmal gegenüberstehen.

## Verschiedene Länder in der Verbesserung der Landwirtschaft, Landwirtschaftsreformatoren und ihr Werk

Die technischen Neuerungen mußten verbunden werden **mit sozialen Veränderungen**, etwa Bodenaufteilung und Abschaffung der Leibeigenschaft in den Ländern, wo sie noch bestand. Die Unterschiede in den einzelnen Ländern bestimmten auch von daher die Möglichkeiten der Intensivierung der Landwirtschaft. Länder wie **England, Schottland, Schweden, die Niederlande gingen voran**.

Manche Kulturmethode wurde in 'Glanzpunkten landwirtschafthschaftlichen Fortschritts' , in Flandern un Brabant, um Erfurt, Bamberg und Nürnberg, längst befolgt, ehe sie auch in den Werken zur Landwirtschaft auch beschrieben wurde, die "Theorie sich ihrer Entwicklung bemächtigte" (C. FRAAS 1847, S. 45). Eine großartige Entwicklung in der Landwirtschaft wird auch vom Großherzogtum Toskana unter LEOPOLD (= PETER LEOPOLD) vermerkt (S. 47), der das Großherzogtum zu einem Musterland der Aufklärung machte. Landwirtschaftsreformer in Deutschland, und hier gefeiert wie SCHUBART, propagierten oft Reiseerfahrungen, etwa aus Brabant, waren also eher Verbreiter fremder Erfahrungen als Neuerer im strengen Sinne. Nicht ohne Grund geben VOLKER KLEMM und GÜNTHER MEYER ihrem Buch über 'Albrecht Daniel Thaer' 1968 den Untertitel 'Pionier der Landwirtschaftswissenschaften in Deutschland', also nicht ganz Europas.

In **Großbritannien** führten die "**improving farmers**" (S. WINCHESTER 2001), meistens hochstehende Leute, Neuerungen in der Landwirtschaft ein. Sich gewerblich zu betätigen und auch Erfinder zu sein, ja Händler, war dem Adel in England, dem Kleinadel, der gentry, mehr als anderswo möglich, ja verbesserte seinen Ruf. Eine frühe Maßnahme war auch in England die Schaffung klar umgrenzter, im Einzelbesitz befindlicher Anbauflächen, was Feldmesser erforderte, dazu Entwässerung, Urbarmachung von Sümpfen und vermoorten Flächen.

Der 1738 gestorbene Politiker, Diplomat und Landwirtschaftsreformator CHARLES TOWNSHEND (L. FREY et al. 2004) hatte sich auf sein Gut in Norfolk zurückgezogen und setzte sich besonders für die weißen Rüben/turnips, ein, die er wie Klee in den Fruchtwechsel einbezog und damit sein Vieh im Winter fütterte. Ein führender Landwirtschaftsreformator in England war JETHRO TULL, Farmerssohn und Gutsherr in Berkshire, zuerst in Howberry. Mit TULL kamen frühe Landmaschinen. Um 1701 führte er eine von Pferden gezogene **Säe- oder Drillmaschine** ein, eine erste Landwirtschaftsmaschine. Bei der Aussaat für die Futterpflanze Esparsette habe es Schwierigkeiten mit seinen Arbeitern gegeben und er hatte deshalb die Maschine für deren Aussaat entwickelt. Später wurden auch andere Feldfrüchte maschinell gesät. Korn für Korn wurde Getreidesaat in Reihe ausgesät und das Auswerfen der Körmer mit der Hand abgelöst. Damit bekam so gut wie jedes Korn

einen für seine Entwicklung günstigen Platz. Es war, laut Hörensagen, gern ein Motiv kirchlicher Predigten gewesen, daß eben nicht jedes freihändig ausgestreute Korn und ebenso nicht jeder Mensch einen ihm günstigen Platz findet, und dieses primitive Gleichnis entfiel nun. TULL unternahm 1711 bis 1714 eine Studienreise nach Frankreich und Italien und sah, wie in den Weinbergen die Erde zwischen den Reihen der Weinstöcke zerkleinert wurde und das den Düngerbedarf verminderte. TULL zerkleinerte nach der Rückkehr auf seine 1709 übernommene Farm nun die Erde zwischen den Rüben und Kartoffeln und entwickelte eine pferdegezogene **Hackmaschine**. TULL fand durch seine auch ins Französische übersetzten Schriften Beachtung in Frankreich, wo etwa VOLTAIRE sich auf seinem Landbesitz in Ferney auf Grund seiner Lektüre von TULL als dessen Schüler betrachtete und der vielseitige, als Chemiker wie als Botaniker hervorgetretene HENRI-LOUIS DUHAMEL DU MONCEAU (J. EKLUND 1971) auch in Frankreich die Landwirtschaft im TULLschen Geiste reformiern wollte, aber in diesem feudalen Land auf viel Opposition stieß.

MICHAEL MENZIES, ein Advokat, erdachte eine 1734 patentierte **Dreschma**schi**ne**, die Dreschflegel bewegen sollte, aber nicht zur Praxisreife kam. ANDREW MEIKLE entwickelte 1784 eine Trommel-Dreschmaschine.

**Landmaschinen** wurden, und das **immer weiter**, bis in unsere Zeit, und immer wieder **verbessert**, oft von einzelnen durch Kleinigkeiten, und eine Geschichte der Landmaschinentechnik muß einige **Höhepunkte auswählen**. So weiß C. FRAAS 1847 (S. 46), daß seit 1700 auch in Deutschland "viele Dreschmaschinen verschiedener Art ... in Vorschlag gebracht wurden und Putzmühlen nicht minder."

Ein anregender Farmer wurde THOMAS WILLIAM COKE, später Earl von Leicester, der Seminare einrichtete, um mit anderen in Austausch zu treten über Neuerungen und die darauf beruhenden Erfolge. ROBERT BAKEWELL begründete die **Züchtung** von **Schaf und Rind**, vor allem zur erhöhten Fleisch-Erzeugung, während bisher beim Schaf Wolle und beim Rind auch die Arbeitsleistung besonders beachtet wurden. Neben und nach BAKEWELL wirkte namentlich für die Schaf-Züchtung JOHN ELLMAN (A. VIAN et al. 2004). Für Europa wurde um 1780 mit etwa 14 Millionen Pferden und 24 Millionen Rindern gerechnet (F. BRAUDEL 1985, S. 178).

Führender Landwirtschafts-Fachmann in England wurde der mit zahlreichen Schriften hervorgetretene, auch mehrfach in West-Europa herumreisende ARTHUR YOUNG (G. E. MINGAY 2004), den leider eine unglückliche Ehe auf seinem Gut Bradfield auch behinderte. Neben sinnvollen Experimenten suchte er auch Luft aus dem Boden zu entfernen und die Wirkung festzustellen oder wollte Wirkung von Elektrizität auf Pflanzen zu ermitteln. Aber was wußte man damals schon von den

Bedingungen des Pflanzenlebens!

**Schweden**, das nach dem verlorenen Nordischen Krieg verarmte, hat vor allem auch auf Verbreitung erfolgreicher Gewächse gesetzt, wie es LINNE' und seine Anhänger immer wieder versuchten.

Vor allem in sozialen Veränderungen ging das auch einmal als rückständig gelten de **Dänemark** voran (W. SEELIG 1895), wo in den mit leibeigenen Bauern besetzten Gutswirtschaften in Schleswig-Holstein iu der ersten Hälfte des 18. Jh. der Korn-Ertrag nur das 3-, bestenfalls das 5-fache der Aussaat betrug. Auflösung und Verteilung der Domänen und Wegfall der Leibeigenschaft brachten bessere Bedingungen. Feudale nahmen in ihrem Interesse Verbesserungen vor.

Voran gegangen war es schon seit langem in den **Niederlanden**, diese im weitesten Sinne. Der schwedische Baron N. PALMSTJERNA berichtet 1764, daß dieser "Landbau" mit "**Klee, Saintfoin und Lucerne**" und der Anpflanzung von weißen Erlen "in Flandern" "sehr im Brauch" stehe, wie er selbst "an Ort und Stelle von den Landleuten 1732 gelernt habe" (S. 219). **Klee** wurde vom 15. März bis 15. April über dem reifenden Getreide eingesät, der Acker womöglich mit auf den Wasserläufen herangebrachter Torfasche bestreut und nach dem Ernten des Getreides wird nicht abgeweidet, sondern der Klee im nächsten Sommer zwei- oder dreimal geerntet. Auch bei Frühlingssaat, also Sommergetreide, läßt sich vorher Klee ansäen und bleibt bei der Getreidernte Zwei Jahre kann man dann gut Klee ernten und nach dem Umackern und Einsäen von Getreidekörnern, also Wintergetreide, gibt es auf dem klee-bestandenen Lande "das Jahr darauf herrlichen Wuchs" (S. 220). Klee macht das Brachfeld überflüssig. An Kühe verfüttert, geben diese "sehr viel Milch" und "zu heu getrocknet" ist er für Pferde Winterfutter. 15 bis 18 Jahre lang kann man das ein Jahr lang vom Abweiden geschonte und auch mit Asche überstreute Saintfoin oder Heiligenheu, also die **Esparsette**, jährlich zweimal ernten und war gut geeignet für Arbeitspferde. Schwierige im Boden zu befriedigen fand PALMSTJERNA die Luzerne. Klee scheint ihm also für Schweden am günstigsten. Dieser hier wiedergegebene Bericht soll zeigen, was man also wußte und beachtete, wenn man ertragreich ernten und Vieh heranziehen wollte.

Entwickelte Landwirtschaft, auch in Fortsetzung von Vorhandenem, gab es in der **Po-Ebene** in **Italien**, auch kapitalistische Großbetriebe (R. HILL 1980, S. 46), deren Besitzer das Leben in der Stadt genossen und die Pächter und Halbpächter mußten den Ertrag bringen (S. 49).

In **Frankreich** wurden nach 1789 der Adel enteignet und wurden die Nationalgüter verkauft. Aber der nun den Boden bewirtschaftende Landwirt soll sich nach H. J. REBMANN /s. 1796/1981, S. 256 ff.) nun gut gestanden haben: "... vierzigtausend Rentner, die in der größten Not sind, aber vorher waren acht bis zehn Millionen

Landleute noch unglücklicher ... " Aber die "Landleute" nun: "Ihre Kassen sind gespickt, ihre Möbel sind fürstlich ... ", sie , bei denen "einst in ihren Hütten kaum ein Bett und ein Tisch zu finden war" und die "nachts wachen mußten, um das Wild von ihren Äckern abzuhalten, während der Edelmann auf den Anbruch des Tages lauerte, um sie zur Jagt zu treiben?" Aber die Priester setzten ihnen nun, 1796, wieder zu, und wollten sie - nicht ohne Zustimmung vieler . für die Rückkehr des emigrierten Bourbonenthronfolgers LUDWIG XVIII. bewegen. Und Hunger bei den Elenden in Paris war eine Verteilungs- oder gar Sabotagefrage.

In fernen Teilen Europas, im **Osten**, lag offenbar vieles im Argen. Es lag nicht an der potentiellen Bodenfruchtbarkeit, aber weshalb waren die Menschen so wenig zu Besserungen bereit? Ließ man keine Änderungen zu? So erschien in **Polen** ein entsetzlicher Gegensatz von Schloß und Bauernbude. ELISA VON DER RECKE (s. 1984, S. 96/ 97): schrieb in ihrem Tagebuch in Warschau vom 14. Oktober 1790 über das vorher im Land Gesehene: "... hier, wo Pracht und Elend sich an allen Orten begegnen ,,, Auf 33 Meilen, die wir durchreisten, sahen wir nur eine Mühle. Wilde Wälder, Moräste, schlechte Wege, höchst armselige und schmutzige Dörfer, gräßliche hölzerne Heilige und Menschen, die in Schmutz beinah erstarrten, ..." Der Schwede CHRISTIAN BJÖRKLUND (1773), der um 1770 von St. Petersburg nach Poltawa reiste, fand die Häuser in der **Ukraine** zwar besser als weiter im Norden, die Zimmer 'sauber angenehm' (S. 190), aber der "Bauer, der noch mit der Aussaat fertig wird, vollendet aus Faulheit die Aerndte nicht, der größte Theil bleibt zum Verfaulen liegen" (S. 192). Mit englischen Pächtern würde die Ukraine "das Kornhaus für ganz Europa seyn." Gab es in der Ukraine das Desinteresse einer gedrückten Mehrheit?

Nicht schlecht funktionierte mancherorts die Landwirtschaft in Übersee, und BOUGAINVILLE (in 1972, S. 40/41) sah um 1766 um Buenos Aires "gut bebautes Ackerland, das "alle Früchte und Gartengewächse im Überfluß lieferte." Geradezu einlandend für Leute in Europa mußte wirken, wenn BOUGAINVILLE jenseits von 3 Meilen von Buenos Aires "nichts als grenzenlose Ebenen" sah, "deren einzige Bewohner unzähliges Rindvieh und Pferde sind." Landbebauer waren aber oft schwarze Sklaven. An Menschenüberschuß litt man hier noch nicht. Hunger war hier damals fremd. Schwerer zu beschaffen und teuer war Holz (S. 42).

## Technisches in der Neugestaltung der Landwirtschaft in Staaten in Deutschland

In **Deutschland** (H. MOTTEK 1976 I, S. 306 ff., auch 1976 II, S. 207 ff.) ging es bei den Landwirtschaftsreformern vor allem auch um die Neugestaltung der Bo-

dennutzungssysteme, die Viehaltung im Stall. Außer den immer wieder genannten großen Landwirtschaftsreformen mit ihren Verbesserungen hatte sich manches eher in Stille durchgesetzt und gab es im 18. Jh. in den verschiedensten Gegenden nicht mehr das verbreitete Brachjahr.

Nicht selbst fleißiger Ackermann war der in Göttingen, Dänemark und dann in Berlin tätig gewesene und geldausgebende und wegen angeblicher Unterschlagung von Staatsgeldern 1771 in der Festung Küstrin gestorbene JOHANN HEINRICH GOTTLOB JUSTI (E. DITTRICH 1974). Überschaubarer, aber intensiv bewirtschafteter Landbesitz war sein Ziel von der 1761 "Vollkommenheit der Landwirthschaft und der höchsten Cultur der Länder". Nicht nur die schon existierenden, auch die noch zu wünschenden mehr Bewohner wurden bedacht, wenn es von einem Lande hieß, daß "kein Winkel von seiner Oberfläche uncultiviret und unangebauet liegen" solle (S: 41). "Ein Land", sah JUSTI (S. 45), "wie es von der Natur gebildet worden, ist zu einer großen Bevölckerung gemeiniglich sehr wenig geschickt." "Ein jeder Acker", verkündete JUSTI (S. 33), "kann unausgesetzt alle Jahre Früchte tragen, wenn man ihm nur Mist genug giebt", und es kann "eine gute cultivirte und neuerlich mit Heu und Kleesamen besäete Wiese gewiß viermal mehr Futter" geben als eine, "die in einigen Jahrhunderten keine Cultur erlanget hat" (S. 34). Viel mehr Vieh könne gehalten werden. In jedem "Bezirk" solle ein "Oeconomie-Inspector" die Landwirtschaft überwachsen – der Staat sollte also die Dinge richten. Frondienst sah JUSTI als unrentabel.

Auch später bewußt angebaute **Futterpflanzen** waren **teilweise einheimische**, **etwa auf Wiesen wachsende Gewächse**, die zunächst wild wachsend beachtet und gefördert wurden. .

Über einheimische Futterkräuter in der **Mark Brandenburg** schrieb 1782 der Botaniker JOHANN GLEDITSCH, wobei er hervorhob, daß der "grosse wilde Feld- und Sandspergel", *Spergula arvensis L.*, für Sandboden geeignet ist, "indem er bald häufig genug von selbst auf der Weide, auch auf der schlechtesten hervorkömmt ..." und auf bearbeiteten und gedüngten Boden "unter dem Getreide ohne besondern Anbau selbst als zahm gar stark vermehret, und der Feldweide einen besonderen Nutzen giebt" (S. 55). Auch anderswo wurde der Spergel, ein Nelkengewächs, angebaut.

Um Muskau in der **Niederlausitz** stieß LESKE (**1785**, S. 94/95) auf ein **4-, ja auch 5 Feldersystem**, also, so ertragarm es dort war, gegenüber der 3-Felder-Wirtschaft eine **Verminderung der Brachjahre**, und die "Einteilung der Felder ist nicht einerlei", also nicht überall gleich. "Auf vielen Feldern wird drei Jare hintereinander Roggen gesäet, im vierten Jare kömt Haber oder Heidekorn" - also: Buchweizen - "darauf; alsdann bleibt es Brache, diese wird gedüngt.darauf wieder

Korn gebauet u.s.w.

An den "meresten Orten" wird das "Getreidefeld in vier Teile geteilet, wovon zwei Teile mit Roggen und der dritte mit Haber besäet wird; der vierte aber brach liegt." Auf der Brache wurde 4-mal gepflügt, und jede Mal tiefer und geeggt, und bei dem "Ruren" vor allem auch "das Feld von der Quekke zu reinigen" (S. 95). Das Pflügen diente vor allem auch dem Unterpflügen des aufkommdenden Grases, auch dem Unkraut. "Die gewönlichen Eggen haben eiserne Zinken, In Boxberg, wo das schwächste Land ist, und wo die Menschen die Egge selbst ziehen, sind hölzerne Zinken." Auf der Brache wurde dann gedüngt. Weniger angebaut wurden um Muskau auch Weizen, Hirse, Lein, Erbsen.

Im Stall wurde **Vieh bisher nur im Winter** gehalten. Dauerte der Winter lange, konnte Futtermangel eintreten und das dann halb verhungerte Vieh mußte auf die ergrünende Weide manchmal mühsam geschleppt werden.

**In Sachsen** trat in persona als Landwirtschaftsreformer namentlich JOHANN CHRISTIAN SCHUBART hervor, der die **Viehfütterung sogar für den Sommer** einführte. Das Vieh wurde natürlich wie bisher auch im Winter im Stall gehalten. SCHUBART, Sohn eines Leinewebers aus Zeitz, wurde Schreiber in der Armee im Siebenjährigen Krieg, konnte eine reiche Leipziger Kaufmannstochter heiraten und sich schließlich als Gutsbesitzer in Würchwitz bei Zeitz niederlassen. **Mit dem Futterpflanzenanbau,** von SCHUBERT für alle propagiert, sollte **Vieh ganzjährig im Stall** gehalten werden können, **auch** also **im Sommer**, und mit den Futterpflanzen ernährt werden. Es so konnte aller Mist gesammelt und gezielt auf die Äcker gebracht werden. Die Futterpflanze Klee verbesserte den Boden zudem so, daß im folgenden Jahr Getreide höheren Ertrag brachte. In seiner Schrift "gutgmeinte Zuruf an alle Bauern, die Futtermangel leiden" **1784** schrieb SCHUBART (S. 4): "Da ich aber in jüngern Jahren fremde Länder bereiset hatte, und mir einfiel, daß ich in denselben viel Futterkräuter angebauet, und wenig oder keine Brache, aber vieles großes fettes Vieh gesehen ... und von dem gesegneten Futterbau in der Pfalz und andern Ländern gelesen hatte ... (S.5) ... fieng diesen Futterkräuter- und besonders den Kleebau in der Brache mit Ernst an. ... vermehrte mein Rindvieh. ließ es gar nicht mehr aus dem Hause, auch nicht einmal auf die abgeärndteten Getraidefelder treiben ... bekam ... nun Mist in großer Menge, und brachte es dahin, daß meine Felder sechs uund acht Jahre nach einander schöne Früchte trugen, ohne daß sie dazwischen gedüngt worden wären." Gutsherren wollten oft auf ihre "**Weidegerechtsame**", auf ihr **Weiderecht auf der Brache** der Dorfgemeinschaft nicht verzichten. Säte einer Klee, kam, wie SCHUBERT etwa 1786 schrieb, der herrschaftliche Schäfer, der "denselben weghütete" und der Eklat ging oft nicht zugunsten der Niederen aus.




Abbildung 1294: SCHUBART "von Kleefeld".

Hohe Fürsten, ob Kaiser JOSEPH II. oder der Herzog von Weimar, waren zur Verhinderung von Hungersnöten für die von SCHUBART propagierten Neuerungen. Der "Reformkaiser" JOSEPH II. adelte SCHUBART zum "Edler von Kleefeld." Es kam wenigstens in Deutschland einer Neuentdeckung in der Landwirtschaft gleich, daß der Acker nicht nur Menschen, sondern auch das bisher auf meist nicht bearbeiteten Land gehaltene Vieh ernährte (G. E. GRAF 1939), und zwar besser ernährte als das abgegraste Gemeindeland.

Für SCHUBART wurde 1851 auf einem Hügel über Würchwitz eine Gedenksäule errichtet, auf der seine Verdienste aufgezeichnet sind - Zeugnis dafür, wie auch bei dem späteren Landwirtschaftsreformer THAER die Neuerungen in der Landwirtschaft noch nach Jahrzehnten geschätzt wurden.

Mit dem Anbau der Futterkräuter "wird die kümmerliche Weide auf der Brache entbehrlich, hingegen die Vermehrung der Viehzucht und des Düngers möglich. Besser ist wenig Land vollkommen, als vieles mittelmässig und schlecht bestellen" (J. BECKMANN 1775, S. 76, petit).

Der Futterbau mit dem im Stall mist-gebenden Vieh schien manchen als Grundlage allen Ackerbaues (W. PETERS 1862), da aller Mist hier gesammelt und nicht durch das freiweidende Rindvieh auf den Triften und anderen Weidegründen zerstreut wurde. Die **Landschaft** erhielt ein **neues Aussehen**. In der weiteren Entwicklung der Landwirtschaft kam **Vieh auch wieder auf Weiden**, im 20. Jh.



Abbildung 1295: Rotklee.



Abbildung 1296: SCHUBART-Denkmal. Würchwitz.




Abbildung 1297: SCHUBART-Gedenken. Würchwitz.

auf genau überwachte Weiden, Portionsweiden, mit ihren Elektrozäunen. In für den Ackerbau ungeeigneten Gegenden, im höheren Gebirge, war auf die Weide des Viehs im Sommer nie verzichtet worden und gibt es bis heute den gefeierten und viel besuchten Viehabtrieb, und weidendes Vieh gab es auch viel in feuchten Regionen. Aber im 20. Jh. kam andererseits das einst freilaufende Geflügel in grausame Zuchtanlagen.

Jener Rotklee, der mit SCHUBART so verbunden war, war in Landschaften mit kalkigem Boden oft ersetzt durch einen anderen Schmetterlingsblütler, die aus dem Süden stammende **Esparsette**/***Onobrychis viciaefolia*** SCOP:, frz. saintfoin, ein geeignetes Futter, Trockenfutter, etwa für schwer arbeitende Pferde.

#bildEsparsette

Im Gebiet um Könnern und Bernburg im Anhaltischen sah der durchreisende F. A. L. THIENEMANN (1827 a, S. 2) 1820 statt Klee Esparsette und Luzerne/*Medicago sativa*, hinter Stendal fand sich wieder Klee (S. 3).

Der **Geistliche** (D. JULIA 1996) wurde vielerorts zum **Berater** für die Verbesserung der Landwirtschaft, zur Verbreitung der neuen Methoden, wurde der **Landwirtschaftsexperte**, das teilweise mehr als man von ihm noch die Vermittlung der Glaubensinhalte erwartete. Ja, der Pfarrer wurde öfters zum Aufgeklärten, dem die abergläubischen Dorfbewohner gegenüberstanden und die bei Gewitter noch immer das Läuten der Glocken forderten als sich auf den vom Pfarrer initiierten Blitzableiter auf dem Kirchturm zu verlassen.

Von etlichen Fürsten empfangen wurde auch FRIEDRICH MAYER (K. HERRMANN 1990), zuletzt Pfarrer in Kupferzell in Hohenlohe, der erfolgreich für die Verbesserung der Landwirtschaft im Gebiet Hohenlohe wirkte, dabei ebenfalls für



Abbildung 1298: Fachwerkhaus Weckersdorf/Vogtl..

Besömmerung der Brache, für Futterpflanzen, auch für Düngung mit Gips eintrat.

Selbst auf der Kanzel haben Pfarrer über die Landwirtschaft gepredigt, Besserungen zu verbreiten gesucht. J. F. FERDINAND SCHLEZ, zuletzt, ab 1799, Pfarrer und Verbesserer des Schulwesens in Schlitz in Hessen, hatte 1788 seine "Landwirthschafts-Predigten" veröffentlicht (CHR. DIPPER 1991).

Der erfolgreiche Landwirt JOHANN HEINRICH FINCK (O. BERGER 2008) auf Gut Cösitz und dann anderen Gütern im Anhaltinischen züchtete durch Einkreuzen **Schafe mit feinerer Wolle**, also solcher, die angenehmer zu tragen war als die hierzulande noch übliche grobe, reibende Wolle und auch höhere Preise erzielte.

Ankämpfen mußte man auch gegen Tierkrankheiten. FINCK impfte gegen die Schafpocken wie man zuerst gegen die Menschenpocken vorging, indem die Flüssigkeit aus den Pockenpusteln erkrankter Schafe eingeimpft und so deren Schutz vor schwerer Erkrankung vorbeugte.

**Wie arm oder reich** waren die deutschen Landwirte? Wohl so verschieden wie es sich herausgebildet hatte und blieb. Jedenfalls auf etwa 1780/1790 wird das Diez'sche Fachwerkhaus in Weckersdorf bei Zeulenroda datiert (Internet 'Thüringen entdecken de"), das nicht von Armut kündet.

**Pferdezucht** wurde etwa in **Böhmen** schon Ende des 18. Jh. betrieben, bschrieben von J. K. RIESBECK 1783 (in 1976, S. 275): "Der Kaiser und viele Edelleute haben vor mehrern Jahren Stutereien mit moldauischen, tatarischen und siebenbürgischen Hengsten angelegt, welche die Pferdezucht in kurzer Zeit sehr

verbessert haben. Um einen Gulden kann auch jeder von den kaiserlichen oder veschiedenen adeligen Stutereihengsten seine Pferde belegen lassen. Böhmen liefert schon einen großen Teil der kaiserlichen Dragonerpferde, und die Zucht wird immer besser und ausgebreiteter."

Bei der Durchreise **ins Dänische** fand F. A. L. THIENEMANN (1827 a, S. 5) nördlich der preußischen Grenze: "Die vielen Moorgegenden, welche vortreffliches Gras erzeugen, begünstigen die Rindviehzucht, welche sich in einem blühenden Zustand befindet. ... Die Pferde sind fast durchgängig wohlgebaut und gross, ... Gänse fanden wir überall in unzähliger Menge." Im 1820 dänischen Holstein bemerkte F. A. L. THIENEMANN (1827 a, S. 7): "... ; die Bauern sind grossentheils wohlhabend." 'Bauern' sind natürlich besitzende Bauern. Von Gesinde ist hier nicht die Rede. KARAMSIN (1977, S. 258/259), russischer Bildungsreisender und Schriftsteller 1789, war wie andere von der Ordnung in der Schweiz beeindruckt, namentlich in Kanton Bern: "Die Fluren und Dörfer im Kanton Bern sind in besserem Zustande als im Kanton Zürich. Nichts kann schöner sein als hiesigen Wiesen. Rundum sind die mit Obstbäumen besetzt, viele kleine Bäche durchschlängeln sie. ... Überall ... in den Dörfern Ordnung und Reinlichkeit. Die Bauernhäuser sind mit Stroh gedeckt und teilen sich gewöhnlich in zwei Hälften. Die eine besteht aus zwei Stuben und einer Küche, und die andere enthält den Heuboden, die Scheunen und Ställe. .... alles Notwendige ist im Überfluß da ... fast keine Abgaben bezahlen und in völliger Freiheit und Unabhängigkeit leben ... kennen keine anderen Abgaben als den Zehnten von ihren Feldfrüchten." Und dennoch ging die bald kommende Revolution auch an der Schweiz nicht vorüber, wobei die sozialen Unterschiede in den Städten wohl den Ausschlag gaben. Und, was KARAMSINs (1977, S. 347). Nachdenken anregte, warum es in dem der Schweiz benachbarten Savoyen so anders war, "... Armut, Lumpen, Bettler, Schmutz und Unsauberkeit." Von **Mittelsachsen** im "Elbhügelland bei Meissen" (Werte unserer Heimat 1979, Band 32, S. 39) heißt es über die schon länger eingesetzte soziale Differenzierung: "Die ursprünglich sozial einheitliche Bauernschaft auf gleichen Hufantielen begann sich mit dem ausgehenden Mittelalter stark aufzugleidern, Selbst die Vollbauern, die allein Gemeinderehte und -nutzungen besaßen, unterschieden sich nach Landbesitz in Teil-, Ein- oder Mehrhufner . Neben ihnen gab es die Gärtner als eine Schicht von Kleinbauern, die Häusler ohne Ackerland, die nur zur Miete im Dorf wohnenden Hausgenossen (Einlieger) und das Gesinde." Vom Thüringischen bei Weimar und Gotha heißt es bei J. K. RIESBECK 1783 (in 1976 S. 318): "Dieser Strich Landes und im politischen Betracht der schönste, den ich noch in Deutschland gesehn. Alle zwei bis drei Meilen hat man eine Stadt, und in fast allen blühen Manufakturen. Die Dörfer sind unzählig, und der Feldbau ist auf dieser Seite mannigfaltiger als gegen Dresden hin. Die Natur scheint auch dieser Gegend günstiger gewesen zu sein."

Angespannt war die Lage in der Ernährung auf den Höhen der **Mittelgebirge**, wie es VON HOFF und C. W. JACOBS 1807/1812 (neu in Auswahl 1987) von ihren Reisen im **Thüringer Wald** schildern. Die "Waldorte" können bis auf einen geringen Teil nicht den 4., kaum den 5. Teil ihrer "vegetabilischen Bedürfnisse "selbst erzielen" (S. 90/91), sind also auf Einfuhr von außen angewiesen. Aber einen Teil erzeugen sie dennoch selbst: Da es trotz geringerer Viehhaltung wegen der durch die Forstverwaltung erlassenen Einschränkung der 'Waldhutung' (S. 81) noch genug Dünger gibt, gibt es im Feldbau auf dem großtenteils sandigen Waldboden keine Brache, aber des Klimas wegen kann an Getreide nur Sommergetreide angebaut werden, am meisten Hafer, und "kärglich' geratend Sommerweizen und "am allerwenigsten Gerste" und "mehrere glaubwürdige Personen haben uns versichert, daß auch in guten Jahren kaum das Dreifache der Einsaat gewonnen werde" (S. 88). Mehr lohnt sich der Anbau der **Kartoffel** (S. 88/89): "Mühsam gewinnen" die Waldbewohner "dem gebirgigen Boden jeden Fußbreit Raum ab, der genug mildes Erdreich hat, um die Kartoffel darinner zu pflanzen, und überall sieht man an kahlen Stellen der Berge in der Nähe der Dörfer Flecken von wenigen Schuhen, lang und breit eingezäunt, urbar gemacht und mit Kartoffeln bepflanzt", manchmal an steilen Hängen, "daß man kaum begreift, wie der Arbeiter den festen Fuß gefaßt hat, um seine Unternehmung zu vollenden, und wennman den Wert urbaren Bodens kennenlernen will, muß man diese mühsam errungenen Plätze sehen." Die Kartoffeln auf dem "sandigen Waldboden" bekommen die geschätzte "mehlige Lockerheit". Der Ertrag ist bei "einigermaßen günstigen Jahren die" 6. bis 8. "Frucht", also weit ergiebiger als Getreide. Angebaut wird "an mehreren Orten" auch **Flachs**. Außerhalb des Gebirges gibt es auch die "Dreifelder- oder Brachwirtschaft" (S. 88),

Die Nachrichten über die Französische Revolution verbreiteten sich auch in **Sachsen**. Im Sommer 1790 lehnten sich Bauern von Hohnstein in der Sächsischen Sschweiz und im Erzgebirge gegen den hohen, die Felder verwüstenden Wildbestand der kurfürstlichen Forsten auf (O. E. SCHMIDT 1924, S. 118), gab es also Unzufriedenheit. In **Mittelsachsen**, nordwestliche von Meißen, in der Lommatscher Pflege kommt es zu bemerkenswerten und auch gewalttätigen **Bauernunruhen**, die von den Forderungen in Frankreich 1790 beeinflußt sind. Die Aufhebung der Feudallasten wird gefordert.

## Sonderform Koppelwirtschaft - Schleswig-Holstein

Seit dem 16. Jh. wurde im damals dänischen Schleswig-Holstein begonnen **Landflächen** zu umgrenzen mit zuerst toten Zäunen, Buschwerk, Wall und Graben und später, mit Ausbreitung im 18. Jh., mit **Hecken**, lebendem Zaun, **'Knicks'**

genannt (U. LANGE 1996). Adlige Güter gingen voran. Dörfer folgten. F. A. L. THIENEMANN fand 1820 (1827, S. 7): "Nach gesetzlicher Verordnung sind die Felder in den dänischen Ländern mit lebendigem Zaune eingefasst, der auf erhöhtem Walle gepflanzt ist. In holzarmen Gegenden ist es allerdings eine sehr vortheilhafte Einrichtung, und sichert zugleich die Felder vor mancherlei Beschädigung. Dem Reisenden verdeckt sie aber in flachen Gegenden die Aussicht ganz, worauf freilich die Landesökonomie keine Rücksicht zu nehmen braucht." Innerhalb der Flächen dieser von Knicks geprägten und vielerorts noch bestehenden, ja geschützten **Koppel-Landschaft** wurde **Feld-Gras-Wirtschaft** betrieben. Es ging vor allem um Rinder, **Milchvieh**. Als häufig gilt der 8-schlägige Turnus mit 4 Acker- und 4 "Dreesch"-Jahren. Abgegrenzte Koppeln waren eine technische Möglichkeit zum Ausstieg aus der Feldgemeinschaft und zur Hinwendung zum individuellen Bewirtschaftung des Landes. Aber es blieb auch nach dem Koppelmachen noch vielerorts beim Flurzwang, unter Einbeziehung der Koppeln.

## Bienen - Imkerei - weiterhin wichtig

In der Oberlausitz hat ADAM GOTTLIEB SCHIRACH (G. MÜLLER 1890), Pfarrerssohn und studierter Pfarrer in dem Dorf Kleinbautzen nordöstlich von Bautzen 1766 die 'Oberlausitzische Bienengesellschaft" gegründet und als erste Zeitung für **Bienenhaltung** gelten die von ihm begründeten "Abhandlungen und Erfahrungen der Physikalisch-Ökonomischen Bienengesellschaft in der Oberlaussitz". Ein Dorf bei Bautzen wirkte also für die Imker deutschlandweit, ja auch hinein in das Rußland der Zarin KATHARINA II. SCHIRACH, der die 'wendische' Sprache beherrschte, heute würde man die "sorbische" Sprache sagen, hat auch geistliche Schriften, etwa LUTHERs Hauspostille, ins 'Wendische' übersetzt und ein wendisches Gesangbuch veröffentlicht, blieb also auch geistlicher Schriftsteller. Die Kirche in Kleinbautzen ist zumal im Inneren sehenswert, mit 2 verzierten geschlossenen Emporen für die Oberschichten.

**Bienen** - im 18. Jh. wurden noch manche Verbesserungen in ihrer Haltung und Nutzung vorgeschlagen. Es ging vor allem darum, die Bienenvölker bei der Waben-Entnahme nicht völlig zu vernichten, also ihre Regeneration zu ermögliche. J. BECKMANN (1775, S. 505) wußte: Um Honig undWachs zu gewinnen, "... hat man in den meisten Ländern von Europa, die Gewohnheit, jährlich gegen den Herbst eine Anzahl Körbe durch Schwefelrauch zu tödten, oder zu schmäuchen, und nur die übrigen zur Zucht, oder zu Leibbienen leben zu lassen." Die mußten sich dann wenigstens bis zum Herbst noch eimal vermehrt haben. Die Ausräucherung zu umgehen wurden die Beuten von oben statt von hinten behandelt, was allerdings das Stapeln der Klotzbeuten ausschloß. Oder nur aus dem oberen Teil des



Abbildung 1299: SCHIRACH? - Kirche Kleinbautzen.



Abbildung 1300: Bienenkorb. Spreewald.



Abbildung 1301: Innen hohl, für Bienen. Ehem. Weimar.



Abbildung 1302: Bienenhaltung Lüneburger Heide.

Stockes wird der Honig entnommen und das Brutnest mit der die Eier legenden Königin/Weisel wird geschont. Oder (J. BECKMANN 1775, S. 505) zur mäßigen Wabenentnahme werden im Mai die Bienen durch "einen gelinden Rauch in die Höhen und auf eine Seite getrieben ..."

Bienenvölker wurden, berichtet etwa 1817 in SCHUMANNs Lexikon (zit. b. O. E. SCHMIDT 1928, S. 156), zu Hunderten etwa nach dem Orte Hohenlubast in der Dübener Heide zur Zeit der Heidekrautblüte **hingefahren** "und gegen den Herbst bei den hiesigen Bienenpflegern wieder abgeholt."

## Führender Landwirtschaftswissenschaftler THAER - Wirken für die rationale Landwirtschaft

Beeindruckt von der damaligen englischen Landwirtschaft hat LBRECHT DANIEL THAER (TH. FONTANE 1980) als **bedeutendster Agrarwissenschaftler** seiner Zeit in Schrift und Lehre in Deutschland die "rationelle Landwirtschaft" verkündet und auf das in vielen landwirtschaftlichen Dingen vorangehende England zurückgewirkt. Landwirtschaft sollte Gewinn, also Geld bringen, und der höchste reine Gewinn sollte wichtiger sein als die möglichst höchste Produktion (O. BERGER 2008) - das sollte also zur Rationalisierung anregen.

Geboren am 14. Mai 1752 in Celle als Sohn des dortigen Hofmedikus studierte THAER (V. KLEMM et al. 1968) in Göttingen Medizin und wurde trotz seines Versagens in der Chirurgie hochgeehrter Arzt in Celle. Aber die Kranken erregten zu sehr sein Mitleid und er kaufte "in der städtischen Gemarkung von Celle ein kleines Landgut von 110 Morgen Ackerland und 18 Morgen Wiesen", noch mit Parzellierung, Flurzwang, schlechter Wege (A. ORTH 1906, S. 7). Auf eigenem Grundbesitz betrieb THAER (O. BERGER 2008) Blumenzucht, kreuzte, erweiterte seinen Landbesitz zu einer Wirtschaft mit Arbeitspferden, Kühen, zwei Knechten und zwei Mägden und nutzte sein Gut als Experimentalwirtschaft, als eine **erste landwirtschaftliche Lehranstalt,** eine private, 1802 - 1804 und hier lernten auch später bedeutende Leute (S. 8). THAER verfolgte eingehend die landwirtschaftliche Literatur des In- und Auslandes, wobei ihm die englische besonders zusagte. THAERs erste gedruckte Schrift wurde 1791 'Unterricht über den Kleebau und die Stallfütterung in Fragen und Antworten für den lüneburgischen Landmann' (A. ORTH 1906, S. 8). Es folgte, viel umfangreicher sein Werk "Einleitung zur Kenntnis der englischen Landwirtschaft ...", erster Teil 1798, dritter Band 1804.

Ein gefeiertes Denkmal für THAER, geschaffen für Leipzig, stammt von ERNST RIETSCHEL (1962, Nachwort S. 94)

THAER wirkte für die **Fruchtwechselwirtschaft**, den jährlichen Wechsel von Getreide und Hackfrucht, also, in der nicht allzu exakten Ausdrucksweise zwischen "Halm -" und "Blattfrucht", also nicht nur 3-Felder-Wirtschaft. Als ein früher Propagator für den Fruchtwechsel wird auch REICHARDT in Erfurt genannt und um Erfurt soll das schon üblich gewesen sen (C. FRAAS 1847, S, 45). THAER propagierte die **Kartoffel.** Privater Landbesitz, freies Wirken auf seinem Boden, ohne Flurzwang, sollte dem einzelnen gestatten, seine Fähigkeiten voll entfalten zu lassen. THAERs Schriften interessierten Graf von ITZENPLITZ, 1794 bis 1804 Landrat des havelländischen Kreises, interessiert an verbesserter Landwirtschaft, betrieb die Berufung von THAER nach Preußen. Mit Ordre des preußischen Königs



Abbildung 1303: THAER, Celle.



Abbildung 1304: THAER-Haus, Celle.




Abbildung 1305: Celle, am THAER-Haus.



Abbildung 1306: THAER, von RIETSCHEL, Leipzig.




Abbildung 1307: THAER jetzt in der City Leipzig.

siedelte THAER nach dem Orte Möglin bei Bad Freienwalde auf der Höhe westlich des Oderbruch über und leitete hier eine Musterwirtschaft, ein Institut, das ab 1819 "Königliche akademische Lehranstalt des Landbaus" wurde. Junge Landwirte wurden hier praxisverbunden unterrichtet. Nach dem Vorbild von Möglin wurden im 19. Jh. für die Landwirtschaftsausbildung weitere solche landwirtschaftliche Akademien eingerichtet und das Landwirtschaftsstudium den Universität erst einmal entzogen, trotz BECKMANNs Erfolgen in Göttingen.

THAER wurde auch Autorität für **Schafzucht**, vor allem auch des Merinoschafes und bei Getreideüberschuß in den 1820-er-Jahren haben solche Schafe manchem Gut sehr geholfen. In den Jahren 1810 bis 1812 erschien in 4 Bänden THAERs Werk "Grundzüge der rationellen Landwirtschaft." Gestorben am 26. Oktober 1828 sind im Park Möglin noch heute THAERs und seiner Gattin Grab erhalten.

Auch Adlige nahmen sich landwirtschaftlichen Verbesserungen an, in THAERs Nähe etwa am Rande des Oderbruchs. So das etwas abseitige "Fräulein von Friedland", eine Generalstochter, und deren Tochter mit ihrem Ehemann Graf ITZENPLITZ, seit 1815 namentlich in Kunersdorf westlich des Oderbruchs, auch FRIEDRICH AUGUST LUDWIG VON DER MARWITZ (1989) in Friedland. Die damaligen ITZENPLITZs hoben die Agrikultur weiter Distrikte, wobei auch "die schwierigen Verhältnisse der Gutsherrschaft zu den Bauern auf den Itzenplitzschen Gütern durch freies Übereinkommen geregelt und die Hofedienste in mäßige Geld-



Abbildung 1308: Schloß Möglin.

und Kornabgaben" schon vor der Gesetzgebung 1811 "umgewandelt" wurden (TH. FONTANE 1980, S. 195).

VON DER MARWITZ berichtet in seinen "Nachrichten aus meinem Leben" (1989, S. 135) von seiner Einführung eines "starken Kartoffelbaues, des Kleebaues, der Stallfütterung, der Vermehrung der Schäferei und ... dem Rapsbau", wobei Stallfütterung und Raps im Oderbruch damals neu waren. Für den Raps mußten erst einmal die Ölmühlen entstehen. VON DER MARWITZ machte aber auch die wohl nicht nur ihn betreffende Erfahrung (S. 123): "Aber der Reinertrag stieg nicht in dem gehofften Maße, wenngleich der Bruttoertrag immer weit höher war als bisher. Alle Verbesserungen ziehen nämlich erhöhete Ausgaben nach sich, ..." **Mehr Nahrung um welchen Preis** - ein Problem auch mancherorts wenigstens des 20. Jh. - mit "Neuland unterm Pflug" oder Türmen mit Hydrokultur.

Neben THAER war ein bedeutender Agrarwissenschaftler JOHANN NEPOMUK SCHWERZ (C. FRAAS 1847, S. 59, LEISEWITZ 1891, Wikipedia) Der 1759 in Koblenz geborene SCHWERZ war bis zum 41. Lebensjahr Auslehrer bei einem Grafen RENESSE im Bistum Lüttich gewesen und wurde 1801 Leiter des Gutes der Witwe des Grafen und lernte erst jetzt über Landwirtschaft. Auf Reisen etwa in die Pfalz und in den Elsaß unterrichtete er sich durch Unterhaltung mit Landwirten über deren Erfahrungen und darüber schrieb (1816) er viel beachtete Werke. Ab 1818 wurde SCHWERZ Leiter des in Hohenheim "zu errichtenden landwirthschaftlichen Instituts",

Teile von Deutschland bereiste, zu Fuß, zur Festellung der Landwirtschaftsverhältnisse ALEXANDER VON LENGERKE (1839, A. PETERSEN 1954).



Abbildung 1309: Grabmal ITZENPLITZ 1834.

## Neue Verteilung des Ackerlandes, Separation

Die alte Dreifelderwirtschaft auch in **Deutschland** zunehmend aufgegeben, erforderte jedenfalls unter den damaligen Umständen den **Privatbesitz** am Boden. Nur auf dem seine Äcker besitzenden Landwirt waren angebaute Brachfrüchte rechtlich geschützt. In der bisherigen, auch wechselnden Zuordnung der Äcker war für viele die Lage so ungünstig, daß mit der Privatisierung eine Neuverteilung, eine **Separation**, unabdingbar war. Vielerorts wurde die Landschaft verändert, wurden Wege und Raine aufgeben. Von der Lage vorher schreibt JUSTI 1761 (S. 8) von den "schmalen und sehr langen Streifen von Aeckern und Wiesen, in welchen sich die Felder eines Dorfes vertheilet finden." Noch in der Mitte des 19. Jh., als vielerorts die Separation stattgefunden hatte, erlebt als Knabe der spätere Zeitungswissenschaftler KARL BÜCHER (1919, 1. Band, S. 6/7) in Kirberg am Taunus noch den Flurzwang: "Die Ortsflur lag im Gemenge, und der Landbesitz jedes Bauern setzte sich aus einer größeren Zahl kleiner Parzellen zusammen, die über die drei Fluren" – noch der verbesserten Dreifelderwirtschaft – "der Gemarkung gleichmäßig verteilt sein mußten. ... nicht selten waren diese Parzellen zu schmal und lang oder hatten sonst eine unzweckmäßige Form. Manchmal wurde ein Acker durch einen Weg in zwei Teile zerschnitten, oder er war den benachbarten Gewannen als sog. Anwander vorgelagert, so daß alle Anstößer bei der Bestellung auf ihm den Pflug und die Egge wenden mußten und der Besitzer ihn erst besäen konnte, wenn die Nachbarn vor ihm fertig waren. Viele Aecker konnten erst durch

Befahren und Begehen fremden Eigentums erreicht werden. Das alles ist später durch die Konsolidation besser geworden. Aber damals war der Flurzwang noch eine Notwendigkeit, und er ist mir auch an sich nie so schädlich vorgekommen, wie die alten Bureaukraten von ihm zu behaupten pflegten. Denn er erzwang doch immer eine bestimmte Fruchfolge, und der Faule und Nachlässige wurde durch ihn genötigt, zur rechten Zeit seine Feldarbeiten vorzunehmen. ... Standen die Früchte auf seinem Acker wegen ungenügender Düngung oder unzureichender Bearbeitung schlechter als auf denen des Nachbarn. so setzte das üble Nachrede,... Ueberhaupt darf man den Wert des öffentlichen Urteils und der Volksjustiz beim ländlichen Zusammenleben nicht gering schätzen." Die Fruchtfolge auf diesen so bearbeiteten Äckern war die der **verbesserten Dreifelderwirtschaft**, also die mit der Brachbebauung. Winterfeld: Roggen, Weizen. Sommerfeld: Gerste und Hafer, Brachfeld: "Klee, Kartoffeln, Runkeln, Kohlraben, Hanf und Flachs, auch wohl Erben und Linsen."

Was allen gehörte, wurde vernachlässigt. J. BECKMANN wußte (1775, S. 174), daß auf den 'Gemeinweiden/Huthen, "auf welche ganze Gemeinen oder Dorfschaften ihr Vieh gemeinschaftlich treiben, und die, weil sie allen gehören, von keinem geschont und gebessert werden, verlangen die Aufsicht der Polizey, oder die Verteilung." SCHWERZ der auf Reisen etwa nach der Pfalz und dem Elsaß die örtliche Landwirtschaft untersuchte, stellte etwa 1816 (S. 38) im Elsaß fest: "Hundert und neunzehntausend Acker ödes Land, denn anders kann sich die Gemeinweiden, Almänden, Kommunen in einer Gegend, wo man, wie in den Bezirken von Strasburg und Schletstadt, nicht viel über 400,000 Acker unter dem Pfluge hat, nicht nennen, ist eine Versündigung an der Natur, ein Verlust für den Staat, ..." Mit dem Gemeingut wäre es so wie mit einem von jedermann benutzten Obstbaum an einer fernen Heerstraße und im Unterschied dazu zu einem Obstbaum im Garten (S. 39).

Auch für Ärmere war der Wegfall der Allmende nachteilig, da sie auch ihre Ziege vielleicht dort nicht mehr weiden oder mit von dort geholtem Futter versorgen durften.

**Weiderechte** für Güter gab es nicht nur auf der Allmende, sondern auch **auf anderen Teilen des Ackerlandes**, was auch SCHUBART beklagt hatte. Für Thüringen wird noch 1840 (C. KLEEMANN, S. 12) geklagt. daß "Die meisten Fluren der Gemeinden sind bald mehr, bald weniger der Behütung durch die Heerden berechtigter Güter unterworfen, und bald darf in Folge dieser Gerechtsame bald die Brache gar nicht, oder nur zum Theil besömmert, bald der Acker nicht vor einer bestimmten Zeit gefälgt oder gebracht werden; bald wird der Futterkräuterbau beschränkt, oder doch weniger einträglich gemacht, ... " Hier hatte SCHUBART also noch nicht gewirkt. Und auch für Thüringen insgesamt sollte gelten "... die

Ablösung der die Bodencultur in so vieler Hinsicht lähmenden Huthgerechtsamen , ist der erste, nothwendige Schritt zur Verbesserung der Bewirthschaftung."

In dem bei den Landwirtschaftsreformen teilweise vorangehenden **Dänemark** wurde der 20. Juni 1788 der Tag der **Aufhebung der Schollenbindung** (R. BOHN 2001). Die zu frei wirtschaftenden Landwirten gewordenen Bauern haben, wie berichtet wird, durch Aufhebung des Flurzwanges und Arrondierung des Ackerlandes ihre Höfe oft aus dem Dorf hinausverlegten, "so daß die dänische Kulturlandschaft einen völlig anderen Charakter erhielt. Der inmitten seiner Felder liegende Bauernhof wurde zum typischen dänischen Landschaftsbild" (R. BOHN 2001).

In **Preußen** gab es die '**Bauernbefreiung'.** der Terminus von GEORG FRIEDRICH KNAPP (Wikipedia) mit dem Edikt vom 9. Oktober 1807, also in Antwort auf die Niederlage gegen NAPOLEON, und mit Gültigkeit ab Martinitag 1810 (G. F. KNAPP 1887). Anderswo erfolgte sie auch im Zusammenhang mit den von Frankreich ausgehenden Umwälzungen. Dem große Gutsbetrieb, "allein der Ort .., wo die rationelle Landwirthschaft mit ihren technischen Anforderungen sich geltend machen konnte", wurde Entschädigung durch die freigesetzten fronpflichtigen Bauern gegeben. Für die **Entschädigung** mußte der Bauer, da die wenigstens ausreichend Geld besaßen, Land abtreten, manchmal vielleicht zwei Drittel ihres Besitzes. Der als Reisereporter wirkende GEORG FRIEDRICH REBMANN (in 1990, S. 122) hatte 1796 eigentlich ganz vernünftig gesagt, "daß mit einigen Kostbarkeiten" der Schätze des Grünen Gewölbes in **Dresden** könne man "die Leibeigenen in der Lausitz ... loskaufen ..." (s.a. 176), also sie entschulden.

Von **Mittelsachsen** wurde ermittelt (Werte unserer Heimat, Band 32, 1979, S. 21), daß erst 1832 die sächsische Agrarreform begonnen wrden konnte, aber die Entlasung "gegen eine 25fache Entschädigung des in Geld umgerechneten Jahresbetrages der Abgaben, Fronen und Privilegien an die Grundbesitzer" geschah, die, als nunmehr kapitalistische Unternehmer, gestärkt hervorgingen. Erst 1855 kam die Aufhebung der Patrimonalgerichtsbarkeit.

**Die kleineren Bauern** mußten in vielen Regionen **aufgeben**, wurden Landarbeiter, die nun sogar die Bindung an ein Gut verloren, denen gekündigt werden konnte und die sehen mußten, wo sie mit Arbeit oder ohne unterkamen. Die nun freien Bauern mit eigenem Gut mußten von ihrem geringeren Land ebenfalls Gesinde entlassen. "Die Freiheit an sich ernährt ihren Mann nicht", man "sollte Niemanden freilassen, dem man nicht die Mittel gibt, in der Freiheit zu leben", wurde einmal gesagt (G. F. KNAPP 1887, S. 31). Eisenbahnbau und Industrie fanden billige, verschiebbare Arbeitskräfte. Befreiung aus Bodenbindung – anderswo, so in den Südstaaten der USA – verlief es vielfach ähnlich. Nur die Ketten der 'Freien' lagen anders. Kleine Landeigentümer in Deutschland etwa mußten oft anderswo noch

arbeiten, betrieben Landwirtschaft nur im Nebenerwerb. Von den Gutsbesitzern, namentlich den adligen, waren die einst Untertänigen und nun 'Freien' "geschieden auch durch den unermeßlichen Abstand der Bildung. Selbst wohlwollende Schilderungen, die man von ihrer Lebensweise und Denkungsart liest, erinnern Zug für Zug an die geistige und sittliche Verkommenheit der früheren Erbunterhanen" (KNAPP, S. 36). Wie bildungsfähig wären sie gewesen? – Das war ein Teil der gern unerwähnten menschlichen Seite der Landwirtschaftsreformen. Daß die Ablösung vieler Bauern von den Feudallasten auch über Jahrzehnte hinweg nicht gelang führte **1848** und im Vorfeld zu oft mit Gewalt verbundenen **Bauernaufständen**. In Galizien ließen die einfachen Bauern die Gutsbesitzer im Stich, obwohl diese für eine neue polnische Nation aufstanden. Schweren Aufruhr gab es in Schlesien, wo Rustikalvereine etwa 200.000 Bauern erreichten (W. J. MOMMSEN 1998).

## Unterschiedliche Durchsetzung von Neuerungen

Die Neuerungen in der Landwirtschaft setzten sich unterschiedlich rasch und konsequent durch. Während an den einen Orten schon lange die Landwirtschaft in Flor stand, auch vor dem Wirken der namentlich genannten Reformer, sah es anderswo, auch in Nachbarregionen noch trübe aus, in Zeiten auch nach dem Tode etwa von SCHUBERT 1787.

Die Fürsten, unterstützt gewiß auch von ihrer Lanbevölkerung, haben die Neuerungen unterschiedlich durchgesetzt und durchsetzen können. Der auch als Reiseschriftsteller hervorgetretene JOHANN III BERNOULLI schrieb 1783 (S. 347 und ff.) über die Regierung von **Dessau**, daß der Fürst, der würdige 'Oekonom', "eine Sache, die so vielen Widerstand gefunden hat und noch findet, die Abschaffung der Gemeinheiten und der Brache, nebst Hut und Trift, so glücklich durchgesetzt hat ..." Und Zeugnis des Anbaus von Futterpflanzen, auch hier Klee, sah BERNOULLI "... eine Menge eingesammelten, getrockneten und in Dümen, oder große Haufen aufgeschütteten Futterkrauts, oder Klee's." Um fäulnis zu vermeiden war unten "in einer Rundung eine gemauerter Kranz, ohnegfähr 1 1/2 Fuß hoch von der Erde, auf welchem die erste Grundlage des Heues ruhete, und worinn verschiedne zeimlich breite Lücken gelassen worden. In der Mitte gieng gleichsam ein hölzerner Schornstein in die Höhe, der mit diesen Lücken Verbindung hatte, damit die Luft einen gehörigen Durchzug habe, ..."

Für die Lausitz schreibt 1792 der aus Merseburg stammenden Muskauer Rektor JOHANN ANDREAS TAMM (zit. bei E.-H. LEMPER 1974, S. 133): "... In meinem Vaterlande, wo der dort wie überall gehudelte Bauer doch so wohlhabend und mutig ist, daß er selbst in Patrimonialdörfern nur den Landesherrn fürchtet, kennt man weder Leibeigenschaft noch Erbuntertänigkeit. Ich fand die wendischen Men-

schen ... nicht besser und nicht schlechter als meine lieben Landsleute deutscher Nation. Ich sah sie oft in ihren Hütten, wo sie nicht viel bequemer als anderswo das Vieh wohnten. Ich fragte manchmal vergebens in Bauernhöfen nach einem Stück Roggenbrotes. Ich sah alle Wochen ganze Herden Landsleute und unter diesen sogar Besitzer von Bauerngütern in mein Haus kommen, um sich einen Pfennig zu erbetteln. Ich sah diese Dörfer zusammengesetzt von alten, halbverfallenen, bloß hölzernen Hütten. Unter einigen traf ich nur zwei, in denen nur hin und wieder ein Fruchtbaum stand. An vielen Orten sah ich große, wüst liegende Stücken Feld, ein in meinem Vaterlande unbekannter Anblick. Ich sah, daß der Bauer viel und erbärmliches Vieh, viel Feld, keinen Dünger, keine Wiesen (hatte), und doch nie ein einziges Beet mit Futterkräutern bebaute. Die Landleute selbst fand ich in tiefster Rohheit. ..."

**Wie stark können Leute verkommen und namentlich, wenn es ganzen Bevölkerungen so geht, also ein Gemeinschaftsschicksal sie getroffen zu haben scheint, bevor sie handeln?** Konnte TAMMs Bericht für alle 'Wenden' gelten'? Kaum!

Von einem Gebiet in Westfalen bemerkte JOHANN MORITZ SCHWAGER 1804 (S. 18), daß dort "die Haiden also zur Viehweide" dienen, "und der Segen der Theilung", also der Privatisierung des Bodens, "hat sie noch nicht berührt."

Für **Anhalt-Köthen** berichtete C. F. KAUS 1803 (S. 146), daß noch "vor 50 Jahren ... ein großer Theil des Dessauer Landes eine Sandwüste" war "und die Aecker so unfruchtbar, daß sie oft kaum den ausgestreueten Samen wieder lieferten ..." Aber nun (S. 147) "suchte" "Bernburgs weiser Landesherr ... unter anderem den Flor der Landwirthschaft dadurch zu befördern, daß er die Gerechtsame" - also das Recht - "der Koppelhutung hemmte und einschränkte. Noch vor wenigen Jahren hatten hier die Hutungsberechtigten Schäfer das schädliche Recht, sogar die über einen gewissen Theil mit Futterkräutern besäeten Aecker abzuhüten. Jetzt steht es jedem Bernburger Landwirthe frei, seine Aecker mit Futterkräutern zu besäen, und der Schäfer, der es wagt, sie abzuhüten, wird sogar mit dem Zuchthause bestraft." Auf Reformen in der Landwirtschaft wurde also nicht auf Preußen gewartet. Für um 1816 (S. 144/145) beschreibt SCHWERZ vom **Nieder-Elsaß,** wie Klee als Vorfrucht für Weizen dessen Ertrag großartig steigen ließ: "Ein gutes Kleefeld ist, wie jeder weiß, eine herrliche Vorbereitung zu jeder folgenden Frucht, und gewissermaßen die Basis der ganzen Rotation", also der Fruchtfolge. In der Gegend von "Coblenz" wurden, wie A. VON LENGERKE 1839 (S. 156/156) von seiner Reise berichtet, auch **Lupinen**, "Feigbohnen", zur Gründüngung angebaut, und vor allem auch in der Eifel (S. 157). denn die Lupine "erfordert weniger Arbeit. als eine reine Brache, und ersetzt diese außerdem, daß sie düngt, vollkommen. Wer mit den eigenthümlichen Verhältnissen der Eifel, die wegen des Mangels an Stallfütterung

und der Schwierigkeit des Kleebaues fast überall Mangel an Dünger hat, bekann ist, wird sogleich begreifen, daß sie für dieses Land von ganz unshätzbarem Werthe ist." Dünger kann hier auf manche Hänge nicht heraufgeschafft werden und also ist die Lupine hier noch unersetzlicher.

Wie sich aus all den Berichten zeigt, gibt es große **örtliche Verschiedenheiten**, welche die lokale Landwirtschaft beherrschen lernte, trotz allem Lernen und Abschauen bei anderen.

Von der **Oberlausitz** bei **Bautzen** hieß es 1822 in einem Briefe (ELSNER, S. 194): "... Kleebau wird schon ziemlich stark betrieben", jedoch die Wiesen sind vernachlässigt wegen der "Hütungsservitute", dem erlaubten Beweiden "bis gegen die Mitte des Mai ..." In der **Nähe von Oschatz** (S. 197 / 198) betrieb ein Bodenbesitzer "hier überall Dreifelderwirthschaft, jedoch mit starker Benutzung der Brache", von der er "bedeutende Flächen" mit Klee, Kartoffeln und Kohl bebaute. Gedüngt wurde auch mit Schlamm aus benachbarten Teichen.

**Andere Landnutzungsformen** wurden in manchen Gegenden ebenso befördert oder blieben erhalten. In Schleswig-Holstein wurde das Land in von Hecken umgebene **Koppeln** eingeteilt und auf den Flächen dann **Feld-Graswirtschaft** betrieben, also der immer wieder einmal aufgelassene Acker bei Begrünung als Weide genutzt wird. KARL GÖRIZ schreibt 1841 "geregelter Feldgraswirtschaft, Koppelwirtschaft ..." in Württemberg.

Der **gewerbsmäßige Gartenbau** wurde zuerst vor allem um **Erfurt** entwickelt, durch den Ratsmeister CHRISTIAN REICHARDT, mit vor allem auch der Anzucht der **Brunnenkresse** (A. VON LENGERKE 1846, S. 306 ff.), herangezogen in 2 -1/2 3 Fuß tiefen und 5 Fuß breiten Gräben, den Kreß-Klinger, zwischen den erhöhten Jähne, sodaß hier so etwas wie Beete mit Gräben vorliegt. Kresse-"Spinat" hat sich aber nicht weit durchgesetzt.

**"Technische Kulturen" - Faser-, Farbpflanzen u. a.**

Bis weit in das 19. Jh. hinein und auch noch danach wurden "technische Kulturen, "**Handelsgewächse**", also Faser- und Farbpflanzen, reichlich angebaut, und gerade sie brachten oft viel ein. Sie stellten allerdings auch ihre Bodenansprüche und verlangten Bearbeitung. Was da zum Teil schon lange stattfand, wurde nun in auch schön bebilderten Druckwerken, so der Hausväterliteratzr, oder auch in Lebenserinnerungen, mehr als bisher festgehalten**. Tierfasern** sind Wolle und von Schmetterlingspuppen Seide, und sind damit Eiweißstoffe. **Pflanzenfasern** sind Zellulose und sind der Herkunft nach **Samenanhängsel** wie die Baumwolle oder **Stengelfasern** wie bei Flachs und Hanf, oder auch **Blattfasen** wie bei der Agave. Die Fasern verlangen eine mehr oder weniger **aufwendige Bearbeitung**, bis sie

spinnbar sind, viel bei Lein und Hanf, weniger bei Baumwolle und Tierwolle.

## Faser-Gewinnung

## Flachs

Eine verbreitete heimische **Faserpflanze** war der **Flachs**, Lein/*Linum usitatissimum.* Etwa der spätere Berliner Anatom WALDEYER-HARTZ (1920, S. 31/32) hat in seiner Kindheit auf einem Dorf in Westfalen die Gewinnung der Flachsfasern aus dem Flachs-Stengel erlebt und die Arbeitsgänge beschrieben: 1. **Raufen**: Der reife, braungelb-trockene Flachs wurde aus dem Boden gezogen, geerntet. 2. Die Stengel wurden von den Samenkapseln befreit, indem man sie durch eiserne Zinken, die kammartig auf einem Gestell befestigt waren, hindurchzog. 3. "**Rotten**": Die fruchtfreien Stengel wurden in kleinen Bündeln in stehendes oder auch langsam fließendes Wasser oder auch auf feuchte Wiesen gelegt, wo sie damit einem Fäulnisprozeß unterworfen waren, durch den sich der festere nutzbare Teil der Stengel, der sogenannte Bast, von dem weicheren Teil schied. Der faulende Flachs verbreitete einen üblen Geruch. Die Röstung in langsam fließendem, "weichen" Wasser, dem der Selke, sah J. BERNOULLI 1781 (S. 117) etwa bei Ermsleben nördlich des Harzes. Die Stengel wurden dann **getrocknet**, dabei etwa auf einem sonnigen Weideplatze in dünnen Lagen ausgebreitet. 5. "**Brechen**" (WALDEYER-HARTZ 1920): "Die getrockneten Stengel wurden dann mit einfachen hölzernen Maschinen, den "Flachsbraken" oder schlichtweg "Braken", gebrakt, das heißt "gebrochen". Die Braken waren auf vier Füßen stehende Holzgestelle, woran ein fester, mit den Füßen verbundener Unterteil und ein in einem Gelenk gegen den Unterteil zu bewegender Oberteil zu unterscheiden war. Beide hatten einige scharfe Längsleisten, so gestellt, daß beim Niederdrücken des Oberteiles gegen den Unterteil die oberen Leisten zwischen den unteren zu liegen kamen. Beim Braken wurden nun eine Handvoll Stengel auf den Unterteil gelegt und langsam mit der einen Hand durchgezogen, während die andere den Oberteil in raschen Schlägen gegen den Unterteil bewegte. Dadurch wurden die durch die Fäulnis veränderten, beim Trocknen brüchig gewordenen Teile des Bastes von den Fadenteilen des Flachses getrennt, indem sie in kleinen Splittern absprangen. Wenn eine Reihe Arbeiterinnen mit dem Braken beschäftigt war, so gab das ein eigenartiges Taktgetöse, ähnlich wie beim Dreschen." GOETHE (in 1978, S. 391) sah im September 1797 im südlichen Württemberg: "Weiber und Kinder brachen Flachs in der Gegend."

Wieder WALDEYER: 6."Auf das Braken folgte das **Hecheln**. wobei die fädigen Flachssträhnen durch feinere und dichter stehende Stahlzinken, die auf festgestellten Brettern befestigt waren, die "Hecheln", so lange sorgfältig durchgezogen



Abbildung 1310: Reifer Flachs/Lein.



Abbildung 1311: Flachs-Verarbeitung.FLORINUS.



Abbildung 1312: Flachsbrechen. Rashult/Schweden.



Abbildung 1313: Flachsbrechen. Stübing.



Abbildung 1314: Flachsrotte. Bulgarien 1959.

wurden, bis die letzten etwa noch anhaftenden Bastsplitter entfernt und die feinen Flachsfäden regelmäßig der Länge nach geordnet waren. Damit war der Flachs für den Spinnrocken reif."

Um 100 kg gehechelten Flachs mit der Hand zu verspinnen wurden etwa 100 Arbeitstage benötigt, eine unrentable Arbeit selbst bei Betrachung der Spinnarbeit als Füllarbeit (R. KRZYMOWSKI 1961), also in arbeitstechnischer Hinsicht unterlag Flachs der Baumwolle. Die Baumwolle lieferte eine direkt spinnbare Faser, die nur von den Samen getrennt werden mußte, also ohne alle die Arbeitsgänge bis zum Erhalten der Flachsfaser. Bei feineren Garnen von Flachs mußte Naßspinnen angewandt werden und das erforderte kompliziertere und teurere Maschinen.

Zur Herstellung von **Leinentextilien** informiert WALDEYER-HARTZ (1920):

Der Leineweber webte dann die Fasern zu Stücken, wofür der Webstuhl für den einige Wochen im Frühjahr im Haushalt dem webenden Leineweber in der Weberstube bereit stand. "Das grau aussehende Leinen kam dann in großen langen Stücken auf eine dafür geeignete Wiese in der Nähe eines Wasserlaufes mit reinem klaren Wasser zur Bleiche, wo es durch die abwechselnde Einwirkung des darüber ausgesprengten Wassers und des Sonnenlichtes zu dem bekannten schneeweißen Leinen oder "Linnen" wurde" (WALDEYER-HARTZ 1920, S. 33). Leinentextilien hielten sogar 30 Jahre lang. Die Leinenproduktion war um 1800 "mit Abstand größtes deutsches Gewerbe" für den Binnen- und Außenhandel und gab der ärmeren Landbevölkerung Arbeit (J. RADKAU 1989). SCHWERZ berichtet von Reinigungsmaschine von Flachs-Samen, um vor allem die Samen der schmarotzenden Flachsseide/*Cuscuta europaea* abzutrennen, was allerdings nicht voll möglich war. Die Unkräuter wurden bei der Reinigung der Kulturpflanzensamen unbeabsichtigt so ausgelesen, daß sich von den Unkräutern Individuen mit derselben Samengröße wie die Hauptfrucht ebenfalls ausgelesen wurden und also eine dem Flachs angepaßtes Unkraut zustandekam. So funktioniert nun einmal die Evolution.

Die Wiesenbleiche dauerte 8 bis 10 Tage, war also zeitaufwendig. Vom bergischen Land und an der Wupper vor der Industrialisierung berichtet eine Erinnerung, daß die Leute dort "einst im blendweißen Leinwandkittel auf ihren Bleichen wirkten und das kristallene Naß mit der "Güte", der sichelförmig gekrümmten Wurfschaufel , über die Garnstränge schleuderten, ..." (J. R. HAARHAUS 1921, S. 23/24). Von **Friedrichroda** am nördlichen Thüringer Wald berichten VON HOFF und C. W. JACOBS 1807/1812 (in 1987, S. 175), daß "Bleiche" hier der bedeutendste Nahrungszweig" ist, man rechnet mit "240 Bleichstätten", wo Garn aus dem Eigentum der Besitzer der Bleichstätten oder gegen "Bleichlohn" von "Großhändlern" gebleicht wird. Die Bleichstätten sind Rasenplätze "gewöhnlich vor oder hinter den Wohnhäusern, "auf welchen die Garne, die auf hölzernen Stangen, um sie bequemer zu transportieren, aufgereiht sind, ausgebreitet liegen." Das Wasser wird aus ebenerdigen und deshalb nicht unfallfreien Brunnen oder aus einem nahe vorbeifließdem Bach geschöpft oder aus einem entfernteren Bach mittels nach den hydraulischen Gesetzen in Röhren bei Bedarf zum Bleichplatz geleitet. Gebleicht wird auch Leinewand aus benachbarten Orten oder Wäsche der Einwohner. (S. 176). Es können deshalb kaum Gänse und Enten gehalten werden.

Es war absehbar, daß sich die Bleichflächen und Bleichmöglichkeiten nicht unbegrenzt erweitern ließen, von sauberem Wasser nicht einmal zu reden. Die Rettung kam durch die Chlor-Bleiche (s.d.).

Gegenüber der intensiven Produktion von Leinengewebe war die **Schafhaltung** eine extensivere Wirtschaftsform. **Wolle** muß jedoch mit viel Wasser vom Schnutz

befreit werden, 1 kg Wolle 100 l Wasser (YouTube 2019), mußte vor allem 'entfettet' werden, es mußte herausgewaschen werden das **Lanolin,** das 'Wollwachs'. aus den Talgdrüsen der Haut des Schafes und das dem Schutz der Haut diente. Dieses Herauswaschen geschah durch Zusatz einer Bleicherde, aus einem Tongestein reich an Montmorillonit, einem wasserhaltigen Aluminiumsilikatmineral, das Öle und Fette bindet. Viel später, 1885, hat der Pharmakologe OSKAR LIEBREICH (Wikipedia 2019) das schon der Antike genutzte Lanolin wieder als Arzneistoff eingeführt, dient etwa auch in Kosmetika.

Konkurrenz für den Flachs und die Schafwolle war die **Baumwolle**. Aber **Flachs** ist **dauerhafter.** 'Linnen' konnten vererbt werden. Aber neue Mode widersprach dem zunehmend. Der Flachsproduktion in Deutschland stand die aus Rußland in Konkurrenz.

In Deutschland trat etwa THAER für erweiterte **Schafhaltung** ein. Schafwolle jedoch wurde zunehmend auch aus Übersee eingeführt und wurde Konkurrenz für die in Europa.

## Farbstoff-Gewinnung

Farben für die Textil-Färbung, organische Substanzen, kamen von in der Natur zu sammelnden Pflanzen und von angebauten Farbpflanzen. Im Unterschied zu den Blüten- und Beerenfarben, von denen etwa nur etwa Holunderbeeren eine Zugabe waren, sind die genutzten Farbstoffe in der Pflanzen nicht zu erkennen, ja teilweise als solche auch noch nicht, sondern nur als Vorstufe, vorhanden.

Verbreitete angebaute **Farbpflanze** war der gelbblühende Kreuzblütler **Waid**, Färberwaid, *Isatis tinctoria* (J. G. KOPPE 1818, S. 198, A. D. THAER 1831), der für **Blaufärbung** wie die tropischen Indigo-Pflanzen den **Indigo** liefern, den ältesten und wichtigsten organischen Farbstoff liefern,.

Einst, in ferner Vorzeit, haben sich die Menschen schon mit den Waidblättern eingerieben und färbten so Körperteile blau. Etwa die Tuaregs im südlichen Marokko machen das noch heute. Im alten Ägypten fanden sich an Mumien indigogefärbte Bänder. Schon in der Antike wurde Urin zu der Färbemasse in den Bottichen, Küpen, gegeben.

Im 18. Jh. war schon wegen der Indigoeinfuhr etwa von den westindischen Inseln der Waidanbau in Europa und auch Deutschland stark rückläufig. Waidanbau gab es im mittelalterlichen England, in der Renaissance wurde man mit dem Waid-Anbau reich etwa in Frankreich um Albi - Toulouse – Carcassone. Waid wurde weithin angebaut in Zentralthüringen, um Erfurt, Weimar, Gotha, Bad Tennstedt,



Abbildung 1315: Waidpflanze.

Mühlhausen. Und Erfurts spätmittelalterliche Wirtschaftskraft beruhte so auf dem Waidhandel (S. WOLF 2005) wie Görlitz beachtliche Einnahmen hatte aus dem Stapelrecht für herangeliefertes Waid für die Oberlausitzer Tuchmacher (K. CZOK 1982). Um 1600 wird angegeben, daß etwa 300 thüringische Dörfer vom Waidanbau lebten (H. PALAND 2011), mit einer Anbaufläche aller von etwa 3750 ha.

Waid wurde im Herbst oder Frühjahr ausgesät, wobei die Herbstaussat ertragreicher war. An der herangewachsenen grünen Pflanze wurden mit einem Messer die Blätter vom Stengel gestoßen, drei- bis viermal in der Saison, an der Sonne getrocknet oder vielmehr nur abgewelkt. Sie kamen dann rasch auf die Waidmühle, einen Trog, in welchem ein starkes mit eisernen oder hölzernen Kuppen versehenes Rad umläuft, und die Masse zerquetscht. Diese Masse kam auf Haufen, vor Regen bedeckt, und nach 8 bis 12 Tagen öffnete man die Waidhaufen, zerrieb die Masse, mischte das Innere mit der fester gewordenen Außenhaut, außen durcheinander und formte runde, gänse-eiergroße Ballen daraus. Auf Horden getrocknet wurden die wie kleine Kanonenkugeln aussehenen Ballen dann verkauft, manchmal auch die trockenen Blätter in den Handel gebracht.

In der Färberei wurden die Ballen oder Blätter zerstampft und kamen in das Färbebad, wo sie einem Gärungsprozeß unterlagen, unter Benutzung von Urin, etwa von Schafen. Wegen des Gestanks mußten die Färber außerhalb der Stadt leben und heirateten wegen des von ihnen angenommenen Gestanks, wie es heißt, nur untereinander (H. PALAND 2011). Die zu färbenden Textilien wurden dann in die entstehende Brühe, die Küpe, getaucht. Jene Stellen auf den Textilien, die nicht eingefärbt werden sollten, wurden mit einem Papp bedeckt. Auf Models mit entsprechenden Erhebungen wurden mit dem Papp Muster, ja Bilder aufgebracht, die dann weiß blieben im Blau. Das auf den Textilstoffen entstehende gelbliche

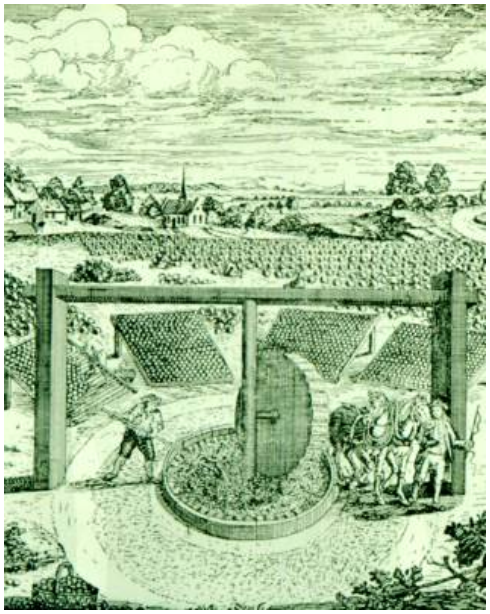

Abbildung 1316: Verarbeitung Waidblätter, 1752.

Indoxyl wurde im Luftsauerstoff zum blauen Indigo. Lag die zu färbende Wäsche am Sonntag im Färbebottich, wurde sie am Montag herausgenommen und färbte sich an dem relativ ruhigen "blauen Montag" blau (R. ULBER et al. 2004).

Waidmühlen in Pferdingsleben nördlich Gotha, auf der Gartenbau-Ausstellung in Erfurt, heute als Sitzbänke dienende flach hingelagerte Waidmühlsteine auf manchen Dörfern südlich Weimar, Häuser reicher Waidhändler und ein Stapelhaus in Görlitz erinnern noch an den einstigen Waidanbau in Teilen von Deutschland.

Indigo liefern auch wildwachsende tropische Pflanzen der Leguminosen-Gattung Indigo, die Art *suffruticosa* in Amerika. Konkurrenz der Waid-Pflanze wurde schon im 18. Jh. in Europa der Indigo aus der in Indien angebauten **Indigo-Pflanze**, besonders die Art *Indigofera tinctoria L.* Für den Indigo von Java werden bis 80% reiner Farbstoff angegeben.Um 1741 war der Erfurter Waidanbau verschwunden (G. SCHMOLLER 1910, S. 91).

MUNGO PARK berichtet vom Ende des 18. Jh. (in 1984, S. 197) vom Färben des gewebten 'Zeugs': "Die Blätter des Indigo werden ganz frisch in einem hölzernen Mörser gestoßen und dann in einem großen irdenen Krug mit einer starken Lauge von Holzasche vermischt.bisweilen auch Urin hinzugefügt. In diese Mischung wird das Zeug eingetaucht und bleibt so lange darin, bis es die gehörige Bläue hat. ... wo Indigo nicht so häufig ist, sammelt man die Blätter und trocknet sie in der Sonne, Zum Gebrauch derselben wird eine gewisse Menge davon pulverisiert und



Abbildung 1317: Waidmühle IGA Erfurt.



Abbildung 1318: Waidmühle Pferdingsleben.



Abbildung 1319: Waidstapelhaus Görlitz.



Abbildung 1320: Waidhändlerhaus Weimar.



Abbildung 1321: Blaudruck.Ungarn, Papa.



Abbildung 1322: Sitzbank Waidmühlenstein.



Abbildung 1323: Indigo. Tuareg, S-Marokko 1998.

dann ebenso mit der lauge vermischt. Auf beide Arten gerät die Farbe sehr gutund bekommt einen feinen Purpurschimmer."

Die Wurzeln der Färberröte, der **Krapp**-Pflanze, *Rubia tinctorum L.,* eine Art der Rubiaceae, zu denen auch das Labkraut/Galium gehört, lieferten den roten Farbstoff, der später **Alizarin** genannt wurde. Anbau und Verarbeitung waren recht aufwendig, aber wurden gerade im 18. Jh. offenbar einträglich. J. BECKMANN (1775, S, 385) berichtet, daß nach 2 - 3 Jahren die Wurzeln im Herbst aus der Erde geholt werden und dann in Öfen getrocknet und so verkauft werden. JOHANN III BERNOULLI 1783 / 1784, S. 354) sah im Dessauischen ein "gewaltiges Feld war mit" der Krapp-Pflanze "besteckt, dessen Kraut jährlich etlichemal kann abgenutzt werden, bis die Wurzel ihre gehörige Stärke und Reife erhält. Zwölf Pferde müssen den Pflug ziehen, der das Land dazu bereitet. Es ist auch schon eine Krappmühle hier anglegt; ..." J. III BERNOULLI schreibt an anderer Stelle von 1780 (in 1781, S. 245 ff.) über die 1757 angelegte und von einem Holländer betriebene Krappmühle in der Nähe von Hohenfinow in der Mark Brandenburg. Die **Krappwurzeln**, wie BERNOULLI beschreibt, "werden erst, auf vielen Absätzen von Latten, getrocknet, sodann gesiebt und in einer besondern hölzernen Wanne von dem Staube gesäubert; sodann auf einer Darre vollends getrocknet. Unter einem langem Dach läuft ein langes Rohr mit Löchern und die an einem Ende erzeugte Hitze kommt auf die unter dem Dach gelagerten Krappwurzeln. In einer Stampfe aus 6 Stämpfeln wird "der" **getrocknete** "Krapp zu einem feinen Mehl



Abbildung 1324: Färberwau, Reseda luteola L. verwildert.

pulverisiret." Die Arbeit erfolgte von "Michael bis in Februart."

Der im Vergleich zu Indigo höhere Aufwand zur Herstellung von Alizarin hat die Einführung von Alizarin aus Kohlenteer in der chemischen Industrie am Ende der 1860-er-Jahre befördert und ließ den Krapp-Anbau verschwinden. Waren Uniformhosen rot, dann mochte Blut von Verwundeten oder Gefallenen auf die noch Kämpfenden weniger abschreckend wirken.

Gelb färbte man mit dem **Färberwau,** *Reseda luteola L.,* bei dem die höchste Farbstoff-Konzentration in den schwarzen Samen auftritt.

**Ernährung aus Produkten der freien Natur. - Sammelpflanzen – von einst bis in die neue Zeit. - Kleintierfang.**

Gerade in abgelegeneren, auch ärmeren, vielleicht an Bodenflächen nicht so günstig ausgestatteten Regionen sowie in Notzeiten wurden bis in neue Zeiten auch wildwachsende Pflanzen zur Nahrung wie auch zu handwerklichen Zwecken, etwa zum Färben, gesammelt (H. BROCKMANN-JEROSCH 1917). Bis ins 20. Jh. wurden die Früchte der Gattung *Sorbus*, wozu der Vogelbeerbaum, *Sorbus aucuparia L.*, und die **Mehlbeere**, *Sorbus aria*, auch die Art *Sorbus torminalis*, gehören, etwa in der Schweiz nicht nur zum Eigenbedarf gesammelt, sondern auch auf den Markt verkauft. In Frankreich wurden die getrockneten Früchte im 18. Jh. gepulvert und das Pulver dem Brotteig zugesetzt. Setzte man solche genutzten, ursprünglich in der freien Natur vorkommenden Pflanzen in Hausnähe war hier fast so etwas wie ein Modell des Werdens von Kulturpflanzen offensichtlich. Genutzt als Mehl oder wenigstens als Mehlzusatz war auch das Innere der Früchte der Eiche, *Quercus*, die "Eicheln", die deshalb und für die Schweinemast als "heilig" gelten mochten. Auf Alpenmatten diente zur Sauer"kraut"bereitung wenigstens für Schweinefut-

ter der Alpenampfer, *Rumex alpinus*, dessen gerade in der Nähe von Viehhaltung reiche Bestände auch locker eingezäunt wurden und was so primitive "Gärten" hervorbrachte.

Gesammelt wurden als Nahrung etliche **Wasserpflanzen**. Mit seinen langen grünen Blättern flutet in Bächen und Flüssen das Gras *Glyceria fluitans R. Br.,* Süßgras oder **Schwaden**, dessen Samen die "Schwaden- oder Mannagrütze" lieferte. Die Samen wurden im 18. Jh. von Ungarn bis Polen im östlichen Mitteleuropa gesammelt und zu Speisen zubereitet.

Die Verbreitung solcher Sammelpflanzen wurde durch den Menschen in später nur noch mühsam rekonstruierbarer Weise mitbestimmt.

Während Großwild den hohen Herren vorbehalten war, ernährten sich noch im 19. Jh. Menschen etwa im Sächsischen Erzgebirge oder auch um Halle und Leipzig von **kleinen Wildvögeln**, durch die **Vogelstellerei**, von Entenjagd ganz abgesehen. Jedenfalls schrieb CHR. G. WILD 1809 (S. 156): "Es ist nicht zu berechnen, welch eine Menge Vögel, und meistens **Krametsvöge**l, alljährlich nur im obern Erzgebirge auf allerlei Art und Weise gefangen wird, und der Vogelfang selbst macht ein vorzügliches Vergnügen des Erzgebirges aus. Um Michaelis geht gewöhnlich das Vogelstellen an ...Die Feld-**Lerche** war im ebenen Ackerland um Halle, Schkeuditz, Delitzsch reichlich vorhanden, galt als schädlich und durch Locken wurde Lerchen vor allem im Herbst massenweise gefangen und auch weithin versandt (W. PIECHOCKI 1981, bes. S. 88). Zur Leipziger Messe im Oktober 1720 wurden nach Angaben .404.304 Lerchen nach Leipzig gebracht, ja Anfang des 19. Jh. ist von über 5 Millionen Lerchen die Rede (S. 89). Auch die Frachtfuhrleute kauften die zusammengebundenen gebratenen Lerchen. Im Jahre 1876 wurde der Fang von Lerchen im Leipziger Stadtgebiet unter König ALBERT verboten (Wikipedia 2020). Das Gebäck 'Leipziger Lerche' erinnert an diesen massenhaften Lerchentod.

## Kleingewerbe und Landwirtschaft

Auf dem Dorfe, wie schon vermerkt, wurde vieles hergestellt, lebte man vielerorts ziemlich autonom. Es gab auch Dorfgewerbe.

Und schließlich gab es Unternehmen, **Gewerbe**, die speziell **für** die Landwirte, für **Dorfbewohner** Erzeugnisse herstellten und diese durch die Lande verhandelten. Das gehören die Wetzsteine etwa für das Schärfen von Sensen, oder der Stubensand, der in Räume gestreut und zusammengekehrt wurde und dabei reinigte.

# Wälder - Begründung von Forsten - Forstwirtschaft

## Wild und Jagd - was manche Füsten vor allem interessierte

Der Waldnutzung mußte schon im späten Mittelalter durch Verordnungen gesteuert werden. Wald konnte nicht nur als Jagdrevier gesehen werden. Aber Wild interessertei oft an erster Stelle. Jagd auf **Großwild** war den hohen Herren vorbehalten. Wenn man gemeldet bekommt, daß in der Regierungszeit des oft abwesenden Habsburger Kaisers KARL VI. 1711 - 1740 vom Wiener Hof über 100.000 Stück Wild erlegt wurden und viele davon in der Nähe von Wien, ist es nicht schwer, sich die Belastung der Bauern, auch die Verwüstung ihrer Äcker auszumalen (F. HUSS 2008). Ein Jagdrevier für sächsischen Kurfürsten war das Waldgebiet um **Wermsdorf** (O. E. SCHMIDT 1928, S. 312 ff.), mit dem unter JOHANN GEORG I. 1610 fertig gewordenem Jagdschloß Wermdorf. Hier wurde Wild gejagt und in dafür gebauten Wagen **auch lebend** nach Dresden transportiert, um auf einer an römische Tierkämpfe erinnernden Schau auf dem Dresdener Altmark umgebracht zu werden. Zwischen 1611 und 1653 wurden nach einem Verzeichnis im Wermsdorfer Wald 113.629 Stück Wild "gefangen, gehetzt und geschossen" (S. 317). Darunter waren 15.338 Hirsche, 203 Bären, 3.543 Wölfe. Was lebte also damals offenbar alles noch in einem deutschen Wald! Und was sagten die zu Diensten verpflichteten Untertanen? War es auch ihnen eine Abwechslung vom sonst graueren Alltag? Unter AUGUST dem STARKEN wurden durch Schneisen, Wege, Alleen der Wermsdorfer Wald umgestaltet für die aus Frankreich gekommene **Parforcejagd** (S. 318), bei der ein Stück Wild mit Reitern und Hunden bis zum Todesstoß oder Todesschuß gehetzt wurde. Der bis 1748 regiernde kriminell verschwenderische barocke Herzog ERNST AUGUST I. von Sachsen-Weimar und Sachsen-Eisenach, der bei Weimar das Schloß Belvedere erbauen ließ, nannte 1000 Hunde und 370 Pferde sein eigen (Wikipedia 2018).

Noch 1793 sah NOVALIS (Reisebriefe deutscher Romantiker 1979, S. 11) wie in Dessau beim Bruder des Fürsten des territorial kleinen Anhalt-Dessau über 70 Hunde für die Parforcejagd vorgeführt wurden und einige 80 waren vom Fürsten von Bernburg wegen des dortigen Aufgebens der Parforcejagd hinzugekommen. Die großen Jagdhunder waren "auf die dessauischen Dörfer verteilt." In den Ställen sah NOVALIS über 80 Pferde, die zum größten Teil "Parforcepferde sind". Der **Aufstand von Bauern 1790** in Teilen **Sachsens** war auch stark mit der Wildplage verbunden und trotz baldiger Niederlage der leider bald oft trunkenen Bauern veranlaßte immerhin ein kurfürstliches Mandat, überflüssiges Wild abzuschießen (G.



Abbildung 1325: Lustschloß Belvedere bei Weimar.

F. REBMANN 1795/1990, S. 112). Ausreichend Wild blieb. Auf der Burg Hohnstein in der Sächsischen Schweiz saßen in je einer schrecklichen Einzelzelle im 18. Jh. wegen 'Wildfrevel' ein Fabian und ein Gregor Zschirnstein (Museumsbesuch G. ZIRNSTEIN um 1983).

## Wald- und Holz-Nutzung bis zum Überschreiten des Erträglichen

Die Gewinnung von Holz, ob für den Bau von Gebäuden, für den Bau von Schiffen, den Bergbau oder einst nahezu unersetzlich als Heizmaterial in Haus und Gewerbe, stieß in ökonomisch entwickelten Regionen namentlich im 18. Jh. an Grenzen. Holz ist '**nachwachsender** Rohstoff' - **wenn man es denn nachwachsen läß**t. Schon im 16. Jh. hatte **Holzmangel** bestanden. Die Bevölkerungsverluste des 30-jährigen Krieges jedoch hätten Holz wieder zu einem oft schwer absetzbaren Produkt gemacht (W. PFEIL 1833). Dann wurde Holz knapp vor allem in "bringungsgünstiger" Lage, dort etwa, wo es leicht weggeflößt werden konnte. Im nördlichen Schwarzwald wurden auf Flüssen wie Murg und Kinzig große Stämme zum Rhein herabgeflößt (W. HUG 1992), um dann vor allem auf den holländischen Werften zu landen. Großer Holzbedarf bestand in Bergbaurevieren, wobei durch Kunstgräben auch hier Flößerei möglich wurde, ebenfalls zur Holzversorgung von Städten wie Leipzig aus größerer Entfernung. Der 'Floßplatz' nahe dem heutigen Stadtzentrum von Leipzig erinnert daran.

Die von den Landwirten betriebene Waldnutzung führte zu beträchtlichen Schäden. In Abständen von nur wenigen Jahren immer wieder geschlagene **Niederwälder**

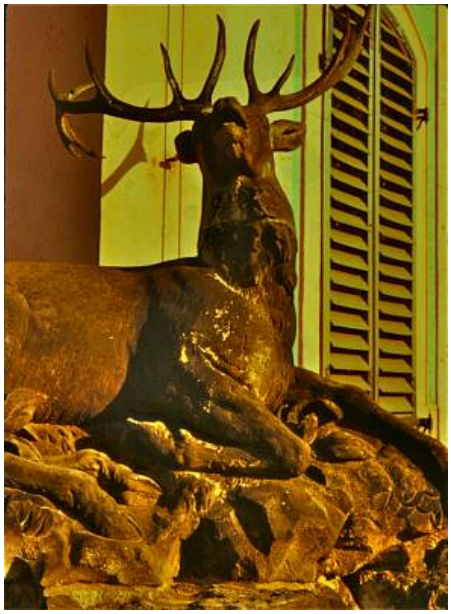

Abbildung 1326: Wald war oft Jagd. Moritzburg.



Abbildung 1327: Jagdschloß Wermsdorf, 2014.




Abbildung 1328: Erinnerung an Fürsten-Jagd, Wermsdorf.




Abbildung 1329: Erinnerung an Floßgraben um 1700, Pegau.

aus Laubhölzern, die wieder aus den Stubben ausschlagen, dienten für die Brennholzversorgung und anderes. Der Baumwuchs wurde schwer beeinträchtigt durch die Waldweide, vor allem durch Ziegen. Laub wurde auch für den Winter als Viehfutter geholt. Das Einholen von Streu, etwa für Ställe, ließ den Waldboden an Nährstoffen verarmen. Und die Streuentnahme nahm mit den Landwirtschaftsreformen sogar zu infolge der Sommerstallfütterung und das zunehmende Trockenlegen der feuchten, im Spätsommer aber trockenes Gras für Einstreu liefernden "Streuewiesen". In ZEDLERs "Universal-Lexikon", Band 52 (Spalten 1145 ff.) wird an vielen Einzelbeispielen angeführt, wie Wald auch durch Pflichtvernachlässigung der für den Forst Verantwortlichen, ja durch deren Korruption, der Wald vielerorts verdorben wird. Rücksichtslose Waldweide wie unkontrolliertes Holzsammeln, Hirtenfeuer wie unsachgemäße Holzentnahme durch Köhler sind nur einige der Ursachen für die Waldverderbnis, wobei dann auch unter der Borke lebende Larven und Käfer angegeben werden, ohne daß der Name Borkenkäfer erscheint. Holznot kam im Sächsischen Erzgebirge schon im 16. Jh. auf, und zwar durch den Holzverbrauch im Berg-und Hüttenwesen. CHRISTIAN LEHMANN, "weiland Pastoris zu Scheibenberg" veröffentlichte 1699 einen starken Folianten, in dem er speziell das Sächsische Erzgebirge vorstellte, Beispiel einer jener aufkommenden Darstellungen von einzelnen Regionen. In diesem Folianten, "Historischer Schauplatz derer natürlichen Merckwürdigkeiten in dem Meißnischen Ober-Ertzgebirge / ..." wird vom Wald geschrieben (S. 83): "Vorzeiten / ehe so viel Hämmer und hohe Oefen aufkommen / musten sich die Hammerschmiede zu ihren Renn-Feuern nur mit Kohlen von umgefallenenm und zerbrochenem Holtz auf den Schönburgischen Wäldern aufhalten und vergnügen / das stehende durffte niemand angreiffen: aber nachdem die Hämmer und Oefen sich vermehret / und das metallreiche Gebirge sich je mehr und mehr entdecket / sind die grossen Wälder ungläublich niedergelegt / gelichtet und gerämet worden / also daß die hohen und starcken Tannen ziemlich seltzam werden ..." LEHMANN erinnert sich aber auch, daß sich Reisende, jedenfalls um 1633, in den erzgebirgischen Wäldern verirren konnten" (S.53). Ausfuhrgünstige Verkehrswege bestanden im Königreich Preußen und hier wurde die Holzsituation unter FRIEDRICH I. prekär (W. PFEIL 1833, S. 166). Ebenfalls vom Sächsischen Erzgebirge meinte OESFELD 1773 (S. 158), also fast ein Viertel Jahrhundert später, daß man "ausserordentlich starke Bäume gebraucht, z, E. zu Mühl-Wellen, Preß-Bäumen, Wasser-Trögen, Simsen der Häuser, Stampf-Trögen auf den Papiermühlen u.s.w." und deshalb wenigstens etliche Bäume bis zu einem hohen Alter stehen bleiben müssen, und "grosser Schade" entsteht, "wenn die Wälder verwüstet werden, und das Holz, wenn es noch im vollen Wuchse stehet, aus Noth abgetrieben wird, ohne auf den Nutzen der Enkel zu sehen. ..." Im Jahre 1778 schrieb man in KRÜNITZ (S. 659) "Oeconomische Encyclopädie": "Daher ist es gekommen, daß das Holz in vielen Gegenden

und Provinzen Deutschlands so rar geworden und zu einem außerordentlich hohen Preise gestiegen ist." Der steigende Holzpreis ließ viele andere Preise mit steigen. Staatsbetriebe wie Salinen erhielten ohnehin Holzreserven bevorzugt. Holzsparen wurden vielfach angestrebt, so bei der Salz-Gewinnung durch die Gradierwerke mittels Eindunstung von Salzsole beim Herabrieseln in dem trockenen Gesträuch der Gradierwerke in der Sonne.

Sicherlich war die Lage nicht in allen deutschen Gegenden gleich, nicht gleich prekär. "Wald" aber war auch nicht unbedingt "Wald". Es war eben vielerorts eben nur Niederwald oder wenig ertragreiches Gehölz, mehr Buschwerk.

In anderen Ländern sah es nicht besser aus. Von **Schweden** berichtet N. NIC. PALMSTJERNA 1764 (S. 222), daß "unsere Waldungen so merklich abnehmen, daß alle in der Ebene angebauten Plätze" - also Ortschaften - "in kurzer Zeit mit allgemeinem Mangel an Brennholz bedroht werden", so unter anderem in Schonen, Fahla, Wetsgothland" (S. 223). In **Rußland** (CHR. BJÖRKLUND 1773) wurden Bäume massenweise gefällt für mit querliegenden Hölzern belegte Straßen, von Petersburg bis Moskau (S. 182) und auch in Städten, wobei durch die Holzverwüstung das Land jedoch noch nicht "völlig" von Holz "entblößt" wurde (S. 183). "Das volkreiche Petersburg" (S. 183) mit seinen an Italien gemahnenden Bauten im nordischen Winter "verzehrt unsägliches Holz." Für Bau- und Brennholz kommen Barken "haufenweise zur Stadt". In **Estland** und anderswo in Rußland gab es das "**Schwenden**", bei dem **Holz auf den Acker** transportiert wurde, um es dort zu den Boden düngende **Asche** zu verbrennen. Vielleicht drei Jahre erhielt man dann "eine reiche Aernte" (S. 184). Auf **Island** mochte schon die spätmittelalterliche Klimaverschlechterung den Gehölzen zugesetzt haben, aber der durch Island gereiste Däne EGGERT OLAFSEN meinte 1774, daß die "Ursache zur Vertilgung der Wälder" die Einwohner waren, "die damit übel umgegangen sind", wegen Eisen- und Holzkohlegewinnung (S. 125). Immerhin gab es, an den verschiedenen Orten unterschiedlich, manchen **Ersatz als Feuerungsmaterial**: Torf, getrockneter Tang, Fischgräten, harter Rasen, in Asien getrockneter Viehdung - oder dann **Kohle**.

## Streben nach Waldvermehrung, nach neuem Hochwald, nach nachhaltiger Nutzung

Neben dem "Anflug und Wiederwachs des jungen Holtzes / bey und auf denen großen Blösen / und Stock-Räumen" sollte auch **künstliche Baum-Anzucht** in dem durch langen Holzverbrauch namentlich für den Bergbau an Wald arm gewordenen Sächsischen Erzgebirge nach JOHANN (HANNS) CARL VON CAR-



Abbildung 1330: CARLOWITZ-Erinnerung. Freiberg, Obermarkt.

LOWITZ (U. GROBER 1999) der Holznot steuern. VON CARLOWITZ wurde 1645 in einem meißnischen Adelsgeschlecht, studierte in Jena und unternahm ab 1665 5 Jahre lang eine grand tour durch Europa. Er besaß neben einem Rittergut auch eine Glashütte und ein Waldrevier im Vogtland. Im Jahre 1677, mit 32 Jahren, wurde VON CARLOWITZ sächsischer Vizeberghauptmann, 1711 Oberberghauptmann und besaß ein schönes Haus am Obermarkt in Freiberg/Sa. Mit seinem großen Folianten "Sylvicultura oeconomica ..." von **1713**, brachte VON CARLOWITZ das erste deutsche Waldbuch heraus, das nicht mehr die Jagd im Mittelpunkt hatte. In der das Holz betreffenden Formulierung "...daß es eine continuirliche, beständige und nachhaltige Nutzung gebe" erscheint also der für die Wirtschaft des 20. und 21. Jh. so kennzeichnende Begriff der '**Nachhaltigkeit**'. Der Sache nach deckt sich das mit Vorstellungen von COLBERT in Frankreich. VON CARLOWITZ starb 1714.

Eine zweite erweitere Auflage des Buches VON CARLOWITZ **1732** betreute VON ROHR, und dieser verwies darin auch auf die Torflager, den "Chur-Sächsischen Turff", im oberen Erzgebirge hin, die man auch verkohlen könne, um mit dieser Kohle Metalle zu erschmelzen. Aber unerschöpflich waren die Torflager natürlich keineswegs. Das Buch wurde Pflichtlektüre für die Kameralisten in deutschen Kleinstaaten (U. GRUBER 1999). **Nachhaltigkeit** - das ist vor allem die im Zentrum des Buches stehende Holzanpflanzung. Im Mittelmeerraum war der verbrauchte Wald vielerorts kaum noch wiederzustellen und bestimmt heute die Mac-

chie die Landschaft. Der Gedanke der Nachhaltigkeit fand Formulierung auch schon in älteren Forstordnungen, etwa der "hennebergischen Ordnung" von 1615 und von dieser übernommen sogar anderswo in der Zeit des Dreißigjährigen Krieges, steht bei den Hausvätern und dann um 1732 bei dem für die Forstordnung im Harz wichtigen JOHANN GEORG VON LANGEN (B. BEI DER WIEDEN 2012). In der "hennebergischen Ordnung" heißt es mit Hinweis vor allem auf die Sägemühlen, daß "nach Verwüstung der Wälder alle Gewerbe niedergingen und mit ihnen Städte und Dörfer" (dieses sinngemäß gebrachte Zitat von BEI DER WIEDEN 2012, S. 134) und (so im Text der Ordnung) "eine immerwährende beständige Holzung ... den Nachkommen/bleiben und folgen möge." Keine Verwüstung ohne Gedanken an die Zukunft. Der bis 1799 regierende Bayernherzog KARL THEODOR enrschied: "In allen Differenzen hat das Jagdwesen dem Forstwesen nachzustehen" (aus E.-D. SCHULZE et al. 2010, S. 180). Manche Maßnahme wurde unabhängig von VON CARLOWITZ in etlichen Regionen in die Wege geleitet, so, wenn in Brandenburg zumindestens zeitweise jeder, der heiraten wollte, die Pflanzung von 6 grünenden Eichen nachweisen mußte (W. PFEIL 1833, S. 166). Aber trotz VON CARLOWITZ und anderen Warnenden wurde in Bergbauregionen der für den Staat resp. den Fürsten mit hohen Einkommen versorgenden Montanindustrie das Primat vor dem Wald eingeräumt, und auch die Bevölkerung, auch gerade die dichte in den Bergbauregionen, forderte ihr Brennholz. Freiherr VON HEYNITZ vom Bergwerks- und Hüttendepartement Preußens stand da gegen Graf VON ARNIM im Forstdepartment (R.-J. GLEITSMANN 1984, S. 25), hielt es für nötig, 1786, daß keines der königlichen Hüttenwerke jemals des benötigten 'Kohlholzes' beraubt werden sollte, also den Hüttenwerken unbedingt Holz zugeführt werden muß, was Waldschonung hintenansetzte (zit. S. 30). Ein **Ende der europäischen Kultur**, am Ressourcenmangel, schien damals **denkbar** (so bei W. SOMBART zit, bei R.-J. GLEITSMANN 1984, S. 35).

Um Holzverbrauch zu vermindern gab es auch zahlreiche Vorschläge zur Senkung des Holzverbrauchs in den bestehenden Verfahren. Für die Raumheizung wurden **bessere Stubenöfen** vorgeschlagen, etwa um den heißen Dampf nicht zu schnell in den Schornstein zu senden (R.-J. GLEITSMANN 1985, S. 227). Holz die knappe Ressource, seine bessere Nutzung die große Sorge.

Für den Wald wurde wichtig **Landwirtschaft und Forst** im Gegensatz zur bisherigen Praxis **scharf zu trennen**, die **Diversifikation** von Land- und Forstwirtschaft durchzuführen, beide zu "entmischen" (H. RUBNER 1984), vom "ländlichen Versorgungswald" abzukommen, und mit der Agrarmodernisierung verloren die Landwirte Interesse an agrarischer Waldnutzung, also Viehweide im Wald, die etwa in der Schweiz bis ins 20. Jh. an zahlreichen Orten fortbestand (G. KLAUS 2005). Vom Thüringer Wald berichten 1807/1812 VON HOFF und C. W. JACOBS (in

1987, S. 81), daß der Viehbestand etwa auf die Hälfte des "vormals" gehaltenen gesunken ist. JOSEPH FRIEDRICH ENDERLIN, der als der erste vollständig wissenschaftlich ausgebildete badische Forstmann gilt (s. LEISEWITZ 1877, K. MANTEL 1959, M. SEEGER 1932), trat deshalb dafür ein, die Waldweide durch Futterpflanzenanbau auf dem Acker, durch Stallfütterung mit Raps, "Welschkorn" (Mais), Dickrüben, Esparsette und Klee zu **ersetzen**. Auch in Sachsen mußte durch SCHUBARTs Propaganda für Kleeanbau und Sommerstallfütterung des Viehs die Waldpflege gewinnen. Allerdings sei hinzugefügt: wenn man Streuentnahme für die Ställe absieht.. So ungern man es vielleicht hören mag: Mit dem Übergang eines großen Teiles der Gehölze im Kyffhäuser an den Fürsten von Schwarzburg und den Ablösung der Waldweide konnte ab der Mitte des 18. Jh. Hochwald geschaffen werden und wurde Nutzholz gewonnen (Werte unserer Heimat 1976, S. 105). In Schweden drohte nach dem Bericht von N. PALMSTJERNA (1764, S. 225) jungem Gehölz, angepflanzten Weißen Erlen, Abbeißen durch Vieh, aber etwa im Hennegau, heute in Belgien, "wird ... Vieh von aller Art durch Leute und dazu abgerichtete Hunde gehütet", also vom Wald ferngehalten - gemäß Trennung von Vieh und Wald. Auch würde in Schweden beim offensichtlichen Halten der Schweine im Walde zu wenig auf die Durchführung der Königlichen Verordnung geachtet, Schweinen Ringe um die Rüssel zu legen und so würden die Schweine "durch Wühlen und Graben inkurzer Zeit" in Pflanzungen "alles zerstört haben" (S. 226).

In Preußen fehlte es im Unterschied zu vielen Regionen in Sachsen nicht an mit Gehölz bewachsenen Flächen, jedoch die Waldungen waren vielfach in schlechtem, ödlandähnlichen Zustand. Von Ackerflächen und Dörfern an ihrer Stelle sowie intensiver betriebenen Forsten waren höhere Erträge zu erwarten, wie WILHELM PFEIL (1816) betonte.

Im weiteren Verlaufe des 18. und dann des 19. Jh. wurden in Deutschland wieder **hochstämmige Wälder** begründet. Dabei wurden Nadelhölzer bevorzugt angepflanzt, in den Mittelgebirgen die Fichte, auf den Sandböden der Niederungen die Kiefer. In den Jahren 1805 bis 1808 wurde im Kyffhäuser-Gebirge als nunmehr im Besitz des Fürsten von Schwarzburg "der Eichelkamp beim Rathsfeld als Saat- und Pflanzgarten eingerichtet" (Werte unserer Heimat 1976, S. 105).

Auch **fremdländische Baumarten** wurden schon im 18. Jh. angepflanzt. Für **Parks** wenigstens waren in England um 1700 aus Nordamerika durch THOMAS FAIRCHILD (A. P. BAKER 2004) der Tulpenbaum, *Liriodendron tulipifera L.* und der Trompetenbaum, *Catalpa bignonioides* , eingeführt worden. Für Schweden empfahl etwa LINNE' Anpflanzung sibirischer Geholze, PALMSTJERNA (1764) "weiße Erlen." Der in Preußen wirkende Forstmann FRIEDRICH AUGUST LUDWIG VON BURGSDORF hatte vor der Berliner Akademie der Wissenschaften



Abbildung 1331: Zillbach.

über den für nach 1820 in der Mark Brandenburg zu erwartenden Holzmangel so eindrucksvoll gesprochen, daß der Druck der Rede untersagt wurde, um das Volk nicht zu beunruhigen (W. PFEIL 1833, S. 166). Auch VON BURGSDORF setzte zur Lösung auf die **Einfuhr schnell wachsender Bäume** aus **Nordamerika**.

## Die großen Forstleute in Deutschland: HEINRICH COTTA zumal

Führender **Forstwissenschaftler** jedenfalla für Sachsen wurde HEINRICH COTTA (A. RICHTER 1952, H. THOMASIUS 2011). Geboren am 30.Oktober 1763 in Zillbach in Südthüringen im Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach als Sohn eines Forstmannes, studierte COTTA ein Jahr lang in Jena namentlich auch Mathematik, gründete 1795 in Zillbach eine schließlich ins Zillbacher Schloß gezogene private forstwirtschaftliche Bildungsstätte und legte dort einen Forstgarten auch mit ausländischen Bäumen und ein Naturalienkabinett an. Er untersuchte u. a. die Saftbewegung bei Bäumen, die Nachteile der Streuentnahme im Wald und betrieb vor allem die Taxation der Waldungen. 155 Schüler wurden bis 1811 dort ausgebildet. Forstvermessung, wie COTTA 1833 (s. H. THOMASIUS 2011, S. 372) schrieb, diente dazu, zu wissen, "wo, wie und wie viel" Holz an den einzelnen Standorten entnommen werden konnte bei Nachhaltigkeit der Waldwirtschaft.

Nachdem in Sachsen 1803 eine Kgl.-Sächsische Forstvermessungeanstalt gegründet worden war, wurde COTTA 1811 nach Sachsen berufen führte er seine private Forstakademie in Tharandt westlich von Dresden weiter. Nach der Napoleonzeit in Schwierigkeiten geraten wurde COTTAs private Akademie 1816 in eine "landes-



Abbildung 1332: Forsthochschule Tharandt.

herrliche Forstakademie" unter COTTA umgewandelt. Gerade auf ihn gehen die allerdings nicht nur empfehlenswerten **Fichtenforsten** mit ihrer Steigerung der Holzvorräte in dem 1815 verkleinerten Sachsen zurück. Forstleute pilgerten und pilgern an das Grab des 1844 mit 81 Jahren Verstorbenen.

Der Wald drohte zu verschwinden und wurde durch den Waldbau im Sinne COTTAs gerettet, neu aufgebaut, aber vor lauter Waldrationalismus verschwand auch manche Waldromantik und konnte teilweise wiederkommen im 20. Jh. mit 'naturnäheren' Wäldern und dem Naturschutz.

Unter den großen Forstleute bis in die erste Hälfte des 19. Jh. wirkten in **Preußen** VON BURGSDORF, etwas später GEORG LUDWIG HARTIG und als Begründer der Forstakademie in Eberswalde 1830 WILHELM PFEIL.

Im Waldbau erstand zuerst der Begriff und die Vorstellung der "**Nachhaltigkeit**", die Sorge für die Nutzung eines Gutes, einer Ressource, auf Dauer. Im Wald waren oft Fehlleistungen auch nach Jahrzehnten nicht auszugleichen. Im 19. Jh. in Diskussion gekommene erneute gemischte Baumbestände statt Monokulturen sollten vernichtenden Schädlingskatastrophen in nur von einer Baumart geprägten Wäldern vorbeugen. 1833 (S. 166) schrieb PFEIL von **Holzüberschuß** in Preußen, "wo man jetzt nicht weiß, wie man sich genug Absatz verschaffen soll, und wo man vor 100 Jahen den Todten keine Särge, den Lebenden keine Vermehrung der Wohnungen u.s.w. gestatten wollre," Je nach dem schlechteren oder besseren Wirtschaften, die Menschen haben manches in der Hand!



Abbildung 1333: COTTA.Tharandt.



Abbildung 1334: COTTAs Grab.



Abbildung 1335: Fichtenforst.

## Waldschutz und Waldzerstörung in Tropenkolonien

Entwaldung zum Anlegen von Plantagen, für Zuckerrohr etwa, sowie Holzentnahme für den Schiffsbau bedrohte wegen zunehmender Dürre und Bodenersosion die Pflanzer und ließ auch über die Zerstörung der Tropenparadiese nachdenken. Tropenkolonien waren nicht nur vernachlässigbare Randgebiete, sondern trugen sehr zum Reichtum der Mutterländer bei. Auf Frankreichs den Holländern abgenommene Vorzugskolonie Mauritius (R. H. GROVE 1995), der "Isle de France", wurde 1723 eine Waldschutzregulierung erlassen, ein Waldgürtel rund um die Insel verordnet. Ähnlicher Schutz wurde auf britischen Karibikinseln aufgenommen.

Während in Teilen Europas schon aufgeforstet und in einigen Vorzugskolonien Waldschutz betrieben wurde, schritt die Waldzerstörung in vielen überseeischen Regionen beängstigend weiter, für die Gewinnung von Nutzholz ebenso wie für die Gewinnung landwirtschaftlicher Flächen. Nach der Mitte des 19. Jh. brannten in Neuseeland die harzreichen Kaurifichten weithin wie riesige Fackeln. In den USA gab es staatliche Eingriffe zugunsten des Waldes erst ab etwa 1867 (H. RUBNER 1967). Vielerorts, so auch in Neuseeland, wurde im 20. Jh. aufgeforstet, oft mit für diese Regionen fremdländischen Gehölzen, die aber durchaus Ertrag bringen. In der "Dritten Welt" geht die Waldvernichtung auch in der Gegenwart teilweise weiter.

## Trotz aller Fortschritte in der Landwirtschaft und trotz der optimistischen Aufklärung: Prophet des Untergangs MALTHUS

Die Bevölkerungsvermehrung war mit Verbesserungen in der Landwirtschaft und auch Auswanderung beantwortet worden. Noch immer sahen manche am Ende des 18. Jh. die Zunahme der Bevölkerung als erstrebenswert. Daß die Zunahme der Menschen eine Grenze haben müsse meinte ROBERT MALTHUS (J. M. PULLEN 2004). Im Jahre **1798** veröffentlichte er in erster Auflage anonym seinen "An Essay on the Principle of Population as it affects the Future Improvment of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet and other Writers". Wenn MALTHUS meinte, daß die Nahrungsmittelproduktion nur ein arithmetisches Wachstum aufweist, die Bevölkerung jedoch in geometrischer Proportion zunimment, dann hat er eine Proportion vorgestellt, die so genau sicherlich nicht gegeben war und es hätte der Realität richtiger entsprochen, lediglich von einer der Nahrungsmittelproduktion vorauseilenden Bevölkerungszunahme zu reden. Aber auch das letztere wurde gern bestritten. Dabei plädiert MALTHUS nicht für Bevölkerungseinschränkung durch Krieg, sondern durch Spätheirat und gar Enthaltsamkeit. Daß MALTHUS den Menschen nur Gründe für ihr Elend geben wollte, welche die Kapitalisten entlasteten, kann so sicherlich auch nicht gelten. Nahrungsnöte gibt es nunmehr im 20. Jh. auch dort, wo die Landwirtschaft unter sozialistische Verhältnisse gestellt wurde. Was immerhin gelang, war die Nahrungsmittelproduktion jedenfalls in Europa und von Europäern besiedelten Ländern mit Ausnahme von Zeiten von Krieg und der Kartoffelfäule weitgehend zu sichern. Und auch die Bevölkerungszunahme geschah nicht, jedenfalls nicht überall, in der von MALTHUS als unvermeidlich dargelegten Weise.

Immer wieder wurden Leute, welche **Wachstumsgrenzen** ausmachten, widerlegt. Auch im 20. Jh. Aber auch wenn die Grenzen etwa im "Club of Rome" als zu nahe angenommen wurden: Grenzen gibt es wohl doch. Jedenfalls an den Ressourcen, auf den man heute angewiesen ist und die nicht unbedingt durch neue Vorkommen erschlossen werden können. In einem endlichen Raum, wie es die Erde ist, kann es kein endloses Wachstum geben. Vielleicht in geistigen Leistungen? Ein Anzapfen etwa des tieferen Erdinneren ist noch immer Utopie.

# Die - erste - "Industrielle Revolution"

## Vom Handwerk zur Industrie

Technische und wirtschaftliche Veränderungen im 18. Jh. führten zur "Industriellen Revolution". Von Industrie konnte man auch vorher schon manchmal sprechen. In Schweden wird DE GEER, Begründer der Eisenindustrie in Norrköping, 17. Jh., schon als Begründer einer industriellen Revolution bezeichnet. Das seit dem 19. Jh. friedliche Schweden war einst die Waffenschmiede Europas. Das führende Land der Industriellen Revolution aber wurde England, beginnend in den 30er-Jahren des 18. Jh. Den Terminus "Industrielle Revolution" kannten nicht die Zeitgenossen. Sie hatten wohl kaum ein Verstehen von 'Revolution' überhaupt. Letzteres kam erst mit der Französischen Revolution. Dem Zeitgenossen war die Umgestaltung eher schleichend erschienen und die umgestaltenden, nicht rücknehmbaren Veränderungen wurden erst nachträglich deutlich. Den **Terminus** "Industrielle Revolution" hatte FRIEDRICH ENGELS benutzt. Er wurde allgemein in die Geschichtswissenschaft eingeführt vor allem durch das Werk "The Industrial Revolution" von **1884** von ARNOLD TOYNBEE.

Mehr als vorher zeigte sich die **kapitalistische Denkweise**. Gewinn, **Geld, sollte** nicht ausgegeben, sondern **vermehrt werden**. Und dabei war jedes Mittel recht. Sklaverei gehörte dazu wie "Lohnsklaverei". Im Grundsätzlichen hat der Kapitalismus diese Denkweise nie wieder aufgegeben. Der technische Fortschritt war etwas für die Techniker und Ingenieure, für die Geldleute war er eher Mittel zum Zweck, so großartig der sich entwickelte. Irgendwelche riesigen Kapitale - ungenutzt, kaum angezapft, und trotzdem werden sie von den Staaten aus Furcht vor der Machr der Kapitalbesitzer nicht angezapft

Kennzeichnend für die im 18. Jh. einsetzende "Industrielle Revolution" i. e. S. war in etlichen Produktionsbereichen der zunehmende **Ersatz der Handarbeit durch die Maschinenarbeit.** Einzelne solche Maschinen gab es auch vorher. Nunmehr wurden für immer mehr Tätigkeiten. Maschinen erfunden und eingesetzt. Als eine Voraussetzung gilt, daß **Handwerkertätigkeiten** bis **in ihre "letzten Elemente" zerlegt** wurden, so wie in der Manufaktur die Arbeit in einfache, immer gleiche Arbeitsgänge zerlegt worden waren. Bisher von der Hand benutzte Werkzeuge wurden gewissermaßen an einem Arm der Maschine befestigt (H. FREYER 1955). Die Einführung von **Arbeitsmaschinen**, also der Handarbeit ersetzenden Maschinen, führte zur **Fabrik** (factory), zum **Fabriksystem**, zur modernen Industrie. Die Fabrik war die neue Organisationsform der Produktion, welche wie schon die Manufaktur, zahlreiche arbeitende Menschen unter einer Aufsicht vereinte. Sie unterlagen dem Zwang des Arbeitsrhythmus in der Fabrik, welche

auch die Arbeitszeiten und innerhalb der Pausen diese bestimmte. Mit der Selbstbestimmung des höchstens von der Konkurrent, der Not zu übermäßiger Leistung gezwungenen Heimarbeiters, war es vorbei. Der einzelne Arbeiter in der Fabrik stand meistens nur an einer Stelle in einem ihm ansonsten nicht überschaubaren und beherrschbaren Produktionsprozeß.

Die Entwicklung der Gewerbe und die "Industrielle Revolution" zogen **Veränderungen in den verschiedensten Bereichen** nach sich, im Verkehrswesen wie schließlich auch etwa im Druckereigewerbe, nach den schon eigetretenen Veränderungen weitere in Landwirtschaft und Waldnutzung. **Verändert** wurde **die soziale Struktur der Gesellschaft**. Nicht nur einzelne Errungenschaften, sondern die miteinander verquickten auf den verschiedensten Gebieten führten zu dem, was als die moderne Industriegesellschaft eine viel umfassende Umgestaltung in die Welt brachte, "die radikalste Veränderung der menschlichen Gesellschaften seit der neolithischen Revolution ..." (ARON 1985, S. 443). Statt der auf "ererbtem Besitz gegründeten Gesellschaftshierarchie" kam es zu einer "die sich auf Verdienst und Leistung gründet" (T. B. BOTTOMORE 1969 nach K. MANNHEIM, S. 45), also Sieg in der Industrie. Es sollte noch bis in 19. Jh. dauern, ehe diese neue Gesellschaftsklasse sich selbst in England politisch durchsetzte und etwa eine Wahlrechtsreform mit neuen Wahlbezirken entstand.

## Gründe für die Industrielle Revolution gerade in Großbritannien

Verschiedene Faktoren haben dazu beigetragen, daß Großbritannien zum Pionierland der Industriellen Revolution wurde. Es waren institutionelle wie technische Voraussetzungen (J. MOKYR 2008), und die sozialen, institutionellen Voraussetzungen müssen als unabdingbar geleten. denn manche Gesellschaften saßen und sitzen auf großartigen Rohstofflagern und konnten und können sie nicht nutzen, jedenfalls nicht selbst. Eine "bestimmte soziale und politische Ordnung erwies sich für den Start eines dauerhaften Wachstums als unerläßlich" (J. M. ROBERTS 1989, S. 269). Die nach den Ursachen von Wohlstand und Armut und Scheitern der Nationen suchenden Historiker DARON ACEMOGLU und JAMES A. ROBINSON (s. 2014) sehen in den errungenen privaten Freiheiten den entscheidenden Grund für die technische und wirtschaftliche Entwicklung in England resp. seit 1707 in dem durch friedliche Vereinigung mit Schottland entstandenen Großbritannien. Als politisches Schlüsselereignis für die Erringung dieser Freiheitn erscheint die 'Glorreiche Revolution' von 1688. Der drohende Absolutimsus des katholischen Stuart-Königs JAMES II. wurde abgewehrt und kam der mit der protestantischen Tochter von JAMES II., MARIA, verehelichte niederländsische Statthalter WIL-

HELM von ORANIEN auch auf den englischen Thron. Die **bisherige** Gesellschaft und weiterhin in vielen anderen Nationen bis in unsere Zeit war **exklusiv** geordnet, das heißt die Stellung in der Gesellschaft war jedenfalls im wesentlichen festgelegt und ein Aufstieg von unten war kaum möglich. Aufstieg, eine höhere Lebensstellung, sollten nun die in der nunmehrigen **inklusiven** Ordnung bestehenden politischen und wirtschaftlichen Rechte vom Parlament zu sichernden Rechte bringen. Es galt die '**Zivilgesellschaft**', also eine nicht vom Staat beherrschte Gesellschaft (F. ZAKARIA 2008, S. 90) zu schaffen. **Handelsfreiheit auch für Privatleute** war wichtig. Andererseits wurde eine staatlich garantierte **Patengesetzgebung** erstritten. Auch die **Geldwährung** sollte **garantiert** sein. **Eigentum** sollte unter **dauerndem Schutz** stehen. Aufrührer gegen das neue Eigentum hatten mit einer drastisch durchgreifenden Staatsmacht zu rechnen. Schutz für bestehende Gewerbe, für die Rechte von Zünften, bestanden nicht.

Wer sich auf neue Enwicklungen nicht einstellte wurde von der '**Kraft der Schöpferischen Zerstörung**' hinweggefegt. Der Begriff war geprägt worden, im 20. Jh., von dem Ökonomen JOSEPH A. SCHUMPETER (A. SCHÄFER 2008). Diese 'Schöpferische Zerstörung' bedeutete die **Ablösung veralteter Techniken** und Fabriken **durch neue**, auf neuer Grundlage. Sie sollte den ganzen Kapitalismus durchziehen. Sie war das Ende etwa auch der alten Zunftordnung, die, exklusiv, das Bestehende schützen sollte. Neuerungen konnten hier nur begrenzt und oft gehemmt eingeführt werden. Die 'Schöpferische Zerstörung' und die sie sichernden und gewährenden Institutionen in der kapitalistischen Ordnung sollten gemäß ACEMOGLU und ROBINSON **zum Wohlstand** der Nationen **führen**, solcher wie dann viele Nationen Europas, den USA, Japan wenigstens zunächst erzielten. Aber wie gerade auch das beginnende 21. Jh. zeigt: Viele bleiben bei der 'Schöpferischen Zerstörung' auf der Strecke. An ihnen geht der Wohlstand vorbei. Daß SCHUMPETER selbst dann auch andere Vorstellungen anerkannte, 1942 sogar die Ablösung des kapitalistischen Sytems mit seinen Großkonzernen durch ein sozialistisches System annahm (A. SCHÄFER 2008, S. 180), meinte, daß der Kapitalismus zumindestens nicht liebenswert ist (S. 201) sei nur ergänzt. Durch Privatunternehmer, **private Investoren**, zuerst in Handelskompagien reich gewordene Inverstoren, Leute mit Erfolg bei der 'Schöpferischen Zerstörung', wurden in der Industriellen Revolution die Neuerungen geschaffen. Auch dem Adel war in England gewerbliche Betätigung möglich geworden und er konnte so der 'Schöpferischen Zerstörung' entgehen. Der Verlauf der Industriellen Revolution zeigt wohl auch, was auch SCHUMPETERs annahm, daß "nur die geballte Kraft mehrerer gleichzeitiger Innovationen ... groß genug" ist, "um die ganze Volkswirtschaft in Bewegung zu setzen (formuliert bei A. SCHÄFER 2008; S. 153), wobei vielleicht ergänzt werden könnte, daß bei zeitlichem Abstand von I)nnovationen diese sich wenigstens eines Tages treffen müssen.

Debattiert wird auch, was Menschen veranlaßt, aus ihrer Welt auszubrechen und das Werk der 'Schöpferischen Zerstörung', also das Neuschaffen, vorzunehmen und damit stark "traditions- und beziehungslos" (A. SCHÄFER 2008, S. 74) zu sein; Es gab also die Frage nach den solche oft bewunderten und oft gehaßten Menschen bestimmenden **Motiven**. SCHUMPETER (A. SCHÄFER 2008, S. 60, 72-75) erörterte als Motiveden Wunsch nach einem privaten Reich eigener Freiheit bis hin zu Machtsehnsüchten und der Bedienung von snobistischen Tendenzen, dem Spaß am Kämpfen und Konkurrieren, dem Spiel, eine Risiko und Veränderung liebende 'kreative Ader'. Ohne Menschen mit solchen Eigenschaften wäre die Menschheit wohl zu Stillstand verurteilt gewesen, aber durch solche Menschen kam auch viel Unheil für andere und ihre Kontrolle und Bändigung muß sein. Man könnte den Gedanken der 'Schöpferischen Zerstörung' wohl auch auf die Politik anwenden. Überlegungen gab es bei der Analyse der schöpferischen Persönlichkeiten auch nach vererbten Eigenschaften und Familientraditionen (S. 76/77), bei SCHUMPETER, bis hin zur Verachtung von Leuten "in Dürftigkeit der moralischen Gesamtpersönlichkeit" (S. 77) und dem Willen zum eigenen Aufstieg. Viel Beachtung fand MAX WEBER (s. a. J. DARWIN 2010, S. 22) mit der Annahme **religiöser Motive** für das Beharren auf dem Bestehenden wie auch den Ausbruch in die neue Wirtschaftswelt. Nur ökonomische Vorteile, materielle Bereicherung allein, mochten als Motiv für das Streben nach dem Neuschaffen zu simpel sein (A. SCHÄFER 2008, S. 72). Von der "magischen Religiosität der nichtintellektuellen Klassen Asiens" habe "kein Weg zu einer rationalen methodischen Lebensführung geführt" (so zit. bei J. DARWIN 2010, S. 22). Es wäre der europäische Protestantismus und besonders **der Calvinismus** gewesen, welche **die gesitige Haltung für das Streben nach wirtschaftlichen Erfolgen** hervorbrachten. Die Tugendhaftigkeit der Calvinisten war zu ergänzen durch Erfolge, um die Auserwähltheit schon auf Erden zu bezeugen - eine wohl etwas merkwürdige Auffassung.Wenn 'geistige' Mächte hinter den wirtschaftlichen Veränderungen standen, war das jedoch gerade für jene angenehm, denen MARX zu einfach erschien. Auf jeden Fall hat WEBERs Hypothese zu vielen Erörterungen angeregt. In Asien schon eingeleitete Fortschritte sollten bei solcher Geschichtsbetrachtung aber zu sehr vernachlässig worden sein, wie etwa der britische Historiker JOHN DARWIN (2010, S. 23, 25 u. a,) immer wieder hervorhebt, ja die schon erzielten Veränderungen etwa in der vorindutriellen Produktion anderswo zu einem Hauptgegenstand seiner Erörterungen macht-.

Eine **technische Voraussetzung** für die Industrielle Revolution gerade in England war etwa die entwickelte Schiffahrt, die zunehmende Monopolstellung Englands im Schiffswesen. Sowohl beim Bau der Schiffe wie bei ihrer Reparatur auf den Docks und bei der Speicherung und Verteilung der umfangreichen Handeslgüter war Disziplin und Leitung nötig. Dazu hatte auch die britische Gesetzgebung,

die Navigationsakte seit 1651, unter CROMWELL, also noch vor der Glorreichen Revolution, den **englischen Schiffen** in England eine **Monopolstellung** eingeräumt. Nur englische Schiffe durften englische Häfen anfahren und englische Waren transportieren. CROMWELLs Diktatur war eher exklusiv und nach seinem Tode 1658 kehrte 1660 vom Parlament gerufen mit CHARLES/KARL II, ein Stuart auf den englischen Thron zurück. Die privat betriebene Schiffahrt kam vor allem nach 1688. Englische Handelsschiffe wurden aber auch staatlich geschützt, die Seemacht verteidigte die Wirtschaftsinteressen (J. DARWIN 2010, S. 192). In China dagegen hatten die Ming-Kaiser die große Meeresschiffahrt abgeschafft, wohl damit nicht Admirale oder Privatkaufleute mächtig wurden, und die Mandschu-Dynastie ließ es dabei, und in Japan lief es ähnlich.

Eine für England zutreffende Voraussetzung für die Industrialisierung war auch die seinerzeit günstige Ressourcenlage, mit dem vorhandenen **Rohstoff Kohle, Steinkohle,** und auch dem Vorhandensein von **Eisenerzen**. Die zuerst durch Wasserkraft betriebenen Textilmaschinen konnten auf solche durch Kohle ersetzt werden. Dampfmaschinen wurden mit Kohle betrieben und um Kohle zu fördern wurde mittels Dampfkraft Wasser aus den Kohlegruben herausgepumpt. Hoher Energieverbrauch mußte die Pioniere der Industriellen Revolution nicht schrecken (J. DARWIN 2010, S. 191). Kohle war nötig auch für die später in den 1830-er-Jahren zuerst in Großbritannien aufkommende Eisenbahn (G. LUNGE 1907). Auch die Heizung in den Großstädten mußte durch Kohle geschehen. **Importabhängig** war Großbritannien für **Baumwolle**, wozu man Kolonien besaß, so Inseln in der Karibik.

Zu der Industriellen Revolution **sozialen Voraussetzungen** gehörte auch die Freisetzung vieler Landbewohner infolge der Einhegungen von Land für die Schafzucht. In England standen **ausreichend Arbeitskräfte** nach einer Beschäftigung Schlange. Und vielerorts beschäftigte man lieber Frauen und Kinder als höhere Löhne fordernde Männer. Wer arbeitete, durfte natürlich nicht verhungern und es war die englische **Landwirschaft** die **mit ihren Neuerunge**n auch den arbeitenden Armen ein wenigstens frugales Mahl bereitstellte, sie ihre Arbeitskraft "reproduzieren" ließ..

Die Ökonomie sollte beruhen auf der **Wirtschaftsfreiheit** der einzelnen, auf der **Konkurrenz** der Unternehmer, und der das auch in seinen Schriften verkündendeADAM SMITH erwartete in ihr das größtmögliche Glück für möglichst viele. Es gab an dieser 'liberalen Wirtschaft' jedoch bald auch **Kritik**. Scharf formulierte sie in der Mitte des 19. Jh. in den USA im Süden der Soziologe FITZBUGH (S. HACKNEY 1990, S. 24), der damit die Sklaverei als das angeblich geringere Übel verteidigte, Wenn, so FITZHUGH, jeder auf eigenen Füßen stehen müßte, wäre für unbedarfte Menschen schlimmer als der protektionistische Sklavenzustand. Die 'libera-

le Wirtschaft' wäre "Sklaverei ohne Herrren" (Übersetzung ZIRNSTEIN). Freier Wettbwerb wäre nur legalisierte Ausbeutung, Der Erfolg der einen wäre der Untergang anderer. Freiheit der Starken gegenüber dem Schwachen schaffe Unsicherheit, Angst und damit Unglücklichsein und verderbe so die Menschen charakterlich. menschlich. Der Naturforscher TH. H. HUXLEY (1903, S. 47) verachtete 1846 wie einst DARWIN in Brasilien die portugiesischen Sklavenhalter, aber mußte dennoch bemerken, daß die meisten "in capital condition" waren, "and on whole look happier than the corresponding class in England, the manufacturing and agricultural poor." Auch ohne Rechtfertigung des paternalistischen Sklavenzustandes, der gerade den Afrikanern Konkurrenzfähigkeit absprach, gab es in den kapitalistisch gewordenen Gesellschaften immer wieder Kritik an den sozialen Verhältnissen. Im 20. Jh. geschah das etwa durch den USA-Biologen und Genetiker HERMANN JOSEPH MULLER.

Historiker oder im 20. Jh. auch der britische Physiker P. M. S. BLACKETT (B. LOVELL 1975) und später JARED DIAMOND fragten ebenfalls nach den Gründen, warum Länder wie Indien oder die des Nahen Ostens mit ihrer einst auch in Europa beachteten Technik seit dem 17. Jh. immer mehr unter die ökonomische und auch politische Herrschaft europäischer Staaten gerieten, welche dann die eigene Entwicklung der immer beherrschten Länder auch abwürgten. Eine Antwort war, daß **die einzelnen Errungenschaften** dieser Länder einst **nicht ausreichten**, um ihre **gesamte Wirtschaft umzugestalten**. In **Europa** wurde ab dem 18. Jh. eine **für die Industrialisierung geeignetere soziale und ökonomische Organisation der Gesellschaft** geschaffen. Es wirkten zunehmend mehr Forscher, Entdecker, Techniker, Neuerer an der Verbesserung der Produktion, und zwar mit Einbeziehung der verschiedensten Bereiche. Es gab seit der Gründung gerade von Akademien verstärkte Kommunikation. Es wurden die neuen Erkenntnisse auch - jedenfalls bis zu einem gewissen Grade und bei den naturwissenschaftlichen Entdeckungen sehr stark - auch in Druckwerken, auch den rasch berichtenden Zeitschriften veröffentlicht. Man lernte voneinander.

Im Unterschied zu Zeiten technischer Verbesserungen zu anderen Zeiten anderswo ging die **Industrielle Revolution nicht mehr zu Ende**. Sie war eine "permanente" Revolution (Y. N. HARARI 2014). Die technische Entwicklung endete namentlich in den ökonomisch entwickelten Staaten seit der Zeit der Industriellen Revolution niemals wieder, war auch die Dichte von Innovationen nicht immer gleich.

Und die freigesetzten Fertigkeiten, das neue Denken, führten schließlich auch zu Chemie-Industrie und Elektrizität. Und ungeachtet allen Vorläufertums, gerade mit der Elektrizität und vorher den Gasmotoren wurde **eine "Welt" geschaffen**, wie sie so **vorher** auch in Ansätzen **nicht bestand**. Man denke nur an die

Umgestaltungen im Haushalt! Das schuf auch Abhängigkeit von den begrenzten Ressourcen, die zu erweitern die Aufgabe des 21. Jh. ist..

## Ausbreitung und Weiterwirken der Industriellen Revolution

England resp. Großbritannien wollte seine Monopolstellung erhalten. Aber die "Industrielle Revolution" konnte nicht auf Großbritannien beschränkt bleiben, denn ohne Rohstoff-Import und Waren-Export wäre die Industrielle Revolution eines Tages an ein Ende gekommen. Die Industrielle Revolution wirkte schließlich **erdweit**, zuerst jedenfalls was den Handel betraf.Ausfuhr von Fertigwaren, so Textilien, in möglichst alle Welt brachte Zerstörung **fremder Volkswirtschaften**, deren Produzenten weder im Preis noch oft in der Qualität mithalten konnten, was von Großbritannien und anderen Industrieländern in Kauf genommen, ja in die Wege geleitet wurde, um möglichst billig Rohstoffe und auch Nahrungsmittel einzukaufen ohne Konkurrenz-Unternehmen, auch Manufakturen, anderswo zu dulden. In diesem Sinne verhielt sich Großbritannien sogar gegenüber seinen nordamerikanischen Kolonien, was entscheidend mit zu deren Loslösung vom Mutterland führte (B. TUCHMAN 1997). Dabei waren erste Industrieunternehmen, etwa Eisenwerke, unter Hilfe angeworbener Fachleute unter dem Gouverneur JOHN WINTHROP, dem Jüngeren, schon kurz nach der ersten nach 1620 und um 1630 erfolgten Besiedlung um 1644 entstanden und war es wohl absurd, die um 1766 2,5 Millionen Einwohner in den nordamerikanischen Kolonien auf niederem Status zu halten, sie, die so etwas wie eigene Landsleute waren. Lange hatte Großbritannien verboten, Zeichnungen oder Modelle von Maschinen aus dem Lande nach auswärts zu bringen, ja hatte anfangs auch Rohmaterialienausfuhr streng bestraft. Großbritannien, also England und Schottland, sah sich im 19. Jh. als **Werkstatt der Welt** und hoffte, das es das blieb. Besonders schlimm, ja kriminell, war die wirtschaftliche Unterdrückung der **Iren** (W. und A. DURANT 1967, S. 121 ff.). Hier, wo mit dem Einwandern von Engländern vielerorts zwangsweise eine völlige Umverteilung des Ackerlandes geschah. Gesetze von 1665 und 1680 verboten Ausfuhr von Vieh, ja von Ochsen-, Hammel- und Schweinefleisch, von irischer Butter und irischem Käse. Ein Gesetz von 1699 hatte jede Ausfuhr irischer Wollfabrkate untersagt. Hohe Ausfuhrzölle behinderten jeden Export Irlands nach den verschiedensten Ländern. "Raubstaat England" - so fern war das wenigstens zeitweise nicht.

Die **Begrenzung der industriellen Revolution auf England** wurde aber öfters **durchbrochen**, zeitgleich oder gar im Vorangehen. Mancherorts waren Adlige Kaufleute und Industrielle geworden, wofür Namen wie FÜRSTENBERG und SCHWARZENBERG in deutschen Staaten oder die bevorzugt in der Metallge-

winnung tätigen STROGANOW und DEMIDOW in Rußland sprechen (D. S. LANDES 2002). Gerade in **Deutschland** (CHR. DIPPER 1991) gab es eine **Protoindustrialisierung auf dem Dorfe**, und hier gewann auch auf einfacherer Produktionsstufe Leute Erfahrungen, welche sie in eine kommende Industrie einbringen konnten. Deutschland war auch Vorreiter bei Bergbaumaschinen gewesen und man kann nach einem möglich gewesenen Ausbau fragen. Aber Textilien waren eben Massenprodukte, nicht Zinn. Der 1789 von England nach den USA ausgewanderte SAMUEL SLATER baute in den USA Maschinen aus dem Gedächtnis nach, half damit zunächst eine Textilfabrik in Pawtucket (Rhode Island) einzurichten und gründete dann seine eigene Company.

## Von der Monopolsicherung zum Freihandel und wieder teilweise zurück

Es galt für England also **Monopolstellung zum Schutz vor Konkurrenz** - solange es offensichtlich im Interesse der englischen Fabrikbesitzer nicht anders ging. In der **Mitte des 19. Jahrhunderts** wurde in England die **Freihandelsdoktrin** verkündet, mit der man als die überlegene Industriemacht besser zu fahren meinte (B. NASSON 2007). Welche Propaganda, um jeweils die geeignete Linie durchzusetzen! Bis 1830 wurden die Hälfte der Baumwoll-Produkte in Großbritannien und etwa 40% der Eisen-und Stahlproduktion exportiert (B. NASSON 2007). Als Großbritanniens sich als Sieger in der Weltwirtschaft sah, trat es für Freihandel ein, ja suchte den anderswo zu erzwingen. HANS FREYER formulierte (1955, S. 252): "Daß der Industrialismus mit seinem Warenstrom, seinen Verkehrsbahnen und seiner rationalen Zivilisation die Erde binnen kurzem bis zum letzten Winkel erobert haben würde, war von Anfang an die Erwartung." Zwischen 1760 und 1830 stieg Großbritanniens Anteil an der Weltindustrieproduktion von 1,9 auf 9,5% und in nochmals 30 Jahren erhöhte sich das auf 19,9% (P. KENNEDY 2000). In das britische Handelsimperium gerieten auch Länder in **Südamerika**, so **Argentinien**, ohne britische Kolonie zu werden. Britische Geschäftsleute investierten nicht nur in Südamerika, sondern Großbritannien griff auch politisch ein, und war etwa an der Niederwerfung des eigene sozial-diktatorische Wege gehenden Paraguay interessiert. Und ebenso wurde eingegriffen in **China**, wo man sogar gegen die chinesischen Regierung Freihandel für das in Indien erzeugte Opium durchsetzte, in den **Opiumkriegen** 1839 - 1842, 1856 - 1860, im Namen des 'Rechts' auf Drogenkonsum des einzelnen. So konnte Großbritannien seine Schulden gegenüber China abbauen. Sollte China zusehen, wie es mit den Drogenopfern fertig wird. Zu Anfängen zum Aufbau einer eigenen Textil-Industrie und vor allem plantagenartigen Baumwoll-Anbau kam es in den 1820-er-Jahren im **Ägypten** des

MEHMED ALI (J. DARWIN 2010, S. 209), der sich als osmanischer Staathalter in Ägypten zeitweilig selbständig machte und große Teile der angrenzenden Länder mit übernehmen wollte. Dann zwar eingeschränkt, wurde Ägypten aber unter seinen Nachfolgern mit dem Suezkanal finanziell überfordert und England übernahm die Oberaufsicht. **Japan** schossen oder fast schossen die USA auf, 1853.

Als im 19. Jahrhundert **andere Länder** in der Industrialisierung **aufholten**, wurde **Freihandel** auf das britische Empire **begrenzt** (B. NASSON 2007) und nichtbritische Mächte sollten hier draußen bleiben. Das fast im Selbstlauf entstandene Britische Imperium hatte sich nun neu zu zementieren, was nicht restlos gelang.

## Folgen der Indsutriellen Revolution - für manche, viele und auf der ganzen Erde

Die "Industrielle Revolution" schuf oder verstärkte das **wirtschaftliche Ungleichgewicht** zwischen den verschiedenen Nationen, brachte weitere große Unterschiede im Lebensstandard der Völker und Bevölkerungsschichten. Es gab auch viele **Verlierer** der Industriellen Revolution **im eigenen Land**, Leute, die durch die Maschinen ihre Arbeit verloren. Und die geistlose eintönige Maschinenarbeit zerstörte menschlichen Seelen. Der Kathedersozilast und im 20. Jh. für die Humanisierung der Arbeitswelt eintretende ALFRED WEBER (1927, S.85( schrieb in Anlehnung an SAINT SIMON: "Es war eine ungeheure Revolution voll Zuckungen und Schmerzen als die unteren Schichten der Gesellschaft ihre Selbständigkeit verloren."

Viele Benachteiligte wurden teilweise "Ludditen", **Maschinenstürmer**, zerstörten jene Apparate, die ihre Arbeit ersetzten. "In ökonomischen Revolten, in sozialistischen Versuchen, in politischer Gewalttat suchten die sich das,was sie veloren hatten, wieder zu erobern ..." Das hielt lange vor. Erst als man diesen Wütenden erfolgreicher nahebringen konnte, daß sie mit der industriellen Enwicklung, "durch dies Leben voller Sklaverei" sie "zu einer schöneren Freiheit" kämen, "hat ihnen eigentlich die Kraft gegeben, den neuen Zustand leidlich ruhig zu ertragen" (A. WEBER 1927, S. 86). An Bildung seiner 'Arbeitnehmer' war der frühe Industriekapitalimus nicht sonderlich interessiert, und im Rückgang des Analphabetismus blieb das "Mutteland der Industriellen Revolution weit hinter Preußen, Holland und der Schweiz zurück", und das gegenüber England weniger entwickelte "aber "bildungsbewußte" Schottland" war in der Alphabetisierung weiter als England (H.-U. WEHLER 1975, S. 31).

In Berlin kam es vom 16. bis 18. Oktober 1848 zur Straßenschlacht, als Kanalarbei-



Abbildung 1336: Später schönes Birmingham.

ter eine dampfgetriebene Wasserpumpe, die ihre Arbeitsplätze bedrohte, zerstörten (W. J. MOMMSEN 1998). Oder bei der Stromaufwärtsfahrt von Schiffen ersetzte die Dampfmaschine nicht nur das Ziehen mit Hilfe von Pferden, sondern auch das schwere Los der Schiffszieher - und diese, ihre entsetzliche Arbeit losgeworden, hatten nun oft kein Einkommen mehr und protestierten. Aber es gab auch mehr Leute, deren Einkommen das nötige Lebensniveau überstieg. Der Göttinger Wirtschaftshistoriker WILHELM ABEL (Wikipedia 2013) wies zurück, daß die Industrielle Revolution die Verarmung brachte, wandte sich also gegen FRIEDRICH ENGELS Pauperismus-Theorie. Der Pauperismus war ein Erbe der schon durch Bevölkerungswachstum gekennzeichneten vorindustriellen Zeit. Allerdings erst später wirkte sich etwa in England auch für viele Unterschichtenleute die Industrialisierung günstiger aus. Sie konnten also einigen Gewinn ziehen aus den Opfern ihrer unmittelbaren Vorfahren. Soll sich das mit den 'nötigen' Opfern nun bei jeder technisch-wirtschaftlichen Umwälzung, auch wenn sie von höherem Niveau, etwa dem des 20. Jh., ausgeht, wiederholen?

Was die **Unterschiede zwischen** weit entfernten **Völkern** betrifft, so unterschied sich noch in der Mitte des 17. Jh., ja des 18. Jh., der materielle Status eines durchschnittlichen Westeuropäers kaum von dem eines Chinesen der dortigen Mittelschicht (N. ROSENBERG et al. 1991). Aber die "Industrielle Revolution", und namentlich deren Fortsetzung im 19. Jh., brachte die längere Zeit anhaltende "**Great Divergence"** (J. MOKYR 2007), den großen Unterschied im Lebensstan-

dard, wurde Europa reicher als der "Rest der Welt" (J. DARWIN 2010, S. 183). Die Bevölkerungsvermehrung tat dazu ein übriges. Mit der 'Indusriellen Revolution entwickelten Europäer zu "der einzigartigen Fähigkeit ... ihre Wirtschaften zu industrialisieren und dadurch weit höhere Produktionsmengen zu erzielen, als es in vor- oder nichtindusriellen Wirtschaftssystemen möglich gewesen wäre" (S. 183). Der **Waren** wurden **mehr** und sie wurden **billiger.** Etwa die indische häusliche Textilindustrie konnte mit englischen Garnen und Tuchen (S. 191) niederkonkurriert werden (S. 183). Die schlesischen Weber sollten das in den 1840-er-Jahren ebenfalls erfahren. Aber die Entwicklungen in der Waffentechnik, vor allem auch in der Marine, mußten hinzutreten. Zonen eigener Industrialisierung, also vor allem Großbritannien und Westeuropa, standen Zonen bis zur Gegenwart ohne große Industrieentwicklung gegenüber. Aber auch jene nicht zur großen Industrie fortgeschrittenen Regionen wurden von der anderenorts erfolgten Industrialisierung beeinflußt, durch den Kauf von Industriewaren, oft mit Verschuldung, blieben also "Entwicklungsländer". Und diese Entwicklungsländer sollten sich anderswo gern gesehen nur zögernd entwickeln und Rohstottlieferanten sein und bleiben. Die erdweite Industrialisierung brachte dann die Umweltbedrohung.

Es gab aber auch seefahrende europäische Nationen, die nicht oder nur wenig in die Industrielle Revolution eintraten. Gold und Silber war reichlich in den amerikanischen Kolonien Spaniens und Portugals gefördert worden. Dennoch verarmten diese Länder, und die gehobenen Schichten verschacherten den Reichtum für Luxus.

## Männer der Technik, Ingenieure und auch Wissenschaftler

Der technische Fortschritt im 18. Jh und auch oft noch im 19. Jh. bestand durchaus in vielem in der kontinuierlichen Verbesserung bestehender Gewerbe, war Fortsetzung vorindustrieller Techniken (s. etwa J. RADKAU 1989). Manche Errungenschaften der "Industriellen Revolution" gehen auf Männer der Praxis ohne tiefere theoretische Bildung zurück. Aber es gab bei vielen manche Verbindungen zu Männern der Wissenschaft, so für J. WATT in Glasgow zu BLACK. Der Ingenieur und namentlich Kanal- und Brückenbauer JOHN SMEATON gründete 1771 die "Society of Civil Engineers".Ein Ingenieur, der bleibende Dinge für das Ingenieurwesen, den Maschinenbau, und auch die Wissenschaft brachte war der Franzose CHARLES AUGUSTIN DE COULOMB, 1736 in Angoule^me geborener Sohn einer vornehmen Familie, der an der Ingenieurschule in Me´zie'res, der ersten solchen Schule der modernen Welt, eine vorzügliche Ausbildung erhielt. COULOMB untersuchte, veröffentlicht ab 1773, die **Festigkeit von Materialien**, die **Reibung** und

fand hierzu mathematische Gesetzmäßigkeiten. Ebenso bedeutend wurden die von ihm gefundenen Gesetze in der Elektrostatik. Als die Ereignisse der Französischen Revolution Leuten vornehmer Herkunft gefährlich wurden zog sich COULOMB auf ein kleines Gut bei Blois an der Loire zurück, betrieb hier Wissenschaft, aber erhielt nach 1800 wieder höhere öffentlichte Ämter, bis er am 23. August 1806 in Paris starb.

Gerade die Dissenters schufen Bildungsstätten, die Universitätsniveau entwickelten und in denen gerade auch im Unterschied zu klassischen Universitäten auch Naturwissenschaften gelehrt wurden, so in der Warrington Academy. Naturwissenschaften. Medizin studierte man vor allem an den schottischen Universitäten, in Edinburgh, auch Glasgow.

Immer mehr wurde bewußt, daß nach dem geschickten Handwerker der **Techniker,** der **Ingenieur** und somit der Erfinder eine Hauptrolle in dem wirtschaftlichen Geschehen, dem allgemeinen Aufschwung spielten und ihre Heranbildung erstrangig war. Waren Deutschlands Maschinen waren 1945 großtenteils zerstört, daß erhaltene "Know how" konnte sie wiedererschaffen und auch verbessern und Deutschlands erneuten wirtschaftlichen Aufstieg in die Wege leiten. **Spezialisten**, so hart es klingen mag, waren oft wichtiger als Allgemeinbildung. Viele Erfinde waren nicht nur profitsüchtiger Menschen, sondern auch sozialdenkende Menschen, wünschten auch den Segen für die Allgemeinheit. im späten 19. Jh. die DIESEL; RÖNTGEN, die großen Ärzte. Ohne eine materielle Grundlage läßt sich eine Erfindung nicht ausbauen. Und Produkte brauchen Kunden.

Zunächst waren die Begründer der Industrien der klassischen Industriellen Revolution **Techniker und Ingenieure**, "able entrepreneurs" (L. TODD 1965, S. 3), ohne vorangehende wissenschaftliche Ausbildung. Allerdings hatte WATT Beziehungen zu dem Chemiker BLACK unterhalten und hatte bei der Entstehung chemischer Betriebe die Chemie ein entscheidendes Wörtlein mitzureden. Jedoch im 19. Jh. und namentlich in dessen zweiter Hälfte lieferten die **Naturwissenschaften** bedeutsame **Innovationen**, gingen also von Wissenschaftlern getätigte Entdeckungen und Erfindungen der industriellen Verwirklichung voran. Zunächsr als Wissenschaftler wirkende Männer wie WERNER VON SIEMENS oder ABBE wurden selbst Industrielle, während andere ihre Erfindungen der Industrie übergaben. Bei manchen erfolgreichen Erfindern wie EDISON gilt aber immer noch die Bezeichnung als 'able entreprenuers' und sie bauten auf relativ einfachen Vorstellungen etwa von der Elektrizität auf. Aber auf zahlreiche wissenschaftliche Grundlagen gingen die Chemie-Industrie und die Industrien der Elektrotechnik, Kältetechnik und andere doch zurück. Erinnert sei nur an die von FARADAY geschaffenen Grundlagen in der weiten Anwendung der Elektrizität. Die Neuerungen vor allem der zweiten Hälfte des 19. Jh. waren so völlig neu, übertrafen so sehr

alle früheren Erfindungen, daß von einer **"Zweiten" Industriellen Revolution/'second industrial revolution'** (L. TODD 1965, S. 3) zu sprechen ist, im Unterscheid zur 'first indusrial revolution'. Manche Historiker unterscheiden weitere Phasen und Etappen in der weitergehenden Industriellen Revolution. In vielem war im 19. Jh. nicht mehr Großbritannien an der Spitze, sondern oft Deutschland, auch Frankreich. Nur schrittweise wurde in Deutschland beseitigt, was der liberalen Wirtschaft im Wege stand. Es wurden etwa die Privilegien der Zünfte in einer Handelsstadt wie Hamburg erst 1865 beseitigt (R. J. EVANS 1996).

**Veränderungen in der Einwohnerzahl der Länder der Industriellen Revolution und anderer**

Die **Einwohnerzahl** der europäischen Hauptländer betrug um 1789 in Frankreich etwa 25 Millionen, in der Habsburger Monarchie etwa 19 Mill., in Preußen mit dem eroberten Schlesien etwas unter 6 Millionen, in Rußland mit dem eingenommenen Baltikum 36 Millionen, wobei hier um 1722 die Bevölkerung nur etwa 14 Millionen betragen hatte. Die Einwohnerzahl wuchs vielerorts. Warum eigentlich?

## 'Schöngeister' sind entsetzt und fügen sich endlich doch

Wer in den Zeiten vor der Französischen Revolution Vermögen besaß, der konnte wie der junge GOETHE (R. SAFRANSKY 1915) in Kunst und Kultur leben, sich bei der Göttern des Altertums wohlfühlen, oder wie andere in 'Sturm und Drang'. 'Werthers Leiden' waren nicht die auffallenden Leiden der Arbeitenden. Die Mühen der Lebensmittelproduktion oder in den Bergwerken oder in der Kleinproduktion wurden von Leuten wie Werther gern übersehen. Dabei sollen gern die kulturellen Leistungen der klassischen Zeiten anerkannt werden, denn ohne sie, auch ohne 'Iphigenie' und 'Tasso', wäre auch die moderne Gesellschaft ärmer. Aber als ab November 1775 der im Ankunftsjahr 26-jährige GOETHE nun in Weimar wirkte, wurde zuerst mit dem jungen Herzog KARL AUGUST durch Streifzüge im Lande viel Unfug getrieben und wurden die herzoglichen Jagdrechte nicht angetastet. Urpflanze und Farben hatten auch nichts mit sozialen Fragen zu tun und die Französiche Revolution glaubte man mit GOETHEs Dramen vom 'Bürgergeneral' oder den 'Aufgeregten' spöttisch abzutun. Eher mit Schmerzen hat sich der alternden GOETHE der Erkenntnis des Neuen, dem schon viel auf 'Amerika' Bezogenem zugewandt mit dem kaum noch gelesenen Roman von 'Wilhelm Meisters Wanderjahren'. Daß all die Veränderungen auch Unrecht brachten erlebt dann der alte 'Faust' bei seiner Neulandgewinnung, welche Altsiedler ersatzlos vertreibt. Kam nun, und besonders im 20. Jh,, das 'freie Volk auf freiem Grund'?

## Die einzelnen Branchen in der Industriellen Revolution

## Textil-Industrie

Um die für die Kleidung notwendige Menge an Fasern zu erzeugen, mußte Spinnen einst eine Nebenbeschäftigung vieler Menschen sein. "Einer spinnt immer" und möglichst das Spinnen vieler und nicht nur von "einem" war bittere Notwendigkeit. Spindel und Spinnrad waren Alltag und so auch Sujet für Märchen und Oper. Die Frauen trafen sich vielerorts Abend für Abend in der "Spinnstube". Wurden die Spinnerinnen älter, hieß es, nahm ihr Geschick zum Spinnen zu. Für 1 Weber waren einst 3 bis 5 spinnende Menschen nötig (CHR. DIPPER 1991). Mit Webmaschinen stieg die Zahl der Spinner, die einen Weber zur vollen Auslastung versorgen konnten.

Die **Hauptfasern**, zunächst **Schaf-Wolle**, auch **Seide**, **Leinenfasern**, dann auch **Baumwolle** haben unterschiedliche Eigenschaften und auch Schafwolle ist nicht gleich Schafwolle und unterscheidet sich in der Qualität. Schon lange war qualitativ gute Schafwolle, so die der **Merinoschafe**, begehrt. Neben der Baumwolle blieb weiterhin auch die **Seide vom Seidenspinner** für viele Regionen wichtig, auch noch im 20. Jh., etwa in Italien.

Im 18. Jh. wurden zunehmend **Textilmaschinen** eingeführt und diese gelten als Schrittmacher der "Industriellen Revolution". Das **Weben** wurden beschleunigt durch die von dem englischen Tuchmacher JOHN KAY 1733 getätigte Erfindung des **Schnellschützen** (fly shuttle), womit die Fäden auf dem Webstuhl nun rasch von einer Seite zur anderen geworfen wurden. Die Produktion von Kleidung aus Wolle in England vervierfachte sich alsbald. KAY konnte jedoch sein finanziellen Rechte trotz Patent nicht durchsetzen, 1753 überfielen um ihre Arbeit als Hausweber bangende Textilarbeiter sein Haus (Wikipedia 2017) und KAY starb um 1780 unbekannt in Frankreich, möglicherweise 1764. KAYs Sohn erfand 1760 den Einsatz mehrerer Schnellschützen nacheinander und auch für Fäden mit unterschielicher Farbe (W. WEBER 1978, S. 167). VAUCANSON in Frankreich erfand 1745 einen der ersten mechanischen Webstühle. Die neuen Möglichkeiten des Webens konnten jedoch nur zur Produktionssteigerung genutzt werden, wenn mehr Garn, also Fäden, geliefert wurde.

Den größeren "**Garnhunger**" befriedigten schließlich **Spinnmaschinen**, mit mehreren und schließlich zahlreichen Spindeln, angetrieben zunächst von Hand in der Stube der Spinner, dann auch von Pferden, dann von Wasserkraft. Dampfkraft gab es später. Zunächst konnten auf solchen Maschinen allerdings nur Baumwollfäden versponnen werden, und für die anderen Faserarten folgten geeignete Maschinen später. JAMES HARGREAVES konstruierte um 1764 die handbetriebene, zahl-

reiche Spindeln betreibende Spinnmaschine "Jenny". Die Spinnmaschine des ehemaligen Perückenmachers RICHARD ARKWRIGHT wurde 1769 patentiert und lieferte ein festeres Baumwollgarn. ARKWRIGHT, später "Sir", wurde führender Textilindustrieller, mit Werken zuerst in Nottingham und Cromford, mit Maschinenarbeit vom Legen der Rohfäden (carding) bis zum Verspinnen, der eigentliche Begründer der Textilindustrie. Die technischen Elemente verschiedener Spinnmaschinen vereinte SAMUEL CROMPTON in seiner "Mule"-Maschine nach 1774. Er hatte wenig von seiner Erfindung. Um 1812 liefen in Großbritannien seine Spindeln, etwa 4.600.000 an Zahl, in wenigstens 360 Fabriken. Vervollkommnete **Webstühle** konstruierte 1785 und 1792 EDMUND CARTWRIGHT, ehemals Geistlicher und 1785 Gründer einer Web- und Spinnfabrik in Doncaster (Yorkshire). Die eleganteste Webmaschine, auf der mit Hilfe von Lochkarten Muster gewetb werden konnte, wurde in Frankreich nach 1790 entwickelt durch den aus der Weberstadt Lyon stammenden JOSEPH-MARIE JACQUARD. Der Webstuhl wurde 1806 als öffentliches Eigentum erklärt und JACQUARD erhielt eine Pension. Auch das war eine Möglichkeit Erfinder anzuregen und entschädigen. Weben und Spinnen hatten sich wechselseitig aufgeschaukelt.

Durch die Mechanisierung des Spinnens wurde zwischen den Jahren um 1750 und 1830 die Produktivität beim Spinnen um etwa den Faktor 300 bis 400 erhöht (P. KENNEDY 2000). Gerade gegen die Textilmaschinen erhob sich der Sturm von Geschädigten. In England drangen Spinner in das Haus von HARGREAVES und zerstörten "Jennies". Die Weber von Lyon zerstörten JACQUARD-Maschinen und bedrohten den Erfinder. Viel verwendete Textil-Faser auch in Europa wurde die schon eingehend ehandelte **Baumwolle** (cotton, Gossypium) (D. S. LANDES 2002), eingeführt auch gegen den Widerstand von Produzenten einheimischer Fasern.

## Metallurgie und Metallverarbeitung - Gußeisen auch aus dem Kokshochofen und Stahlherstellung

Jede Metallurgie und gerade auch die Eisen-Metallurgie bedurften stets vieler Erfahrung und wer mit ihr zu tun hatte, bemühte sich von den Erfahrungen anderer zu lernen. Da ging es um: die geeigneten Erze, die Flußmittel, die Konstruktion und das Material der Hochöfen, das Gebläse (A. T. VON GERSDORFF in E,-H. LEMPER 1974, S. 79). Roheisen- und Stahl-Herstellung sind die **primäre** Eisenindustrie.

Holzmangel und damit fehlende Holzkohle bedrohte in Großbritannien und auch anderswo die Steigerung der **Eisen**erzeugung. DUD DUDLEY, der 1599 geborene

Sohn eines Eisenmeisters und später der Intendant dieser Eisenwerke in Pensnet in Worcestershire erhielt 1621 ein Patent für das Erschmelzen von Roheisen (pig iron) mit **Steinkohlenkoks** anstatt mit Holzkohle. 1665 beschrieb er das in der Schrift "Metallum Martis, or Iron made with Pit-Coale, Sea-Coale & ..." Der erste Durchbruch für die Eisenerz-Verhüttung mit Steinkohlenkoks kam ab 1709 in Coalbrookdale im Severn-Tal (Severn Gorge) in Südwest-England in den Werken der Familie DARBY. Die DARBYs waren Quäker und trugen in mehreren Generationen den Vornamen ABRAHAM. Zur Kokserzeugung wird die Kohle unter Luftabschluß erhitzt, wobei brennbare Gase entweichen und vor allem Kohlenstoff eben als "Koks" übrigbleibt. Die Verwertung des Eisens aus dem Kokshochofen war aber beschränkt, weil es im Frischerfeuer nicht zu Stahl umgewandelt werden konnte und dafür noch Eisen aus Holzkohlehochöfen eingesetzt werden mußte, bis dann im Puddleverfahren (s. u.) auch Koksofeneisen zu Stahl umgesetzt werden konnte. Erst damit konnte Großbritannien sich lösen von der Einfuhr von Holzkohle-Roheisen aus den holzreichen Ländern Schweden und Rußland (. Für das steinkohlenreiche Großbritannien war nunmehr die Perspektive gegeben, zukünftig alles Eisen im eigenen Lande zu erzeugen (W. WEBER 1978, S. 168). DARBY als Erfinder kam noch zu einem zweiten Erfolg: zum Gießen. von Gußeisen in Sand/**Sandguß-Verfahren**, und Sand war billiger als der bisher allein für Gußformen benutztem Lehm (W. WEBER 1978, S. 168).

Manche nennen das Severn-Tal die "Wiege" (cradle) der "Industriellen Revolution".

Das meiste benutzte Eisen blieb zunächst das **Gußeisen**. Es war geeignet für Gegenstände, die keiner zu großen Belastung ausgesetzt wurden. Mit Gußeisen war keine Maschinentechnologie mit stark beweglichen Teilen möglich. Da sich nun Gußeisen mit Steinkohlenkoks herstellen ließ, folgte in der Eisenverwertung ein "**gußeisernes Zeitalter**", man also versuchte, viele aus Eisen herzustellende Dinge aus Gußeisen zu erzeugen. Im Severntal wurden ab 1720 Zylinder für Dampfmaschinen hergestellt, ab 1729 Eisenräder für eine Kohlebahn, ab 1767 Eisenschienen gegossen. Als "eisen-besessen" ("iron-mad") galt der Unternehmer JOHN WILKINSON (A. HART-DAVIS 2001), der etwa eine Kapelle mit Fensterrahmen aus Eisen errichten ließ, schon im Leben einen selbstentworfenen Gußeisensarg für sich bereitstellte, aber vor allem ein erstes **Boot aus Eisen** erbaute. In Ironbridge im Severntal unweit von Coalbrookdale wurde über den Fluß 1779 die denkmalgeschützt noch erhaltene erste **gußeiserne Brücke** der Welt errichtet, für die auch WILKINSON viele Bauteile lieferte.

Daß im Wörlitzer Park bei Dessau diese Eisenbrücke verkleinert nachgebaut wurde zeugt von dem Eindruck, den sie hervorrief.



Abbildung 1337: Ironbridge.



Abbildung 1338: Auch Gußeisenbrücke: Wörlitz.

Koks zur Eisenschmelze in größerem Maßstab benutzte dann JOHN ROEBUCK in seinem großen Eisenwerke in Carron in Schottland.

Einen gießbaren Stahl, freier von Verunreinigungen als vorangegangener Stahl und wegen seiner Härte geeignet für Uhrfedern und Messer erfand BENJAMIN HUNTSMAN. Um 1740 eröffnete er, der seine Erfindung des **Tiegelgußstahl**s mit Geheimnis umgab, ein Werk in Sheffield, dem Zentrum der Messerherstellung in England. Für die Stahl-Herstellung wurde Koks namentlich nach dem 1783 patentierten "**Puddle"-Verfahren** von HENRY CORT, später ruinierter Besitzer von Eisenwerken bei Plymouth, verwendet, indem Roheisen in einer Wanne in einem Ofen erhitzt und umgerührt, "to puddle", wurde, wobei zur Bindung eines großen Teiles des Kohlenstoffs oxidierende Luft darübergeleitet wurde. Erhalten wurde ein teigiger Schweißstahl (D. JANKE 1981). Mit dem Puddle-Verfahren konnte Holzkohle- wie **Koksofen-Eisen** in Stahl verwandelt werden, konnten also nun beide Verfahren für Stahl bestehen (R. FREMDLING 1983, S. 202). Auf den Markt zur Weiterverarbeitung kam vor allem **Stabeisen**, also Eisen in Stabform. Das "Zeitalter des Gußeisens" konnte erst allmählich durch mehr Stahl abgelöst werden und die große Zeit des Stahls kam nach 1855.

Wenn **England** ökonomisch günstig in der Eisen-Industrie dastand, lag die Ursache auch in dem großen **Standortvorteil** des **benachbarten** Vorkommens von **Steinkohle und Eisenerz** (a. R. FREMDLING 1983). Großbritanniens größte Eisenwerke erstanden im 19. Jh. in Wales, durch JOHN GUEST (A. V. JOHN 2004), der sein Kapital aus Sklavenhandel und der Ausbeutung Indiens erhalten habe (B. NASSON 2007).

**Messing,** die Legierung von Kupfer und Zink, war nicht unbekannt, aber wurde in England vor allem ab 17. Jh. erzeugt. Teilweise mit den DARBYs ging die ebenfalls in der Metallurgie unternehmerisch wirkende Qäker-Familie CHAMPION (J. DAY 2004) vor, wobei nach der Messing-Herstellung von ABRAHAM DARBY 1702 namentlich NEHEMIAH CHAMPION und sein Sohn WILLIAM die **Zink**- und die mit Zink und Kupfer als zu legierende Materialien verbundene **Messing-Herstellung,** patentiert **1723,** auf eine industrielle Grundlage stellten, in Bristol und Warmley. Zink war vorher nicht als eigenes Metall gesehen worden, sondern als ein 'Stein' der eben Kupfer in Messing verwandelte.

In **Deutschland** wurde am 1. September **1796 in Gleiwitz der erste koksbetriebene Hochofen**, also für Roheisenerzeugung, angeblasen, in einem Staatsbetrieb. Ökonomisch war das aufgesetzt, denn in Oberschlesien gab es noch viel Holzkohlen-Industrie, aber zum Gewinnen von Erfahrung war der Kokshochofen schon gut.. Mit dem Sinken des Bedarfs an Holzkohle verloren die Wälder an Wert (R. FREMDLING 1982, In **Sachsen** ging zuerst 1840 im Plauenschen Grund bei

Dresden ein Kokshochofen in Betrieb.

Mehr Eisen und Stahl brachte mehr Eisen in Maschinen, und eiserne Mechanismen ermöglichten höheren Druck, größere Kraftübertragung, mehr Schnelligkeit, mehr Präzision (J. RADKAU 1989).

Für Meßgeräte hatte man schon im 17. Jh. gelernt Präzisionsgewinde herzustellen und Millimeterarbeit zu leisten (D. S. LANDES 2002).

## Energie: Energie-, Kraft-Maschinen

## Herkömmliche, regenerative Energie - besonders Wasserkraft

Die vorherrschende Energie war neben der Muskelkraft von Tier und Mensch noch lange die des fließenden Wassers, weniger auch die Windmühle. In den Niederlanden überwogen im 17. Jh. die **Windmühlen**.

Für den Vorabend der Industriellen Revolution wird in Frankreich mit etwa 60.000, für ganz Europa mit annähernd 500.000 - 600.000 **Wassermühlen** gerechnet (F. BRAUDEL 1985, S. 385). Mit Wasserrädern wurden zunächst und noch länger die Maschinen der Industriellen Revolution betrieben. An manchen Wasserläufen gab es Mühle an Mühle, Hammerwerk an Hammerwerk (J. RADKAU 1989, 2002). Gewerbe wurden viel auf dem Lande, eben an Wasserläufen, angelegt. Im Unterschied zur Dampfmaschinen konnten Wasserräder auch für den Kleinbetrieb geschaffen werden.

Die zweckmäßigste Gestaltung der **Wasserräder** suchte experimentell mit Kleinwasserrädern der Ingenieur JOHN SMEATON zu ermitteln, veröffentlicht 1759. Durch seine dadurch gewonnenen Befunde zur Konstruktionsverbesserungen ließ sich die Wirkung von Wasserrädern erhöhen. SMEATON benutzte 1776 ein **gußeisernes** Wasserrad, 1778 auch eine gußeiserne Übersetzung, womit Holz für Wasserräder ersetzbar wurde. Für das Wasserwerk an der London Bridge baute er ein unterschlächtiges Wasserrad von 9,75 m Durchmesser und 4, 6 m Breite. In Frankreich standen noch 1848 22500 Wassermühlen, darunter 17300 zum Kornmahlen, 5200 Dampfmaschinen gegenüber (H. THOMAS 1984).

Um 1789 gab es in Europa als **Zugtiere** 14 Mill. Pferde und 24 Mill. Ochsen. Tierantrieb im Laufrad wurde bis in Kleinstanlagen betrieben, bis zu Hunde-, ja Mäusetreträdern (J. RADKAU 1989).

## Dampfmaschinen

Dampfmaschinen wurden lange nur recht vereinzelt eingesetzt, waren also in der Industriellen Revolution zunächst keineswegs so entscheidend, wie man annehmen könnte, wenn gerade in ihnen fast so etwas wie ein Symbol der Industriellen Revolution gesehen wird. Für die **Dampfnutzung** setzte sich abgesehen bei SAVERY die **Kolben-Maschine** durch, bei der in einem Zylinder ein Kolben auf- und abbewegt wird. Urform ist der durch eine Luftpumpe ausgepumpte Zylinder mit beweglichem Kolben bei GUERICKE, ein Apparat, bei dem der Luftdruck ("atmosphärische Druck") den Kolben niederdrückte, wenn der Raum unter ihm ausreichend luftverdünnt war. Um eine arbeitsfähige Kolbenmaschine zu erhalten, mußte nach jedem Arbeisthub, jedem Niederdrücken des Kolbens, dieser wieder nach oben gedrückt werden. CHRISTIAAN HUYGENS versuchte den Kolben einer solchen Maschine mittels Schießpulver nach oben zu treiben, konstruierte eine **Schießpulvermaschine** zum Antrieb der Wasserspiele in Parkanlagen des französischen Königs LOUIS XIV. Eine Schießpulverexplosion unter dem Kolben trieb diesen im Zylinder nach oben. Mit der Abkühlung und Verdichtung des Pulverdampfs entstand unter dem Kolben Unterdruck. Der Luftdruck drückte den Kolben wieder abwärts. Eine erneute Explosion hatte den Kolben wieder nach oben zu treiben. Aufwärtsbewegen und luftdruckbedingtes Niederdrücken sollten sich immerfort wiederholen. Längeres Funktionieren einer solchen Maschine wurde nicht erreicht. Im Prinzip gleichartig war sowohl die Dampfmaschine, bei der statt einer Schießpulverexplosion Wasserdampf den Kolben nach oben drückte, und der Explosionsmotor des späten 19. Jh. Bei dem Explosionmotor wurde statt des Schießpulvers oder des Wasserdampfs das nach jedem Kolbenhub eingesaugte Benzin-Luft-Gemisch als handhabbarer Explosivstoff genutzt, weshalb dieser Motor funktionierte. Auch gab es im späten 19. Jh. festeres Material als HUYGENS hatte.

Zum Prototyp der "**atmosphärischen Dampfmaschine**", in der statt Schießpulver erhitzter Wasserdampf den Kolben nach oben drückt und nach dessen Abkühlung und Kondensation unter dem Kolben der Luftdruck den Kolben niederwärts preßt, kam DENIS PAPIN (F. KLEMM 1989). Geboren 1647 nahe Blois an der Loire, studierte PAPIN Medizin, war in Paris Assistent bei HUYGENS, wirkte 1672/73 an dessen Schießpulvermaschine mit.

Nachdem PAPIN 1675 zu BOYLE nach London gegangen war, erfand er hier 1679 den "Drucktopf", den "Digestor", samt Sicherheitsventil, ein Gefäß mit festem Deckel und bei dem wegen des dadurch erreichten höheren Druck das Kochen mit weniger Brennstoff möglich war. Der hier beobachtete Dampfdruck habe PAPIN zur Dampfmaschine angeregt, wozu seine bei HUYGENS erworbene Kenntnis der



Abbildung 1339: PAPIN. Blois.

Schießpulvermaschine trat. PAPIN war dann reichlich zwei Jahre in Venedig, nochmals in London, folgte danach einer Einladung des Landgrafen von Hessen-Kassel, zumal er als Hugenotte nach 1685 nicht nach Frankreich zurückkehren konnte. Er wurde 1688 Professor der Mathematik in Marburg.

Der ersten atmosphärischen Versuchs-Dampfmaschine von 1690 folgte 1693 eine verbesserte, 1706 eine Hochdruck-Dampfpumpe. Mit einem Boot mit handbetriebenen Schaufelrad wollte er mit Familie 1707 die Weser hinabfahren, um wieder nach England zu übersiedeln. Schiffer auf der Weser sahen ihr Schiffahrtsprivileg verletzt und zerstören PAPINs Boot. Während seine Familie nach Kassel zurückkehrte, fuhr PAPIN nach England. Sein letztes Zeugnis ist ein Brief vom 23. Januar 1712 an den Sekretär der Royal Society, Sir HANS SLOANE.

Ein Zwischenspiel in der Dampfkraftnutzung war des Militäringenieurs THOMAS SAVERY Maschine "The Miner's Friend", die ohne bewegliche Teile auskam, patentiert 1698. Wasserdampf verdrängte Wasser aus einem Gefäß, dessen Rückfluß durch ein Ventil verhindert wurde. Der Wasserdampf kondensierte dann. Durch Öffnen eines anderen Ventils wurde Wasser in den Kolben von unten nachgesaugt. Hier nunmehr durch Schließen des Ventils festgehalten, wurde dieses Wasser durch neu eingelassenen Dampf ebenfalls verdrängt. Der Vorgang wurde immer wiederholt.

Die Dampfmaschine war vor der Industriellen Revolution erfunden, wurde durch




Abbildung 1340: PAPIN. Paris.

die Industrielle Revolution eingebürgert (F. BRAUDEL 1985).

Die ersten **Dampfmaschinen**, die **in größerer Zahl** eingesetzt wurden, waren die seit 1705 von THOMAS NEWCOMEN konstruierten. NEWCOMEN, Eisenhändler in Dartmouth in Devon, von dem nicht einmal ein Porträt exisitert, befaßte sich mit der Dampfkraftnutzung angesichts der hohen Kosten für die **Wasserhaltung** durch Pferde in den **Zinn-Minen** Cornwalls. In NEWCOMENs Maschinen wurde von unten aus einem geheizten Kessel Wasserdampf in den Zylinder eingelassen und diesem ein Kolben hochgedrückt. In den mit Wasserdampf gesättigten Zylinder wurde dann, also unterhalb des oben befindlichen Kolbens, durch Öffnen eines handbetriebenen Hahnes kaltes Wasser eingespritzt. Der Wasserdampf im Zylinder kondensierte sofort, verdichtete sich auf etwa 1/600 des Dampfvolumens. Der Kolben sauste durch den Luftdruck herab. Eine an ihm befestigte Stange, der "Balancier", mit einer Pumpe verbunden, wurde dadurch gehoben und die Pumpe wurde wirksam. Eine einzige der Dampfmaschinen benötigte aber, wie es spöttisch hieß, ein Bergwerk von Eisenerz zur Herstellung und eine Kohlengrube zum Betrieb. Da SAVERY weitausgreifende Patente hielt, mußte sich NEWCOMEN mit ihm einigen. NEWCOMENsche Dampfmaschinen wurden namentlich zum Wasserheben im Bergbau und beim Entwässern von Land etwa in den Niederlanden benutzt. Erste Maschinen für den Bergbau richtete NEWCOMEN 1711/1712 bei Dudley Castle (Staffordshire) ein. Ab 1720 waren NEWCOMENs Maschinen verbreitet in den Zinn-Bergwerken von Cornwall. Bei Coventry ersetzte

eine solche Maschine 1722 in einem Kohlebergwerk 50 Pferde zum Wasserheben und senkte die Kosten auf 1/6. Wenn Kohle mit Hilfe der energieaufwendigen Dampfmaschine hervorholt wurde, dann damals vor allem für Kohle zur Heizung, um das knapper werdende Holz als Brennstoff zu ersetzen, also die kohleverbrauchende Maschine für Kohleheizung anderswo (E. R. NESWALD 2006).

Auf dem europäischen Festland ließ die Wiener Hofkammer JOSEPH EMANUEL VON ERLACH mit Hilfe des englischen Ingenieurs ISAAK POTTER 1721 durch eine solche "Feuermaschine" einen wegen Wassereinbruch aufgegeben Schacht bei Schemnitz (Banska Stiavnica) in der heutigen Slowakei wieder in Betrieb nehmen. Etwa für den Landgrafen in Kassel in Hessen wurde eine solche Maschine für die Springbrunnen gebaut (F. HENDRICHS 1955). Zunächst waren manche der eingesetzten Dampfmaschinen keine Notwendigkeit, waren sogar unökonomisch, eher Ausdruck der Hinwendung zum Neuen (J. RADKAU 1989). Um mittels Dampfmaschinen Räder drehen zu lassen, also Rotationsbewegung zu erhalten, wurde mit NEWCOMENschen Feuermaschinen Wasser in ein höher gelegenes Becken gehoben und dann das Wasser aus dem Becken abgelassen, um auf diesem Wege Wasserräder anzutreiben. DARBY ließ 1732 - 1734 auf diese Weise in seiner Eisengießerei 10 Wasserräder antreiben. Als Antrieb für ein Schiff versuchte eine NEWCOMENsche Dampfmaschine 1736 HULL zu verwenden.

Der schon genannte SMEATON, der mit kleinen Dampfmaschinen-Modellen experimentierte konnte dadurch Abmessung und Ausführung der Einzelteile verbessern. Aber die NEWCOMEN-Maschinen hatten schließlich das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit erreicht. Mit WATT kamen neue, anders konstruierte, leistungsfähigere Dampfmaschinen. Noch lange gab es jedoch auch neben den von WATT verbesserten wesentlich rentableren Dampfmaschinen NEWCOMENsche Feuermaschinen.

Weniger brennstoffaufwendig waren die Dampfmaschinen von JAMES WATT, und nun erst konnte an die Verwendung von Dampfmaschinen in anderen Bereichen als zur Wasserhebung und eventuell zum Schiffsantrieb gedacht werden. WATT (F. KLEMM 19) wurde geboren am 19. Januar 1736 als 4. Kind eines Schiffszimmermannes in dem nordwestlich von Glasgow wie dieses auch am Flusse Clyde gelegenen Greenock. Der Knabe zeigte sich früh mathematisch interessiert. Er lernte ab 1754 bei einem Instrumentenmacher in Glasgow, 1755 bei einem Feinmechaniker in London. Ohne Abschluß wurde er Universitätsmechaniker in Glasgow. Hier konnte er Kontakt zu dem führenden Physiker und Chemiker J. BLACK herstellen. WATT hatte ein Modell einer NEWCOMEN-Maschine zu reparieren und befaßte sich mit diesem eingehend im Winter 1763 / 1764. Dabei fielen ihm entscheidende Neuerungen ein. Nicht im Zylinder sollte der Wasserdampf kondensiert werden, sondern er sollte zum Abkühlen und damit Kondensieren aus dem Zylin-

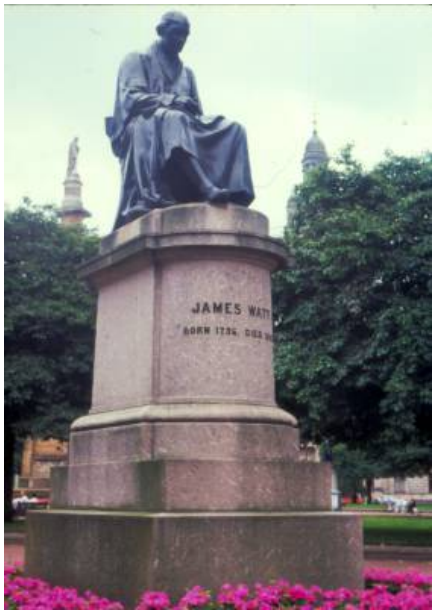


Abbildung 1341: WATT. Glasgow.

der durch Öffnen eines Hahnes herausgeleitet werden in ein kühles Extragefäß, den Kondenser. Der Zylinder blieb dabei heiß und Wärme wurde gespart.

Zur Konstruktion seiner neuen Dampfmaschine verband sich der mittellose WATT mit dem Chemie-Unternehmer JOHN ROEBUCK, bei dem 1769 die erste praktisch verwertete WATTsche Dampfmaschine gebaut wurde. Als dessen finanziellen Mittel erschöpft waren und er bankrott ging, arbeitete WATT seit 1766 als Landvermesser und legte Kanalrouten in Schottland fest. Dann verband er sich mit dem an seiner Dampfmaschine interessierten Metallwarenhersteller MATTHEW BOULTON und 1775 entstand die Firma BOULTON & WATT in Soho bei Birmingham. In diese Firma trat 1777 auch WILLIAM MURDOCK ein. In dieser Partnerschaft wurden zwischen 1775 und 1800 unter Zulieferung von Teilen zuerst auch anderer Firmen etwa 500 Dampfmaschinen hergestellt. Die Herstellung präziser Maschinenteile war schwierig. Eine große Erleichterung für die Herstellung der Zylinder brachte die von dem "great Staffordshire ironmaster" JOHN WILKINSON konstruierte Bohrmaschine. Er hatte eine Dampfmaschine für Blasebalg-Antrieb benötigt, die 1776 gebaut wurde. WATT konstruierte, patentiert **1781**, Dampfmaschinen auch für **Drehbewegung**, für Rotation, **zum Treiben der "Räder der Industrie"**. Weil die Pleuelstange wegen eines anderweitig vergebenen Patentes nicht benutzt werden konnte, wandte WATT das für seine Dampfmaschine offensichtlich auf MURDOCK zurückgehende "Planetengetriebe" an, um die Hin- und Herbewegung des Kolbens der Dampfmaschi-



Abbildung 1342: WATT. Manchester.



Abbildung 1343: WATT. Birmingham.



Abbildung 1344: Maschinendenkmal Hettstedt.

ne in Drehbewegung umsetzen. BOULTON nutzte eine Dampfmaschine 1786 für Münzprägung. In der Textilindustrie verwendete eine Dampfmaschine zuerst Sir R. ARKWRIGHT in seiner Albion Mill für Baumwollverarbeitung am Südende der Blackfriars Bridge in London. Als die Maschine etwa 5 Jahre danach 1791 einem Feuer zum Opfer fiel, war ihr Nutzen für die Industrie offenkundig geworden. Bei WATTs **doppeltwirkender Dampfmaschine** von 1782 wurde jede Kolbenbewegung vom Dampf bewirkt. Der Luftdruck spielte keine Rolle mehr. Im Jahre 1788 folgte der Zentrifugalregler. WATT, dessen in einigen Fällen andere hindernde Patente 1800 erloschen, starb nach guten auch mit Reisen ausgefüllten Jahrzehnten am 25. August 1819.

**In Deutschland** wurde mit englischer Hilfe durch den Bergassessor CARL FRIEDRICH BÜCKLING 1785 eine in Preußen hergestellte Dampfmaschine für einen Schacht im Kupferschgieferbergbau in Burgörner bei Hettstedt im östlichen Harzvorland aufgestellt (O. JOHANNSEN 1953). 100 Jahre danach wurde 1885 zur Erinnerung daran auf einer Halde ein "Maschinendenkmal" errichtet, das 1985, zum 200. Jahrestag, erneuert wurde - Zeugnis für Technikfreundlichkeit in Deutschland. Der Zylinder dieser ersten Dampfmaschine in Deutschland steht nunmehr in den Grünanlagen der Stadt Löbejün nördlich Halle/S., wo die Dampfmaschine zuletzt im Einsatz war. Dampfmaschinen

WATTscher Art wurden ab 1794 in Gleiwitz durch AUGUST FRIEDRICH WILHELM HOLTZHAUSEN (F. KLEMM 1954) und in Westfalen von FRANZ DINNENDAHL errichtet. Eine erste Dampfmaschine in einer deutschen Fabrik gab es 1800 in der Berliner Kgl. Porzellanmanufaktur.

Noch lange teilte sich die Dampfmaschine das "industrielle Terrain" (D. S. LAN-



Abbildung 1345: Dampfmaschinenkessel, Löbejün.

DES 2002) mit der Wasserkraft, die etwa zum Getreidemahlen noch bis in die neue Zeit auch blieb. Die Dampfmaschinen lösten zwar Industriebetriebe von der Lage unmittelbar an fließendem Gewässer, aber Abhängigkeit bestand von der rentablen Zufuhr von einem Brennstoff, vor allem Kohle, und immerhin auch von Wasser für ihren Betrieb.

Dampfmaschinen waren mehr als etwa Mühlräder **von den Arbeit verrichtenden Teilen** einer Maschinerei **getrennt**, waren eigenständige **Energiemaschinen**, die eigenständige **Arbeitsmaschinen**, etwa Spinnapparaturen, antrieben, wenn auch zunächst Antrieb über die nur eine gewisse Entfernung überbrückende Transmissionsriemen, erst viel, später, nach 1881, durch die weitere Strecken leitbare Elektrizität. Da hatten sich zunächst die Gasmaschinen daziwschengesetzt.

In den USA entwickelte OLIVER EVANS **Hochdruckdampfmaschinen**.

## Anfänge der Chemie-Industrie

Chemische Indsutrie sollte unbedingt als Teil der Industriellen Revolution gesehen werden, auch wenn sich der Blick dabei auch mehr nach Frankreich richten muß (J. J. BEER 1980). Die Beteiligung von Wissenschaftlern an der Begründung chemischer Verfahren war gewiß größer als für Prozesse in der mechanischen Industrie.




Abbildung 1346: LEBLANC, Paris.

## Soda - Leblanc-Verfahren

Der Anfang chemischer industrieller Prozesse bestand in der Herstellung der wichtigen Grundchemikalie **Soda** (Na2CO3) aus mineralischen Stoffen. Soda wurde benötigt für die Seifen-Herstellung und, wie Pottasche, für die Glas-Erzeugung. Die Soda-Erzeugung aus der Asche von Meeres- oder Küstenpflanzen, wie bisher geschehen, reichte nicht mehr aus und war außerdem mühselig war. Nicht in den Einzelheiten bekannt wurde ein 1771 in England von JAMES KEIR (E. L. SCOTT 19) eingeführtes Verfahren der Soda-Erzeugung. Erfolgreich wurde das von NICOLAS LE BLANC mit finanzieller Hilfe des Herzogs PHILIPP VON ORLEANS entwickelte Verfahren, das gegen **1790** produktionsreif war. LE BLANC hatte Medizin studiert, war Chirurg beim Herzog von Orleans. Die erste Fabrik für das **Leblanc-**Soda-**Verfahren** wurde in La Franciade bei St. Denis erichtet (A. W. HOFMANN 1884).

Kochsalz, dessen hohe Besteuerung man dafür aufhob, wurde mit Schwefelsäure behandelt. Es entstand Na-Sulfat (Glaubersalz) und Salzsäure: 2NaCl + H2SO4 = Na2SO4 + 2HCl. Das Na-Sulfat ergab mit Kohle und Kalk erhitzt folgende Reaktionen:

Na2SO4 + 2C = Na2S + 2CO2.

Na2S + CaCO3 = Na2CO3 + CaS.

Beim Leblanc-Verfahren gehen **verschiedenste Reaktionen** vor sich, mußten Dämpfe sowie feste Stoffe gehandhabt werden. Gerade das Leblanc-Verfahren wurde auch von daher zu einem so wichtigen Pilot-Verfahren der chemischen Industrie. LEBLANC selbst verlor in der Revolution allerdings wegen der schließlichen Hinrichtung des damit vergeblich zu den Jakobinern übergetretenen Herzogs von Orleans seine finanziellen Hilfsquellen sowie die Fabrik, mußte das Verfahren veröffentlichen. Er hat aber dann noch weitere chemische und metallurgische Verfahren untersucht und war auch Deputierter in der l'Assemblée le'gislative. Wie es heißt verarmt starb LE BLANC 1806 durch eigene Hand.

In Großbritannien war die bis 1823 bestehende Salzsteuer wegen der deshalb hohen Kosten des Kochsalzes der Einführung des Verfahrens zunächst hinderlich (G. LUNGE 1907). Sowohl die entstehende Salzsäure wie das am Ende anfallende Calciumsulfid (CaS) waren zunächst lästige Abfallprodukte und das CaS blieb es noch lange. **Abfallprodukte** waren ein "Fluch der chemischen Industrie" und der in ihrer Nähe wohnenden Menschen, aber waren und blieben ebenso "ein machtvoller Anstoß zu weiterer Forschung" (D. S. LANDES 2002, S. 303), um sie sinnvoll zu verwerten.

In Deutschland wurde das Leblanc-Verfahren zuerst in Schönebeck/Elbe angewandt.

Das **andere Abfallprodukt des Leblanc-Verfahrens**, das den übelreichenden Schwefelswasserstoff abgebende Calciumsulfid, **CaS**, versuchte nach einem Patent von 1837 GOSSAGE auf Schwefel zu verwerten, konnte das jedoch nicht rentabel verwirklichen, erlitt finanzielle Verluste und es gelang erst 1883 und 1887 durch CARL FRIEDRICH CLAUS und ALEXANDER CHANCE (G. LUNGE 1907).

## Schwefelsäure - Verfahren in Bleikammern

Für die Sodaherstellung wurden große Mengen von **Schwefelsäure** benötigt, und sie war auch schon früher erzeugt worden. Schwefel zu Schwefeltrioxid/SO3 zu oxydieren war Salpeter zugegeben worden, bei dessen Zerfall Sauerstoff entstand, gemäß der späteren chemischen Gleichung , mit Salpetersäure: SO2 + 2HNO3 = H2SO4 + 2NO2 (u. a. Wikipedia 2014). Statt des Salpeters oder der Salpetersäure wurde dann das aus diesen entstehende nitrose Gas, Stickstoffdioxid NO2, in den Kammern für die Schwefelsäure-Erzeugung zugesetzt, das bei der Schwefel-Oxydation zu NO wurde. War Luft dabei wurde das NO wieder in NO2 umgesetzt und stand erneut zur Verfügung, war also ein sich nicht verbrauchender, aber die Reaktion in Gang haltender Katalysator, hier ein gasförmiger. Als Apparatur,

in welchen man den Prozeß ablaufen ließ, erfand der 1718 in Sheffield geborene JOHN ROEBUCK (SCHOFIELD 1967) in Birmingham **1746** mit Blei ausgeschlagene Apparaturen, **Bleikammern**. Blei war das einzige damals verfügbare Metall, daß den Substanzen standhielt. Ein größeres solches 'Vitriol'-Werk mit dem **Bleikammer-Verfahren** errichtete ROEBUCK 1749 an einem geeigneteren Standort, in Prestonpans in Schottland. Vergeblich hatte ROEBUCK die Verwendung von Bleikammern geheim zu halten versucht, durch eine hohe Mauer um das Werk in Schottland und das Einschwören der Belegschaft auf Geheimhaltung. Das Verfahren kam auch nach Frankreich. ROEBUCK ging bankrott und mußte verkaufen, starb 1794. Verbessert im 19. Jh. durch weitere Apparaturen, den Glover- und dann den Gay-Lussac-Tutm, war das Bleikammer-Verfahren das noch lange verwendete Verfahren der Schwefelsäure-Herstellung. Die Konzentration der Schwefelsäure konnte von 63-70% auf 80% erhöht werden, durch Eindampfen in Glas- oder Platin-Retorten auf 96% (Wikipedia 2014), bis dann am Ende des 19. Jh. noch höhere Konzentration gefordert war.

**Von der aufwendigen Rasenbleiche zum Bleichen mit Chlor und Chlorprodukten,**

**Leinengewebe** oder auch Fasern mußten **auf Wiesen** in einem 4 bis 6 Monate dauerndem Verfahren gebleicht werden, der **"Rasenbleiche".** . Wie es der Zeitungswissenschaftler KARL BÜCHER aus einer Jugend noch im 19. Jh. im Taunus beschrieb (1919, S. 34): "Das rohe Gewebe wurde auf einer Wiese gebleicht und an den Enden mit kleinen Holzpflöcken am Boden befestigt. Jeden Tag mußte es mehrmals mit Wasser begossen werden, bis er gebleicht war und zu Hemden oder Bett- und Handtüchern verarbeitet werden konnte." Zur Rasenbleiche mußten die zu bleichenden Gewebe mehrfach in Pottasche abgekocht und in Buttermilch aufgeweicht werden, war auf der Wiese dem Sonnenlicht ausgesetzt und wurde mit 'weichem' Wasser aus der Gießkanne besprengt (W, WEBER 1978, S 168). Nur Standorte mit dem geeigneten Wasser waren geeignet. Schon im 16. Jh. benötigte die Ulmer Bleiche 35 ha, in St. Gallen waren 50 ha Bleichfläche nötig, in Augsburg 40 ha. In Böhmen verbrauchten in der 2. Hälfte des 18. Jh. 120 Garnbleichen 125 Tonnen an Pottasche. Pottasche, die zu weniger als 1 Gewichtsprozent in dem zu Asche verbrannten Buchenolz enthalten ist (W. WEBER 1978, S. 168). Auf Gemälden in Museen im Vogtland sieht man die Sommerlandschaft mit den weiß überdeckten, an Schnee erinnerenden Wiesen. Gebleicht werden mußte auch das Fasermaterial für Papier (K G A PANKHURST 1965).

Es mußte also **für die Herstellung von Leinengewebe eine Erlösung** sein, als eine schnellere Möglichkeit des Bleichens gefunden wurde und nur so konnte eine Leinen-Textilindustrie entstehen. Auch das ist ein hervorragemdes Beispiel dafür, mit welcher Mühe die Menschen vor der Industriellen Revolution und auch der sie

begleitenden Wissenschaft sich für die Güter es täglichen Bedarfs abmühen mußten. Die Salzsäure lieferte die Möglichkeit, die große Flächen benötigende und aufwendige **Rasenbleiche** durch **Schnellbleiche** zu ersetzen. Der französische Chemiker BERTHOLLET (M. CROSLAND 1973 b) fand **1787** die viel raschere Bleichwirkung des allerdings gesundheitsgefährlichen gasförmigen grünlichen ätzenden **Chlor** und einiger seiner Verbindungen. SCHEELE hatte 1774 die Herstellung von Chlor mittels Salzsäure und Braunstein gefunden. Die Salzsäure für das Chlor lieferte bei BERTHOLLET die beim Leblanc-Verfahren anfallende Salzsäure, deren weiße Schwaden die Umgebung von Sodafabriken in Mitleidenschaft zog. Zum Bleichen wurde zuerst Chlor gelöst in Wasser verwendet. Dann wurde 1792 das Chlor in eine Lösung von Pottasche, K2CO3 geleitet und es entstand eine nach einem Ort bei Paris "eau de Javelle" genannte Lösung. Später sie als Hypochlorit erkannt. CHARLES TENNANT, Gründer einer chemischen Industrie in Großbritannien, nahm 1798 ein Patent über die Herstellung einer Bleichlösung durch Einleiten von Chlor in ein Gemisch von Kalk und Wasser, 1799 ein Patent für das Überleiten von Chlor über gelöschten Kalk resp. Calciumhydroyd, wobei der als Bleichpulver nutzbare Chlorkalk gewonnen wird: Cl2 + Ca(OH)2 = CaClOCl + H2O. TENNANT gründete 1800 mit Teilhabern in St. Rollox bei Glasgow die chemischen Werke, in denen Chlorkalk und die anderen Produkte der Alkali-Industrie hergestellt wurden. Der Leblanc-Prozeß wurde 1816 durch TENNANT am Clyde eingeführt, JAMES MUSPRATT nutzte den Leblanc-Prozeß in großem Maßstab zuerst in seinem Werk bei Liverpool. Das Chlorgas in Wasser aufzufangen fand WILLIAM GOSSAGE einen Turm, in dem von oben her Wasser dem Salzsäure-Dampf entgegenrieselte.

Die verschiedenen chemischen Industrien des späten 18. Jh. standen in **Zusammenhang**, bildeten "Fäden" eines Gewebes (J. LIEBIG 1845), die "Trias" Soda - Schwefelsäure - Chlor resp. Chlor-Verbindungen. Der Zusammenhang verschiedener chemischer Prozesse, ihre wechselseitigen Bedingtheiten und Abhängigkeiten, blieben ein Kennzeichen der chemischen Industrie. Was für das eine Verfahren **Abfallprodukt** war, so die Salzsäure, wurde **Ausgangsstoff für** einen oder mehrere **andere** Verfahren. Damit war die Erzeugung eines Produktes an die eines anderen **gekoppelt**. Das gab es in der Entwicklung der chemischen Industrie noch manches Mal, so die Gewinnung des Phosphordüngemittels Thomasmehl bei einem Stahlverfahren. Die Verwertung des Abfallprodukte einer Industrie konnte ein Verfahren manchmal erst zur Rentabilität führen. Sank der Bedarf der zunächst als Hauptprodukt erzeugten Substanz, konnte die Herstellung des bisherigen Nebenproduktes in Not kommen und mußten für dieses neue Verfahren gesucht werden.



Abbildung 1347: MINKELERS, Maastricht.

## Leuchtgas

Auch die Anfänge des mit wichtigsten chemischen Prozesses bis hinein in das 20. Jh. gehen in das 18. Jh. zurück: die Herstellung brennbaren Gases aus Kohle. Hergestellt und genutzt hat solches **1784** JOHANN PETER MINKELERS, Professor und Apotheker in Maastricht, in seinem Privathaus.

W. MURDOCH(K) (1808) verwendete, angeblich und nicht unbestritten, **1792 Gasbeleuchtung**, "philosophisches Licht", für sein Wohnhaus und Büro in Redruth in Cornwall. Hier überwachte MURDOCH für die Firma BOULTON & WATT die Dampfmaschinen. Nach seiner Rückkehr zu BOULTON in Soho bei Birmingham 1799 setzte er die Gasversuche fort. Er beleuchtete mit Gas 1802 Räume dort und 1805 in einer anderen Firma. Die Kosten der Gasbeleuchtung lagen unter der für Kerzen. Der Friedensschluß mit Frankreich 1802 in Amiens wurde in der Fabrik in Birmingham mit Gasillumination gefeiert, allerdings hielt der Frieden nicht lange. Der Arbeitstag jedoch konnte bei der schummerigen Gasbeleuchtung nun bis in die Dunkelstunden ausgedehnt werden.

In Deutschland entwickelte WILHELM AUGUST LAMPADIUS (R. DIETRICH 1982) an der Bergakademie Freiberg (Sa.) um 1796 eine Thermolampe, beleuchtete mit Gas aus Steinkohle 1811/ 1812 die Straße vor seinem Wohnhaus in Freiberg, erbaute im Januar 1816 das erste kleine Gaswerk auf dem europäischen Festland für das Amalgamierwerk in Halsbrücke, eine bis 1895 betriebene Anlage. PHILIPP



Abbildung 1348: Gas bei MINKELERS. Maastricht.

LE BON erfand 1799 eine Thermolampe, gespeist mit Gas aus Holzdestillation. Reinigung des Gases gab es zunächst nicht. Teer, das die Leitungen verstopfte, mußte immer wieder aus den Rohren herausgekratzt werden. Schon MURDOCH klagte über zunehmende Unabsetzbarkeit des bei der Leuchtgas-Erzeugung anfallenden Teers. Die verschiedenen Kohlen erwiesen sich als unterschiedlich geeignet für Gaserzeugung.

## Verkehrswege, Transport

Neben den neu geordneten Fluren haben Straßen, Kanäle, Trockenlegungen die Landschaft der britischen Insel und auch in anderen Regionen verändert. Bauten, **Transportwege**, zu Wasser und auf dem Lande, möglichst rentabel benutzbar, waren **nötig für die Verbreitung der Waren der industriellen Massenfertigung** an die Kunden in aller Welt (N. ROSENBERG ets al. 1991), und waren nötig **für den Transport der Rohstoffe**, so der Kohle und der Rohbaumwolle, und der Halbfabrikate.

**Ingenieurbauten** namentlich, Fabriken und Verkehrswege, waren wesentlicher Teil der Industriellen Revolution.

Als ein aufsehenerregender Bau erschien der unter Leitung von JOHN SMEATON erbaute dritte Leuchtturm auf dem gefährdeten Eddystone Felsenriff bei Plymouth

an der Südküste Englands. Ein erster, außer dem Fundament hölzerner Leuchtturm von 1696 war 1703 bei einem starken Sturm zerstört worden, ein zweiter fiel 1755 Feuer zum Opfer. Am 16. Oktober 1759 jedoch sandte der auf einem neuen festen Fundament errichtete Leuchtturm sein von 24 Kerzen ausgehendes Licht über das Meer. Wegen Unterhöhlung des Riffs wurde 1882 ein neuer Leuchtturm an einer anderen Stelle des Riffs eingeweiht.

**Kanäle**

Lange **Kanäle** gab es auf dem Festland eher als in Großbritannien. Kohle und Baustoffe sowie erzeugte Güter billiger zu transportieren wurden in Großbritannien nun zahlreiche Kanäle geschaffen, und es gab ein regelrechtes "Kanalfieber". Kanäle haben kein fließendes Wasser. Wasserverlust durch Absickern in den Untergrund mußte durch Anlegen in möglichst wasserundurchlässigem Gelände oder Abdichten vermieden werden. Die Boote auf den Kanälen wurden meist von Pferden gezogen. Es wird geschätzt, daß ein Pferd, das einen vollbeladenen Kahn treidelte, 8-mal so viel Kohle ziehen konnte wie mit einem Karren auf schlammiger Straße - und 400-mal so viel trug wie ein Packpferd. Etwa auch Bierbrauer konnten ihr Produkt nun viel weiter umsetzen.

Einige der großen Persönlichkeiten der Industriellen Revolution wirkten vor allem als Kanalbauer, als Architekten und Konstrukteure von Straßen und Brücken. Dazu gehört JAMES BRINDLEY, der 1710 als Kind eines armen und verlotterten Häuslers geboren wurde und lebenslang nahezu Analphabet blieb, weshalb er seine Entwürfe nicht aufzeichnete, sondern im Kopfe trug. Als Lehrling eines Mühlenbauers offenbarte er auffallendes mechanisches Geschick bei der Reparatur von Maschinerie. Im Auftrage des Duke von BRIDGEWATER projektierte und leitete BRINDLEY nach 1759 die Anlegung eines 16 km langen Kanals, mit einer kleineren Ausnahme erstes Beispiel eines solchen Kanals. Er reichte tief in die im Besitz des Herzogs befindliche Kohlegrubenlandschaft von Worsley hinein, und von dort wurde die Kohle nach der Gewerbestadt Manchester transportiert. Die Kohlekosten wurden halbiert. Der ökonomische Wert des Kanals war beträchtlich. Eingeschlossenen war ein unterirdisches Kanalstück und die Führung des Kanals auf dem Barton Aquädukt über den River Irwell. Ebenfalls zuständig war BRINDLEY für den ergänzenden 48 km langen Kanal zwischen dem Fabrikzentrum Manchester und dem Hafen Liverpool, zu dem parallel 1830 die Eisenbahn eröffnet wurde. Auf BRINDLEY zurück gehen schließlich etwa 580 km weitere Kanalbauten. Ebenfalls vom Mühlenbau, vom Lehrling beim Dreschmaschinenerfinder MEIKLE, ebenfalls frühzeitig aufgefallen durch sein Konstruktionstalent, betrat JOHN RENNIE die Welt der Industrialisierung. Im Dienste der Firma Boulton & Watt baute er 1784 die damals beste Dampfmaschine für die Albion Flour Mills und, in London, wandte er sich dem Kanalbau zu. Zu seinen Kanälen gehören der Lancaster

Canal und der Royal Canal of Ireland als Verbindung zwischen Dublin und dem Fluß Shannon. RENNIE leitete die Drainage der Lincolnshire-Moore, leitete Bau und Erweiterung von Häfen, Docks und Themse-Brücken in London. Der Sohn Sir JOHN RENNIE setzte das Werk fort. Vom Lande, aus einem kleinen Ort, stammt der 1757 geborene THOMAS TELFORD, der seinen Vater, einen Schäfer, schon als Baby verlor. Auch TELFORD arbeitete in der Landwirtschaft und lernte dann bei einem Maurer. Er fand durch sein nettes Wesen und die Zuwendung zum Lesen die Aufmerksamkeit einer Guts-Lady. Als Maurer beteiligt an dem großen Aufbau in Edinburgh und studierte dann dort. TELFORD übernahm 1793 Projektierung und Leitung des Ellesmere-Canal in Shropshire, der auf 2 großen Aquädukten auch über Flußtäler geführt wurde. Von ihm stammen gußeiserne Brücken. Im Jahre 1804 begann TELFORD den Bau des Caledonian-Canal, der quer durch das südliche Schottland führt und Nordsee und offener Atlantik somit nicht mehr nur um die schottische Nordküste herum verbunden sind. Unter TELFORD wurde das System der Verkehrswege im schottischen Hochland und den nördlichen Grafschaften völlig neugestaltet. Ganze Regionen erhielten ein neues Gesicht. In Schottland wurden etwa 1450 km Straße geschaffen, mit Brücken. Es entstanden neue Häfen und Fischereistationen. Im Südwesten Großbritanniens gehen auf TELFORD die Verbindungen von Shrewsbury nach Holyhead im Norden von Wales unter anderem durch die Brücke von Menai zurück. In südlichen Schweden war TELFORD entscheidend beteiligt am Bau des Göta-Kanals.

Angenehm reiste es sich nach Berichten mit den auf den Kanälen in den **Niederlanden** gezogenen Booten. Zahlreiche der nahegelegenen Städte waren auf dem Wasserwege miteinander verbunden.

## Straßenbau und neue Verkehrsmittel ab Ende des 18. Jahrhunderts

Gegenüber der Straßenkonstruktion von TELFORD setzte sich ab 1798 der Bau von Straßen nach der Art des Schotten JOHN LOUDON MC ADAM durch. Begütert aus den USA zurückgekommen, kaufte MC ADAM ein Gut und erprobte zunächst Versuchsstraßen. Er veröffentlichte 1816 eine Schrift über Straßenbau, die bis 1827 9mal aufgelegt wurde. Bei den "**McAdam-Straßen**" wurde auf eine Grundschicht aus groben Steinschlag eine Schicht Kleinschlag auftragen und festgestampft. Viele Wege im offenen Gelände waren bis weit in das 20. Jh. solche McAdam-Straßen.

Ersatz der Pferde mußte erwünscht sein. Der französische Militäringenieur NICOLAS-JOSEPH CUGNOT in Paris baute zuerst 1769 und ein zum zweiten Mal 1770

ein 3-rädriges, als Transportmittel in der Artillerie geplantes **Straßenfahrzeug mit Dampfantrieb**, wobei er seine Dampfmaschine unabhängig von den englischen Konstrukteuren von PAPIN ableitete. Das zweite dieser Fahrzeuge, das von 1770, blieb im Pariser Conservatoire des Arts et Métiers erhalten. MURDOCH in England fertigte 1786 das Modell eines dampfgetriebene Fahrzeuges. RICHARD TREVITHICKs Fahrzeug fuhr 1802 in Cornwall, 1804 eine Lokomotive für die Pennydarren tramroad in Süd-Wales.

## Schiffe – neu vor allem Dampfschiffe

COLBERT schätzte die Zahl der Schiffe im europäischen Großverkehr um 1660 auf etwa 20.000, wovon damals etwa 16.000 auf die Niederlande entfielen (H. HAUSSHERR 1955). Die gesamte Transportkapazität auf allen europäischen Schiffen betrug am Ende des 18. Jh. etwa der Kapazität eines Großhafens am Ende des 20. Jh. Auf der Elbe zwishen Magdeburg und Hamburg verkehrten um 1798 etwa 460 Schiffe (CHR. DIPPER 1991).

Materialien für Schiffe in Westeuropa, auch die Kriegsflotten, mußten wie bisher und eher zunehmend aus Osteuropa, so aus Rußland, importiert werden: hohe Eichenstämme für die Masten, Teer und Pech zum Abdichten, Hanf für die Taue.

Als neue Baumaterial für Schiffe wurde 1787 durch JOHN WILKINSON für ein kleines Flußboot ein Beschlag mit **Eisen** verwendet und wurden durch ihn 1788 2 weitere Eisenschiffe in Betrieb genommen. Im Meereswasser war Eisen, es gab noch keine Legierungen, außerordentlich korrosionsanfällig.

**Dampfmaschinenantrieb** bei einem **Schiff** wurde 1775 auf der Seine ausprobiert. Etliche Konstrukteure arbeiteten in den letzten Jahrzehnten des 18. Jh. in den **USA** an dampfmaschinen-getriebenen Booten, hier, wo die Flüsse den Weg in die Weiten wiesen und wohl auch oft schwierig vom Ufer aus getreidelt werden konnte. Die Anwendung von Dampfkraft für Wasserfahrzeuge muß geradezu 'in der Luft' gelegen haben. Nach Ideen ab 1783 und Dampfmaschinen-Experimente 1785 hat JAMES RUMSEY (G. W. M. 1963) im Dezember 1787 auf dem Potomac River bei Washington ein dampfgetriebenes Boot fahren lassen, das Wasser aus dem Hinterteil ausstieß. Zuvorgekommen war ihm JOHN FITCH (C. W. M. 1959), der auf dem Delaware River bei Philadelphia am 22. August 1787 ein Boot vorführte, das fortbewegt wurde durch von Dampfkraft angetriebenen Padddeln, 6 auf jeder Seite. Der Farmersohn Fitch hatte etwa im Messinggeschäft und im Landgeschäft Geld verdient. Er ließ noch 3 weitere Dampfboote vom Stapel, 1788, 1790, und konstruierte 1791 eines, das ein Sturm zerstörte. Da geschäftliche Er-

folge ausblieben, zogen sich die Geldgeber zurück. Ein Edinburgher Bankier lud den Ingenieur WILLIAM SYMINGTON (T. H. BEARE 2004) ein, die Paddeln eines seiner Boote mit Dampf zu betreiben und im Oktober 1788 folgten die ersten Versuche auf einem See. 1782 wurden mit einer Rotations-Dampfmaschine für den Antrieb eines Schaufelrades am Heck das Schiff "Charlotte Dundas II" (A. WALDIS 2005) ausgestattet, aber die Versuche, mit dem Schiff Boote auf Kanälen zu schleppen, endeten mit dem Tode des Finanziers. Gefürchtet wurde auch ein Unterspülen der Ufer durch die erzeugten Wellen. Der erfinderische JOHN STEVENS (C. W. M-n 1964) erstrebte um 1806 den Fährverkehr durch Dampfboote aus dem Hudson River zwischen New York und dem gegenüberliegenden Hoboken.

Überholt wurden die Versuche mit Dampfbooten mit Paddeln durch den ersten zum regelmäßigen Verkehr eingesetzten **Schaufelrad-Dampfer,** der "Clermont" von ROBERT FULTON (F. KLEMM 1977) auf dem Hudson River. Bilder von durch Menschenhand mittels Kurbeln oder Winden an Booten angetriebenen Schaufelrädern gibt es schon aus dem späten Mittelalter. FULTON; Sohn irischer Einwanderer in den USA, hatte sich mit Malerei befaßt, entwarf Kanalpläne, reiste zum Erlernen der Malerei nach England. Nach einigen technischen Projekten ging FULTON 1797 nach Frankreich und baute ein sich allerdings nicht bewährendes handbetriebenes, durch Wasserfüllen und -auspumpen nach unten oder oben zu bewegendes Unterseeboot, das an britische Schiffe Minen anheften sollte. Wieder in Großbritannien konstruierte FULTON konstruierte eine Seemine. Im Jahre 1806 nach New York zurückgekehrt, hat er zusammen mit LIVINGSTON nach vorangegangenen Versuchen in Frankreich das Dampfschiff "North River", die spätere "Clermont", gebaut. Am 17./ 18. August **1807** fuhr der Dampfer in etwa 32 Stunden 240 km auf dem Hudson-Fluß **von New York** über Clermont **nach Albany**. Ein Jahr später gab es regelmäßige Fahrten. Bis 1814 wurden unter FULTON 13 Dampfschiffe gebaut.

FULTON war aber nur einer von Konstrukteuren von Dampfschiffen, die teilweise in heftigem Konkurrenzkampf gegeneinander standen. Da auf dem Hudson-Fluß die FULTON-LIVINGSTON-Verbindung das Recht auf Dampfschiff-Betrieb hatten, wichen etwa Vater und Sohn STEVENS mit der "Phoenix" 1809 auf den **Delaware River** aus, wobei das Dampfboot an der Küste, also über Meer, nach dorthin überführt wurde (G. W. H. 1963). Den von seinem Sohn ROBERT LIVINGSTON STEVENS übernommenen weltersten dampfbetriebenen Fährbetrieb mit der "Juliana" 1811 zwischen New York und Hoboken mußte er hier aber aufgeben und das Boot diente im Long Island Sound.

Den Wogen des Ozeans gegenüber waren die dampfangetriebenen Schaufelräder anfällig. Dampfschiffe kamn auf den Ozeanen also erst später, nur wenig mit Schaufelrädern, sondern dann mit Schiffsschrauben.

Auf immer mehr Flüssen auch in Europa jedoch verkehrten in den folgenden Jahrzehnten Dampfschiffe und mit ihnen wurde auf Strömen und Flüssen die bequemere Verkehrsanbindung der Orte entlang der Wasserläufe geschaffen.

## Wohnbedingungen und Straßen in größeren Städten, Wasserversorgung

Die Hygiene in den immer einwohner-reicheren Städten blieb lange prekär, kaum verändert seit dem Mittelalter und die Müllabfuhr funktionierte vielerorts nur bedingt. Daraus wird ersichtlich, welche Aufgaben den Menschen des 19. Jh. gestellt waren und die in bedeutenden Städten durchaus gelöst wurden! Von der schottischen Hauptstadt Edinburgh, auf Grund ihrer Lage eng bebaut, wird 1754 (zit. bei J. REPCHECK 2007) berichtet, daß zehn Uhr abends, mit der Stadttrommel verkündet, die Bewohner ihren Unrat und den Urin aus den Fenstern auch aus bis 7 Stockwerke hohen Häusern auf die Straßen entleeren durften. Reinigungstrupps versuchten am Morgen die Gassen und Straßen wieder zu säubern, aber im regenreichen Edinburgh wird das nur unzureichend gelungen sein.

Prekär war die **Abwasserbeseitigung** wie die **Wasserversorgung** in einer Großstadt wie **Paris**. Von Paris berichtet L. S. MERCIER (in 1976, S. 38/39) von den "Fäkaliengruben, mit denen ein jedes Gebäude ausgestattet ist. Diese unzähligenLatrinen verbreiten pestilenzialischen Gestand und verseuchen namentlich des Nachts, wenn sie geleert werden, ganze Quartiere, ...

Auch kommt es vor, daß die Kloakenentleerer die Jauche der Einfachheit halber im Morgengrauen in den nächsten Abzugsgraben oder Rinnstein kippen, statt sie mühsam aus der der Stadt zu schaffen. Langsam fließt dann die abscheuliche Soße die Straßen hinunter af die Seine zu , an deren verseuchten Ufer dann die Wasserträger ihre Eimer wieder füllen - füllen mit dem Wasser, das die abgehärteten Pariser nun mal trinken müssen, ..."

Es gab **kaum öffentliche Brunnen**. Wasser mußte gekauft werden, und 20.000 Wasserträger stiegen "in jeder Hand einen vollen Eimer ... von früh bis spät ... sieben und manchmal mehr Treppen hoch" (S. 56). Ein kräftiger Träger schaffte bis 30 Lieferungen pro Tag. Für Fremde war ein kleiner Durchfall kaum zu vermeiden und es wurde empfohlen "jedem Gläschen Wasser einen Löffel "guten reinen Essigs beizumengen" (L. S. MERCIER 1976, S. 56). Immerhin gab es auch Verbesserungen und "Reinigendes Feuer beseitigt jetzt die üblen Ausünstungen" (S. 49).Auf die sauberen Brunnen in jedem Dorf der Schweiz konne man nur neidisch sein. In Frankeich war die Lage anders als in Paris die in Versailles, daß noch vor 120 Jahren ein "ärmliches Dorf" war und heute "mit überaus breiten, gut

durchlüfteten Straßen versehen" ist und "100.000 Seelen" zählt (L. S. MERCIER 1976, S, 286).

Von **London** wurde schon damals berichtet (S. 165), daß 9 durch Feuer angetrieben Pumpen die Stadt mit Wasser versorgen. Für Paris wurde Ähnliches diskutiert, und auch das Wasser auf einen hochgelegen Ort zu pumpen, von wo aus zu verteilen wäre. Aber was würde aus 12.00 bis 15.000 Wasserträgern, gezeichnet von der jahrelangen Bürde? (L: S. MERCIER 1976, S. 167).

## Nachrichten-Übermittlung

Rauchzeichen im offenen Gelände und Trommelsignale in Waldregionen - zu diesen alten Nachrichtenübermittlungen traten neue. In Frankreich schuf CLAUDE CHAPPE (A. WALDIS 2006) den **optischen Telegrafen**, den "**Semaphor**", mit dem auch Boten erfordernde komplexe Nachrichten über größere Entfernungen relativ rasch übermittelt werden konnten. Auf Kirchtürmen oder Hügeln befanden sich Türme mit je 2 Signalarmen, die in Gelenken in verschiedene Winkelstellung gebracht werden konnten. Mit 49 Kombinationen an den Signalen konnten alle Buchstaben und Ziffern, auch einige vollständige Worte, eingestellt werden. Ein von einer Station abgegebenes Signalwurde von der Empfangsstation mit einem Fernrohr abgelesen und sofort an die nächste Station weitergemeldet. Der optische Telegraf fiel aber aus bei Nebel und Dunkelheit. Nachdem das Volk wegen vermuteter Verbindung mit dem eingekerkerten König eine erst Anlage zerstörte, wurde Ende August **1794** die erste Linie **zwischen Paris und** dem damals im Revolutionskrieg nahe der Front gelegenen **Lille** eröffnet. Die Übermittlung einer ersten Nachricht zwischen Paris und Lille über die Eroberung einer Stadt am 1. September gelang innerhalb einer Stunde. Eine weitere Linie wurde zwischen Paris und Toulon eingerichtet. Der revolututionsfreundliche Schriftsteler REBMANN (s. 1981, S. 157) erlebte 1796 in Paris: "Der Telegraph auf dem Louvre liegt meinem Hause so nahe, daß ich seine Bewegungen alle von meinem Fenster aus genau beobachten kann. Es ist unglaublich , wie schnell und leicht sich diese große Maschine bewegt. Jetzt wird auf dem Pavillon der Tuilerien ein neuer Telegraph gebaut, wobei der Erfinder oder, wenn sie wollen, der erste Ausführer, Bürger Chappe, viele neue Verbesserungen anbringen wird und womit mehrere Zeichen auf einmal gemacht werden können." 1798 wurde die Linie nach Straßburg mit 423 km und 49 Stationen eingerichtet. Bis 1815 richteten die Franzosen in ihren Besatzungsgebieten weitere Linien ein, bis Mailand und Venedig. Andere Staaten, auch in Deutschland übernahmen das System. Bei Revolutionen ließ sich Militärhilfe rasch herbeiholen. Bei Potsdam heißt wegen des einstmals dort gelegenen Semaphor-Turmes ein Hügel noch immer "Telegraphenberg". 1844 hatte das

Netz der optischen Telegrafen-Linien mit etwas über 5000 km und 534 Stationen unter Einbeziehung von 29 Städten seine größte Ausdehnung erreicht. 1852 gab man die optischen Telegrafen auf, da die neuen elektrischen Telegrafen sichtunabhängig waren.

## Kommunikation durch Wort und Abbildung

Politik wie Handel und gar Welthandel forderte Landes-und Weltkenntnis. Das **Zeitung**swesen blühte auf. Während der Französischen Revolution wurden täglich viele Zeitungen gedruckt und verkauft und wurden doch nur nach hergebrachten Verfahren hergestellt. In England (H. THOMAS 1984) wurden 1713 zweieinhalb Millionen Tonnen Papier versteuert, 1800 waren es 12,4 Mill. t. Um 1760 erschienen allein in England etwa 40 Provinz-Zeitungen. REBMANN (s. 1981, S. 268) teilte für das Späthahr 1796 mit, daß in Paris "jetzt täglich" 83 "Journale" erscheinen.

Das Zeitungswesen forderte aber für die gewünschten höheren Auflagen technische Neuerungen. Die **Papier-Herstellung** wurde **mechanisier**t durch die um 1798 von NICHOLAS-LOUIS ROBERT konstruierte erste **Papiermaschine**. Der **Druck** wurde beschleunigt durch die **Schnellpressen**, die FRIEDRICH KOENIG (H. JAEGER 1980) erfand. Geboren am 17. April 1774 in Eisleben, wurde KOENIG Lehrling in der berühmten Leipziger Druckerei Breitkopf & Härtel, bildete sich als Autodidakt und Gasthörer an der Universität und begann, 1803 in Suhl, sich mit der Verbesserung der seit GUTENBERGs Tagen noch kaum veränderten Druckpresse zu befassen. Da er nirgends, auch nicht in St. Petersburg, die erforderlichen Geldmittel bekam, ging er im Herbst 1806 nach London, schloß einen Vertrag mit dem bedeutenden Buchdrucker THOMAS BENSLEY und gewann als Kompagnion den aus Stuttgart stammenden und in London lebenden Mechaniker ANDREAS FRIEDRICH BAUER. Auf der 1810 patentierten Schnellpresse wurden stündlich 400 Drucke hergestellt, 1811 druckte man erstmals mit der neuen Druckmaschine ein Buch. 1812 wurden auf einer Zylinderpresse 800 Drucke pro Stunde erreicht. Für die Zeitungen "Times" und "Evening Mail" wurde eine dampfbetriebene Zylinder-Doppelmaschine geschaffen, auf der stündlich 1100 Drucke zustandegebracht wurden. Am 29. November 1814 erschien die "Times" als erste maschinell gedruckte Zeitung. Wegen finanzieller Probleme kehrten KOENIG und BAUER 1817 nach Deutschland zurück und gründeten im ehemaligen Prämonstratenser-Kloster Oberzell am Main bei Würzburg die Schnellpressenfabrik Koenig & Bauer. In den Jahren 1826 bis 1830 wurden hier 44 Schnellpressen hergestellt, doch gab es 1830 Absatzprobleme. Schon in England gab es auch drohende Maschinenstürmerei der um ihre Arbeitsplätze fürchtenden Drucker, weshalb die "Times" 1814 geheim maschinell hergestellt wurde. Nach KOENIGs Tod

am 17. Januar 1833 führte BAUER das Unternehmen weiter. Hier wurde 1875 die erste Rotationsdruckmaschine gebaut. Beim Offset-Druck sind die Lettern und der Raum dazwischen auf gleicher Ebene.

Was die **Zeitungen** betrifft, mit der 'Times' als erster auf neue Weise gedruckter Zeitung, so erinnert daran E. FRIEDELL (2009, S. 1191): "Erst durch diesen Bund mit der Maschine erhält die Zeitung ihren universalen Machtcharakter: ein Wort, Wahrheit oder Lüge, fliegt in die große, stumm lauernde Spinne von Maschine, die es verschluckt, druckt, tausendfach vervielfältigt und in alle Räume speit, wo Menschen hausen: in die Bürgerdielen, in die Bauernschenken, in die Kasernen, in die Paläste, in die Keller, in die Mansarden, und das Wort wird zum Machtwort. In Frankreich führte E´MILE DE GIRARDIN in der Mitte der 1830-er-Jahre mit seiner 'La Presse' als Neuerung ein, daß einzelnen Zeitungsnummern gekauft werden konnten statt nur des Jahresabonnements, daß Annoncen und Reklame in großem Ausmaß in die Zeitung kamen, und daß es den auch die Literatur fördernden und das Überleben von Schriftstellern sichernden Fortsetzungsroman gab (S. 1192). Die Regierungen hatten sich schon der offziellen Presse bemächtigt: NAPOLEON im 'Moniteur' mit nur genehmigten Beiträgen. METTERNICH in Habsburgerlanden nahm möglich gute Journalisten in seine nur der Regierung dienenden Dienste.

Schriften, auch technische, wünschte man **gut** und **billig zu illustrieren**. Auch für die Herstellung von **Abbildngen** gab es vor allem eine großartige Neuerung: ALOIS SENEFELDER aus Prag entwickelte 1797 die **Lithographie** (Steindruck) 1797, das ältesten Flachdruck-Verfahren. Die damit gebrachte Verbesserung der Illustrationen führte zu der hohen Wertschätzung des Erfinders.

**Solnhofener Schiefer**, ein in Platten brechender weiß-gelblicher Kalkstein des Oberen Jura, des Malm, im Altmühl-Tal südlich von Nürnberg, wird geschliffen und mit Schrift, Noten oder der Zeichnung aus Fettkreide oder einer spezifischen Fetttusche versehen. Die zeichnungsfreien Stellen werden durch Antrocknen und Behandlung mit saurer Gummiarabikumlösung angedichtet und nehmen die Druckfarbe nicht an, die nur an den mit Fettkreide oder -tusche versehenen Stellen haftet. Von dem zur Lithographie benutzten 'Solnhofener Schiefer' wußte der bayerische Geologe C. W. GÜMBEL (1877, S. 35), "Gesteinsschichten, welche ... sonst nirgendwo auf der ganzen Erde in gleicher Güte" vorkommen und sind "das ausschließliche Material zur Herstellung von Lithographien für die sämmtlichen Culturländer", neben der Verwendung der Platten "zu den verschiedensten Bauzwecken", mit Absatz bis in den Orient.

Zum Bilddruck konstruierte SENEFELDER 1797 auch eine Stangenpresse. Die Zahl der herstellbaren Abzüge war unbegrenzt. Zur Farblithographie, 1826, wur-



Abbildung 1349: SENEFELDER.Solnhofen.



Abbildung 1350: SENEFELDER. Berlin.

1963



Abbildung 1351: Plattenkalkbruch Solnhofen.

den mehrere mit derselben Zeichnung und verschiedener Farbe versehenen Platten hintereinander verwendet.

In Frankreich karikierte mit der Lithographie DAUMIER dann in bitterster Weise seine Zeit und seine Zeitgenossen.

## Nicht bloß drucken, man muß manchmal mit der Hand schreiben: Bleistifte

JOSEPH HARDTMUTH (G. OTRUBA 1966) in Wien, erst Architekt und Baudirektor für Reiche und Schöpfer von Parkanlagen, dann Erfinder des Wiener Steingut und 1810 des künstlichen Bimsstein, schließlich mit weltbekannter Marke Erfinder von neuartigen brauchbaren **Bleistiftminen**. Vorher waren Bleistiftminen in England aus teuren ganzen Graphitstücken geschnitten worden und wurden auch nach anderswohin exportiert. HARDTMUTH erfand als Minenmaterial ein **Gemisch aus Tonmineralien und Graphitpulver**, eine 'keramische Mine', brachte damit "eine neue Epoche in der Geschichte der Schreibbehelfe". Je nach Tonzusatz und Brenntemperatur konnte HARDTMUTH Minen in 6 verschiedenen Härtegraden herstellen. Die vorher benutzten reinen Graphitstifte waren von nicht beeinflußbarer unterschiedlicher Härte. 1790 gründete HARDTMUTH in Wien die unter seinem Namen laufende Bleistift- und Steingutfabrik, die sein Sohn CARL fortführte und das Budweis verlegte.

### Anfertigung genormter Maschinenteile, Standardisierung

Maschinen waren eine zentrale Errungenschaft der Industriellen Revolution, sie

zu bauen war aufwendig. Jede Maschine, ja jedes Teil einer solchen war ein Unikat, individuell gefertigt. Ein verschlissenes Teil ließ sich wiederum nur durch ein ebenfalls individuell handgefertigtes ersetzen. Genormte, jederzeit verfügbare Ersatzteile, etwa Schrauben, wurden der Wunsch der Stunde. "Uniformierte" Teile stellte E. WHITNEY in den USA für Musketen her, für die er 1798 einen Auftrag für 10.000 Stück erhielt. In England wurde die Schlosser-Werkstatt von JOSEPH BRAMAH die Wiege des englischen Maschinenbaus. Er selbst erfand die hydraulische Presse und ein verbessertes Wasserklosett. BRAMAHs Schüler HENRY MAUDSLAY, zunächst Schmied, erfand etwa die **Support-Drehbank**, bei der das Werkzeug, das ein Werkstück in eine runde Form zu bringen hatte, in einen Träger, "Supporter", eingespannt wird und daher in genormter Weise das Werkstück bearbeitet. Standardisierte runde Werkstücke ließen sich nun massenweise herstellen. Metallflächen ließen sich so glatt schleifen, daß zwei solche ebenen Metallflächen aufeinandergelegt fest aneinander hafteten. Bei MAUDSLAY hatte gelernt der 1869 zum Baronet erhobene JOSEPH WHITWORTH, der das **standardisierte Schraubengewinde** (standard screw threads) schuf. Er konnte Teile bis auf ein Millionstel zueinander passend herstellen.

Aber auch große weitere Maschinen wurden geschaffen. MAUDSLAY-Schüler war auch JAMES NASMYTH, Manchester, der Konstrukteur eines **Dampfhammer**s zur Bearbeitung etwa der Teile für BRUNELs Riesenschiff "Great Eatsern" sowie zahlreicher Dampfmaschinen und anderer Maschinen.

## Industrialisierung in der Lebenswelt der Menschen

## Auch in Deutschland

Die Industrialisierung fand für viele während ihrer Lebenszeit statt und sie konnten die Veränderungen verfolgen. Es schreibt der Hallenser CH. KEFERSTEIN in seinen "Erinnerungen ..." 1855 (S. 156 / 157) über die demgemäß ersten Jahrzehnte der Industrialisierung in Mitteldeutschland: "Es ist mit der Industrie eine schöne Sache, sie hat sehr glänzende Seiten. Ich habe die ersten Chauseen hier bauen, die ersten Schnellposten hier fahren sehen, zu meiner Zeit wurde die erste Dampfmaschine in Deutschland (bei Burgörner in Mansfeld) errichtet, die ich arbeiten sah, vor meinen Augen entfalteten sich die Eisenbahnen wie die magnetoelectrischen Telegraphen; ich sah die großen Bierbrauereien, die Zuckerfabriken, die Papierfabriken und andere große industrielle Anstalten entstehen; die Gewerbefreiheit wurde proclamirt und eine große Zahl von Gewerbetreibenden begannen ihr Geschäft, viele fallirten recht bald wieder. ... Die Stadt Halle hat zugleich ein ganz anderes Ansehen dadurch erhalten, daß in den Hauptstraßen wenigstens fast

jedes Haus einen schönen Laden zeigt mit Schaufenstern, ..." Aber KEFERSTEIN sieht auch Schattenseiten dieser Industrialisierung: "... ist sie für ein Glück oder für ein Unglück zu betrachten? Ich glaube, daß eher das letztere der Fall ist; ich glaube, daß früher mehr reeller Wohlstand, viel mehr allgemeine Zufriedenheit vorhanden war, als es jetzo der Fall ist, die Industriellen selbst, fortwährend bedrängt durch die immer sich vermehrende Concurrenz, durch immer neue Erfindungen und weitere Fortschritte der Industrie, können kaum das behagliche Gefühl der Sicherheit genießen, und der Nicht-Industrielle muß solide, gute Ware meist so theuer als früher bezahlen, hat wohl wenig gewonnen. Der Einzelne, begünstiget durch Glück, verstand, Geldmittel und dergleichen, kommt oft rasch zu Wohlhabenheit, selbst zu großen Reichthume, aber die Masse der Industriellen, vielleicht 9/10 der Schneider, Schuster, Bäcker, Fleischer usw. befindet sich in einer traurigern Lage als früher. Es ist ja auch ganz natürlich, wie eine begrenzte Zahl der Industriellen, die mit der Zahl der Abnehmer in einem gewissen Verhältnis steht, sich viel wohlhabender und behäglicher finden muß, als eine unbegrenzte Zahl." Auf dem Lande bringt die Mechanisierung ähnliches!

# Naturwissenschaften im weiteren Umbruch - im 18. Jahrhundert - das Jahrhundert der Aufklärung

# Naturwissenschaft in der Gesellschaft. - Wissenschaftliche Vereinigungen und Gesellschaften, Kommunikation

## Wissenschaft und Öffentlichkeit

Nach der Gründung der ersten Akademien im neuzeitlichen Europa gab es mit dem gleich zu schildernden Fortgang der Wissenschaften neue Gesellschaften, Vereine, Publikationsorgane, welche vom Zuwachs der Wissenschaften und deren Akzeptanz in der gebildeten Öffentlichkeit zeugten.

Naturwissenschaften diente weiterhin bei der Ausbildung des Weltbildes, war eine der geistigen Grundlagen der Aufklärung. Gebildete Geister der **Öffentlichkeit** und manche junge Leute interessierten sich gerade für Naturwissenschaft, auch für Experimente. Demonstratoren von Experimenten der Royal Society in London waren KEILL, FRANCIS HAUKSBEE (HAWKSBEE) (H. GUERLAC 19),

der in England lebende und wirkende französische Hugenotte JOHN THEOPHILUS DESAGULIERS (A. R. HALL 19). In **Frankreich** gab es die besonders von begüterten Frauen geleiteten **Salons** und Privatzirkel, namentlich in Paris, für wissenschaftliche Experimente und Diskussionen. MERCIER (zit.bei V. FERRONE 1996 / 2204, S. 188) schrieb über das Paris am Vorabend der Revolution: "Die Herrschaft der Literatur ist passe´; die Physiker haben die Poeten und Romanciers ersetzt; die elektrische Maschine ist an die Stelle eines Theaterstücks getreten." Besonders bekannt wurden die Experimentalveranstaltungen mit dem Abbe NOLLET.

In Paris, am Jardin du Roi, wurden in der Mitte des 18. Jh. Lektionen für eine breitere Öffentlichkeit gehalten, in Chemie von GUILLAUME FRANCOIS ROUELLE.

## Zahlreiche wissenschaftliche und auch ökonomische Gesellschaften und Vereine

**Provinzielle Gesellschaften oder Vereine** für Wissenschaft entstanden. Es wurden in ihnen nicht unbedingt grundlegende Entdeckungen zustandegebracht, jedoch wiederholten die Mitglieder anderswo ertsmals durchgeführte Experimente, machten sie bekannt. Verbesserungen und Veränderungen bei solchen Experimenten blieben nicht aus. Manche Entdeckungen und Abhandlungen sind durch solche teilweise auch international ausgezeichnete Institutionen zustandegekommen. Man erinnere an Dijon, wo ROUSSEAU publizierte. Oder an den in der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften in Görlitz maßgebenden VON GERSDORFF (E.-H. LEMPER 1974), der etwa für eigene, beachtete Experimente auf seinem Gute Meffersdorf die besten damaligen Reibunslekektrisiermaschinen anschaffte. Ohne Geldausgaben lief so etwa natürlich nicht. Die provinziellen Vereine waren oft bedeutend für die Schaffung von Sammlungen, wissenschaftlichen Bibliotheken, für das Zusammentragen und Veröffentlichen von Daten etwa von Objekten der heimischen Natur, an Organismen, Mineralien, Bodenschätzen. Nicht jedes Mitglied eines wissenschaftlichen Vereins oder einer Provinzakademie war ansonsten selbst Forscher und Entdecker oder wenigstens Autor. Aber es öffneten sich viele solche Akademien und Vereine Personen der Bildung suchenden Öffentlichkeit. Viele Kleriker gehörten den Akademien ebenso an. "Wissenschaftskultur ... " wurde "zum festen Bestandteil der intellektuellen Bildung bei den modernen städtischen Eliten" (V. FERRONE 2004, S. 189).

## Frankreich

In Frankreich entstanden in bis **32 Provinzstädten** wissenschaftliche Gesellschaften unter der Bezeichnung von "Akademien", bemüht, der ehrwürdigen Pariser Akademie nachzueifern oder gar an die Seite zu treten. Zunächst vorwiegend humanistisch traten die Naturwissenschaften immer mehr in den Vordergrund. Die Akademie von **Dijon** wurde etwa bekannt durch die von ihr angeregte Arbeit ROUSSEAUs über den Nutzen oder Schaden der Wissenschaften. Akademien bestanden auch in Montpellier, Brest, Bordeaux, Orleáns, Metz, Valence, Toulouse

Auch nach der Revolution, die zahlreiche Einschnitte und Veränderungen brachte, wurde die Gründung wissenschaftlicher Zirkel fortgesetzt. Begüterte Gelehrte, die eine privaten wissenschaftlichen Zirkel mit dennoch bald weiter Ausstrahlung ins Leben riefen waren der Chemiker dem Grafen ernannte BERTHOLLET und LAPLACE, die sich jeder ein Haus in der kleinen Gemeinde Arcueil südlich von Paris kauften. Sie begründeten dort 1807 die **"Gesellschaft von Arcueil"** (F. ARAGO 1855, M. CROSLAND 1973 b). Der nie mehr als 15 Mitglieder umfassenden Gesellschaft anzugehören empfanden führende Gelehrte in Frankreich als Ehre, ALEXANDER VON HUMBOLDT wie THENARD, DULONG, MALUS, BIOT, ARAGO, POISSON. Gelehrte aus dem Ausland wie DAVY und BERZELIUS besuchten Arcueil. Es erschienen drei Bände der "Memoires de la Societe d'Arcueil".

## Schottland und England

Vor allem durch die Initiative des Mathematikers COLIN MACLAURIN war 1739 in S**chottland** die **"Philosophical Society of Edinburgh"** gegründet worden, die 1783 in die **"Royal Society of Edinburgh"** umgewandelt wurde.

In der aufstrebenden Industriestadt **Birmingham** trafen sich die Mitglieder der **"Lunar Society"** (Mond-Gesellschaft) (A. HART-DAVIS 2001) zu ihren Sitzungen an dem einem Vollmond am nächsten liegenden Sonntag, um, etwa mit dem Pferd, am späten Abend möglichst bei Mondlicht den Heimweg anzutreten. Ihre 14 Mitglieder gehörten der Gesellschaft nicht alle gleichzeitig an, aber unter ihnen waren so illustre Männer wie der praktizierende kinderreiche Arzt ERASMUS DARWIN, der die Mitglieder zuerst in sein Haus in Lichfield bei Birmingham einlud, und der ebenfalls als Wirt der Gesellschaft wirkende Industrielle MATTHEW BOULTON. Mitglieder waren dann auch der führende Chemiker PRIESTLEY, der Dampfmaschinenerfinder J. WATT, der Steingutfabrikant JOSIAH WEDGWOOD, der an der Entwicklung der industriellen Chemie beteiligte JAMES KEIR.

In England trennte sich als eine Art Fachverein 1788 die **"Linnean Society"** in **London** von der Royal Society, um speziell die botanische Forschung zu stimulieren, mit Sir JAMES EDWARD SMITH und dann dem reichen und führenden Botaniker Sir JAMES BANKS als Präsidenten.

Auch der Verbreitung von Wissen, auch von praktisch-anwendbarem, für ein breiteres, allerdings gehobenes Publikum diente die **Royal Institution** in London, 1799 gegründet durch den aus den USA stammenden und in Bayern zum Grafen RUMFORD ernannten BENJAMIN THOMPSON und einigen weiteren Mitgliedern der Royal Society.

In Provinz entstand die **"Manchester Literary and Philosophical Society"**, mit dem Chemiker DALTON, die Society gesponsert etwa von dem bedeutenden Medizinalreformer THOMAS PERCIVAL und dem sozialistischen Visionär ROBERT OWEN (A. THACKRAY 1971).

## Deutschland

In Deutschland mit seinen ziemlich souveränden Territorien gab mehrere kulturelle Zentren als in dem stark auf die Hauptstadt Paris ausgerichtetem Frankreich. Der Zeitgenosse REBMANN (s. 1981, S. 382), der 1796 sich in Paris umgesehen hatte, läßt uns global wissen: "In Deutschland sind fünf bis sechs Hauptstädte und vielleicht dreihundert kleine Zentralstädte, wo überall eine Art Kollegium anzutreffen ist. Jede Hauptstadt verbreitet Licht um sich her, jedes Mitglied eines noch so kleinen Kollegiums ist gezwungen, sich um praktische und nebenbei denn doch auch um theoretische Wissenschaften zu bekümmern." Und beachtenswerte Gelehrte gab es in Stuttgart wie in Mannheim und in Hamburg wie in Berlin, Nürnberg, Gotha, Weimar und in den Universitätsstädten sowieso, wobei etwa Altdorf und Helmstedt im 18. Jh. noch ziemlich ansehnlich waren..

In **deutschsprachigen Territorien** entstand 1742 resp. 1743 unter besonderer Mitwirkung von DANIEL GRALATH die **"Naturforschende Gesellschaft"** in **Danzig**, 1773 wurde die **"Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin"** gegründet, 1779 entstand auf Initiative von KARL GOTTLOB ANTON und unter Mitwirkung des angesehenen Gelehrten und reichen Gutsbesitzer ADOLF TRAUGOTT VON GERSDORFF (E.-H. LEMPER 1974) die **"Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften" in Görlitz, 1779** unter dem Namen "Oberlausitzische Gesellschaft zur Beförderung der Natur- und Geschichtskunde". Die Gesellschaft orientierte sich zunehmend zur Geschichtsforschung. Ebenfalls 1779 trat in Existenz die **"Naturforschende Gesellschaft zu Halle"**. **1784** wurde in Prag nach Vorarbeiten von IGNAZ VON BORN die **Kgl. Böhmische Gesell-**




Abbildung 1352: SENCKENBERG. Frankfurt am Main.

**schaft der Wissenschaften** von JOSEPH II. genehmigt. Den 1. 7. 1817 nennt als Gründungstag die "**Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes**" in **Altenburg**. 1793 gründete BATSCH in Jena die '**Naturforschende Gesellschaft in Jena**'.

Zu den an eine größere Stadt gebundenen naturwissenschaftlichen Gesellschaftern gehört auch die am 22. November **1817** als Gründungsdatum in Existenz getretene, nach dem 1772 gestorbenen Arzt JOHANN CHRISTIAN SENCKENBERG genannte '**Senckenbergische Gesellschaft für Naturforschung**" in Frankfurt am Main. SENCKENBERG hatte 1763 eine großzügiuge Stiftung hinterlassen.

GOETHE hatte die Senckenbergische Gesellschaft in seiner Vaterstadt mit angeregt, mit Hinweis auf die 1808 in Hanau gegründete 'Wetterauische Gesellschaft'. Ab November 2008 heißt die Gesellschaft in Frankfurt a. M. schon gemäß ihrem heutigen großen Forschungsbereich 'Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft'.

In Deutschland können als frühe Fachgesellschaften bezeichnet werden etwa die 1790 unter dem Apotheker und Botaniker DAVID HEINRICH HOPPE ins Leben gerufene **Regensburgische Botanische Gesellschaft,** die besonders auch die Erforschung der heimischen Flora betrieb. Ebenso ist fachverbunden die 1791 entstandene und bis etwa 1802 bestehende "**Mathematisch-Physikalische Gesell-**



Abbildung 1353: Petersburg - auch Wissenschaftsstadt.

**schaft zu Erfurt**", bestehend neben der schon genannten "Akademie nützlicher (gemeinnütziger) Wissenschaften (J. KIEFER 1992).

Als weitere **Akademien** wurden in Deutschland gegründet 1751 die gelehrte Gesellschaft in **Göttingen,** 1754 die "Akademie Gemeinnütziger Wissenschaften" zu **Erfurt**, 1758 die Akademie in **München**.

## Rußland

Rußland trat verspätet in das moderne wissenschaftliche Leben ein. Aber **1724** wurde in **St. Petersburg** noch auf Anregung von PETER I. eine **Akademie der Wissenschaften** gegründet. Sie wurde vor allem eine bedeutende Forschungsakademie. Eine Universität wurde angeschlossen. In ihr wirkte der vielseitige LOMONOSOW. Es wurden dann vor allem auch ausländische Wissenschaftler und darunter zahlreiche deuschsprachige berufen. St. Petersburg - Leningrad -Petersburg blieb eine bedeutende Wissenschaftsstadt, mit zahlreiche Museen, so für Zoologie, oder der aus den Niederlanden erworbenen Kunstkammer PETERs I. mit ihren merkwürdigen zeitgenösssischen anatomischen Präparaten.

Zar PETER - das war Kultur und Westen und Wissenschaft - und eine Person mit großer persönlicher Grausamkeit.

Und Aufklärung in Rußland auch unter der aus Deutschland stammenden KATHARINA II. war niemals Verbesserung oder auch nur Angehen der sozialen Lage der Unterdrückten.



Abbildung 1354: Peterhof 1960.

## Wissenschaftliche Werke im Reprint

Es kamen zwar immer neue Entdeckungen, aber man achtete ebenso die vor Jahren oder gar Jahrzehnten veröffentlichten, fast als klassisch zu bezeichnenden wissenschaftlicher Forschungswerke und es gab die **Wiederauflage** gesammelter Werke führender Wissenschaftler oder auch den **Reprint** einzelner Werke (H. GUERLAC 1951).

Dem internationalen Austausch diente auch eine reiche **Übersetzertätigkeit**, und die führenden Werke wurden oft recht schnell in die führenden europäischen Sprachen übersetzt.

## Wissenschaftliche Periodika

Mit der Entwicklung der Naturwissenschaften wurden nach den viele Gebiete berücksichtigenden Periodika der wissenschaftlichen Akademien weitere **wissenschaftliche Zeitschriften** (H. TOFTLUND 1978) gegründet, öfters angelehnt an wissenschaftliche Vereine oder neue Akademien. Manche wurden am Ende des 18. Jh. unter teilweise neuem Titel. Abbé FRANÇOIS ROZIER gab ab 1771 das Journal "Introduction aux Observations sur la Physique, sur Histoire Naturelle et sur les Arts" heraus, die nach dessen Tod 1793 ab 1794 unter dem Namen "Journal

de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts" weitergeführt.

**Für** im wesentlichen **nur eine Disziplin**, die **Chemie**, war in Deutschland 1778 das "Chemische Journal für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen" von LORENZ VON CRELL, kurz auch 'Crellsches Journal' genannt, gegründet worden. Durch diese Zeitschrift wurden die Kontakte zwischen den deutschen Chemikern so hergestellt, daß von einer deutschen chemischen "community" gesprochen werden kann. Nach zwei Jahren gingen so viele Beiträge ein, daß das "Journal" halbjährig erschien. Unter dem neuen Titel "Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen" erschien ab 1784 die in Helmstedt herausgegeben Zeitschrift nun sogar monatlich. A. N. SCHERER, der 1803 nach Rußland ging, gründete nach dem Erfolg von CRELLEs Journal 1798 das "Allgemeine Journal der Chemie, das ab 1803 A. F. GEHLEN als "Neues allgemeines Journal der Chemie" fortsetzte. CRELL dagegen stellte 1804 sein Journal ein. In Frankreich erschien nach CRELLs Modell "Annales de Chimie", in Pavia "Annali di Chimica", in Brüssel "Journal de Chimie"

Für die **Botanik** gilt als erste spezielle Zeitschrift das 1787 von J. J. RÖMER und P. USTERI ins Dasein gerufene "Magazin für die Botanik".

## Grundfrage der wissenschaftlichen Erklärung

Immer wieder einmal wurde auch zu klären versucht, inwieweit die Natur überhaupt erklärbar ist. Aber was heißt, in die "Tiefe" vorzustoßen, das eine auf das andere zurückzuführen.

Sehr schöne Gedanken dazu lieferte J. W. GOETHE, der als letztes und doch nicht letztes von **Urphänomenen** sprach; "Wäre dann aber auch ein solches Urphänomen gefunden, so bleibt immer noch das Übel, dass man es nicht als ein solches anerkennen will, daß wir hinter ihm und über ihm noch Weiteres aufsuchen, da wir doch hier die Grenze des Schauens eingestehen sollten."

Was war ein "Urphänomen"? Die Schwerkraft, der atomare Aufbau der Materie? - Der GOETHEsche Ausdruck verschwand ohnehin wieder in der realen Wissenschaft.

### Einschätzung der Entdecker- und Erfinderleistungen des 18. Jahrhundert

Waren die Errungenschaften des 18. Jahrhundert weniger grundlegend als die des COPERNIKUS, GALILEIs, NEWTONs, GUERICKEs? Der englische Wissenschaftshistoriker DEREK DE SOLLA PRICE (s. F. R. PFETSCH 1978), Mitbegründer der quantitativen Messung der Wissenschaft, der **Szientrometrie**, meinte es. Der Chemiehistoriker mag auf die großartige Entwicklung in der Chemie verweisen, mit etwa PRIESTLEY und LAVOISIER, der Geologe auf wichtige Gedanken, der Biologe auf LINNE' und BUFFON. Sicherlich hat LINNE' kein Weltbild umgestürzt, aber die neue Erfassung der Artenvielfalt - war das Nebenwerk?

## Anorganische Natur

### Das "Wesen" der festgestellten Naturphänomene - Imponderable Substanzen

Für die Naturphänomene, namentlich die großen wie Wärme, Licht, Elektrizität, Gravitation, wurde nach dem "Wesens" dieser Dinge gesucht. Was ist Licht? Was ist Eektrizität? Einigung gab es nicht, auch wenn unter dem Einfluß etwa einer Autorität wie NEWTON oder später LAVOISIER zeitweilig oder ganz eine Deutung überwog. Im allgemeinen wurde eine mechanische Deutung der Erscheinungen angestrebt. Die Bewegung kleiner Partikel sollte vieles erklären. Aber es gab dann im 18. Jh., eher in Abkehr von NEWTONs 'Prinicipia' die Annahme von etlichen **Materien** (R. E. SCHOFIELD 1970), **imponderabel,** also unwägbar, vielleicht hochflüssig, von deren irgendwo auftretender Quanität, ihrer Anwesenheit oder auch Abwesenheit, vieles erklärt wurde: **Licht**-Substanz, **Wärme**-Substanz, dann auch **Elektrizitäts**-Substanz. Der Äther war dann nicht weit. Im 19. Jh. wurden die Erörterungen fortgesetzt. **Experimente** zu physikalischen Phänomenen wie Licht, Wärme, Elektrizität geschahen unter **Annahme ihrer imponderablen Matieralität** oder galten auch der Ablehnung dieser Annahmen.

Ungeachtet aller Erörterungen über das Wesen der Erscheinungen wurde die **Gewinnung fester Größen** in den verschiedensten Bereichen erstebt. Deutlich wurde das etwa für die Wärmeerscheinungen. Zahlreiche weitere Phänomene wurden gefunden und untersucht, etwa die Phosphoreszenz beim Licht. Neues brachte etwa die Untersuchung von Mineralien, etwa vorher unbekannter, so aus Übersee, Edelsteine oder Sand. "Naturkuriositäten" führten zu manchen grundlegenden Er-

kenntnissen. Was irgend bekannt wurde oder gar auffiel erschien der näheren Untersuchungen wert.

## Mechanisches – Druckuntersuchungen

Hatte man im 17. Jh. keine Kompressibilität von Wasser festgestellt, so gelang 1761, veröffentlicht 1762 bis 1764, dem englischen Naturforscher JOHN CANTON der Nachweis der Kompressibilität von Flüssigkeiten (A. BIELER 1953).

## Wärme

In der Mitte des 18. Jh. wurde deutlich, daß der Übergang einer Substanz von einem Aggregatzustand in einen anderen, etwa vom festen in den flüssigen Zustand, vom Eis in Wasser, eine "spezifische Wärme" (specific heat) oder, wie es CAVENDISH nannte, "**Wärmekapazität**" (heat capacity), **Wärmemenge**, benötigt, die 'latente Wärme'. Wärme wurde damit als etwas ziemlich Stoffliches gefaßt. Es wurde deutlich, daß bei unterschiedlichen Körpern zum Erreichen derselben Temperatur eine unterschiedliche Wärmemenge zugeführt werden mußte. Die klassische Untersuchungen zur latenten Wärme lieferten mit und neben dem schottischen Mediziner JOSEPH BLACK in Glasgow ADAIR CRAWFORD (C. L. NUTT 2004), und auch der deutsch-schwedische Physiker JOHANN CARL WILCKE forderte für die Erkenntnis der Wärmemenge Priorität (A. BECKMANN 1952, H. BUESS 1956). BLACK gab 1762 seine Befunde und seine Idee vor einem begrenzten Personenkreise kund, aber im Druck erschien das erst 1803, 4 Jahre nach BLACKs Tod. WILCKE hatte von BLACKs Befunden keine Kenntnis erhalten, als er im Winter 1772 in Stockholm Schnee mit heißem Wasser wegschmelzen wollte. Nur wenig von dem Schnee ließ sich so beseitigen. Das Ergebnis war, daß eine **bestimmte Menge von Wasser mit einer bestimmten Temperatur nur eine bestimmte Menge Schnee verflüssigen kann** (A. BECKMANN 1952, S. 127/128). Eine bestimmte Wasserquantität von einer bestimmten Temperatur mußte eine bestimmte Quantität an Wärme enthalten.

Schon seit dem 16. Jh. kannte man die Abkühlung, die Erzeugung "**künstlicher Kälte**", wie sie beim Lösen gewisser Substanzen in Wasser erscheint. BRAUN in St. Petertsburg brachte um 1759 durch Mischen von Schnee und Salpetersäure Quecksilber zum Erstarren (P. WALDEN 1910). Systematisch wurden etwa von WALKER um 1787 Salzgemische zur Erzeugung tiefer Temperaturen untersucht. T. LOWITZ konnte, seit 1792, unter Verwendung von Kalihydrat und Calciumchlorid bis unter - 50° C gelangen.

Was ist Wärme? H. CAVENDISH sah sie hervorgerufen durch die **Bewegung kleinster Teilchen**, damit als eine nichtwägbare Entität, als "**Imponderabilie**". Wärme galt dabei zugleich als ein Beweis für die Existenz kleinster Partikel. In der französischen Chemie der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde "Wärme" als ein **wägbarer Stoff**, eine "**Ponderabilie**", ja als eines der chemischen Elemente betrachtet.

## Licht

Geheimnisvoll wirkte die **Phosphoreszenz**, das Nachleuchten von Körpern, die Licht ausgesetzt waren. Der Schuster VICENZO CASCIAROLO in Bologna hatte um 1603 gefunden, daß ein silbrig-weißes Mineral, Schwerspat, später als Bariumsulfat (BaSO4) erkannt, wegen möglicher Metallgewinnung mit Kohle erhitzt nach dem Erkalten auch im Dunkeln noch violett leuchtete. Bei Tage der Sonne ausgesetzt leuchtete der "**Bologneser Leuchtstein**" nachts danach weiter. Gemeinsam mit anderen versandte CASCIAROLO präparierte solche "Steine", "Lapis solaris" als beachtete Kuriosität an Interessenten. Manchen galt der Bologneser Leuchtstein als der Stein der Philosophen, der Metalltransmutation hervorrufen kann. Wie später deutlich wurde, entstand beim Erhitzen des Bariumsulfat, BaSO4, mit Kohle das Bariumsulfid, BaS. Von letzterem ging das Leuchten aus. Der "Bologneser Leuchtstein" war eine jener besonders anregenden Naturkörper, ja Naturkuriositäten. Der Franzose CHARLES-FRANÇOIS DE CISTERNAL DUFAY (J. L. HEILBRON 19) fand nach 1730 Phosphoreszenz bei kalkhaltigen Körpern, so bei Eier- und Austern-Schalen sowie bei Tierknochen. Phosphoreszenz war damit keine nur auf den Bologneser Leuchtstein begrenzte Erscheiung. DUFAY verglich das Zustandekommen von Licht beim Reiben, durch Hitze, mit der Herrufung von Licht durch Licht bei der Phosphoreszenz.

Der Mediziner ERASMUS BARTHOLIN, entdeckte die **Doppelbrechung** des Lichtes im **isländischen Kalkspat** (Z. KOPAL 19).

Manche Naturerscheinung konnte zunächst überhaupt nicht eingeordnet werden. Von dem französische Astronomen JEAN PICARD war beobachtet worden, daß beim Tragen eines Barometers im Dunkeln in dem luftleeren Raum über dem Quecksilber (also in dem Torricellischen Vakuum) ein Leuchten aufkam, und auch HAUKSBEE demonstrierte 1705, daß Quecksilber bei der Bewegung in einem luftleer gepumpten Rezipienten ein funkensprühendes **Licht** ergab ("mercurial phosphorus") (H. GUERLAC 19 ).

Nüchtern war die **Intensitätsbestimmung von Licht**, das Gebiet der **Photometrie**, das der vielseitige, auch als Mathematiker und Kosmologe tätige JO-



Abbildung 1355: LAMBERT-Denkmal. Mülhausen.

HANN HEINRICH LAMBERT vertrat.

## Elektrizität - bis zum Ende des 18. Jahrhundert

## Elektrizität als weit verbreitete "Naturkraft" gefunden – Grundsätzliche Eigenschaften

Elektrizität - das war zuerst lediglich die Anziehung und dann auch Abstoßung von kleinen Körpern, etwa Aschepartikeln, an zahlreichen geriebenen Körpern, so geriebenem Glas oder Schwefel. Neue Phänomene traten hinzu: die Fortleitung solcher Anziehungsfähigkeit, Funken an geriebenen Körpern. Blitz und St. Elmsfeuer mochten elektrischen Naturerscheinungen sein. Der Zusammenhang der verschiedenen elektrischen Erscheinungen, ihr gleiches "Wesen", blieb bis in die Mitte der 70er-Jahre des 18. Jh. in Zweifel (R. W. HOME 2002), etwa ob das gleiche Naturphänomen Elektrizität sowohl bei den Funken der Elektrisiermaschine wie bei den Schlägen von elektrischen Fischen wirkt (M. PICCOLINO et al. 2002).

Elektrizität erschien zuerst als ein eher nebensächliches Naturphänomen. Im. 18. Jh. aber wurde zunehmend bewußt, daß Elektrizität eine **wichtige "Naturkraft"** ist, mehr als lediglich ein wenig Anziehung von kleinen Körpern. Bei verschiedensten Vorgängen spielte Elektrizität offensichtlich mit. DUFAY bemerkte 1733

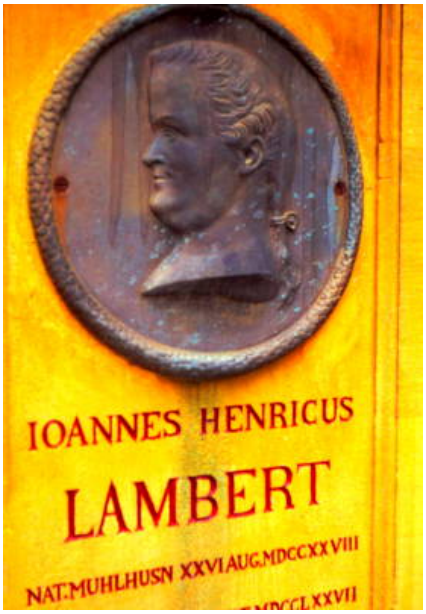


Abbildung 1356: LAMBERT. Mülhausen.

(dtsch. 1754, S. 1): "Seit einiger Zeit hat eine schlechte physische Erscheinung, die selten vorkömmt, und fast gar nicht geachtet wird, weil sie zu nichts weiter zu führen scheint, durch Hülfe gelehrter Augen, die sie genauer betrachtet, in größeres Ansehen zu kommen angefangen. Und itzo ist sie schon so weit ausgebreitet und von solcher Wichtigkeit, daß man nicht mehr weis, wo sie endlich noch aufhören wird."

Um Elektrizität zu haben, um elektrische Phänomene wie Fortleitung oder Speicherung von Elektrizität zu untersuchen, mußte Elektrizität zuerst und noch lange durch Reibung erzeugt werden, war, wie man formulierte, **Reibungselektrizität**. GUERICKE hatte einst eine bis kindskopfgroße Schwefel-Kugel gedreht, eine Hand beim Drehen an der Kugel gerieben. Im Dunkeln sprühten kleine Funken. Die Reibung von Glas, Harz oder Lappen mit den Händen allein wurde zur Erzeugung größerer Elektrizitätsmengen ersetzt durch **Reibungselektrisiermaschinen**, bei denen wenigstens das eine Material nicht direkt mit der Hand festgehalten wurde. Aber das eine Material, viellicht eine Glaskugel, mußte mit der Hand gedreht werden, während das an dere, vielleicht ein Lappen feststand. Immer neue Elektrisiermaschinen wurden entwickelt, und diese Bemühungen um immer leistungsfähigere Reibungselektrisiermaschinen wurden das ganze 18. Jh. hindurch und darüber hinaus bis zu neuen Verfahren der Elektrizitätserzeugung ab etwa 1800 fortgesetzt. HAUKSBEE entwickelte eine Reibungselektrisiermaschine mit Glas. JOHANN HEINRICH WINKLER, a.o. Professor für Philosophie und ab

1750 für Physik führte das wollene Reibkissen ein (E.-H. LEMPER 1974). 1791 lieferte der Niederländer MARTINUS VAN MARUM eine leistungsfähigere Reibungselektrisiermaschine mit einer Scheibe von 31 Zoll Durchmesser (ebenda), so stark, daß ihre Funken auch chemische Wirkungen hatten (K. H. WIEDERKEHR 1990, S. 166).

STEPHEN GRAY (M. BEN-CHAIM 2004) fand auch andere als die bisher bekannten harzigen Körper elektrisierbar und fand und untersuchte ab um 1706 vor allem das Phänomen der Fort-**Leitung** der Elektrizität. In einem Metalldraht entwich die Elektrizität nicht sofort wieder in die Luft, sondern wurde in diesem Material gebunden **fortgeleitet**. Möglichst weit wurden die Leiter angelegt. Verschiedenste Substanzen wurden auf ihre Leitfähigkeit getestet, dabei Unterschiede gefunden, bis hin zu Nichtleitern. Auch Konservierung von Elektrizität wurde von GRAY anvisiert.

Auch DU FAY (P. ELVIUS 1746, J. L. HEILBRON 19). in Frankreich fand, daß offensichtlich alle Körper mit Ausnahme der Metalle nach ausreichendem Reiben elektrisch werden, verstärkt durch zusätzliche Erwärmung. Nach kurzer Zeit verlor sich "die electrische Kraft" jedoch wieder, wie DU FAY formulierte (1733 / 1754, S.3): der "Wirbel zertheilet sich wieder". Elektrisch geladene Körper, und das ist eine von DU FAYs weiteren bedeutenden Entdeckungen, wirkten auf andere Körper aber nicht nur durch **Anziehung**, sondern, wie HAUKSBEE fand und DUFAY eingehender untersuchte, ebenso durch "auch eine zurücktreibende Kraft", also **Abstoßung**, und zwar gegen dieselben Körper, die sie berührt hatten. Erklärung fand damit, warum sich die Haare bei Katzen oder Hunden beim Streicheln aufrichten. DU FAY fand, 1733, daß sich geriebenes, also elektrisiertes Glas und Harz anzogen, andere geriebene und damit elektrisierte Körper aber abstießen. Gerade durch DU FAY wurde deutlich, daß es **Leiter** ("conductors") **und Nichtleiter** ("insulators") (DU FAY s. 1754, J. L. HEILBRON 19) gibt. Jeder elektrisch gewordene Körper teilt diese "Kraft" anderen Körpern mit, wenn sie Leiter sind, wie die Metalle. Gerade die Metalle, die durch Reiben nicht elektrisch werden, werden es durch "Mittheilung", durch Berührung mit Körpern mit elektrischer Kraft am meisten und können diese elektrischen Erscheinungen fortleiten. Groß war das Erstaunen darüber, bis über wie weite Entfernung, nach damaligem Maßstab, Elektrizität **geleitet** werden kann. DU FAY befestigte an Bäumen einer Allee in einem Park Seidenschnüre, die in trockenem Zustand als sehr gering leitfähig bekannt waren. In diese Seidenschnüre legte er einen Strick, der als besser leitfähig bekannt war. DU FAY achtete darauf, daß der Strick "nicht zu nahe an die Bäume, noch auch irgendswo an die Mauer kommen möchte, ..." Eine geriebene Röhre wurde an das eine Ende des Strickes gehalten. Die Leitung der Elektrizität durch den Strick zeigte sich an der Anziehung von Goldblättchen an einer anders-

wo an dem Strick befestigten Metallkugel. Wurde der Strick feucht gemacht, leitete er Elektrizität stärker. In spielerischen Versuchen wurde Elektrizität auch durch in isolierenden Seidenschnüren hängende Kinder hindurchgeleitet. Diese und andere Befunde kommentierte DU FAY mit der Bemerkung (S. 24), daß sie "die im Muthmaßen kühnesten Geister in Erstaunen setzen müssen, weil sie die Gränzen der electrischen Kraft viel weiter ausdehnen, als man es sich hat einbilden können, und daher zweifeln lassen, ob solche nicht vielleicht noch unendlich mehr erweitert werden können." Wurde durch Reibung viel Elektrizität erzeugt, empfand DU FAY den **"elektrischen Schlag"** (shock).

DU FAY wirkte ansonsten für die französische Färberei-Industrie, durch Testen der Farbenfestigkeit auf der Faser.

## Was ist diese ominöse Elektrizität, was ist ihr Wesen?

Elektrische Phänomene wurden bekannt, aber was dem zugrundelag blieb umstritten. Was ist das "**Wesen**" der Elektrizität? In welchem Zusammenhang stand Elektrizität mit anderen Naturphänomenen? Es war schon ein Problem, wie die offenbar zusammengehörenden Phänomen ein gemeinsame Grundlage hatten, das Zustrandekommen durch Reibung, die Leitung, das Abstoßen und das Anziehen, der Funkenüberschlag. Der Lehrende hat wohl auch heute noch Probleme, das dem Anfänger, dem Schüler, nahezubringen.

AEPINUS sah Elektrizität und Magnetismus als analoge Phänomene. DU FAY und ROBERT SYMMER (J. L. HEILBRON 1976) und GRAY dachten an **zwei verschiedene "Elektrizitäten"** (double "electricities"), zwei "effluvia", 1. der des Glases, der Kristalle, der Edelsteine, also die "glasichte" oder "**glashafte**" Elektrizität und 2. die etwa bei Harz, die "**harzichte**". Die entgegengesetzten Elektrizitäten zogen sich an, also: "Die Electricitäten von einerley Art scheinen Feinde, und die von unterschiedener Art Freunde zu seyn" (DU FAY 1733/1754, S. 10).

Elektrizität wurde zunehmend als **imponderables Fluidum** gesehen. Und unter Voraussetzung dieser Annahme wurden bestimmte Untersuchungen in die Wege geleitet, gab die Theorie resp. Hypothese Anregung zu Experimenten, etwa Elektrizität, also 'elektrische Materie', elektrisches 'Fluidum' **zu speichern**. FRANKLIN, der um 1751 mit dem Blitzableiter berühmt werden sollte, vertrat wie manche anderen eine solche "**unitarische" Theorie**, wonach es nur **eine** einzige **elektrische Materie** gibt, eine Art "Fluidum", das vorhanden sein konnte oder fehlte. NOLLET identifzierte dieses offensichtlich universell verbreitete elektrische Fluidum mit der ebenso verbreiteten vermuteten Feuermaterie, die gemäß BOER-

HAAVE die Wärmeausbreitung erklärte (R. W. HOME 2002). Diese Elektrizität sollte **in den verschiedenen Substanzen in unterschiedlicher Menge** vorhanden sein. Lag in einem Körper ein Überschuß an Elektrizität bzw. elektrischem Fluidum vor, sollte sie zu dem weniger Elektrizität enthaltendem Körper strömen. LICHTENBERG (C. PRIESNER 19) beschrieb das mit **"+" und "-"**. WILKE (A. BECKMANN 1952, S. 125) fand, daß beim Reiben manches Körpers an einem anderen dieser negativ geladen werden konnte und beim Reiben an einem anderen in dem geriebenen Körper positive Ladung auftrat. J. TH. DESAGULIERS verglich die Elektrizität wegen der Anziehung mit der Kohäsion (cohesion).

## Weitere Möglichkeiten der Erzeugung elektrischer Erscheinungen und weitere Eigenschaften

Es wurde gefunden, daß elektrische Erscheinungen, daß Elektrizität, auch durch andere Vorgänge als durch Reibung hervorzubringen waren, was aber nicht in größerem Maße genutzt werden konnte. Dieses Hervorbringen von Elektrizität durch andere Verfahren erweiterte das Nachdenken über diese Naturkraft.

Entdeckt wurde, daß **Erwärmung** elektrische Erscheinungen hervorbringt, zunächst als solche gar nicht erkannt (F. U. T. AEPINUS 1761, JOHN L. HELBRON 19, S. KATZIR 2003, W. LOREY 19). Um 1703 war von Ceylon (heute. Sri Lanka) ein neues Mineral nach Europa gebracht worden, der Turmalin, das bald auch experimentell untersucht wurde. Um 1707 wurde entdeckt, daß Turmalin nach dem Erwärmen viele Ascheteilchen und andere Partikel anzieht, ebenso wie es bisher bei zahlreichen geriebenen Körpern bekannt war. GRAY hatte schon gesehen, daß erwärmtes Pech nahe danebenliegende Goldblättchen anzog. Die Anziehungsfähigkeit des erwärmten Turmalin wurde um die Mitte des 18. Jh. von LINNÉ und dann namentlich von FRANZ ULRICH THEODOSIUS AEPINUS als ebenfalls elektrisches Phänomen gedeutet, 1824 von BREWSTER als **Pyroelektriztität** bezeichnet. AEPINUS war bis 1756 Direktor an der bescheiden ausgestatteten Berliner Sternwarte, dann tätig in der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Im Unterschied zu geriebenen Körpern wurde durch die Erwärmung des Kristalls die elektrische "Materie" mit 2 Polen an demselben Körper ausgebildet.

**Elektrizitätsdurchgang durch ein Vakuum**, soweit es damals herstellbar war, brachte **Leuchterscheinungen**. Das fanden HAUKSBEE 1705 und der "elektrizitätsbegeisterte Altphilologe der Leipziger Universität" JOHANN HEINRICH WINKLER (F. FRAUNBERGER 1972, W. GERLACH 1967) 1745. Der ausgepumpte Rezipient wurde für das Studium der Erscheinung an eine Reibungselek-

trisiermaschine angeschlossen, deren Kollektoren man strich.

WINKLER formte die leerzupumpenden Röhren in Gestalt von Buchstaben. Leuchteten sie beim Elektrizitätsdurchgang auf, war es wie eine Vorwegnahme elektrischer Reklamebeleuchtung - damals mit den zu "Augustus Rex" führenden Buchstaben. Die Kathodenstrahlröhre war vorweggenommen. Der Dresdener Mechaniker GOTTFRIED HEINRICH GRUMMERT (F. DANNEMANN 1911), der auch den Elektrizitätsdurchgang durch ein Vakuum fand, schlug 1750 vor, unter Nutzung dieses Vorgangs elektrische Beleuchtung einzuführen.

## Gespeicherte Elektrizität erlaubt eindrucksvolle Untersuchungen und führt zu empfindlichen Schlägen: Leidener Flasche und Elektrophor

Größere elektrische Schläge wurden gefunden, als Versuche unternommen wurden, die auf der Vorstellungen beruhten, daß Elektrizität eine "Flüssigkeit", ein "Fluidum" sein mag und es deshalb möglich sein müßte, **Elektrizität zu sammeln** und zu speichern und so mit **größeren Mengen** an Elektrizität zu experimentieren. Ergebnis war die **Leidener** (Leyden Jar) oder **Kleistsche Flasche**, ein erster elektrischer Kondensator . Zeitlich gesehen hat der Jurist und 1722 bis 1747 Dechant der Dom-Kapelle in Cammin/Kamien Pomorski in Pommern EWALD GEORG VON KLEIST in einem Ort also fernab der Wissenschaftszentren diesen ersten elektrischen Kondensator, Elektrizitätssammler, am 11. Oktober **1745** erfunden, einen elektrischen Schlag erhalten und seine Erfindung dann etwa der Danziger Naturwissenschaftlichen Gesellschaft mitgeteilt. VON KLEIST hatte in Leipzig und Leyden studiert. Der Dom in Cammin, an dem dieser KLEIST wirkte, geht auf 1176 zurück (Wikipedia 2013).

In der niederländischen Universitätsstadt Leiden leiteten der Physikprofessor PIETER VAN MUSSCHENBROEK und der an solchen Versuchen beteiligte Jurust ANDREAS CUNAEUS (P. HEERING 2017) **1746** von einem geriebenen Glas aus über einen Draht durch einen Nagel Elektrizität in Wasser in einem Glas. Das Glas mit dem Wasser hielt der eine Experimentator in einer Hand. Nachdem Elektrizität hineingeleitet worden war, berührte dieser mit der anderen Hand den Zuleitungsdraht. Er erlebte: es wurde "der Arm und der Körper in fürchterlicher Weise getroffen wurden, für die ich keinen Ausdruck finde; mit einem Wort: Ich dachte, es sei nun aus mit mir." Mit der Leidener oder Kleistschen Flasche wurde deutlich, daß Elektrizität **mit elektrischen Schlägen eine beachtliche Kraftwirkung** entfalten kann

Der Name "Kleistsche Flasche" setzte sich nicht recht durch. Die Erfinder aus



Abbildung 1357: Dom in Kammin.

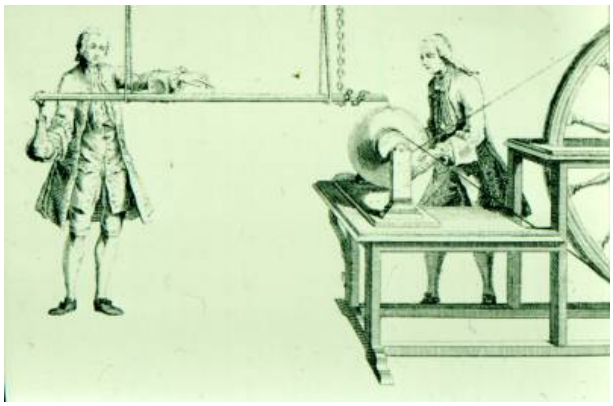

Abbildung 1358: Berühre u. zucke! b. MUSSCHENBROEK.



Abbildung 1359: Leidener Flaschen vereinigt. Görlitz.

Leiden konnten ihre 'Flasche' der Pariser Akademie verständlicher darlegen (P. HEERING 2017, S. 50). Auf NOLLET wird die Bezeichnung "Leidener Flasche" für eine solche Apparatur zurückgeführt.

Zum **Ersatz der Hand,** mit zuerst das Glas gehalten worden war, umkleidete man die Leidener Flasche außen mit Stanniol. Innen in dem Glas befand sich also Wasser, in das Elektrizität hineingeleitet wurde. Außen die Metallfolie ist wie das Wasser im Inneren des Glasgefäßes ein Leiter. Das Glas ist Nichtleiter. Es wurde so ein Elektrizitätsspeicher, ein elektrischer "Kondensator", konstruiert, in dem die Elektrizität festgehalten wurde. Bis sie abgeleitet wurde, schlagartig.

DANIEL GRALATH (A. WIßNER 1964), angesehener Bürger und ab 1763 Bürgermeister seiner Heimatstadt Danzig, stellte schon 1746 eine Anzahl solcher Leidener Flaschen zusammen, um die verstärkte Wirkung einer solchen Kombination Leidener Flaschen festzustellen. Funken konnten abgeleitet werden, die noch am hellen Tage aus 200 Schritt Entfernung gesehen wurden (F. DANNEMANN 1911).

Starke Leidener Flaschen oder gar mehrere zusammengestellte konnten Menschen wie großen Tieren gefährliche Schläge erteilen, dünnere Materialien wie Metallbläter, Papier oder Leder durchbohren, Metalle schmelzen.

Zu den Erforschern der Elektrizität nach der Pioniergeneration der DUFAY und GRAY zählte JOHAN(N) CARL WILKE (A. BECKMANN 1952) aus dem zur Zeit seiner Geburt 1732 schwedischen Wismar, geboren als ein Pfarrerssohn und Student in Uppsala, Rostock, Göttingen. FRANKLIN war der Ansicht, daß die Wirkung der Leidener Flasche mit dem Glas zusammenhing. WILKE (1758) fand mit F. U. TH. AEPINUS, daß eine **Glasplatte**, an deren beiden Flächen, also an der oberen wie an der unteren Fläche, je ein flaches elektrizitätsleitendes Material,

eine leitfähige Folie, befestigt war, wie eine Leidener Flasche wirkte, also die Flasche durch Flachglas ersetzt werden konnte und so eine **geladene Platte**, ein flacher elektrischer Kondensator erhalten wurde. WILKE verfolgte auch, wie von den verschiedenen Reibungselektrisiermaschinen, von denen er die Elektrizität schließlich erhielt, in gleichen Zeiten unterschiedliche Quantitäten Elektrizität lieferten und so die als Kondensator dienenden Glasplatten unterschiedlich aufgladen wurden - der Weg zur quantitativen, messenden Untersuchung der Elektrizität. 1770 wurde WILKE Sekretär der Schwedischen Akademie der Wissenschaften und war dadurch so beschäftigt, daß er bis zum Tode 1796 als Experimentator ausfiel.

Einen ähnlichen Speicher für statische Elektrizität wie WILKE entwickelte 1771 ALESSANDRO VOLTA, genannt nun **Elektrophor** (S. KOCH 1991). In einem Teller etwa aus Zinn, einem Leiter, wurde ein Harz"kuchen", ein Nichtleiter, geschmolzen und trocknete mit glatter Oberfläche, Etwa mittels einem Katzenfell wurde der Harzkuchen aufgeladen. Auf diese Oberfläche des Harzkuchens wurde eine Metallplatte gelegt, also ein Leiter. Durch Heben und Senken der Metallplatte konnte Ladung abgenommen und auch in Leidener Flaschen überführt werden. 1775 nannte den 'Electrophorus' VOLTA "the perpetual carrier of electricity" und später hieß es von dem Elektrophor "the most surprising machine hitherto invented", oder "the most intriguing electrical device since the Leyden jar" (zi. in G. PANCALDI 2005, S. 73). GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG (C. PRIESNER 19) in Göttingen fertigte einen Elektrophor von etwa 1,80 m Durchmesser an.

Staub, der sich auf dem Harzkuchen absetzt, ordnete sich in stern- oder büschelartigen Mustern an, den "Lichtenberg'schen Figuren". Hierin liegt eine der Grundlagen der modernen Xerographie.

Sah man die Elektrizität als eine Art Fluidum, galt das noch lange auch für das **Nordlicht,** wie es F. A. L. THIENEMANN 1821 (1827 a, S. 174) auch sah, wenn die Wolken sich öffneten, also sich hinter ihnen befand: "Ob der Stoff des Nordlichtes sich an schon vorhandene Dünste anschliesse, oder ob nicht erst durch ihn die Anhäufung derselben geschieht, war noch nicht auszumitteln:"

## Der Mensch – teilweise der Beherrscher der Blitze - 'Atmosphärische Elektrizität'

Elektrizität in der Natur - als solche erschienen schließlich auch die **Blitze**, in alten Sagen die Straf- und Drohwerkzeuge der Götter. Mit dem Aufkommen der Naturwissenschaften erschienen Blitze als Naturphänomen. Am Anfang des 18. Jh. galten **Blitze** in der Atmosphäre als dort ablaufende Gasexplosionen. Die Ähnlichkeit



Abbildung 1360: LICHTENBERG. Göttingen.

von Blitzen in der Atmosphäre und den Funken der Reibungselekritsiermaschine erschien aber als offensichtlich.

Etwa WINKLER (K. SCHNEIDER-CARIUS 1955) in Leipzig betonte das. Eingehend überprüfte es BENJAMIN FRANKLIN (s. a. PH. RUSSELL, S. 163 ff.), der erste bedeutende Naturforscher Nordamerikas, der geboren am 17. Januar 1706 in der kinderreichen Familie eines Kerzenmachers und Seifensieders in Boston und Buchdrucker lernte. Als schon bedeutender Mann in Philadelphia trat FRANKLIN auch als Gelehrter und Experimentator hervor. In einem Briefe legte FRANKLIN seine Überlegungen zur Gewitter- bzw. Blitz-Entstehung 1750 vor und fand Beachtung in Frankreich, wo BUFFON das von DALIBARD (Wikipedia 2020) übersetzen ließ. Einen Versuch unternahm FRANKLIN (S. 165) an einem Julinachmittag 1752 auf einer Viehweide nahe Philadelphia, mit seinem Sohn unter einem Schutzdach stehend. An einem Drachen mit Drahtende am oberen Ende befestigte FRANKLIN eine feuchte Schnur. Mit der angebundenen, weiterhin bis zum Erdboden hinabreichenden Schnur stiegen solche Drachen bis in aufziehenden Gewitterwolken empor. An der emporgezogenen Schnur spreizten sich die Fäserchen ab. Am unteren Ende sprangen Funken heraus. Aus der Gewitterwolke wurde offensichtlich Elektrizität herabgeleitet. Die elektrischen Ladungen waren damit vorhanden, bevor es zur Entladung im Blitz kam. Es gab elektrische Ladungen in der Atmosphäre, etwas, daß in der Folge als "Atmosphärische Elektrizität" bezeichnet wurde. Daraus mochten die Blitze entstehen.

Das wurde 1752 in Frankreich und bald auch anderswo wiederholt. DALIBARD in Frankreich nahm statt der Schnur wenigstens unten eine Eisenstange und konnte auch Entladungen nachweisen. Davon ausgehend wurden **Blitzableiter** konstruiert. Schon vorher ließ man neben Bauernhäusern oft einen hohen Baum oder mehrere Bäume zum Abfangen von Blitzen aufwachsen. Nun wurde bewußter, mit Kenntnis der Zusammenhänge, Blitzschutz betrieben. Blitzableiter erschienen den aufgeklärten Menschen des 18. Jahrhunderts als ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die Lenkung, die Beherrschung eines Naturphänomens. Genannt wird auch der Versuch von FRANKLIN 1765 auf einem kleinen Teich in Clapham Common in den USA, mit einem Teelöffel Öl / Ölsäure die vom Wind gekräuselte Wasseroberfläche von etwa 0,2 ha zu beruhigen, womit ein **Ölfilm** von 2,5 mm **auf dem Wasser** anzunehmen war. Das entsprach der Dicke einer Molekülschichte,war ein monomolekularer Film (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 2) - frühes Beispiel der Untersuchung einer Oberflächenschicht auf einer Flüssigkeit.

FRANKLIN hat sich 1757 bis 1762 und wieder 1765 bis 1775 aus politischen Gründen in England aufgehalten. Er kam zum Haß gegen das englische Regiment in den nordamerikanischen Kolonien. FRANKLIN wurde einer der führenden Begründer der Unabhängigkeit der englischen Kolonien in Nordamerika, einer der Begründer der USA. Das englische Joch abzuschütteln suchten die aufständischen nordamerikanischen Kolonisten die Hilfe von Englands Erzfeind Frankreich und französische Hilfe zu bekommen weilte FRANKLIN 1776 bis 1785 in Paris. 1783 mußte England die Unabhägigkeit seiner südlich Kanada gelegenen nordamerikanischen Kolonien anerkennen. Über FRANKLIN sagte TURGOT in Anerkennung von dessen wissenschaftlichen wie politischen Erfolgen, daß er '**dem Himmel den Blitz und dem Tyrannen'**, dem damit wohl etwas zu hart beurteilten englischen König GEORG III., **das Szepter** entriß. FRANKLIN starb am 17. April 1790 in Philadelphia.

Ein Blitz ist nicht etwa sichtbare Elektrizität, sondern durch die im Wesen hier nicht feststellbare Elektrizität zum Glühen gebrachte Substanz, ein von Elektrizität hervorgerufenes Phänomen.

**'Fortschritt' - das sind nicht nur neue Gebrauchsprodukte**, sondern **auch Schutzmaßnahmen gegen Schäden**, ob solche physikalischer Art wie die Blitze oder auch, wohl noch wichtiger, das Erntegut schädigende Lebewesen. Schutzmaßnahmen können teuer sein.

Bald konstruierten verschiedenste Männer **Blitzableiter.** In Deutschland installierte LICHTENBERG in Göttingen (C. PRIESNER 19) 1780 einen geerdeten Blitzableiter an seinem Gartenhäuschen. In der Oberlausitz hat VON GERSDORF (E.-H. LEMPER 1974) für Blitzableiter gesorgt, wobei er vor allem die oft betrof-

fenen landwirtschaftlichen Gebäude schützen wollte. ROBESPIERRE, der spätere führende Revolutionär, führte als junger Anwalt in Arras einen ersten Gerichtsprozeß zur Verteidigung eines auf einem Dache von dessen Besitzer errichteten Blitzableiter, dessen Entfernen der Nachbar forderte.

## "Atmosphärische Elekrizität"

Elektrische Ladungen bestehen in der Atmosphäre nicht erst kurz bevor ein Blitz herabzuckt. LE MONIER hatte 1752 festgestellt, daß auch ohne Gewitter die Luft elektrisch geladen ist. Die Gefährlichkeit von Untersuchungen der atmosphärischen Elektrizität wurde am 6. August 1753 in St. Petersburg schmerzlich bewußt, als dort der Schwede GEORG VILHELM RICHMANN eine von außerhalb hinein in sein Laboratorium führende metallene Stange benutzte und aus der nach einem Zeugenbericht im Laboratorium eine blaue Feuerkugel herausfuhr und RICHMANN tötete. PRIESTLEY schrieb zwar, daß es "nicht jedem Elekrisierer gegeben" sei, "auf eine so rühmliche Art wie der beneidete Richman zu sterben", jedoch wurden die Physiker vorsichtiger.

Der elektrische Zustand der Atmosphäre, die "atmosphärische Elektrizität", wurden von etlichen Gelehrten eingehender und länger überprüft. Ab 1772 hatte sich VON GERSDORF (E.-H. LEMPER 1974, S. 171) auf seinem Gut Niederrengersdorf unweit Görlitz mit dem Messen der atmosphärischen Elektrizität befaßt. LICHTENBERG in Göttingen wie dann VON GERSDORF auf seinem Gut Meffersdorf errichteten einen Pavillon mit einer "Wetterstange", um die atmosphärische Elektrizität zu messen. Für die Feststellung der **elektrischen Ladung in größeren Höhen** ließ GERSDORF ließ auch elektrische Drachen, erinnernd an FRANKLIN, an einer zunächst langen seidenen Schnur aufsteigen. Wegen ihrem Zerreißen und somit dem Verlust der Drachen versuchte es GERSDORF mit leichtem langen Kupferdraht, der zum Teil auch nicht hielt, und mit Schnüren, die mit Silberdraht umwickelt waren.

## Zusammentragen von Einzelheiten zu den Eigenschaften der Elektrizität

Mit Elektrizität aus der Leidener Flasche ließ sich die auch die Elektrizitäts-Leitung weiter untersuchen. WATSON fand erstmals die Leitung in einem metallenen Draht, benutzt an Stelle des Strickes von DU FAY.

Nachdem die Grundtatsachen der Elektrizität bekannt waren, wurden die Einzelheiten bei den verschiedensten Körpern, also **Materialeigenschaften** hinsichtlich

der Elektrizität, untersucht, so die Leitfähigkeit. PRIESTLEY fand die Leitfähigkeit von **Holzkohle** und von Metallsalzen. Die Metalle ordnete PRIESTLEY in einer Tabelle nach ihrer Leitfähigkeit. Fernerhin wurden mittels elektrischer Funken gasförmige Stoff miteinander verbunden oder auch getrennt.

## Weite Beachtung der Erforschung der Elektrizität

In ein Neuland wie die Elektrizität wie bei anderen neuen Forschungsgebieten mußten sich jene, die hier tätig werden wollten, meist im Laufe ihres auf andere Dinge gerichteten Berufslebens einarbeiten, in Kontakt mit auch weit entfernt wohnenden Kollegen, jedoch ohne traditionsreiche Lehre. Das galt auch für Physiker. Kam etwas an Nützlichem voraus oder mußte man an vergeudete Zeit für ein Nebenprodukt der Natur und der Naturphilosophie denken? (G. PANCALDI 2005).

Die "Naturkraft" Elektrizität, die wurde in Paris und anderswo auch in Salons Gegenstand der gehobenen Unterhaltung, und auch ein Bildungswert durchaus vorhanden. In der französischen Hauptstadt wurde JEAN-ANTOINE NOLLET durch seine brillianten Experimentalvorlesungen führend. Elektrizität war, wie NOLLET einmal bemerkte, zum Nachdenken für Naturforscher als auch für Belustigung geeignet. NOLLET (Wikipedia) war 1700 geborener Sohn armer Bauern, wurde Geistlicher, kam unter die Fittiche von REAUMUR. Ab 1744 unterrichtete NOLLET auch die Kinder des Königs in "Physik". FRANKLINs Blitzableiter lehnte er ab. Mancher auch Amateurforscher wandte sich der Elektrizitätsforschung zu, auch auf hohen Niveau. Das galt etwa für den reichen Gutsbesitzer ADOLF TRAUGOTT von GERSDORF (E.-H. LEMPER 1974), der mit Görlitz eng verbunden war.

Sogar die Abfolge der Entdeckungen über die Elektrizität, also die **Geschichte** ihrer **Erforschung**, wurden bald dargestellt. Im Jahre 1747, also noch FRANKLINs Entdeckungen, veröffentliche der große Danziger Amateurforscher GRALATH eine "Geschichte der Elektrizität". PRIESTLEY folgte 1768 mit seiner "A familiar introduction to the Study of Electricity" für Anfänger.

### Was gehört alles zur Elektrizität?

Bei der Physik etwas ferner stehenden Leuten findet sich etwa um 1800 in ähnlicher Form wie bei DU FAY und anderen der Gedanke vom **Elektrizitäts-Stoff**, der elektrischen Materie – so bei dem technischen Chemiker HERMBSTÄDT 1803 (S. 46 ff.). Und zwar sollte diese elektrische Materie – wie schon bei GRAY, also der dualistischen Theorie – eben als "positive und negative Electricität" vorliegen. Im gemischten Zustand sollten "diese Elektrizitäten in allen Körpern des Weltalls

vorhanden" sein, aber zur Wirkung konnte nur eine dieser Elektrizitäten kommen, wenn "die eine über die andere in den Zustand der Freiheit gelangt" (S. 47). Je nachdem die eine oder die andere, die Plus- oder Minus-Elektrizität, wirksam wurden, entstanden "zwey verschiedene Arten der Wolken", die sich bei Berührung als Gewitter entluden. So ließ sich das auch dem Landwirt, für den HERMBSTAEDT schrieb, ganz gut erklären.

Was alles zur Elektrizität gehört, wurde erst allmählich deutlich, so bei den "**elektrischen Fischen**". Schon im Altertum wird von den Schlägen berichtet, die bei Berührung der aus dem Mittelmeer bekannte Zitterrochen (Torpedo marmorata) austeilt, und später wurden andere solche Schläge austeilenden Fische bekannt, namentlich der Zitteraal / *Gymnotus electricus* Südamerikas (M. PICCOLINO et al. 2002). Gewiß ähnelte der von einem Zitterrochen oder Zittelaal ausgehende "shock", "Schlag", einem elektrischen Schlag. Es mißrieten aber Versuche, von den Fischen Elektrizität fortleiten, Anziehung und Abstoßung sowie einen Funken festzustellen. Lag vielleicht eine andere Wesenheit als die im Experiment "künstlich" erzeugte Elektrizität vor? Der Engländer JOHN WALSH reiste im Sommer 1772 zur Untersuchung von Zitterrochen nach La Rochelle an der französischen Atlantikküste. Ihm gelang die Fortleitung der von Zitterrochen ausgehenden elektrischen Schläge. Auch Kaiser JOSEPH II. ließ sich einmal persönlich einen solchen Schlag erteilen. Im Jahre 1776 wurde in einem Journal kurz berichtet, daß WALSH von einem Zitteraal aus Surinam in Südamerika einen Funken abgeleitet hat. HENRY CAVENDISH suchte einen elektrischen Fisch nachzubauen, und der Anatom JOHN HUNTER untersuchte eingehend die Anatomie der elektrischen Fische. Elektrizität - die gab es also auch im Lebewesen, schien mit dem Lebensprozeß verknüpft zu sein, war vielleicht, wie debattiert wurde, das "Leben" selbst zu sein.

Manchmal wurde Elektrizität wie eine Art Wundermittel angesehen. Mediziner suchten mit Elektrizität zu heilen. Elektroschocks sollten Psychosen beseitigen. Selbst die Erweckung von Toten durch elektrische Schläge wurde versucht.

Bei G. PROCHASKA 1797 (S. 62) heißt es dann auf Tiere allgemein bezugnehmend etwas ernüchternd: "Ob der thierische Körper eben so wie die Luft von selbst Elektricität erzeugen oder sie nur von der Luft an sich ziehe, ist noch nicht erwiesen."

## Länger fließende elektrische Ströme aus chemischer Quelle, also nicht von der Elektrisiermaschine

Elektrizität offensichtlich in Lebewesen war auch eine der weiterführenden Entdeckungen am Ende des 18. Jh., die von LUIGI GALVANI. Seine Deutung war



Abbildung 1361: Galvani, Bologna.

falsch, seine Entdeckung führte jedoch zum ersten Verfahren einen **längere Zeit fließenden elektrischen Strom** zu erzeugen, im "galvanischen Element", zuerst der "Volta-Säule".

GALVANI war Anatomieprofessor in Bologna. Angeregt von den Untersuchungen über die elektrischen Fische, also eher einer Naturkuriosität, untersuchte er die Reaktion von Froschmuskeln auf Elektrizität, auch auf Gewitter. Er fand an Froschschenkel mit noch anhängenden Nerven 1791, daß sie bei gleichzeitiger Berührung mit zwei verschiedenartigen Metallen zucken. GALVANI sah das als Ausdruck von Elektrizität im Tier, im Gewebe des Körpers. Ein in Bologna umlaufendes Sonett schrieb die Entdeckung übrigens der zu GALVANIs Schmerz 1790 mit 47 Jahren bereits verstorbenen Ehefrau von GALVANI zu, die den Befund ihrem Manne überlassen habe. In der politisch bewegten Zeit nach 1790 wurde manches Gelehrtenleben in den Strudel der Zeitereignisse gerissen. General NAPOLEON BONAPARTE gründete 1797 die das nördliche und große Teile des mittleren Italien umfassende Cisalpinische Republik. GALVANI verweigerte den Treueid auf sie, verlor seine Universitätsstellung und sein Gehalt. Dann doch noch einmal angestellt, starb er am 4. Dezember 1798.

Auf der politisch anderen Seite stand ALESSANDRO VOLTA (V. BROGLIA 1966, S. KOCH 1991, G. de SANTILLANA 1965). Bei seinen Überlegungen über GALVANIs Experimente und vor allem angeregt durch die Beschreibung der elektrische Ladungen erzeugenden Apparates elektrischer Fische durch NICHOLSON fand er



Abbildung 1362: VOLTA, Como.

1799 eine neue Quelle von Elektrizität, und zwar erstmals von einem kontinuierlich fließenden elektrischen Strom nicht mehr aus der fortdauernden Bewegung einer Elektrisiermaschine. Es war die nach ihm benannte **Volta-Säule** (pile, electric cell). Geboren am 18. Februar 1745 in Como als 7. unter 9 Geschwistern in einer altadligen, aber wirtschaftlich nicht gut stehenden Familie war VOLTA seit 1774 Physik-Lehrer in Como, seit 1778 / 1779 Professor an der Universität Pavia. In Kontakt mit Gelehrten in ganz Europa und auch Besuchsreisen zu ihnen hat er Anregungen erhalten und einen Ruf aufgebaut (G. PANCALDI 2005). Schon in Italien hatte VOLTA die Gunst des Generals NAPOLEON BONAPARTE gefunden. Wegen seiner Sympathie für die am 28. Juni 1797 von BONAPARTE in Nord-Italien proklamierte Cisalpinische Republik verlor VOLTA in der Zeit von NAPOLEON BONAPARTEs Weggang zeitweilig seine Stelle. 1800 kehrten die Franzosen wieder. 1801 folgte VOLTA einer Einladung nach Paris. NAPOLEON BONAPARTE, damals erster Konsul, wohnte der Vorführung der Voltasäule durch ihren Erfinder im Institut de France bei. Nach NAPOLEONs Niederlage 1813/1815 wurde VOLTA vom nunmehr wieder in der Lombardei regierenden habsburgischen Kaiser, in dem neuen Lombardisch-Venetianischem Königreich, jedoch ebenfalls geehrt. Man konnte und wollte nicht verzichten auf den 'Ruhm der Lombardei', eine von ARAGO geprägte Würdigung VOLTAs. Gestorben ist VOLTA am 5. März 1827 83-jährig in seinem Landhaus nahe Como.

VOLTA nahm an, daß nicht der von 2 verschiedenen Metallen berührte Frosch-

schenkel als lebendes Gewebe die Elektrizität hervorbringt, sondern die Verbindung von 2 verschiedenen Metallen durch eine Elektrizität leitende Lösung die Elektrizitätserzeugung bewirkt. VOLTA ersetzte also den Froschschenkel durch eine leitende Flüssigkeit, ob flüssig oder in Filz aufgesaugt. Auf die Scheibe eines bestimmten Metalls legte er Filz, das mit einer Salz-, Säure- oder Basen-Lösung getränkt war. Darauf kam die Scheibe eines andersartigen Metalls, darauf wieder ein mit einer leitfähigen Lösung getränkter Filz, dann wieder eine Scheibe des ersten Metalls, wieder Filz, dann wieder eine Scheibe des zweiten Metalls und so fort. Die unterste Metallscheibe wurde mit einem Draht mit der obersten, aus dem zweiten Metall bestehenden Scheibe verbunden und so ein Stromkreis geschaffen, in dem ein Strom floß. Das Fließen des Stromes maß VOLTA mit der Zunge (s. a. Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik YoiTube). VOLTA lehnte also eine nur vom Lebewesen etwa aus einer Lebenskraft entstehende Elektrizität ab. Die Elektrizitätserzeugung in den elektrischen Fischen sollte als physikalisch verstehbar in einem Apparat nachahmbar sein, eine von NICHOLSON gekommene Idee (G. PANCALDI 2005, S. 284). Die Elektrizitätserzeugung sollte nicht chemisch, sondern nur physikalisch erklärt werden können (S. 186). Kaum war der Bericht VOLTAs in den 'Philosophical Transactions' der Royal Society 1799 erschienen und die Batterie in Paris vorgeführt worden, bauten andere Naturforscher die stromliefernde Apparatur , allgemein dann **Batterie** genannt, nach. Dabei wurden bald Dinge entdeckt, die VOLTA nicht vorhergesehen hatte. In der Folgezeit wurden auch mehrere, ja viele Volta-Säulen auch zu größeren Batterie verbunden und damit stärkere Ströme gewonnen. Bald wurden mit ihr auch Substanzen, zuerst **Wasser, zersetzt**. VOLTAs Entdeckung oder eher Erfindung seine 'Säule' war eine folgenreiche Angelegenheit. Aber warum funktionierte das? Und zwar in der erzeugten Stromstärke unterschiedlich je nach den verwendeten Metallen. So ließ sich eine 'Spannungsreihe' der Metalle auftsellen. VOLTA verglich seine Säule mit dem Bau des elektrischen Organs der "elektrischen Fische". Die Wirkung einer Säule war zudem, wie RITTER betonte, der Plattenzahl proportional. Aber was geschah? Ein Phänomen, das tiefere Begründung verlangte und erst viel später erhielt, bei NERNST.

Wenn man das rasche Aufgreifen der neuen Apparatur 'Voltasäule' in verschiedenen Ländern oder sonstige rasche Kommunikationen sieht, dann geschah wissenshaftliche Kommunikation also auch in den kriegerischen Zeiten nach 1790 schnell.

GALVANIs merkwürdige Entdeckung der "zuckenden Froschschenkel" war also ein zunächst fehlgedeutetes Zwischenspiel auf dem Wege zur Gewinnung von länger fließendem elektrischen Strom gewesen, GALVANIs Name ist demnach in dem Terminus "Galvanisches Element" etwas sehr hoch angebunden.

Die **Voltasäule**, ein unabhängiger Stromerzeuger, unabhängig von Reibungselektrizität,und ihrer Gerätschaft, war die **Urform der Batterie**, in der unabhängig vom Ort ihrer Aufstellung Elektrizität erzeugt werden konnte, und zwar längere Zeit fließende Elektrizität und nicht nur ein abrupter Schlag. War die Eektrizität beider Enstehung überhaupt dasselbe? **Wo** man eine funktionierende **Voltasäule** hat, hat man **auch elektrischen Strom**. Bis sie wie jede Batterie irgendwann erschöpft ist, wie die Batterien in der Digitalkamera des 21. Jh, .

Auch andersartige Batterien, 'Stromerzeuger', zu konstruieren, wurde eine Angelegenheit zahlreicher Physiker der Folgezeit, wobei bald auch weitere Formen der Elektrizitätserzeugung hinzutraten. Aber bequem hnndhabbare kleine Batterien, Trockenbatterien, wurde im 20. Jh. zu einem überall gebräuchlichen Kleinapparat. Elektrotechniker späterer Zeit scheinen sich manchmal nur für die technisch-nüztliche Seite des Phänomens Elektrizität zu interessieren, für Glüh'birnen', Heizkörper usw. Und für die Praxis sind jene nicht fehlgeleitet, die mit dem fließenden elektrischen Strom ein **neues Zeitalter der technischen Nutzung von Naturkräften** sehen. Zu Dampfmaschinen und später den Gasmotoren war eine weitere Form der Energiebereitstellung getreten.

Gerade die Frühgeschichte der Erforschung der Elektrizittät sollte aber nahelegen, in der Erschließung der Elektrizität und ihrer Eigenschaften, auch eine gewaltige rein geistige Leistung zu sehen, auch eine emotionale Zuwendung der Forscher zu dieser Naturkraft nicht zu verkennen, Leistungen, welche den schöpferischen Anstrengungen in den Künsten und der Philosophie nicht nachstehen. Solche Forschungen sind Teil des menschlichen Wesens, Teil der Sinngebung des Menschenlebens.

## Erforschung der Magneten - Magnetismus

Was **Magneten** angeht, so fanden DE LA HIRE, VAN MUSSCHENBROEK, der Arzt GILLES AUGUSTIN BAZIN, daß sich um sie geschüttete Eisenfeilspäne in Art der später als "Kraftlinien" bezeichneten Ordnung richten. Besonders beeindruckend war die Anordnung der Eisenfeilspäne rings um einen S-förmig gebogenen Magneten bei BAZIN 1753 (F. FRAUNBERGER 1967). Wie DESCARTES nahm BAZIN im Magneten ein unsichtbares, in fortdauernden Umlauf befindliches Fluidum als Ursache für dessen Wirkung an, daß die Eisenteilchen richtet wie der Wind die Wetterfahne.

Für die Herstellung besserer Kompasse war wichtig, daß SERVINGTON SAVERY (E. I. CARLYLE et al. 2004) und GOWIN KNIGHT (P. FARA 2004, H. SCHIMANK s. 2009) ein Verfahren fanden, **Eisen-resp. Stahlstäbe 'künstlich' zu**

**Magneten** zu machen, auch **stärker als natürliche**. Fein verteiltes Eisenpulver brachte KNIGHT durch Leinöl in eine feste Masse. Solche Magnete kamen in den Handel, wurden im Kompaß benutzt, konnten auf langen Reisen nach nachlassender Wirkung re-magnetisiert werden. KNIGHT fand bisher benutzte Kompaßnadel unzureichend und schuf **neue** Typen von **Kompaß**, die er, auch durch Mitfahren auf Schiffen, kontrollierte. Mit solchen künstlich magnetisch gemachten Nadeln ausgestattete Kompasse wurde in Exeter und London verkauft. Mit einem künstlichen Magneten fand ANT(O)ON BRUGMAN 1778, daß das Metall Wismut von einem Magneten nicht angezogen, sondern abgestoßen wird (H. SCHIMANK 2009). Auch COULOMB führte seine quantitativen Untersuchungen zu Anziehung und Abstoßung mit künstlichen Magneten durch.

# Der Umbruch der Chemie im 18. Jahrhundert - Die "Chemische Revolution"

## Alchemie noch nicht überwunden

Die Zeit ersten Aufbruchs der Chemie trug noch manche Gedanken über Goldmacherei und Metall-Transformation. Über das Wesen der Metalle war man im Unklaren und ihre unterirdische Entstehung wurde mit "Wachsen" verglichen, auch Umwandlung. Auch BOYLE und dann HERMANN BOERHAAVE (R. KNOEFF 2002) in Leiden in den Niederlanden versuchte auch als Chemiker trotz mancher Skepsis Metall-Transformation, namentlich ausgehend vom Quecksilber, und BOERHAAVE verehrte die alten Alchemisten, nicht so neuere. BOYLE dachte, daß Feuer-Partikel in die Poren von Quecksilber eindringen und es in Gold verwandeln. Noch war die Element-Natur der Metalle nicht erwiesen. Blei versuchte BOERHAAVE in Quecksilber zu überführen. Schwefel sollte Bestandteil der Metalle sein, und je nach Schwefel-Gehalt zu verschiedenen Metallen führen.

Betrügerische **Goldmacher** gingen auch ans Werk, was, als die Zeit von Abenteurern wie Graf CAGLIOSTRO, die Vorstellung von "**Alchemie**" in der Nachwelt prägte. Im Falle des CAETANO (CAJETAN) (O. KRÄTZ 1988) war die Geduld des Fürsten, des Kurfürsten von Brandenburg und Königs in Preußen, FRIEDRICH I., zu Ende, und CAJETAN wurde am 23. August 1709 gehängt.

Alchemie und Kabbala und überhaupt Mystizismus – das wurde betrieben etwa im Frankfurt am Main des jungen GOETHE, beeinflußte auch GOETHE (P. WALDEN 1930). Entsprechende Bücher in seiner Bibliothek, wie sie PAUL WALDEN im 20. Jh. erfaßte, zeugen davon. Noch 1800 (zit. bei P. WALDEN 1930,

S. 792) meinte GIRTANNER, der ansonsten die neue Chemie aus Frankreich in Deutschland bekanntmachte: "Im 19. Jahrhundert wird die Verwandlung der Metalle allgemein ausgeübt werden; jeder Chemiker wird Gold machen."

In Weimar erschien 1777 nicht als historisches Werk überwundener Kuriosität, sondern als Auseinandersetzung mit noch bestehenden Auffassungen von JOHANN CHRISTIAN WIEGLEB das Buch "Historisch-kritische Untersuchung der Alchemie oder der eingebildeten Goldmacherkunst" und wurde der Verfasser zum "Alchemistentöter". WIEGLEB war 1732 in Langensalza im nördlichen Thüringen geboren worden und starb dort als Apotheker 1800.

Der Chemiker und Chemiehistoriker PAUL WALDEN hat etwa 1930 eingehend dargestellt, wie GOETHE im Juni 1770 im Saargebiet durch Hütten- und Grubenbesuche mit Technologie und auch chemisch-technischen Dingen Bekanntschaft macht, aus seinen alchemistisch-mystischen Vorstellungen herausfand und, als Dichter etwa des "Götz von Berlichingen" und der "Leiden des jungen Werther" schon bekannt, 26-jährig ab Herbst 1775 in Weimar dort zum Förderer von chemisch-technologischen und Bergbau-Unternehmen wurde und dann auch die Chemie als Wissenschaft unterstützte. In Jena wurde unter GOETHE als für die Unvivesität zuständig JOHANN FRIEDRICH AUGUST GÖTTLING Professor der Chemie, starb aber 1809. Das Anschauen der Wirklichkeit, das gegenständliche Denken war für GOETHE und nicht nur für ihn wesentlich, um die Dinge zu begreifen. Naturwissenschaftlicher Berater für GOETHE war auch der Weimarer Hofapotheker und Stadtphysikus WILHELM HEINRICH SEBASTIAN BUCHOLZ (Wikipedia).

## Zur Stellung der Chemie

Die Chemie wurde im 18. Jh. zu einer angesehenen, zu grundlegenden Erkenntnissen über das Wesen der Materie führenden Naturwissenschaft, die gegenüber der Physik nun eigene Wege ging. Wer Chemie betrieb war oft Apotheker oder kam aus der Metallurgie. Auch Apparate kamen teilweise aus der **Apotheke**, Mörser oder Destilliergeräte.

Und **viele Einzelentdeckungen** und erneute Überprüfung mehr oder weniger bekannter Dinge gingen auf Apotheker zurück, die oft in die Leopoldina gewählt wurden. Der Weimarer BUCHOLZ etwa fand 1783 den Ameisensäureetyhlester (Wikipedia). Alle Einzelentdeckungen auch **in ein Gesamtsystem** einzubinden, war dann nötig.

Noch galt in vielem, wie es etwa 1734 in der 4. Auflage der deutschen Übersetzung von NICOLAS LEMERYs "Cours de Chymie" (S. (3)) heißt: "An sich selber aber




Abbildung 1363: Apotheke Wolfach. Mörser.

ist die Chymie eine Kunst, welche uns lehret unterschiedene Substantzen und Wesen eines mixti von einander scheiden." Mixti aber wären solche Sachen, "die natürlicher Weise wachsen, nehmlich die Mineralia, Vegetabilia und Animalia." Chemie umfaßte also viele Dinge.

Der schottische Mediziner und Lehrer der Chemie WILLIAM CULLEN lehrte um 1760, daß sich die **Chemie mit den** besonderen, den **spezifischen Eigenschaften der Körper** befaßt, die **Mechanik** mit den **allgemeinen** (H. GUERLAC 1961).

Von wachsendem Interesse an Chemie zeugen **Lehr- und Wörterbücher**. In Freiberg in Sachsen verfaßte JOHANN FRIEDRICH HEN(C)KEL chemische Schriften, die wie andere deutschsprachige Schriften in der Übersetzung des Baron HOLBACH auch in Französisch erschienen (H.-G. SCHÄFER 1986). In Frankreich veröffentlichte 1766 P. J. MACQUER das "Dictionnaire de chymie' (H. GUERLAC 1961, E. L. SCOTT 19). JAMES KEIR übersetzte das Buch in der 1. und 2. Auflage in das Englische und versah es mit zusätzlichen Notizen und Artikeln über die damaligen neuen Entdeckungen. Ebenso gibt es eine kommentierte Übersetzung ins Deutsche, ab 1781. Etwa ROUELLE am Jardin des Plantes in Paris vermittelte 26 Jahre lang, 1742 bis 1768, die Chemie auf dem jeweils neuen Stand interessierten Hörern, etwa Apothekern.

Chemie betrieben wurde auch an den **Bergakademien**, und hier wie am Ende

des 18. Jh. an der Ecole Polytechnique die **Studenten** auch **praktisch** im Laboratorium angeleitet (F. SZABADVÁRY 1989).

Produktionsmonopole wie Meißner Porzellan oder Rubinglas in der Mark Brandenburg wie Edelmetalle, gleich welcher Herkunft, bedeuteten Residenz-, Lust- und Jadgschlösser, stehendes Heer, Oper und Ballett, auch Galerie, Kunst- und Naturalienkammer. Chemische Forschung, Erschließung der Bergbauschätze waren also für die Landesherren interessant. Denken sollte man beim Anblick der Silber-Schätze etwa im "Grünen Gewölbe" in Dresden an das schwere Leben jener, welche den Reichtum aus der Erde heraushoben. Aber Silber, am Körper getragen, das war auch das Ersparte einfacherer Leute in Indien oder Afghanistan bis in unsere Tage.

HENCKEL stellte um 1725 einige in der Natur vorkommende Mineralien, HgS und Sb2S3, auch im Laboratorium künstlich her. Chemie - das war damit nicht mehr nur "Scheidekunst", sondern ebenso **Aufbau von Substanzen**. Wie einige Zeit später etwa GOETHE hervorhob, mußte **jeder Analyse eine Synthese vorangegangen** sein, eben in der Natur, indem **nur getrennt werden kann, was einmal vereinigt** wurde, und "wir heben die Synthese der Natur auf, um sie in getrennten Elementen kennenzulernen" (zit. bei P. WALDEN 1930, S. 866).

Im Falle von FeS2 und CuFeS2 mißlang die künstliche Herstellung (R. HOOYKAAS 1999). Es erhob sich die immer wiederkehrende **Frage, nach dem**, **was Menschen erzeugen können, in Nachahmung der Natur oder an Neuheiten.** Nicht gelang bis heute Lebendiges aus Nicht-Lebendem hervorzubringen.

Die Fortschritte der Chemie wurde vor allem bedingt durch 1. messendes Herangehen, also **quantitative** Untersuchungen, mit der Waage, 2. die Untersuchung der Gase, 3. die Erschließung der Salze bzw. der Mineralien.

Manche Erkenntnis entstammte der chemischen Technologie oder noch ziemlich **empirisch** durchgeführten Untersuchungen. TSCHIRNHAUS bemerkte, daß zwei Materien, die einzeln schwer schmelzen zusammengebracht in gewissen Dosen leicht 'fließen', so Kiesel und Kreiden (P. FISCHER 1959), und HENCKEL in Freiberg fand etwa, daß die **Schmelztemperaturen von Gemischen**, also bei Legierungen von zwei Metallen, **generell niedriger** liegen als die Schmelztemperatur der Einzelkomponenten.

## Messendes Herangehen in Chemie und bei Pflanzen-Untersuchung, auch in langen Zeiträumen: VAN HELMONT

Das schon geschilderte Langzeitexperiment VAN HELMONTs mit jahrelangem Begießen einer Weide in einem Gefäß mit einer abgewogenen Menge Erde und der Feststellung, daß kaum Erde verbraucht wurde und die Pflanzensubstanz offenbar aus dem Wasser entstanden war, wurde nach VAN HELMONTs Tod 1644 bis 1766 noch öfters wiederholt, von BOYLE, TRIEVAL, MILLER, GLEDITSCH, BONNET, DUHAMEL, KRAFFT, ALSTON, VALERIUS (A. N. MELDRUM 1933).

**Langzeit-Experimente** gab es auch andere, ja, manche Dinge sollten Zeit brauchen, um zu werden. BOERHAAVE (R. KNOEFF 2002) erhitzte Blei 20 Jahre lang, bis das Versehen eines Helfers dem ein Ende bereitete.

## Gaschemie

Die **Verschiedenheit von Gasen** zu **erkennen** und gleichartige Gase auch bei unterschiedlicher Herkunft zu identifizieren gehörte zu den großen Leistungen auf dem Wege **zur neueren Chemie**, bildete eine ihrer Voraussetzungen. Farbige oder stechend riehende Gase kein Problem. Aber zahlreihe Gase sind farb und geruchkos. Ein solches 'Gas' ist die Luft, und farbloses 'Gas' **ensteht** beim Verbrennen, etwa von Kohle, bei der Gärung etwa in Brauereien und bei der Weingärung, bei der Zersetzung von Kadavern, beim Erhitzen von Kalkstein, beim Atmen und in Pflanzen. Unter den im Laufe des 18. Jh. **identifizierten Gase** erlöscht Kohlendioxid die Verbrennung, sind Wasserstoff und mit anderer Flammenfärbeung Methan selbst brennbar, Sauerstoff unterhält die Verbrennung wie die Atmung, färben sich nitrose Gase an Luft. **Dasselbe Gas** konnte **bei verschiedensten Reaktionen** entstehen, so das Kohlendioxid, aber auch der Sauerstoff. Die sichere **Identifizierung** der Gase war also eine große Leistung und Voraussetzung der modernen Chemie.

Daß ein Gas bei chemischen Reaktionen entstehen kann erfuhr BOYLE, als er Mineralsäure auf Eisenspäne goß (M. BOAS HALL 1966, S. 343), was noch nicht den entstehenden Wasserstoff als eigenständige Susbtanz erkennen ließ. Die Luft und das etwa beim Bierbrauen und der Weinbereitung entstehende Gas Kohlendioxid sind durchsichtig, farblos, aber unterscheiden sich etwa darin, daß beim Bierbrauen, der Weingärung oder bei Arbeiten in Gruben entstehende Gas Flammen auslöschte und erstickend wirkte, aber normale Luft eben Flammen unterhielt und zum Atmen geeignet ist. Die zuerst als Gas benannten Substanzen waren, nach

späterer Definition, **permanente** Gase, konnten also seinerzeit nicht in Flüssigkeit oder gar in feste Substanz gebracht werden, und Gase wurden nicht als nur eine der möglichen Zustandsformen einer Substanz gesehen (M. BOAS HALL 1966, S. 343). Gase blieben Gas. Wasserdampf wurde nicht so recht eingeschätzt.

Gaschemie erforderte, daß 1. die **Gase technisch-apparativ handhabbar** wurden und 2. so dann **unterschieden** werden konnten.

Erzeugte **Gase** lernte man **auffangen** und am Entweichen zu hindern durch die zuerst vor allem von STEPHEN HALES benutzte **pneumatische Wanne** (pneumatic trough) (J. PARASCANDOLA 1969). Das in eine Sperrflüssigkeit eingeleitete Gas sammelte sich unter einem in die Sperrflüssigkeit umgestülpten undurchlässigen Gefäß. Für viele Gase reichte als Sperrflüssigkeit Wasser. CAVENDISH und dann vor allem PRIESTLEY benutzten als Sperrflüssigkeit das flüssige Metall Quecksilber. Auch in Tierblasen wurden Gase aufgefangen.

Den auf das Wort "Chaos" zurückgeführten Terminus **"Gas"**prägte schon in der **ersten Hälfte des 17. Jh.** VAN HELMONT. Meistens wurde im 18. Jh. dann der Terminus **"air"** verwendet. VAN HELMONT **unterschied** die gewöhnliche Luft, **gas pingue**, und das von ihr unterschiedene, erstickende **gas sylvestre (silvestre),** das "wilde Gas", das Kohlendioxid der späteren Terminologie, das nach VAN HELMONTs Erfahrung sowohl bei der Gärung wie bei der Verbrennung, also bei verschiedenen chemischen Prozessen, entsteht und auf Gemeinsamkeiten bei verschiedenen Prozessen verwies. Besonders auffälig erschien dieses 'gas sylvestre' ' bei der Bierbereitung, konnte in größeren Brauereien für die dort Arbeitenden lebensgefährliuch werden (J. SOENTGEN 2011). Das Kohlendioxid, also HELMONTs 'gas sylverstre' resp. die "fixed air" der Chemiker des 18. Jh., war also das **erste Gas**, welches als **eigenständiger Stoff** erkannt, von der gewöhnlichen Luft unterschieden wurde. Es öffnete den Weg in die moderne Chemie, ein Weg, bei dem die Gaschemie so wichtig war.

Daß die Luft aus mindestens zwei sich irgendwie unterscheidenden gasförmigen Bestandteilen besteht, hatte ansonsten zuerst JOHN MAYOW, erfaßt, als er nachwies, daß **nur ein Teil der Luft** die **Atmung von Tieren unterhält**.

Das wurde festgestellt beträchtliche Zeit bevor sich erneut mit den Gasen beschäftigt wurde.

**Gas unterschiedlicher Herkunft,** etwa aus erhitztem Holz, aus der Wärmezersetzung von Schweineblut, Austernschalen, Bienenwachs, Mais, Tabak, Gallensteinen, also entstanden bei der trockenen Destillation organischer Substanzen, untersuchte dann im Zusammenhang mit seiner Erforschung der Wasser- und Saftbewegung in Pflanzen unter Verwendung der pneumatischen Wanne STEPHEN HALES (1777,

1969; D. G. C. ALLAS 2004, H. GUERLAC 1972), der das beschrieb in senem 1727 erschienenem Buch "**Vegetable Staticks**", mit dem er auch die Pflanzenphysiologie als eigene Wissenschaftsdisziplin begründete. HALES, Angehöriger einer angesehenen Familie, hatte ab 1696 in Cambridge Theologie studiert und war ab 1709 Pfarrer der anglikanischen Staatskirche in dem westlich von London an der Themse gelegenen Teddington. Seine wissenschaftlichen Untersuchungen, zu denen er in Cambridge erste Anregung erhalten hatte, führte er neben seinem Pfarramt und anderen Betätigungen für die Gesellschaft durch. durch. 1717 wurde HALES, der 1761 84-jährig starb, Mitglied der Royal Society. Verschiedenheit der Gase führte HALES jedoch nicht auf chemische Unterschiede zurück, sondern **einunddieselbe "Luft"** sollte durch in ihr enthaltene Verunreinigungen unterschiedlich werden. Die "Luft", "Air", konnte damit weiterhin als Element gelten. HALES fand auch, daß beim Verbrennen von Phosphor und Schwefel Luft verbraucht wird, was er jedoch als Veränderung der mechanischen Eigenschaften der Luft durch die Dämpfe der verbrannten Substanzen deutete, ähnlich wie NEWTON in seiner "Opticks" die Bindung von Luft in Körpern auf korpuskuläre Anziehung und Abstoßung zurückgeführt hatte.

Daß HALES sehr anregend wirkte wird deutlich aus der Übersetzung seiner zwei Hauptwerke "Haemastatics" und "The Vegetable Staticks" in das Französische, Deutsche, Holländische und Italienische. Die auf BUFFON 1735 zurückgehende französische Übersetzung von "The Vegetable Staticks" erschien 28-mal. An Stelle des verstorbenen Sir HANS SLOANE wurde der Pfarrer HALES 1753 auch zum auswärtigen Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften gewählt, eine besonders hoch zu schätzende Ehre.

## Die Phlogistontheorie - erste verbindende chemische Theorie

Ein verbindendes Prinzip bei der Interpretation der Stoffumsetzungen wurde die "**Phlogiston**"-Theorie des Mediziners GEORG ERNST STAHL (G. KERSTEIN 1989), in die auch Gedanken von JOHANN JOACHIM BECHER eingingen. BECHER hatte gemeint, daß der brennende Stoff etwas enthält, das er beim Verbrennen abgibt (M. HESSE 1982).

Der das ausbauende STAHL wurde geboren am 22. Oktober 1659 in Ansbach in armen, pietistisch geprägten Verhältnissen. Nach dem Studium in Jena wurde er 1687 Leibarzt am Hofe in Weimar, 1694 einer der zwei Ordinarien für Medizin in Halle, 1716 Leibarzt des Königs FRIEDRICH WILHELM I. in Berlin, Hier starb er am 14. Mai 1734.

STAHLs Vorstellung vom "Phlogiston" besagte, daß **bei jeder Verbrennung**, etwa der von Holz oder Kohle, wie auch bei der **Bildung von "Metallkalken"** durch Erhitzen von Metall, etwa von Blei, eine feine Substanz oder auch nur ein innewohnendes Prinzip, eben das **Phlogiston, abgegeben** wird. Von "Metallkalken" wird gesprcchen, weil etliche Metalle beim Erhitzen weiße Substanzen, nach späterer Erkenntnis Oxide bilden, die kalkähnlich aussehen, aber natürlich nicht Kalk sind. Der Vorgang der Bildung weißer Oxide, eben falsch verstanden, hieß "Calcinieren". Verbrennung etwa von Kohle mit Flammenbildung und Metallverkalkung, Calcinieren, sehen äußerlich so unterschiedlich aus, daß es als große geistige Leistung eingeschätzt werden muß, daß hierin eine innere Verwandtschaft gesehen wurde (E. STRÖKER 2000). Phlogiston ließ sich auf andere Substanzen übertragen. Verlust und Aufnahme von Phlogiston veränderten die betroffenen Substanzen. Werden einem "Metallkalk", einem Oxid späterer Erkenntnis, etwa Bleioxid, das aus erhitzter Holzkohle entweichende Phlogiston zugeführt, bildete sich aus dem "Metallkalk" das Metall wieder. Schwefel etwa galt als zusammengesetzt aus Schwefelsäure und Phlogiston (s. H. KOPP 1845), denn das beim Verbrennen von Schwefel entweichende Phlogiston ließ die Acidum vitriolici-Dämpfe, später Schwefeldioxid und -trioxid genannt, zurück. Phlogiston wurde auch beim Atmen, bei der Gärung und dem Verwesen gesehen und sollte an den Eigenschaften der glatten, glänzenden und gefärbten Körper, etwa der Metalle, entscheidend beteiligt sein (M. HESSE 1982).

Als die Phlogiston-Theorie widerlegt war, wurde sie viel geschmäht, und noch 1933 (S. 36) meinte EINAR HAMMARSTEIN vom Nobelkomitee, daß die Phlogiston-Theorie "wie eine Epidemie durch die wissenschaftliche Welt hinzog und das Suchen nach der Wahrheit von dem rechten Wege", den schon MAYOW gewiesen haben sollte, "ablenkte". Aber die Phlogiston-Theorie faßte wichtige chemische Reaktionen, die "Oxidationen" und die bei der Metallgewinnung ablaufenden "Reduktionen" der späteren Vorstellung, unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zusammen und sie darf so als eine **erste chemische Theorie** gewürdigt werden, die **verschiedene**, äußerlich recht unterschiedliche **Vorgänge auf ein gemeinsames Prinzip** zurückführte. Die Phlogiston-Theorie, Theorie eines Hallenser Mediziners, eines "Deutschen", fand weithin Zustimmung, auch bei Personen, die bald in der Chemie führend wurden. JACQUES-FRANCOIS DEMACHY übersetzte STAHL ins Französische und anerkannt hat das Phlogiston der große Zusammenfasser der Chemie MACQUER (s.a. L. JOUMEL 2007; S. 11). Lebenslange Anhänger der Phlogiston-Theorie auch noch in Zeiten ihrer voranschreitenden Widerlegung blieben PRIESTLEY, so 1800, und SCHEELE, denen dennoch bedeutende Entdeckungen gelangen (W. OSTWALD 1908).

**Nicht nur "richtige" Theorien können Voraussetzungen bedeutender**

**faktischer Entdeckungen sein.** Bei Phlogistontheorie und späterer LAVOISIERscher Oxydationstheorie war zwar in der Theorie alles umgekehrt. Die chemischen Tatsachen, das zu Sehende, war jedoch bei beiden gleich. Ob ein 'Phlogistiker' oder dessen Gegner ein Metall erhitzte und zu einem "Metallkalk" kam und diesen mit Holzkohle wieder in Metall zurückführte, es sah stets gleich aus. Wie in der Geologie: Die gleichen Felsen und die unterschiedliche Interpretation.

STAHL nahm auch an, daß **Verbindungen** im Gegensatz zur Ansicht von BOYLE nur **aus wenigen Atomen** gebildet werden, also "**Oligomoleküle**" sind, wie es dann auch andere und vor allem auch DALTON, der Begründer der chemischen Atomtheorie, annahm (M. CARRIER 1986).

## Chemie mit Physik und Korpuskulartheorie auch in St. Petersburg: LOMONOSSOW

Trotz der Ausländer und namentlich Deutschen an der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg wurde im Westen kaum einflußreich, was der durchaus geniale Denker MICHAIL VALIL'EVIC LOMONOS(S)OW (G. BOECK 2011, B. M. KEDROW 1973) sogar in Latein in seinem nicht einmal 55 Jahre währendem Leben bekanntgab und der als Begründer der russischen Wissenschaft, als erster großer russischer Wissenschaftler gefeiert wird. Die von LOMONOSOW in die Wege geleitete Moskauer Universität mit ihrem Hochhaus wurde in Sowjetzeiten nach ihm benannt.

Geboren 1711 hoch im Norden Rußlands südlich von Archangelsk darf man die als ärmlich geschilderten Verhältnnisse in seinem Elternhaus wohl nicht übertreiben, denn der Vater besaß etliche Fischfang- und Handelsboote, wie klein sie auch gewesen sein mögen. Jedenfalls lernte der Knabe LOMONOSOW lesen und schreiben, ging 1730 ohne Geld zu Fuß nach Moskau und wurde nach Verbergen seiner niederen Herkunft in die Slawisch-Griechisch-Lateinische Akademie aufgenommen, Als begabt aufgefallen studierte LOMONOSOW noch an der Geistlichen Akademie in Kiew, 1735 an der Akademie-Universität in St. Petersburg. Mit zwei anderen wurde LOMONOSOW zur Weiterbildung nach Deutschland entsandt und war zuerst in Marburg bei CHRISTIAN WOLFF, dann in Freiberg i. Sa. bei HEN(C)KEL) in dessen Privatlaboratorium. LOMONOSOW war und blieb reizbar und streitsüchtig, neigte auch öfters dem Trunke zu, heiratete noch in Marburg. Streit gab es auch in St. Petersburg nach der Rückkehr dorthin im Sommer 1741 und LOMONOSOW kam sogar für einige Zeit in Haft.

LOMONOSOW war eifriger Experimentator. Im Zentrum seiner physikalisch-chemischen Auffassungen stand seine **Korpuskulartheorie. Deduktiv** wurden von ihr aus



Abbildung 1364: LOMONOSSOW. Moskau 1960.

durchaus zukunftsträchtige Schlußfolgerungn gezogen. Vor allem galt das für LOMONOSOWs Auffassung von der **Wärme als Bewegung der Korpuskeln**. Sie stand in Gegensatz zu den im später 18. Jh. herrschenden Aufassung vom Wärmestoff. Nach oben sollten der Wärmebewegung keine Grenzen gesetzt sein. Aber die Korpuskularbewegung sollte auch zu einem Ende kommen können, was völlige Erstarrung brachte, also so etwas wie den absoluten Nullpunkt vorwegnahm. 1752 verfaßte LOMONOSOW eine Einführung in die Physikalische Chemie, ein noch lange ansonsten ungebräuchlicher Begriff. In der Chemie blieb er Anhänger der Phlogistontheorie. Mit von LOMONOSOW entwickeltem farbigen Glas wurden Mosaike aus Glasperlen geschaffen. Aber seine dafür gegründete Fabrik scheiterte finanziell. LOMONOSOW wirkte auch als Historiker. Als Angehöriger der 1748 in St. Petersburg an der Akademie gegründeten Historischen Kommission mit dem Ziel vor allem auch der Erschließung der alten russischen Geschichte wurde LOMONOSOW mit dem Schreiben eines Geschichtswerkes beauftragt. 1766 erschien der erste Band. Beim Zarenhof war LOMONOSOW angesehen durch seine Poesie, durch seine Oden zumal. Und später wurde der 1765 gestorbene LOMONOSOW in Rußland vor allem als Dichter gesehen. Er hat auch die russische Sprache und die Grammatik bereinigt und gefaßt. Diese Tätigkeit kann man vielleicht vergleichen mit der von REDI in Florenz für das Italienische. Im 20. Jh. wurden LOMONOSOWs wissenschaftliche Arbeiten bekanntgemacht, in Auszügen in deutscher Sprache durch OSTWALD in seinen "Klassikern".

## Quantitative Untersuchung, Wägen, als eine Grundlage der Chemie

**Wägen** der bei chemischen Reaktionen umgesetzten Stoffe brachte viele der bedeutenden weiteren chemischen Erkenntnisse.. Wenn manchmal die Verwendung der Waage in der Chemie vor allem auf LAVOISIER nach etwa 1765 zurückgeführt wurde, so zeigte die Erforschung der vorangegehenden Chemie, daß schon früher oft, bei PARACELSUS wie bei LIBAVIUS, BOYLE und zahlreichen anderen, die Waage benutzt wurde (P. WALDEN 1931), und der mit kleinen Gewichten hantierende Apotheker war manchmal fast Symbol auch der alten Apotheke. Die Empfindlichkeit der Waage von BOYLE wird mit 0,01 g angegeben. Der Chemiker und Chemiehistoriker PAUL WALDEN (1931) hatte bei diesen historischen Untersuchungen gefunden, daß zu einseitig "die Leistungen ganzer Perioden summarisch auf ein ganz bestimmtes Geschichtsdatum und eine Einzelperson zusammengezogen" wurde (S. 103), während die Entwicklung sich tatsächlich getragen von viel mehr Schultern vollzog.

NEWTON hatte erkannt, daß eine bestimmte Quantität von "aqua fortis", von Säure, erforderlich ist, um eine bestimmte Quantität Kupfer restlos aufzulösen, und ein bestimmtes Quantum an Säure mehr war nötig, um eine gleiche Menge an Eisen vollständig aufzulösen. STAHL schrieb vom pondus naturae, der Proportion, in der Substanzen miteinander reagieren (H. GUERLAC 1961). Die Lösung der Salze in Wasser hatte 1697 N. GREW quantitiv untersucht, und man fand, daß bei einer bestimmten Temperatur **von jedem** spezifischen **Salz** eine eindeutig **bestimmte Menge in Wasser gelöst** wird. ROUELLE fand ebenso, daß bei der Neutralisierung von Säure und Base bestimmte Proportionen beider miteinander reagieren. Ist die Säure oder die Base im Überschuß vorhanden, dann tritt der Überschuß nicht mit in das Reaktionsprodukt, das Salz, ein. Bei Zinnober, der Quecksilber-Schwefel-Verbindung, wurde das Gewichtsverhältnis zwischen Quecksilber und Schwefel erkannt, wobei damals die elementaren Natur beider noch nicht recht bewußt war, aber N. LEMERY beschrieb in seinem Lehrbuch von 1675, daß Zinnober künstlich erzeugt wird, indem sich 3 Gewichtsteile von Quecksilber mit 2 Gewichtsteilen von Schwefel vereinigen. In der Mitte des 18. Jh. war es laut DIDEROTs "Encyclopedie" eine von den Chemikern allgemein anerkannte Wahrheit, daß Verbindungen (mixtes) aus bestimmten und unveränderlichen Proportionen ihrer Bestandteile bestehen. Für die **Praxis** schlug 1729 CLAUDE JOSEPH GEOFFROY (F. SZABADVÁRY 1966) vor, die Stärke von Essig(säure) aus der Menge der von einem bestimmten Quantum Essig aufgelösten Pottasche zu bestimmen. **Gase** wurden in Messen und Wägen einbezogen (P. WALDEN 1931).

Der von der Pharmacie herkommende ANTOINE BAUME´ (E-McDONALD 1970) erfand das **Areometer** zur Feststellung der **Dichte von Flüssigkeiten**. Er führte auch hier **Fixpunkte** ein. Der eine Fixpunkt war die Dichte von destilliertem Wasser, der andere eine Salzlösung von bekannter Konzentration, und produzierte so kalibrierte Instrumente.

Im Regierungsauftrag wurden in Frankreich immer wieder die **Mineralwässer** untersucht. Ihre Nutzung sollte also nicht nur Empirie sein.

## Musterbeispiel quantitativer chemischer Untersuchung: BLACK

Das besonders anregende Muster einer auch **quantitativen chemischen** Untersuchung bot der Edinburgher Mediziner und Chemiker JOSEPH BLACK über "**Magnesia alba**" und **Kalk** (H. GUERLAC 1957), also Magnesiumcarbonat (MgCO3) und Calciumcarbonat (CaCO3) der späteren Terminologie, veröffentlicht in den Abhandlungen der Philosophical Society of Edinburgh unter dem Titel "Experiments upon Magnesia Alba, Quicklime, and Some other Alcaline Substances" **1756**. BLACK und auch andere Mediziner interessierten sich für diese Substanzen, weil man mit ihnen "Stein"bildungen im menschlichen Körper beizukommen hoffte. Erhitzte BLACK "Magnesia alba" (MgCO3), so entwich "fixed air", das spätere CO2. "Fixed air" verwies auf die Eigenschaft dieses Gases, an Lsöung von gelöschtem Kalk gebunden, "fixiert", zu werden. Zurück blieb mit geringerem Gewicht "Magnesia usta". Der Gewichtsverlust entsprach dem Gewicht des entwichenen "fixed air". "Magnesia alba" und ebenso Kalk erschien damit als Verbindung zwischen einer besonderen "Erde" und der "fixed air". Nach der späteren Formelsprache des 19. Jh. spielte sich ab: MgCO3 zerfiel erhitzt in MgO + CO2; Kalkstein, CaCO3 zu Branntkalk = CaO + CO2. Die "fixed air" wurde aus der "Magnesia alba" oder dem Kalkstein auch durch Zusatz einer Säure ausgetrieben, gemäß etwa der späteren Formel CaCO3 + 2 HCl gibt CaCl2 + H2CO3, wobei letztere sofort zerfällt unter Abgabe von CO2. Auf "gebrannte Magnesia" oder auf Branntkalk wirkte Säure nicht, sie waren eben frei von "fixed air". Die "Magnesia usta" oder der Branntkalk konnten "fixed air" wieder aufnehmen, und zwar so viel "fixed air", wie im Feuer verlorengegangen war, wobei also wieder Magnesia alba (MgCO3) und Kalk entstanden. BLACK konnte auch nachweisen, daß bei der Atmung die gesunde Luft in "fixed air" umgewandelt wird (H. BUESS 1956). BLACK galt als Muster eines "klassischen", exakten Forschers, und als so sauber wie seine Arbeitsergebnisse wird auch sein Laboratoriumstisch geschildert.

BLACK hat nur wenige Dinge untersucht, die aber exakt, wegweisend. Er ist der nach W. OSTWALD fast vorbildliche Typ des klasssischen, also sich nicht verzettelten Forschers.

## Die Verschiedenheit der Gase: Diese Entdeckung führte in die moderne Chemie

Waren einmal Verschiedenheiten bei den Gasen erkannt, wurden Gase verschiedenster Herkunft gesucht und untersucht, gewonnen weiterhin aus unter Luftausschluß erhitztem Holz oder Kohle, aus Mineralwasser, Sümpfen, Bergwerken, aus chemischen Reaktionen. Wichtig war, daß man wie auch andere Substanzen so auch und **auch gerade die durchsichtigen farblosen unterschiedlichen Gase in ihrer Identität** nachweisen konnte, unabhängig von dem Ort, der Quelle, an dem sie entstanden. Nur so konnte man die Gase in ihrem Zusammenhang in der Natur und Experiment erkennen.

**Identifizierung, Feststellung dessen, was dasselbe ist, unabhängig vom Ort des Auftretens, ist nötig bei allen Naturkörpern,** bei allen chemischen Substanzen, ob Alkaloide oder Mineralien und ebenso bei Lebewesen. Man mag gewiß eine gewisse nicht unberechtigte, sich öferts sogar bestätigende Erwartung hegen, daß an verschiedenen Orten und bei unterschiedlichen Prozessen unterschiedliche Phänomene oder eben Substanzen auftreten. Aber dem war keineswegs immer so! Und aus der Gleichartigkeit der Substanzen oder Organismen-Arten an verschiedenen Orten oder der entstehenden Substanzen bei unterschiedlichen chemischen Prozessen waren sehr wichtige Einsichten zu gewinnen. Konnte 'Gemeinsames' ermittelt werden. Gleiche Substanzen, wenigstens gleiche Grundkörper in verschiedenen Pflanzengruppen - welche Einsichten in das Stoffwechselgeschehen hat das später , im 20. Jh., gebracht.

'Unser' **Kohlendioxid** besaß bei der Festellung der Eigesnchaften von spezifischen Gasen eine Schlüsselrolle.

JOSEPH BLACK (J. PARASCANDOLA et al. 1969) hatte es also stark beachtet bei seiner Hitzezersetzung von Kalkstein und Magnesia ("Talkerde") als die dabei entstehende, die Flamme erstickende "**fixed air**", zu deutsch: "gebundene Luft"; Wobei BLACK dann bekannt wurde, daß es der 1644 gestorbene VAN HELMONT bereits als "gas sylvestre" beschrieben hatte. Letzteres übte aber noch keinen Einfluß auf die chemische Theorie aus. Dasselbe "fixed air" wurde als das auch bei der alkoholischen Gärung, beim Verbrennen von Holzkohle und anderer Kohle, als das auch am Boden in der Hundsgrotte (Grotto del Cane) auf Capri auftretende Gas identifiziert. BLACK untersuchte das bei der Gärung entstehende "fixed air" in einem Brauhaus.

In Schweden lieferte TORBERN BERGMANN 1773 eine Abhandlung über das von ihm als "Luftsäure" genannte Gas, also das 'unser' **Kohlendioxid,** das er als Säure nachwies. Die in der Luft nachweisbare Säure fand er identisch mit der

beim Erhitzen von Kalk entstehenden "**fixed air**": "habe daher geglaubt, man könne sie mit Recht Luftsäure nennen und nicht weiter fixe Luft, welche Benennung weniger bequem ist" (1773, S. 168). BERGMANN zeigte, daß das Gas in Wasser gelöst eine Säure ist, es 1 1/2-mal so schwer wie Luft ist und sich daher nahe dem Boden sammelt,. Wegen der erstickenden Wirkung des Gases sollten höher gelegene 'Örter' gesünder sein, was so nicht stimmt. BERGMANN fand Kohlendioid gelöst in Mineralwassern, auch, daß mit der "Luftsäure" gesättigtes Wasser Kalk und weiße Magnesia auflöst, was also die "Härte" des Wassers erklärte. Aus in Wasser gelöstem Kohlendioxid erhielt BERGMANN etliche Salze (H. OLSSON 1952, S. 135), **später 'Carbonate**' genannt. So hat BERGMANN in mit 'Luftsäure'/Kohlendioxid gesättigtes Wasser "Bleyzucker", also Bleiacetet, unser (CH3COO)2Pb, "hinein getröpfelt" und es wurde "gleich milchicht, und endlich setzt sich ein reines weisses Pulver", also Bleicarbonat, "... ein Salz, das schwer aufzulösen ist, welches niderfällt. Doch wird aslles zusammen wieder aufgelöst, wenn man destilllierten Eßig darauf gießt" (1773, S. 171). Mit 'Luftsäure' gesättigtes Wasser greift auch metallische Eisen an, aber nur "in metallischer Gestalt", und "löst solches auf, ..." (S.171). Der Mediziner WILLIAM BROWNRIGG (E. L. SCOTT 1970) untersuchte die Dämpfe in den Kohlengruben seines Schwiegervaters, wobei er von dieser Forschung eine Senkung der Mortalität unter den Bergleuten erhoffte. Gase sah man überhaupt als wesentliche Faktoren für Gesundheit und Krankheit, als mögliche Auslöser von Epidemien an, was also Gaschemie und Medizin verknüpfte. Die in Italien damals verbreitete Malaria wurde schon länger auf verdorbene Luft zurückgeführt, denn das bedeutet "mal aria" . Der in Dublin praktizierende Arzt DAVID MACBRIDE fand wie BROWNRIGG, daß das Gas aus Kohlengruben mit dem in Mineralwasser identisch ist, eben "fixed air". Als **Nachweis für das "fixed air"** fand sich **die Trübung von "Kalkwasser",** also in der Lösung des in Wasser "gelöschten" Branntkalks, heute Ca(OH)2. MACBRIDE sah die "fixed air" als Bindesubstanz zwischen den Partikeln der lebenden Gewebe ist, gemäß dem "Zementprinzip" der belebten Materie, und würde deshalb beim Abbau von Material von Organismen, so bei Fäulnis und bei der Verdauung, freigesetzt (H. BUESS 1956).

Von den anderen bald entdeckten farblosen Gasen unterhielt Sauerstoff die Verbrennung, verbrannte Wasserstoff an Luft unter Explosion, verbrannte und auch explodierte 'Sumpfgas', das spätere Methan, mit bläulicher Flamme – und gab es Unterschiede in der Dichte.

Die klare Unterscheidung von "fixed air", unserem Kohlendioxid, und dem ebenfalls die Atmung nicht unterhaltendem, jedoch durch Kalkwasser nicht zu bindenden **Stickstoff** gelang 1772 in seiner Inaugural-Dissertation DANIEL RUTHERFORD (B. B. WOODWARD et al. 2004), der in Edinburgh unter anderem bei

BLACK studiert hatte und 1786 hier Botanikerprofessor wurde. Schon MAYOW hatte auf zwei Luftbestandteile verwiesen und auch PRIESTLEY kam 1772 zu einem ähnlichen, wenn auch nicht ganz so klarem Ergebnis wie DANIEL RUTHERFORD.

Er wie PRIESTLEY sahen auch eine Ähnlichkeit in Verbrennung wie Fäulnis.

Noch auf dem Boden der Phlogiston-Theorie fanden bald neben "fixed air"/Kohlendioxid und Stickstoff weitere Gase und haben auch über andere Substanzen wichtige Ergebnisse erbracht PRIESTLEY, CAVENDISH und SCHEELE. Die ganze Fülle der Verschiedenartigkeit der Gase wurde namentlich nach 1772 bekannt, gab es ein regelrecht "pneumatisches Zeitalter".

## PRIESTLEY der führende Gas-Entdecker – Entdeckung des "Sauerstoffs"

Wegbreitend in der Auffindung bisher unbekannter Gase wurde der am 24. März 1733 als Sohn eines Tuchwirkes in einer calvinisitschen Nonkonformistenfamilie geborene JOSEPH PRIESTLEY (W. A. CAMPBELL 1983, J. R. PARTINGTON 1951, R. E. SCHOFELD 19, B. R. WILLEFORD 1979). Der sich in seinem Leben noch viel über Religion äußernde PRIESTLEY gehörte schließlich zu den Unitariern, einer die heilge Dreieinigkeit ablehnenden Religionsgemeinschaft, wobei der angeblich nie ungläubige PRIESTLEY auch andere Dogmen der Kirchen bezweifelt. Der auch für individuelle Freiheit eintretende lehrte PRIESTLEY in nonkonformistischen Schulen, ab 1761 an der von Dissenters besuchten und durch hohes Niveau auffallenden Warrington Academy. Er gab nicht nur Sprachunterricht, schrieb auch über Sprache. Ab 1767 war er Geistlicher in Leeds. Bei Besuchen in London war er mit Naturforschern bekannt geworden, so mit BENJAMIN FRANKLIN; der PRIESTLEY zur Beschäftigung mit Elektrizität anregte. Eine in Leeds seiner Wohnung nahe Brauerei weckte sein Interesse an dem aus den Gärbottichen aufsteigenden Gas, "fixed air" und er führte dann seine bedeutsamen Gas-Untersuchungen durch. Ab 1773 war PRIESTLEY "literarischer Begleiter" von Lord SHELBURNE, bald führender britischer Minister, der PRIESTLEYs Forschungen unterstützte und mit dem er auch den Kontinent besuchte. Im Jahre 1779 zog PRIESTLEY nach Birmingham, in dessen Nähe der reiche Keramikunternehmer JOSIAH WEDGWOOD wirkte und andere Gelehrte sich regelmäßig zu einer wissenschaftlichen Gesellschaft, der "Lunar Society", fanden. Obwohl PRIESTLEY eine Zeit lang die wissenschaftliche Bühne in England mitbestimmte, wurde ihm, dem Unitarier mit Sympathie für die Revolution in Frankreich, von aufgehetztem Mob am 14. Juli 1791, dem zweiten Jahrestag des Sturms

auf die Bastille, sein Haus in Birmingham demoliert. PRIESTLEY zog sich in die Nähe von London zurück und emigrierte 1794 in die USA. Hier starb er 1804.

Angeregt vom Brauereigas in Leeds und auch von HALES' Buch "Vegetable Staticks", suchte PRIESTLEY aus den verschiedensten Substanzen "Air", "Luft", Gase, freizusetzen und entdeckte bei dieser empirischen Suche mehr Gase, "airs" als vorher ein anderer (J. PARASCANDOLA et al. 1969), 10, zumindestens als einer neben anderen. In seinen verbesserten pneumatischen Wannen benutzte er auch giftige Quecksilber als Sperrflüssigkeit. Die auf Gase zu untersuchenden Substanzen wurden in abgeschlossenen Gefäßen auch mit Brennlinsen erhitzt. Identifiziert wurden die Gase etwa durch deren chemische Reaktionen, ihren Einfluß auf die Verbrennung, das Verhalten von Lebewesen in ihnen, ihre Farbe, die Folgen von durch die Gase geleiteten elektrischen Funken, Geruch u. a. Viele Entdeckungen in der Welt der Wissenschaft kamen zustande, weil eine Hypothese überprüft wurde.

Die PRIESTLEY und andere Chemiker leitende "Hypothese" oder Theorie war ganz einfach, nämlich möglichst viel probieren, **jede Substanz mit jeder anderen** verfügbaren Substanz **zusammenbringen**, denn irgendetwas fand sich fast stets, oft Überraschendes. Bei dem trail and error-Vorgehen wurde von einem fast chaotisch anmutenden experimentellen Vorgehen, einem Probieren, gesprochen Philosophische Geister mögen das als relativ primitiv ansehen, aber viele wichtige Entdeckungen in der Chemie waren unerwartete, jedenfalls nicht vorhersehbare Befunde. Angesichts auch möglicher unerwarteter unangenehmer Überraschungen, Explosion oder Gift, war es angeraten, wenigstens anfangs mit geringen Mengen zu arbeiten. Wer umkam wurde eher nur momentan geehrt als der in einem längeren Leben Erfolgreiche.

Noch in Leeds erhielt PRIESTLEY 3 **Stickstoff-Oxide** und **Salzsäure-Gas**. Später kamen hinzu **Schwefelwassserstoff**, **Schwefeldioxid**, **Salzsäure-Gas**, **Ammoniak,** Siliciumtetrafluorid.

Besonders wichtig wurde, daß PRIESTLEY 1774 / 1775 beim Erhitzen von Quecksilberoxid, der roten, damals als "Quecksilberkalk" bezeichneten Verbindung, das später als "**Sauerstoff**" bezeichnete Gas freisetzte und in einer pneumatischen Wanne auffing. Andererseits kann sich Quecksilber bei langem, aber geringerem Erhitzen, zwischen 350 und 420°C, **mit Sauerstoff verbinden**. Die Rede ist von wochenlangem Erhitzen, Und über 450°C und 500°C wird der Sauerstoff wieder abgegeben. Also in thermischer, d. h. wärmebedingter Zersetzung. Es war eine **erste** bekannte **reversible**, also umkehrbare **Reaktion**, mit nur zwei Stoffen, also Quecksilber + Sauerstoff und dann Quecksilberoxid mit Abgabe von Sauerstoff. Der Sauerstoff konnte bei den Untersuchungen mit Quecksilber immerhin ohne

die anderen Luft-Bestandteile gewonnen werden. Für die Versuche befand sich das Quecksilber bzw. Quecksilberoxid in einer Schale, die auf Wasser schwamm und durch eine Glaskugel von der Außenluft isoliert überwölbt war. Auf hohe Temperatur mögliches Erhitzen geschah durch ein Brennglas. Genausso hat bald LAVOISIER den Phosphor unter einem gewölbten Glasdeckel mit einem Brenngals, notfalls Brennspiegel, erhitzt. Nur, daß das entstehende Phosphoroxid sich in dem Wasser löste und nicht wieder zu Phosphor gewonnen werden konnte.

PRIESTLEY sah den Sauerstoff jedoch nicht als Element. Für PRIESTLEY war der Sauerstoff "**dephlogistierte Luft**", also Luft, die wegen ihres Mangels an Phogiston aus brennenden Körpern deren Phlogiston besonders gierig herausreißt und so Verbrennen stark befördert. Hatte er nun damit den "Sauerstoff" entdeckt? Als Substanz sehr wohl, nicht in seinem Wesen als Element. Wie stark muß eine Entdeckung, um als solche zu gelten, in eine anerkannte Theorie eingebettet sein?

Problematisch und für die Erneuerung der Chemie in Frankreich mtbestimmend war (J. FRERCKS 2006), daß ein "Metallkalk", also ein Metalloxid, zur Wiedergewinnung des Metalls, nach der Phlogiston-Theorie Phlogiston aufnehmen mußte, zugeführt durch die reduziernde Kohle. Wie konnte dann Quecksilberkalk / Quecksilberoxid späterer Auffassung, "dephlogistierte" Luft abgeben, also bei der Bildung von wieder metallischem Quecksilber noch mehr 'Phlogiston' verlieren? Bei PRIESTLEY führte das noch nicht zu einer Umwälzung in der Chemie.

Bei dem Besuch in Paris 1774 unterrichtete PRIESTLEY über die Entdeckung der "dephlogistierten Luft" den französischen Chemiker LAVOISIER. Der griff die Entdeckung auf und deutete sie gegen die Phlogistontheorie im Sinne seiner neuen, die Chemie erneuernden Oxydationstheorie. Sauerstoff - nun war es ein Element.

Die von PRIESTLEY an LAVOISIER 1774 gegebene Anregung ist eines des vielen Beispiele dafür, wie **wissenschaftliche Kommunikation**, namentlich auch **das persönliche Gespräch**, und das auch unter den weniger komfortablen Reisebedingungen des 18. Jh., die **Erkenntnisgewinnung voranbringt**. Die meisten bedeutenden Forscher haben auch damals und auch schon vorher, irgendwann Kollegen im Ausland besucht. Mußte sich PRIESTLEY durch LAVOISIERs Verwertung der Sauerstoff-Entdeckung übergangen fühlen? Ein durch einen anderen angeregter Forscher kann wohl kaum gezwungen werden, sich zurückzuhalten, neue Schlußfolgerungen zu ziehen! Seine Laufbahn in Birmingham nahm ein Ende, als er als Befürworter der Französischen Revolution Haus und Besitz durch eine aufgehetzte Menge verlor und nach den USA ging.



Abbildung 1365: PRIESTLEY.Birmingham.

## Untersuchungen wie bei PRIESTLEY damals auch bei anderen

In Frankreich hat nach Veröffentlichungen 1774 - 1775 der als Pharmazeut ausgebildete PIERRE BAYEN (E. McDONALD 1970) ebenfalls rotes Quecksilberoxid, Präzipitat, erhitzt, und erhielt ebenfalls ein Gas. Er identifizierte das Gas aber nicht, hat nicht wie PRIESTLEY eine brennende dünne Kerze hereingehalten und so nicht deren im Sauerstoff charakteristisches Aufflammen gefunden. Kleine Besonderheiten, die bereitstehende Kerze, können also über den Wert eines Befundes entscheiden. Aber BAYEN fand erhitztes Quecksilber sich mit dem erhaltenen Gas, unserem Sauerstoff, auch verbinden und das Quecksilber wurde dabei schwerer. Er zweifelte nun an der Phlogistontheorie. BAYEN fehlte das forsche Herangehen nach den verschiedensten Seiten. Aber er gibt ein interessantes Beispiel einer Doppelentdeckung in einer bestimmten Zeit.

## Gase bei dem vielseitigen SCHEELE

Schon vor PRIESTLEY fand den "Sauerstoff", hier als "Feuerluft" bezeichnet, im November **1772**, der durch viele chemische Entdeckungen nicht nur an Gasen ausgezeichnete CARL WILHELM SCHEELE (W. A. SMEATON 1986, 1992, P.



Abbildung 1366: SCHEELE. Köpping.

WALDEN 1942 / 1943, O. ZEKERT 1963), der die Entdeckung der "Feuerluft" allerdings verzögert mitteilte. SCHEELE war er am 19. Dezember 1742 als Sohn eines Kaufmanns und Brauers in der damals zu Schweden gehörenden alten Hansestadt Stralsund geboren worden. Er wurde Apotheken-Mitarbeiter in Göteborg, Malmö, Stockholm, Uppsala, von den Chefs bei seinen chemischen Forschungen teilweise großzügig untersützt. In Verbindung auch mit dem ebenfalls führenden schwedischen Chemiker BERGMANN wurde er bekannt. Auch als Mitglied der Schwedischen Akademie der Wissenschaften zog er 1775 die Übersiedlung in die kleine Stadt Köping westlich von Stockholm vor, wo er durch die Heirat mit einer Apothekerwitwe Eigentümer eine Apotheke wurde. Hier forschte er unermüdlich in seinem bescheidenen Privatlaboratorium. Durch Übersetzung seiner Schriften ins Englische und Französische wurde er von Gelehrten in ganz Europa beachtet, starb jedoch hier, in also ganz bescheidenen Verhältnissen, schon 43-jährig am 21. Mai 1786.

SCHEELEs chemischen Untersuchungen hatten wohl seine Gesundheit untergraben. SCHEELE war kein messender und kein theoretisierender Chemiker, sondern hatte vor allem nach neuen Substanzen gesucht, nach Veränderungen der Körper, lieferte der Chemie viele neue Fakten.

Den von ihm als "**Feuer"- oder "Lebensluft**" bezeichneten "Sauerstoff" der späteren Nomenklatur stellte SCHEELE in den Jahren 1771 und 1772 aus **Braunstein**, Salpeter, auch Quecksilberoxid und Metalloxiden her, veröffentlichte das

jedoch erst 1777, in zusammenfassender Weise. Der sauerstoff-abgebende Braunstein war billiger als das Quecksilberoxid. Daß sich dieselbe Substanz, hier eine gasförmige, **Sauerstoff, aus den verschiedensten Substanzen gewinnen** ließ, lenkte wiederum den Blick auf die nötige **Identifizierung** der Substanzen, die Gleichartigkeit, bei unterschiedlicher Herkunft, denn nur so war die Zusammensetzung der Substanzen zu klären.

Als weiteres Gas fand SCHEELE 1774 das gelbgrüne ätzende **Chlor**, das allerdings noch etliche Zeit nicht als Element erkannt wurde. Die Entdeckung hing mit SCHEELEs Untersuchungen über die verschiedenen Arten des in Schweden nicht seltenen Minerals **Braunstein** zusammen, das schließlich auch das Element Mangan erkennen ließ. Fein gepulverten Braunstein hatte SCHEELE mit Salzsäure übergegossen und erwärmt. Der sauerstoff-abgebende Braunstein, MnO2, oxydierte die Salzsäure: nach späterer Formel: MnO2 + 4HCl = MnCl4 + 2H2O; MnCl4 = MnCl2 + Cl2. Da Chlor aus Salzsäure entstand und Säuren gemäß LAVOISIER Sauerstoff enthalten sollten, wurde Chlor als Sauerstoff-Verbindung angesprochen.

SCHEELE untersuchte fernerhin den **Schwefelwasserstoff** genauer, fand auch dessen Bildung etwa aus Schwefel und Wasserstoff. Er erzeugte durch Erhitzen von Schwefel und Kohle den stinkenden, für ihn in Wasser nicht löslichen **Schwefelkohlenstoff**, CS2 (H. KOPP 1845).

## CAVENDISH – Entdecker des Wasserstoff, Untersucher der Stick(stoff)oxide

In dieser Zeit, ab 1772, wurden die mit Gasen, mit Sauerstoff, verbundenen chemischen Prozesse in Frankreich von LAVOISIER und anderen schon auf neue Art gedeutet. Trotzdem blieben bedeutende Forscher noch immer Anhänger de Phlogiston-Theorie, so der aus dem englischen Hochadel stammende reiche HENRY CAVENDISH (M. SUTTON 2010), der führende Erforscher der Gase, der sie auch identifizierte. Der 1731 in Nizza geborene CAVENDISH war eine der eigenwilligsten jemals wirkenden Wissenschaftlercharaktere, der sich gegenüber anderen in ungewöhnlicher Weise verschloß, viel schwieg, auch nur verzögert publizierte.

Als weiteres wichtiges Gas identifizierte CAVENDISH den **Wasserstoff**, die "**inflammable air**", "brennbare Luft", brennbar an Luft (H. GUERLAC 1957, R. McCORMMACH 1969, J. R. PARTINGTON 1951). Bei Einwirkung von Säure auf Metall lange schon gewonnen, war Wasserstoff nicht klar als eigenständiges Gas, ausgestattet mit eindeutig identifizierbaren Eigenschaften, erkannt worden, bis nun CAVENDISH dessen augenscheinliche Unlöslichkeit in Wasser, die Nichtabsorbier-

barkeit durch Alkali, das gegenüber Luft nach CAVENDISHs Feststellung 11-mal leichtere Gewicht fand. Bei Explosion von Wasserstoff an der Luft schlugen sich, wie auch PRIESTLEY gefunden hatte, Wasser-Tropfen nieder, 1781 (s. CHR. GIRTANNER 1795, S. 92). CAVENDISH bestimmte, 1784, durch zahlreiche Versuche, bei welchem Gemisch von "inflammable air", also Wasserstoff, und normaler Luft resp. dem Sauerstoff bei nicht beteiligtem Stickstoff die heftigste Detonation zustandekommt, wobei er das Verhältnis Wasserstoff : Sauerstoff von 2 : 1 ermittelte. Gedeutet nach der Phlogiston-Theorie riß für CAVENDISH Luft den als "Phlogiston" gedeuteten Wasserstoff an sich und wurde deshalb Wasser, das somit phogistierte Luft war. Wirkten Säuren auf Metalle, dann entstand bei allen Metallen Wasserstoff. Für CAVENDISH (M. SUTTON 2010, S. 51) kam der Wasserstoff aber nicht aus den Säuren, naheliegend als ihnen allen gemeinsamer Bestandteil, sondern sollte aus den Mtallen kommen, und diese gaben bei der Säureinwirkung ihren Phlogiston in Gestalt des brennbaren Wasserstoff ab, so wie verbrennende Metalle ebenfalls Phlogiston abgeben.

Die **Synthese von Wasser** aus seinen Bestandteilen **Wasserstoff + Sauerstoff 1781** ging also der **Analyse** bei LAVOISIER 1784 voran.

Ein zweites großes Untersuchungsgebiet wurden bei CAVENDISH die Stickstoff-Oxide. Nachdem PRIESTLEY 1779 in einem über Wasser abgeschlossenen Luftvolumen durch elektrische Funken **Stick(stoff)oxide** erhalten hatte und dabei fand, daß das Luftvolumen kontrahierte, wandte sich CAVENDISH **Stick(stoff)-Oxiden** (M. HESSE 1982) zu, um 1784, einem zweiten von seinen chemischen Untersuchungsgebieten. Von ihm hergestellte Stickoxide bildeten mit Wasser salpetrige Säure und **Salpetersäure** (u. a. H. KOPP 1845), womit also das "Säureanhydrit" der Salpetersäure identifiziert war.

Vereinigung von Wasserstoff mit Sauerstoff sowie von Stickstoff und Sauerstoff im elektrischen Funken waren eine der ersten Anwendungen von **Elektrizität für** die Ingangsetzung chemischer Vorgänge, hier von **Synthesen**, für die Vereinigung von Stoffen. Erinnert man sich an die Beziehungen von Elektrizität und Chemie, denkt man sicherlich zuerst an durch elektrischen Strom bedingte Stoff-Zersetzungen, an Elektrolyse, aber die Auffindung von **Synthese**-Wirkungen, durch die Hitze des Funkens, gingen dem voran. Die Vereinigung von Sauerstoff und Stickstoff geschieht in Minimalmenge heutzutage an jedem Zündkerzen-Funken. CAVENDISH experimentierte 1784 / 1785 mit der Bildung von Stickoxiden, also 10 Jahre nachdem LAVOISIER dem Sauerstoff schon eine neue Rolle zugewiesen hatte. CAVENDISH wiederholte seine Versuche hundertemal und ging exakt messend vor.

Was später als Stickstoff bezeichnet wurde, war bei CAVENDISH als Anhänger der Phlogiston-Theorie noch der phlogistierte, d. h. mit Phlogiston gesättigte und des-

halb nicht die Verbrennung und die Atmung unterhaltende Luftbestandteil. Durch lange Zeit wirkende elektrische Funken suchte CAVENDISH (RAYLEIGH et al. 1895) in seinen Versuchsgefäßen alle phlogistierte Luft, d. h. **allen Stickstoff**, mit im Überschuß zugegebenen Sauerstoff zu verbinden. Den noch übrigbleibenden Rest des Sauerstoffs ließ CAVENDISH durch 'Schwefelleber' binden. Kein Stickstoff, kein Sauerstoff konnte im Gefäß mehr vorhanden sein. Dennoch: Etwa 1/120 von der phlogistierten Luft, dem Stickstoff, ließ sich nicht beseitigen, blieb übrig, war offensichtlich von dem Stickstoff verschieden. Und das immer wieder, auch bei wiederholten Versuchen. Damit wäre das inerte Edelgas Argon entdeckt gewesen, wenn es denn charakterisiert worden wäre. 1894 wird man sich dieses Experimentes von CAVENDISH von 1785 entsinnen (C. RUSSELL 2004). Über hundert Jahre vergingen, bis Argon erneut und jetzt identifiziert gefunden wurde. CAVENDISH war ansonsten der Ansicht, daß die aus einem Körper freigesetzten Gase in den Poren dieses Körpers physikalisch, nicht chemisch gebunden, enthalten waren und durch die Anziehungs- und Abstoßungskräfte zwischen den Partikeln eines Körpers unelastisch (inelastic) gemacht worden waren.

## Wie gleichartig ist die Luftzusammensetzung in der Atmosphäre?

Umstritten war, ob die **Luft** überall auf der Erde in der Atmosphäre und zu allen Jahreszeiten dieselbe Zusammensetzung. Was bedeutete eventuelle unterschiedliche Anteile an Sauerstoff und Stickstoff für die Gesundheit der Menschen? Der Dichter GEORG BÜCHNER ließ in seinem Drama "Dantons Tod" (1835) den Revolutionär ST. JUST warnen, das sollte 1794 sein, vor einer "Veränderung in den Bestandteilen der Luft", die ebenso wirke wie das Töten in der Revolution und die Revolution sollte ausnerzen dürfen, was ihr im Wege steht. CAVENDISH fand jedoch **überall dieselbe Zusammensetzung** der **Luft**.

Daß das auch für die Höhe gilt klärte Untersuchung von Luft von Türmen und dann später, 1804, durch einen Ballonaufstiege in beachtliche Höhe GAY-LUSSAC mit BIOT, und nochmals GAY-LUSSAC bei einem zweiten Aufstieg allein. Möglichweise wurden 7016 Meter Höhe erreicht.

Über 6000 Meter hoch öffnete GAY-LUSSAC zwei mitgenommene evakuierte, also gasfreie Flaschen, um in dieser Höhe Luft in sie einströmen zu lassen und sie dann wieder gasdicht zu verschließen. Es war die erste Substanz-Feststellung in der **höheren Atmosphäre**. Diese Höhenluft wies jedoch keine andere Zusammensetzung als die Luft inmitten von Paris auf. Das mochte jene enttäuschen, die mit irgendeiner Sensation gerechnet hatten. Der Befund sprach für **starkes**



Abbildung 1367: GAY-LUSSAC u. BIOT im Ballon.

**Durchmischen** der Gase **in der Atmosphäre**, konnte also beruhigen.

Das schloß nicht aus, daß sich das gegenüber anderen Luftbestandteilen schwerere Kohlendioxid unterirdisch oder auch in Gruben und Höhlen, etwa der Hundsgrotte bei Neapel, ansammeln konnte – bis zur Gefahr für Erdarbeiter - und für kleine Hunde. Auch sank mit der Höhe natürlich der Luftdruck, gab es also geringere Sauerstoff-Spannung im Blut, was nach 1869 PAUL BERT in Paris erforschte.

Örtliche Häufung von Staub, Giftstoffen, auch Pollen, in der Luft, oft nur in geringen Mengen vorhanden und so den Sauerstoff-Stickstoff-Gehalt nicht beeinflussend, festgestellt erst etliche Jahrzehnte später, können der Gesundheit natürlich sehr schaden und geben "Luftkurorten" durchaus einen Sinn.

## Das Gas "Sumpfgas", Methan

VOLTA (V. BROGLIA 1960, W. A. OSMAN 1958) hat lange vor der Erfindung seiner Volta-Säule 1776 aus Sümpfen und feuchtem Boden ein den aufstiegenden Bläschen jedenfalls beigemischtes anderes, offenbar eigenständiges mit Luft und Sauerstoff entflammbares Gas, eine weitere "inflammable air", das "Sumpfgas", "aria inflammabile nativa delle paludi", erhalten. Erst später wurde es **Methan** genannt. Berichtet wird: Mit Freunden fährt VOLTA am 3. November 1776

am südlichen Ostufer des Lago Maggiore. Mit einem Stock wurde im Schlamm gewühlt. Gasblasen blubberten empor. Angesichts der damaligen Entdeckungen von Gasen, man lebte regelrecht im "pneumatischen Zeitalter", kam die Frage nach der Brennbarkeit der aufsteigenden Bläschen, nach ihrer Art. Das in leeren Glasflaschen pneumatisch aufgefangene Gas brannte bei Luftzutritt sehr langsam mit schöner bläulicher Flamme. Die neue Luft, "Sumpfgas" / Methan, unterschied sich von dem aus Metallen bei der Reaktion mit Säuren entstehenden Wasserstoff, der "aria inflammabile dei metalli", außerdem durch größere Dichte. Die neue "air", das 'Sumpfgas", konnte erklären die "Irrlichter" oder "Irrwische", bläuliche Flämmchen in sumpfigem Gelände, von denen ZEDLERs "Großes Universallexikon" 1735 (14. Band, Spalte 1280) geschrieben hatte: "erscheinen bei nächtlicher Weile an sumpfigten und morastigen Oertern, ingleichen auf denen Gottes-Aeckern und Schind-Angern, .. dauern auch viele Stunden", sich bewegend. Man habe sie "vor Gespenster gehalten", aber es wäre eine "leuchtende Materie" und hier – anderswo wohl doch - habe "der Teufel sein Spiel nicht anzubringen nöthig ..." (Spalte 1281). VOLTA nahe dem feuchten Po-Gebiet schrieb an einen Bekannten (zitiert in deutscher Übersetzung bei F. HOPPE-SEYLER 1886, S. 201): "ich an verschiedenen Orten, wo ich mich während dem Herbst befand, und auch hier in meiner Wohnung, entzündbare Luft angetroffen und gesammelt" habe und "solche Luft an ganz verschiedenen Orten aus Seen, Sümpfen, Brunnen u.s.w. erhalten habe", auch auf in nicht unter Wasser stehendem Lande. An manchen Stellen sprudelte diese "Luft" freiwillig. Bei einer Reise über die Apenninen nach Florenz fielen VOLTA 1780 die von offensichtlich entzündetem Methan herrührenden "Feuerfelder" von Pietramala auf. Schon VOLTA erkannte, 1791, daß das augenscheinlich selbstentzündliche und von selbst entstehende Gas aus Sümpfen wohl sein 'Sumpfgas' Methan ist, aber wohl auch der 1783 von GENGEMBRE gefundene leicht entzündliche **Phosphorwasserstoff** (H. KOPP 1845), PH3 mit P2H4, wenigstens mitspielt. Durch die Erforschung der Gase, hier des Methan, war ein zum Aberglauben verleitendes Naturphänomen, waren die geheimnisvollen Flämmchen im Moor, auf eine natürliche Weise erklärt worden – ein die Zeit der Aufklärung charakterisierendes Geschehen. Was den Phosphorwasserstoff betrifft, so war noch am Ende des 20. Jh. seine biogene, also durch Organismen bewirkte Entstehung, umstritten, wurde aber 1988 etwa in Klärwerksgasen nachgewiesen (G. GASSMANN et al. 1993). Möglcherweise sollte das auch als Phosphan bezeichnete PH3 sich selbst und darauf das stets in größerern Mengen dabei befindliche Methan mit entzünden. VOLTAs Sumpfgas wurde später als identisch erkannt mit dem explosiblen Gas in Steinkohlenflözen, das, im Gemisch mit Luft, sich durch Funken entzündet und an vielen Orten durch Bakterien gebildet wird.

Der französische Chemiker BERTHOLLET ermittelte 1785 die Zusammensetzung des Sumpfgas / Methan aus den zwei Bestandteilen Kohlenstoff und Wasserstoff

(H. E. ROSCOE et al. 1884), das CH4 späterer Schreibweise. WILLIAM HENRY stellte später die Identität der von VOLTA gefundenen "Luft" mit künstlich dargestelltem Methan fest.

An PRIESTLEY berichtete VOLTA 1777 über den von ihm benutzten, von seinem Mailänder Freund MARSILIO LANDRIANI **Eudiometer** genannten abgeschlossenen Glasapparat, in dem zwei Gase, benutzt wurden etwa Wasserstoff ("inflammable air") und Sauerstoff, von einem durch eine Elektrisiermaschine erzeugten elektrischen Funken entzündet miteinander reagieren. Es ließ sich die Heftigkeit der Reaktion bei verschiedenen Mischungsverhältnissen solcher miteinander reagierenden Gase untersuchen. In einer von ihm konstruierten **Pistole** verwendete VOLTA "inflammable air" als mit Luft reagiernden Explosvistoff (W. A. OSMAN 1958). Diese Pistole kann als ein kleiner Vorläufer der gasbetriebenen Verbrennungskraftmaschine angesehen werden.

## Weitere Gase

Zunächst nicht deutlich abgegrenzt gegen andere Arten von "inflammable air" waren die bei der Zersetzung organischer Substanzen entstehenden Kohlenwasserstoffe und auch das Kohlenmonoxid. In den 90er-Jahren des 18. Jh. wurde durch niederländische Chemiker noch das gegenüber Methan kohlenstoffärmere **Äthylen (Ethen, Äthen)** gefunden, das C2H4 späterer Schreibweise. ALEXANDER VON HUMBOLDT und bald weitere Naturforscher interessierten die aus Vulkankratern ausströmenden Gase, die **Vulkan-Exhalationen**.

## Gase für die Gesundung - Die "Pneumatic Medicine" des Dr. BEDDOE und die Karriere des HUMPHREY DAVY

Wie wirken die verschiedenen Gase, und gerade die nicht in normaler Luft vorhandenen, aus Menschen? Heilen sie möglicherweise Lungenkrankheiten, sind also **therapeutisch anwendbar.** Wegen geäußeter Sympathien für die französische Revolution war Dr. THOMAS BEDDOES in Oxford entlassen worden. Aber er fand ein eigenes Gebiet für medizinische Forschungen: die Wirkung von Gasen, von denen man nun allerhand ausfindig gemacht hatte, auf Menschen und deren Krankheiten. Die Gelehrten und Unternehmer von Birmingham, wo BEDDOES gewesen war, gaben Geld, der Chemieunternehmer KEIR oder das Keramikunternehmen von WEDGWOD.Der Dampfmaschinenkonstrukteur JAMES WATT, der eine geliebte Tochter an Krankheit verlor und nun an neuen Verfahren der Krankheitsbehandlung interessiert war, konstruierte den Apparat, aus dem das Gas auf-

stieg und abgesondert von Luft in die Nase strömte (T. H. LEVERE 2009).. wo er dann gewesen war, BEDDOES' "Medical Pneumatic Institution" wurden dann in Bristol eingerichtet, hier, wo der erstrangige Badeort Bath nicht weit entfernt liegt.

Bei BEDDOES wurde 1798 auch HUMPHREY DAVY (V. KUMAR et al. 1985) angestellt, er, der später ein weiterer führender Chemiker wurde. Geboren am 17. Dezember 1778 auf einem Gut bei Penzance im äußersten Westen der Halbinsel Cornwall, dort wo England ins Meer ausläuft, lernte der herangewachsene DAVY für den Beruf eines Wunddoktors und Apothekers, begeisterte sich auch für Poesie und die Natur. Im April 1799 atmete DAVY (M. JAY 2009) das eine Stickoxid, das N2O, ein und spürte eine Veränderung seines Bewußtseins, fand also die narkotische Wirkung dieser Substanz. Es war sicherlich eine fast lebensgefährliche Untersuchung, so wie später das Einatmen eines Gemisches aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid . Auffällig war das durch das Gas ausgelöste Lachen. Ein Gelähmter soll geheilt worde sein und es gab Hoffnungen auf die Gasmedizin. Für DAVY schien nach dem Einatmen von Lachgas die Welt nur noch aus Gedanken zu bestehen, frei von den Fesseln der Materialität. Der englische Dichter COLERIDGE soll sich durch das Stickoxid befreit gefühlt haben aus den Banden der nüchternen Aufklärungsphilosophie, wie in einem neuen Universum, mit endlichem Verstehen der idealistischen Philosophie, wie sie in Deutschland aufkam, nahm später aber eher Opium. Ja später soll der USA-Philosoph WILLIAM JAMES gemeint haben, daß er unter Lachgas endlich die Hegelsche Philosophie verstand. Frei in Ideen - aber eine materielle Grundlage war auf jeden Fall gegeben. Aber die Frage konnte erstehen: men **Wie kommen auch unter Außeneinflüssen die Gedanken im Menschen zustande**, wovon sind neue Ideen, ist neuartiges künstlerisches Schaffen abhängig, was können Menschen mit den Gedanken von Menschen anstellen, auch auf chemischem Wege. Welche Bezieungen bestehen zwischen den **Gehirnleistungen und Chemie** im Gehirn? In Nahrung, Obst, Kaffee, Tee, Aufputschmitteln? Wobei die Vorgänge in bestimmten Gehirnregionen und unter bestimmten Transmittern im 20. Jh. zugänglicher wurden. Nach jedem Rausch kam bisher die Rückkehr in die materielle Welt und das meistens unter ernüchternden Umständen.

Vom später auch für Anästhesie benutzten Lachgas hieß es später manchmal: Keine Party ohne Lachgas!

DAVY wurde 1801 lecturer an der neugegründeten, der Wissensverbreitung dienenden Royal Institution in London. Er heiratete 1812 eine reiche Witwe. Es herrschte Dauerkrieg zwischen dem Frankreich NAPOLEONs und Großbritananien. Nach seiner Entdeckung der Alkalimetalle genoß DAVY aber ein solches Ansehen, daß er im Oktober 1813 auch als Engländer eine Reise durch Frankreich und Italien

antreten konnte (R. SIEGFRIED 1966). Geschwächt vielleicht durch Syphilis erlitt er 1826 einen Schlaganfall. In Rom nannte er sich im Februar 1829, wieder auf Reisen, "Ruine unter Ruinen". DAVYs Tod in Genf – er kam am 29. Mai 1829 .

Auch mehr physikalische Eigenschaften der Gase wurden gefunden. FOURCROY und VAUQUELIN **verflüssigen** 1799 mit Hilfe einer Kältemischung aus Calciumchlorid und Schnee das **Ammoniak**gas (P. WALDEN 1910).

## Gase und Wasser im Stoffwechsel der Pflanzen

Daß Luft an dem Aufbau von Pflanzensubstanz, an der Pflanzenernährung beteiligt, erörterten andeutungsweise MARIOTTE und HALES (J. WIESNER 1905). Ab etwa 1770 wurde der Gaswechsel in Pflanzen und Tieren, einer der wichtigsten Naturprozesse überhaupt, in seinen Grundzügen aufgeklärt. PRIESTLEY (s. 1775, S. 70 u. a.) war es, der fand, daß Tiere in einem abgeschlossenen Luftraum nur eine bestimmte Zeitdauer hindurch atmen (respirieren) können und dann bei ausbleibender Frischluftzufuhr sterben. Ebenso erloschen brennende Kerzen in einem begrenzten Luftvolumen nach einiger Zeit. Tiere starben ebenso in einer Atmosphäre, in der Holzkohle verbrannt worden war, sich also "fixed air", Kohlendioxid, befindet, und auch Kerzen brannten in dieser Atmosphäre nicht. PRIESTLEY kam zu der Überlegung, daß bei Annahme einer schon langen Dauer des Tierlebens auf der Erde die Luft hätte allmählich längst unbrauchbar werden müssen. Luft diente jedoch noch immer zum Atmen. Es durfte ein Agens erwartet werden, welches die durch ein atmendes Tier oder einen Verbrennungsprozeß, etwa eine brennende und schließlich erloschene Kerze verschlechterte Luft erneuert. PRIESTLEY prüfte, ob Schütteln, Licht, Salpetersäure, Gartenerde, verfaulender Kohl, Insekten und anderes verdorbene Luft verbessern. Im August **1771** fand PRIESTLEY, daß durch den Aufenthalt eines Tieres in einem abgeschlossenen Gefäß unbrauchbar gewordene Luft durch Zusatz von frischen **grünen Pflanzen**teilen wieder zum Atmen geeignete Luft wurde. Eine Maus konnte in dieser Luft wieder leben, atmen.

Das bedeutete die **Entdeckung eines grundlegenden Naturprozesses**, einer der wichtigsten Naturvorgänge überhaupt, vielleicht des wichtigsten überhaupt.

PRIESTLEY hatte als die grüne , die Luft wieder verbessernde Pflanze Teile der Minze, wohl der Pfefferminze, *Mentha piperita* L., eingesetzt. Warum Minze ? (J. SOENTGEN 2011). Die Minze wuchs wohl allgemein in britischen Hausgärten. Sie blieb wohl auch in einem etwas feuchten Gefäßinneren längere Zeit eingermaßen frisch. Jedenfalls berichtete PRIESTLEY (zit. bei J. SOENGEN 2011, S. 52, aus PRIESTLEY dtsch. 1778), daß er am 17. August 1771 einen Stengel der Minze "in

eine Menge Luft, in der ein Wachslicht ausgelöscht war" hineinsetzte und am 27. August, also 10 Tage später, fand, "dass ein anderes Licht vollkommen gut darinne brannte." PRIESTLEY überprüfte das auch anderen Pflanzen. So der Melisse. Waren Pflanzen giftig, beeinträchtigte das ihre Luftverbesserung nicht. Grün mußten sie sein! PRIESTLEY bestätigte die luftverbessenrde Wirkung der grünen Pflanzen wieder im Sommer 1772. PRIESTLEY meinte auch festzustellen, daß in durch tierische Atmung verdorbener Luft sich Pflanzen besonders gut entwickeln, also die verdorbene Luft Pflanzenahrung ist. Für PRIESTLEY sollten die grüne Vegetation und möglicherweise noch andere Naturprozesse der verdorbenen Luft das in sie hineingegebene Phlogiston wieder wegnehmen und deshalb wuede sie wieder zum Unterhalt von Verbrennung und Atmung geeignet. Die normale atmosphärische Luft sollte durchaus aus mehreren Komponenten bestehen. Als PRIESTLEY dem Amerikaner B. FRANKLIN über seine Befunde berichtete, sah der als begründet an, daß Wälder die Gesundheit der Menschen günstig beeinflussen und sich deshalb die damals in Nordamerika vielerorts noch inmitten von Wäldern lebenden Menschen einer besseren Gesundheit als Menschen anderswo erfreuen.

## Pflanzenernährung nach den Vorstellungen der Landwirtschaft

Der bald errungene Fortschritt in der Pflanzenernährung wird deutlich, wenn man liest, bei BECKMANN 1775 (§ 16/17), wie man in Landwirtschaftskreisen die Pflanzenernährung sah, wobei man auch von Hypothesen sprechen kann, mit manchen fast Richtigen und Geahnten: Die Pflanzen benötigen "vornehmlich" in gewissem Verhältnis Erde, Wasser, Oehl, Salz "und daß diese rohen Materialien erst gemischt, durch Fäulung aufgelöset und, in der Erde, zu einer homogenen Substanz verarbeitet werden müssen. ... " Weitere "Substanz, die eigentliche Nahrung der Pflanzen, befindet sich auch in der Atmosphäre, woher sie, unter gewissen Umständen, von dem Erdboden und den Pflanzen wieder angezogen wird." (petit): Dieses Anziehen kann die Kunst befördern, "nicht aber allemal hinlänglich erzwingen, und sie Fruchtbarkeit der Atmosphäre scheint auch nicht, in allen Jahren und Gegenden gleich groß zu seyn; also muß der Landwirt selbst die Nahrung zubereiten", durch (§ 19) Urbarmachung, Mischung, Düngung, Bearbeitung.

## Probleme mit der Feststellung der Pflanzenernährung durch atmosphärische Gase und die Lösungen durch INGENHOUSZ und andere, Entdeckung der Photosynthese

SCHEELE suchte die Luftverbesserung im Sinne PRIESTLEYs durch Pflanzenmaterial zu wiederholen und benutzte dafür Bohnen (A. VOGEL et al. 1851). Diese respirierten zwar, aber verbesserten die Luft nicht, veränderten sie so wie Tiere. Es mußte erst deutlich werden, daß **ausschließlich grüne Pflanzen** oder Pflanzenteile und auch diese **nur in Licht** die Luft verbesserten, "dephlogistierten", sodaß Phlogiston entziehendes Gas, **Sauerstoff** späterer Definition, **abgegeben** wurde.

Das fand zu wesentlichen Teilen JAN INGENHOUSZ (J. WIESNER 1905). Der 1730 in Breda in den südlichen Niederlanden geborene INGENHOUSZ hatte in Löwen (Louvain) Medizin studiert. Als Katholik erhielt er in den protestantischen Niederlanden jedoch keine Zulassung zum höheren Lehramt. Er übersiedelte nach London. Wegen seiner Kenntnis der Pockenimpfung (Variolation) wurde INGENHOUSZ von Kaiserin MARIA THERESIA nach Wien gerufen, wo er blieb. Im Jahre 1788 noch einmal nach England gereist, kehrte er wegen der unter dem Einfluß der Ereignisse in Frankreich auch in den habsburgischen Niederlanden ausgebrochenen Revolution nicht mehr nach Wien zu seiner Gattin zurück. Wollte er zurück? Er starb 1799 in England. INGENHOUSZ bestätigte, daß durch Atmen von Tieren "verbrauchte" Luft durch grüne Pflanzen oder Pflanzenteile wieder für die Atmung geeignet wird. Als neue Erkenntnis fand er, daß die Luftverbesserung durch grüne Pflanzen **im Sonnenlicht** stattfindet. PRIESTLEY hatte zwar gesehen, daß grüne Pflanzen in Wasser im Sonnenlicht "reine Luft" abgeben, aber angenommen, daß dies die ohnehin im Wasser befindliche "reine" Luft ist. also sie nicht durch den Lebensprozeß der Pflanzen erst entsteht. INGENHOUSZ wies nach, daß die zur Atmung wieder geeignete "dephogistierte Luft", der Sauerstoff späterer Terminologie, im Inneren der Pflanzen gebildet, "ausgearbeitet" (1783 ; 1790, S. XXII) wird, "durch die Organe der Pflanzen durchgegangen" ist. Giftige grüne Pflanzen verbesserten die Luft ebenso wie ungiftige.

LAVOISIER und SEGUIN untersuchten dann die mit der Kohlendioxid-Abgabe verbundene Atmung von Mensch und Tier und deuteten sie im Sinne der chemischen Vorstellungen LAVOISIERs, als eine Art Verbrennung von Nährstoffen im Körper. Ein weitere wichtiger Befund zum Gasstoffwechsel gelang INGENHOUSZ mit dem Nachweis, daß Pflanzen, auch die grünen, im Dunkeln und damit auf jeden Fall in der Nacht die Luft wie atmende Tiere verschlechtern, eine "mephitische Ausdünstung" von sich geben und diese ebenfalls, wie beim Tier, als "fixed air, Kohlendioxid, identifiziert wurde. Pflanzen atmen wenigstens im

Dunkeln ebenfalls. Wegen der Sauerstoff-Abgabe nur bei Licht muß sich bei Pflanzen, die längere Zeit in einem Gefäß eingeschlossen sind, die Luft nicht unbedingt verbessern. Der Genfer Botaniker JEAN SENEBIER warf ein, daß nur sich zersetzende oder gärende Pflanzen "mephitische Ausdünstung" von sich geben. INGENHOUSZ (1784, 1790) zeigte jedoch demgegenüber, daß auch die völlig intakte grüne Pflanze im Dunkeln diese "mephitische Ausdünstung" abscheidet, wobei er mit ganz frischen Blättern, etwa von Kohl, experimentierte. Um SENEBIER sicher zu widerlegen, hat INGENHOUSZ im Dunkeln aufbewahrte Blätter sogar mit Vergrößerungsgläsern und "auch mit der Nase ängstlich" untersucht, "um ja nur, Hrn Senebier zu Liebe, einen kranken Fleck oder ein anders Symptom der Gährung an der Pflanze zu finden" (1790, S. XXXIII / XXXIV), das heißt die völlige Frische der in Dunkelheit "fixed air" ausscheidenden Pflanzenteile nachzuweisen. Als Mediziner schlug INGENHOUSZ vor (1783, S. 438 / 439), in Wohnräume dem Sonnenlicht ausgesetzte Wassergefäße mit grünen Pflanzen aufzustellen und den Raum mit Wasser aus ihnen zu besprengen.

SENEBIER meinte 1782, daß der Kohlenstoff der gesamten Pflanze nur aus der "Kohlensäure"/CO2 der Atmosphäre stammt, "die fundamentalste aller Entdeckungen auf biologischem Gebiete" (N. PRINGSHEIM 1887, S. XIV). DAVY glaubte dennoch, daß die Pflanzen auch ohne CO2 Sauerstoff CO2 im Licht entwickeln (S. XVI).

Eine als grundlegend geltende Darstellung der Photosynthese lieferte in einem 600-seitigen Buch 'Phytologia' 1800 der fast 70-jährige ERASMUS DARWIN (D. KING-HELE, S. XI).

Zweifelhaft blieb, etwa für HASSENFRATZ im Gegensatz zu INGENHOUSZ (A. VOGEL et al. 1851), ob die Pflanze allen ihren Kohlenstoff nur der Luft entnimmt, ob dieser ausreicht. HASSENFRATZ (dtsch. 1803) dachte an den Boden als auch eine Kohlenstoff-Quelle der Pflanzen, schrieb unbestimmt von 'im Wasser aufgelöster Kohle', also gelöste Kohlenstoff-Verbindungen, auf die aus Mist fließendes Wasser hinweisen mochte. 'Kohlensäure', Kohlendioxyd, löst sich natürlich in Wasser und am Boden ist der Gehalt sicherlich höher.

NICOLAS DE SAUSSURE wies später nach, daß die Pflanzen zu allen Zeiten, im Licht wie im Dunkeln, atmen, daß im Licht die Atmung der Pflanzen allerdings von der "Assimilation" mit der Sauerstoff-Abgabe verdeckt wird, also die höhere Seite der Bilanz auf Seiten der Sauerstoff-Erzeugung liegt.

Die Wechselbeziehungen zwischen den Pflanzen und Tieren über Gase der Luft zeugte auch nach etlichen Naturforscher im späten 18. Jh. wiederum für eine höhere Weisheit, weil nur eine solche eine so großartig funktionierende Welt einrichten konnte. SCHEELE schrieb (1782, S. 218): "... wer findet nicht in dem Dunstkreise,

der die Erdkugel, die wir bewohnen, umgiebt, die redendsten Beweise von einem eben so gütigen als höchstweisen Werkmeister der Natur, der in langsam glühende Vulkane, in stehende Wasser und in athmende Thiere die Kraft legte, den Dunstkreis mit solchen Theilen anzufüllen, durch welche die Pflanzen erqickt werden, und hinwiederum den schnell dahin brennenden Vulkanen, und den mit Licht umflossenen Pflanzen die Macht gab, die Luft zum Besten der Thiere zu reinigen?" INGENHOUSZ meinte 1783 (S. 438): "... let us not pass so wonderful, and hitherto not even so much as suspected, an operation of nature, without admiring the designs of that infinite wisdom, who has employed such hidden, such wonderful, and at the time such beneficial means to preserve from destruction th living beings which inhabit the earth; ..."

So wie LINNE´ die **Verhältnisse im Naturhaushalt**, die Proportion etwa zwischen Raubtieren und Pflanzenfressern, für von Anfang an und für **immer als konstant** geschaffen ansah, wurde also auch das Wechselspiel zwischen 'Sauerstoff' und Kohlendioxid angenommen, als von der Weltschöpfung an her bestehend.

Etwas anders, in einer allmählichen Ausbildung, sich den Auffassungen unserer Zeit in manchem annähernd, sah das CHRISTOPH GIRTANNER, der als einer der ersten die LAVOISIERsche Chemie in Deutschland diskutierte. Es heißt bei GIRTANNER 1795 (S. 61/62): "Der Sauerstoff ist jetzt in den ganzen Natur in einem gewissen Gleichgewicht, zu welchem derselbe nur dann erst gelangen konnte, nachdem alle, bei der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre möglichen Verbrennungen oder Säuerungen, geschehen waren. Es gibt daher keine neuen Verbrennungen in der Natur." Gäbe es eine Erhöhung der Temperatur der Erdatmosphäre, so ändere sich der Chemismus der Erdoberfläche, "so könnten wir den Phosphor nicht anders, als unter der Gestalt von Phosphorsäure kennen, ..."

Umstritten blieb die Beteiligung des Stickstoffs der Atmosphäre an der Pflanzenernährung. INGENHOUSZ hielt sie für gegeben, N. DE SAUSSURE schloß sie 1804 aus (s. C. GRAEBE 1909), und noch in der Mitte des 19. Jh. war das ungeklärt.

Ernährungsuntersuchungen an Pflanzen wurden aber auch ausgeführt durch Einsetzen von Pflanzen **in Töpfe mit verschiedenem Boden** und Verfolgung ihrer Entwicklung, wobei das schon im 18. Jh. durch etliche Forscher, so DU HAMEL und TILLET geschah (HASSENFRATZ 1803).. Der ansonsten vor allem für den Bergbau tätige JEAN-HENRI HASSENFRATZ zog Pflanzen **in Wasser** auf. Hier kam man auch der Bedeutung von Mineralstoffen für die Pflanze allmählich auf die Spur.

Im 20. Jh. wurde deutlich: Ohne gegenläufige Prozesse zwischen Kohlendioxid-

Aufnahme und Sauerstoff-Freisetzung und Veratmung und würden die Pflanzen innerhalb von 500 Jahren sämtliches CO2 und Bikarbonat (Hydrogencarbonat) der Biosphäre assimilieren, also verbrauchen. Der gesamte atmosphärische Sauerstoff wird durch die Pflanzen innerhalb von 6000 Jahren umgewälzt. Alle bekannten oder noch in der Auffindung erwarteten Vorräte fossiler Brennstoffe entsprechen der Assimilationsleistung der Pflanzen in nur 100 Jahren (E. BRODA 1974).

Das Wissen um die **Grundzüge der Pflanzenernährung** und vor allem um **die** neben dem Wasser **in der Luft befindlichen Gase** war eine der **grundlegenden Entdeckungen des 18. und beginnenden 19. Jh.** , auch Grundlage jeder biologischen Bildung von jedermann. Wobei man auch mit dem wenigen, zu 0,03 - 0,04% in der atmosphärischen Luft vorhandenem CO2 zurechtkommen mußte.

## Salze und ihre Unterscheidung trotz Ähnlichkeit bei manchen, und die Beziehung zu Säuren und Basen

"Salze" wurde einst auch die Säuren und Alkalien genannt, bei NEWTON sogar Wasser. Bei J. F. HENKEL 1747 (S. 15) heißt es: "Solchergestalt sind die Salse dreyerlei: 1) Acida, 2) Alcalia, 3) Salse. Nur die "Salse, unsere "Salze", behielten den Terminus. So haben ROUELLE der Ältere 1744 und dann namentlich LAVOISIER den Terminus "Salz" nur für "Körper" benutzt, die aus einer Vereinigung einer Säure mit Alkalien, Erden und Metalloxiden entstehen (P. WALDEN 1910). Noch HITTORF 1859 nannte aber alle Elektrolyte Salze.

Zu denen, die an der Mineralchemie entscheidend beteiligt waren, gehört der Berliner Apotheker und Chemiker ANDREAS SIGISMUND MARGGRAF (A. S. MARGGRAF 1767, M. S. STAUM 1974), Sohn des Berliner Hofapothekers, Schüler von HENCKEL in Freiberg. Seine zuerst beachtete Leistung war 1747 die an anderer Stelle näher zu behandelnde Auffindung des Rohrzuckers in der Rübenwurzel, was praktische Aussichten botin In Anerkennung seiner Forschungen wurde MARGGRAF 1753 von König FRIEDRICH II. zum Direktor des chemischen Laboratoriums der Berliner Akademie ernannt und 1760 zum Direktor der Klasse der Experimental-Philosophie an der Akademie gewählt.

Mineralische Substanzen wurden handhabbarer, als manche einander **ähnliche**, ja sehr ähnliche **Salze**, vielfach Mineralien, unter genauerer Beachtung ihrer spezifischen Eigenschaften, als verschiedenartige Substanzen **unterschieden** wurden, eine der **analytischen Chemie** zuzurechnende Leistung. DUHAMEL schon 1736 und MARGGRAF 1757 erkannten, daß **Soda** (später: NaCO3) und **Pottasche** (später: KCO3), beide weiß, die "Alkalien", als zwei verschiedene Salze sind (J.

R. PARTINGTON 1951). MARGGRAF (M. S. STAUM 1974) unterschied verschiedene, später als **Natrium- und Kaliumsalze** anzusehende Salze auch bei den Salpeter-Salzen, später auch bei Sulfaten, Chloriden, Carbonaten, erkennbar auch durch die bei Kaliumsalzen violette und bei Natriumsalzen gelbe Flammenfärbung. BLACK erkannte 1755 als verschieden auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit und ihrer mit Schwefelsäure herstellbaren unterschiedlichen Sulfate die "**Kalkerde**", das aus dem Erhitzen von Kalk/CaCO3 erzeugte CaO späterer Terminologie, und die auch durch Erhitzen von MgCO3 gewinnbare "**Bittererde**", MgO, die beide nicht nur wegen ihrer weißen Farbe sehr ähnlich sind. MARGGRAF untersuchte etwa jene "Steine", die "mit Kohle stritificirt und calcinirt" nach einiger Zeit der Belichtung längere Zeit selbst leuchten und hat dabei den "schweren Flußspat", also den **Schwerspat**, das spätere Bariumsulfat, von ähnlichen Mineralien mit anderer Base ("Steinen") unterschieden. WITHERING (J. K. ARONSON 2004) unterschied experimentell 1782 und publiziert 1784 **Bariumsulfat**, terra ponderosa virtilata, also Schwerspat, und das von ihm in der Natur entdeckte und durch WERNER in Freiberg nach ihm Witherit benannte **Bariumcarbonat**, terra ponderosa aerata. Gab man das lösliche Bariumchlorid, terra ponderosa salita, zu der Lösung eines Sulfates, so gab es einen sofortigen Niederschlag von weißem Bariumsulfat, Schwerspat, was ein sicherer Sulfat-Nachweis war.

Geklärt wurde nun allgemein die Zusammensetzung der Salze aus den zwei Bestandteilen "Base" und "Säureanhydrit", Säure"rest", damit also die Bildung der Salze beim Zusammenbringen von Lauge (im heutigen Sinn) und Säure. Daß Salze, jetzt im eingegrenzten Sinn, so Alaun (KAl(SO4)), beim starken Erhitzen einen Dampf abgeben, war des längeren bekannt. GLAUBER wußte, daß etwa Alaun, Eisenvirtriol, Zinkvitriol, Kupfervitriol **denselben** ätzenden **Dampf** abstoßen (s. H. KOPP 1845), der in Wasser zu einer Säure, dem "Vitriolöl", der Schwefelsäure, führt. Dieser ätzende Dampf entsteht auch bei Verbrennung von Schwefel. Schweflige Säure und Schwefelsäure wurden dann zuerst von STAHL (H. KOPP 1845) unterschieden. Andere Salze gaben andersartige Säuren bildende Gase ab, etwa Kalk das fixed air, Kohlendioxid, andere Salze die zu Salpetersäure oder zu Salzsäure führenden Dämpfe. Zurückblieb bei der Zersetzung der Salze eine "Erde", bald auch die "Basis", Base, genannt. Etwa HENKEL beschrieb (1747, S. 143), wie das weiß-kristalline Alaun beim Erhitzen, der "Brennung", auch von "Destillation" ist die Rede, "ganz unvergleichlich weiß wird" und das "vitriolische acidum" entweicht, dasselbe, was beim Erhitzen Kupfer- und Eisen-Vitriol abgeben, die sich eben in der metallischen Erde unterscheiden. GUILLAUME FRANÇOIS ROUELLE etwa bestätigte in der Mitte des 18. Jh., daß **Salze** eine **Kombination von einer Säure mit** einer als **"Base"** bezeichneten Substanz sind, und dabei **verschiedenste Kombinationen** dieser Komponenten auftreten, so die verschiedenen Salze bilden.

Diese Kombinationen untersuchte dann auch MARGGRAF. Mehrere verschiedene Salze gaben den in Wasser zur Schwefelsäure führenden ätzenden Dampf, die "Acido Vitrioli(ci)" (MARGGRAF (1761), den später "Säureanhydrit" der Schwefelsäure genannten Bestandteil, ab. Daß die verschiedenen "Acido Vitrioli" abgebenden Mineralien unterschiedlich sind, mußte dann auf dem übrigen Teil des Minerals, der "alkalischen Erde", der "Base", beruhen. Aus dem Alaun erhielt er bei Abgabe von "Acido Vitrioli" die weiße "**Tonerde**", viel später als Aluminiumoxid erkannt. Kochsalz lieferte ein anderes "Acido", das "Acido Salis" (Salzsäure), und hatte als Base ein "alcalisches Wesen", das "laugenhaft schmecket" (S. 170) und mit "Acido vitriolico" Glaubersalz (spätere Formelsprache: Na2SO4) ergab.

## Mannigfaltige Umsetzungen zwischen anorganischen Substanzen - Entdeckung weiterer Säuren

Kamen die umstürzenden Erkenntnisse für eine neue Deutung der stofflichen Umsetzungen, die von LAVOISIER, vor allem von binären, also aus zwei Elementen bestehenden und vielfach gasförmigen Verbindungen, so wurde neben und teilweise davor die Untersuchungen der etwas komplizierter aufgebauten **Salze** mit bestimmend (W. OSTWALD 1908) und ebenso die Umetzungen von Salzen und Säuren, die Bildung von Säuren aus Oxiden. Bei den **Umsetzungen** erschien es in den Worten von TORBERN BERGMANN (1769, S. 83/84) in Uppsala, daß die Materien "mehr oder weniger einander sättigen, das ist: eines des anderen Wirksamkeit wegnehmen, so daß durch dieVereinigung eine neue Materie von eigner Beschaffenheit entsteht, deren Eigenschaften gemeiniglich, von den Eigenschaften jener beyden herrühren, manchmal aber auch daraus nicht zu erklären sind" Ist von einer Materie zu viel vorhanden, "so entsteht ein fremdes Mengsel, das nach den Umständen, die eigentliche Beschaffenheit der neuern Zusammensetzung, mehr oder weniger vebirgt, dieser Ueberschuß läßt sich aber wiederum abändern .... So gehet es zu, wenn Säuren mit Laugensalzen vermengt werden, oder mit unterschiedlichen Erdarten und Metallen; ..." Es war also viel auseinanderzuklabüsern. Mit Quecksilber war es noch komplizierter. Mit der GOEFFROYschen Wiederaufnahme des Begriffes "Affinität" wurde von BERGMANN auch in Tabellen zu erfassen gesucht, in welcher Stärke eine Base auf eine bestimmte Säure wirkt (H. OLSSON 1952, S. 138).

Es wurden immer mehr Beispiele gefunden, daß es **"stärkere" Säuren** gibt, die andersartige Säurereste aus Salzen herausdrängen, "ein stärkeres Saueres das schwächere austreibet" (A. S. MARGGRAF 1761, S. 160). Schon 1702 hatte HOMBERG aus dem borhaltigen Mineral **Borax durch Erhitzen mit Schwefelsäure** die **Borsäure,** als Arzneimittel "sal sedativum", herausgedrängt. Unter den vielen

nunmehr weiterhin untersuchten Beispielen für stärkere Säuren gegenüber Salzen schwächerer Säuren werden bekannt: Schwefelsäure ebenso wie "Acidum Nitri" (Salpetersäure) treiben aus Chloriden die "Acidum Salis" (Salzsäure) aus, und die stärkeren Säuren verbinden sich mit dem alkalischen Teil etwa des Kochsalzes, wobei ein Salz der stärkeren Säure entsteht. Schwefelsäure verdrängte aus Nitraten rotes Stickoxid. Salzsäure erwies sich wie die anderen Säuren andererseits befähigt, aus etwa Kalk, also Carbonat, "fixed air" (CO2) auszutreiben. Mit ganz wenig Salzsäure-Lösung ließ sich so testen, ob ein weißes Gestein resp. Salz Carbonat ist, denn das zischte wegen CO2-Abgabe auf, oder Gips, Calciumsulfat, auf den Salzsäure nicht wirkte. Organische Säuren wirkten auf Beiacetat und ließen sich so in ihre Bleisalze überführen, die man wiederum durch stärkere Säuren in die organischen Säuren zurückverwandelte.

Säuren ließen sich entdecken, indem Mineralien mit starker Säure behandelt wurden, also die eine Säure die andere ersetzte. Flußspat, später: CaF2, Zusatz beim Eisenschmelzen und schon im Altertum als Schmuckstein benutzt, wurde von SCHEELE (1771) gepulvert, und beim Erwärmen fiel es durch schönes Phosphoreszieren auf. Wurde "Vitriolöl", also Schwefelsäure, zugesetzt, "fieng" die Masse "über schwaches Feuer" gestellt "an zu schwellen und zu schäumen", und es entstand "**Fluß**spat**säure**", 'Spathsäure'. Sie sollte Kieselerde enthalten, aber wie 1781 J. C. F. MEYER nachwies und SCHEELE bestätigte, griff die Flußsäure Glas an und löste Kieselerde heraus (W. A. SMEATON 1986). Der benutzte Flußspat war nicht rein und so war kaum nur Flußsäure entstanden. Als "Base" des Flußspats erschien "Kalkerde". Die Ähnlichkeit der Flußsäure mit der "Kochsalzsäure" fiel auf. Vor SCHEELE war 1670 auf die Substanz der Künstler SCHWANHARDT in Nürnberg aufmerksam geworden, der ein Gemisch aus Vitriolöl, also Schwefelsäure, und Flußspat nutzte, um Ätzzeichnungen auf Glas anzubringen (E. EINECKE 1937), aber vom chemischen Verständnis noch weit entfertn war. Hatte man die Flußsäure, so konnte man sie etwa mit Carbonaten reagieren lassen, so J. B. RICHTER (1795), der einer "flußspatsauren Flüssigkeit" Kalk ("luftsaure Kalcherde") zusetzte und daraus Flußspat erhielt, 'wiederherstellte', damit ihre Zusammensetzung bewies. Aus anderen Carbonaten erhielt er Magnesiumfluorid, Bariumfluorid ("Flußschwerspat"), Alumium-Kalium-Fluorid ("thonerdiger Flußspat"), die Fluoride organischer Säuren ("vegetabilisches Flußspathsalz"). Daß in der Flußsäure ein unbekanntes Elemente erhalten sei, wurde erst um 1810 anvisiert.

Auch aus "Erde", also Oxiden, Metalloxiden, und Säure wurden Salze hergestellt. Das Metall galt als die "Base". Kompliziert war es bei der **Umsetzung von Quecksilber mit** "Kochsalzsäure"/**Salzsäure**, wie es BERGMANN /1769) durchführte und fand, daß Quecksilber "nimmt nach den Umständen, bald mehr,

bald weniger von der" Salzsäure "in sich, "und wenn es in eine gewisse Vereingung gegangen ist, so läßt es sich nicht ohne Schwierigkeit in eine andere bringen" (S. 84), und stellte 3 solcher Stufen fest. Quecksilber, wie später gesprochen wurde, bildet mit Chlor verschiedene Chloride, in der Apothekersprache das Kalomel Hg2Cl2 und das Sublimat HgCl2. Damit Quecksilber zu solcher Reaktion gebracht werden konnte, mußte es "entweder durch Fällen aufs feinste seyn zertheilt worden, oder es muß in Dünste aufgelöst seyn; aber ehe das Gefäß die Hitze bekommen hat, welche zu der letzten Absicht erfodert wird, ist die Salzsäure schon fort, weil sie viel flüchtiger ist" (S. 97). Das nur als Beispiel für die komplizierten Wege, welche zu gehen waren.

BERGMANN fand auch, daß Arsen, Molybdän, Wolfram hoch oxydiert mit Wasser Säuren lieferten, die '**Metallsäuren**' (H. OLSSON 1952).

Miteinander **setzten sich auch Salze** miteinander um, namentlich, wenn die eine so entstandene Verbindung als unlöslich ausfiel. Es ergab sich etwa aus Glaubersalz und Pottasche Soda und Kaliumsulfat, gemäß späterer Formel Na2SO4 + K2CO3 = Na2CO3 + K2SO4. GLAUBER hatte schon um 1650 gefunden, daß Bleiessig Meerwasser trinkbar macht, wegen dessen Umsetzung mit den im Meerwasser enthaltenem Kochsalz und Sulfaten zu Niederschlägen von Bleichlorid und Bleisulfat: so Pb(CH3COO)2 + 2 NaCl = PbCl2 + 2CH3COONa (P. WALDEN 1931).

Bekannt war etwa im Bergbau, daß "**unedleres**" **Metall** "**edleres"** aus seinen Salzen **verdrängt**, also etwa Zugabe von Eisenfeilspänen zu blauer Kupfervitriol-(sulfat-)-Lösung Kupfer ausfallen läßt (etwa J. B. RICHTER 1797), was schon JUNGIUS wußte. Es wurde eine "quantitative Ordnung der Metalle" abgeleitet, wie sie bald auch die Spannungsreihe bei Benutzung der Metalle in Volta-Säulen ergab.

Das Verbinden verschiedener Substanzen und vor allem der Austausch von Teilen zwischen 2 Substanzen miteinander wurde als Ergebnis ihrer "**Wahlverwandtschaft**" bezeichnet, der 1775 von dem schwedischen Professor der Chemie und Pharmazie an der Universität Uppsala TORBERN BERGMANN genannten "De attractionibus electivis". (W. SCHROTH 1993). CHRISTIAN WEIGEL, Professor der Botanik und Chemie an der Universität Greifswald, übersetzte das mit "Wahlverwandtschaft". Die Bindung bestimmter zweier Substanzen bevorzugt miteinander, also die **mehr oder weniger starke Affinität** zweier Substanzen **zueinander,** erscheint als eines der großen Probleme der Chemie. Um 1860 (S. 496) mit GEORG HEINRICH BRONN zu sprechen: "..., wie die Schwerkraft in den Himmelskörpern und die Wahlverwandtschaft in aller Materie waltet, und auf welches alle andern Gesetze zurückführbar sind, die man bisher für sie aufgestellt har." Aber dem Wesen der Affinität, der 'Wahlverwandtschaft', kann man sich noch lange nicht

nähern.

Verbanden sich zwei Substanzen zu einer neuen Verbindung, hieß das "einfache Wahrverwandtschaft, oder eine zerlegende Verwandtschaft mit einer einfachen Zusammensetzung." Bei der "doppelten Wahlverwandtschaft oder doppelt trennenden Verbindung" gab es den Austausch von Bestandteilen zwischen beiden miteinander reagierenden Verbindungen, etwa AB + CD = AC + BD. Das galt, wenn die stärkere Säure die schwächere aus ihren Salzen "verdrängte", etwa Schwefelsäure mit Kochsalz = Natriumchlorid reagierte und Natriumsulfat und Salzsäure = HCl entstand. Dem verdrängenden Bestandteil wurde höhere "Wahlverwandtschaft" zu der Base zugeschrieben. Als andersartiges eindrucksvolles Beispiel führte J. B. TROMMSDORFF (1800) an: Wurde etwa Kampfer in Alkohol aufgelöst und setzte man Wasser hinzu, so schied sich der Kampfer ab, indem der Alkohol sich mit dem Wasser verband.

Der Dichter GOETHE hat den Gedanken der "Wahlverwandtschaft" auf die wechselseitige Anziehung zwischen Menschen übertragen, so wenn Ehepaar A(Mann)B(Frau) und Ehepaar C(Mann)D(Frau) zusammenkommen und sich A mehr zu D und sich B mehr zu C hingezogen fühlen und deshalb die Ehepartner getauscht werden, geschildert am Schicksal zweier Paare in seinem Roman "Die Wahlverwandtschaften" 1810. Der Terminus setzte sich durch dieses werk auch in der Chemie verstärkt durch.

## Die "chemische Revolution" des ANTOINE LAURENT LAVOISIER und einiger seiner Zeitgenossen

Etwa zu der derselben Zeit, etwas davor, gleichzeitig oder auch danach, während die noch der Phlogiston-Theorie anhängenden großen Chemiker PRIESTLEY, SCHEELE, CAVENDISH ihre bedeutsamen Entdeckungen, namentlich auch über Gase machten, führte in Frankreich ANTOINE LAURENT LAVOISIER dieselben Versuche, auch in Nachahmung, und dazu neue Versuche durch und gelangte zu einer neuen Auffassung des Verbrennungsprozesses und der Elemente. Er wurde damit der große Reformator der Chemie, der auch die schon bekannten Vorgänge in neuem Lichte zu sehen lehrte, wurde, die Hauptperson der **"chemischen Revolution"** (H. GUERLAC 19, R. E. KOHLER jr. 1972). Den Terminus "chemische Revolution" benutzte auch LAVOISIER selbst.

Wie manche wegweisenden Wissenschaftler hat er Argumente für den Umsturz der bestehenden Ansichten zu einem Teil aus dem schon vorhandenen Material anderer Forscher genommen und diese neu geordnet (H. BUESS 1956). Aus der Benutzung schon vorliegenden Materials kann ein begabter Forscher seiner Wissenschaftsdis-

ziplin sogar rascher ein neues Gesicht geben, als wenn er nur auf eigenen, lange dauernden Untersuchungen aufbauen müßte.

Geboren wurde LAVOISIER am 26. August 1743 als Sohn eines höheren Juristen in Paris. Auch LAVOISIER studierte Jura. ROUELLE, Lehrer vieler Chemiker, führte auch LAVOISIER zur Chemie. LAVOISIER heiratete 1771 mit 28 Jahren die damals 14-jährige MARIE ANNE PIERRETTE PAULZE, die seine Mitarbeiterin und die Protokollantin seiner Experimente wurde und als polyglotte Frau die Übersetzungen fremdsprachiger Texte lieferte. Seit 1768 gehörte LAVOISIER zu den Generalsteuerpächtern in der von COLBERT gegründeten Ferme Générale (F. SZABADVÁRY 1990a). Die immer 60 Steuerpächter pachteten alle Zölle und Regalien des französischen Staates, schossen damit dem Staat die Steuern vor und mußten sie dann eintreiben, wobei 24.000 Angestellte tätig waren. Verlieren wollte man nicht. LAVOISIER wurde Direktor der Pariser Zölle und stieg gerade dadurch zu den Begüterten auf, der angenehmes Leben wie Wissenschaft bezahlen konnte. In der Ferme lag sein Beruf. Um Schmuggel zu unterbinden und damit (indirekte) Steuern nicht entgehen zu lassen, wurde namentlich auf seine Initiative Paris 1787 mit einer Mauer umgeben. Haß schlug den Generalsteuerpächtern entgegen. Außerdem reformierte LAVOISIER die französische Schießpulverfabrikation, was Schießpulver für die amerikanischen Aufständischen liefern ließ und woran LAVOISIER auch verdiente. Die Sommermonate verbrachte das kinderlose Ehepaar LAVOISIER auf einem eigenen Herrengut mit Schloß.

Aber als Wissenschaftler, der er als Amateur war, hatte LAVOISIER 1762 seinen ersten Auftritt vor der Französischen Akademie der Wissenschaften und sprach über die Wasserversorgung von Paris (A. N. MELDRUM 1933). Untersuchungen an Gips 1764, etwa über dessen "**Kristallwasser**", folgten. Mit GUETTARD ging LAVOISIER 1767 auf eine geologische Tour nach den Vogesen, dem Elsaß, Lothringen und in Teile der Schweiz. An 160 Orten wurde das Wasser überprüft. VAN HELMONTs Vermutung durch den Weiden-Versuch eigentlich widerlegten Umwandlung von Wasser in Erde wurde damals erneut diskutiert und dafür schien zu sprechen, weil sogar destilliertes Wasser beim Verdampfen in den benutzten Glasgefäßen erdige Partikel hinterließ. BENGT FERNER meinte sogar, daß die Festländer der Erde einst durch Verwandlkung von Wasser in Erde entstanden sind (A. N. MELDRUM 1933). Es wurde eingewandt, daß kochendes Wasser erdige Partikel aus der Wand von Glasgefäßen herauslöst und einen Bodensatz bildet. Nur mit der Waage konnte das gelöst werden. Im Spätsommer 1768 stellte LAVOISIER eine genau abgewogene Menge von destilliertem Wasser höchster Reinheit her und fortlaufend, 100 Tage lang, vom 24. Oktober 1768 bis zum 1. Februar 1769, erhitzte er es bis zum Verdampfen und kondensierte den Wasserdampf wieder in einem besonders konstruiertem Glasgefäß, dem "pelican". Am Ende des

Langzeitversuchs entsprach das Gewicht der "Erde" am Boden des Glasgefäßes dem Gewichtsverlust des Glases. Damit war bewiesen, daß die **erdigen Partikel** durch das heiße Wasser aus der Wand des Glasgefäßes **herausgelöst** wurden und sich Wasser nicht in Erde verwandelt hatte. Notwendigkeit und Sinn genauer Gewichtsfeststellung waren den Chemikern demonstriert. Aus Untersuchungen mit der Waage leitete LAVOISIER auch das schon manchem als Selbstverständlichkeit betrachtete "Gesetz" oder "**Prinzip von der Erhaltung der Masse**" ab, wonach die Gesamtheit aller Substanz bei allen wechselnden Kombinationen konstant blieb. Genau ermitteln konnte das auch der keineswegs so genau wägende LAVOISIER nicht (R. HOOYKAAS 1999), und das Gesetz galt auch a priori. Die **Zusammensetzung** (composition) **von Stoffen** rückte mehr in die Aufmerksamkeit von LAVOISIER als etwa deren Reaktionsfähigkeit.

Es war deutlich geworden, daß Gase von Stoffen nicht nur physikalisch adsorbiert werden, sondern auch mit festen Stoffen **Verbindungen** eingehen. Besonders untersuchte LAVOISIER nun die Verbrennung (combustion) und fand als umwälzende Erkenntnis, daß dabei nicht etwas entwich, also nicht das Phlogiston, sondern eine **Stoff-Aufnahme**, die von **Sauerstoff**, stattfindet. Übersehen wurde das bisher wegen des Entweichens der meist gasförmigen Verbrennungsprodukte. Damit änderten sich auch die Vorstellungen über die chemischen Elemente und Verbindungen. Das entscheidende Jahr, das "crucial year" für LAVOISIER, wurde **1772** (H. GUERLAC 1951, 1959), als LAVOISIER mit den damals neuesten Forschungen von PRIESTLEY bekannt wurde und auch das Werk von HALES (H. GUERLAC 1951) ihn anregte. PRIESTLEY besuchte ihn mit Lord SHELBURNE 1774. LAVOISIERs Frau übersetzte für ihren Gatten englische Texte. Mit einer Brennlinse verbrannte LAVOISIER im April Diamanten in einem abgeschlossenen Raum und fand, daß Luft beim Verbrennen hinzutreten muß (R. E. KOHLER jr. 1972). Dann untersuchte er die Rolle der mit Luft beim **Verbrennen von Phosphor** und der anschließenden Bildung der Phosphorsäure und untersuchte die Entstehung anderer mineralischer Säuren.

Er zog die Schlußfolgerung, daß ein spezifischer Bestandteil der Luft bei aller Säurebildung hinzutreten muß, daß die gemeinsamen Eigenschaften der Säuren mit der Anwesenheit dieses Bestandteils erklärt sind. LAVOISIERs erste zusammenfassende Theorie war damit die von dem **"Prinzip der Säurebildung"** (Principle of acidity). Das entsprach dem Konzept von **konstituierenden Prinzipien** (concept of constituent principles) (M. CROSLAND 1973), wonach spezifische chemische Eigenschaften mit spezifischen Bestandteilen korreliert sind (H. E. LE GRAND 1972), wie es bisher für Phlogiston galt. Vor allem fand LAVOISIER die damals aufsehenerregende **Gewichtszunahme** der entstandenen **Phosphorsäure gegenüber** dem **Ausgangsphosphor**. Zunächst meinte LAVOISIER daß Phosphor

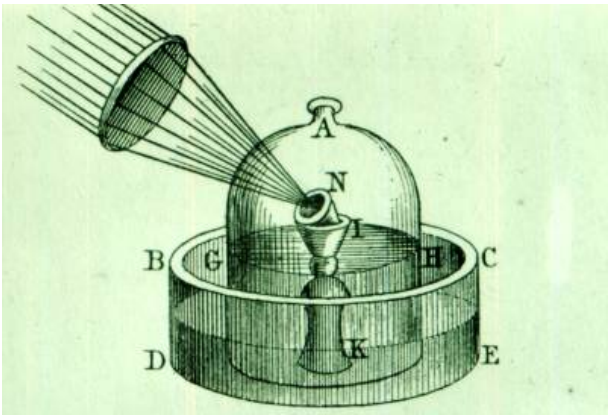


Abbildung 1368: LAVOISIER:Phosphor-Verbrennung.

bei der Verbrennung zersetzt wird, Phlogiston entweicht, dabei gleichzeitig eine bemerkenswerten Menge Luft absorbiert wird. Von Einfluß auf LAVOISIER waren offensichtlich auch Experimente des Italieners G. F. CIGNA, der wie HALES Phosphor und Schwefel verbrannte, ebenfalls ein Verschwinden von Luft beobachtete und das als Schwächung der Elastizität der Luft deutete (H. GUERLAC 1951). Im Sommer 1772 veröffentlichte der als Staatsanwalt in seiner Geburtstsatdt Dijon tätige GUYTON DE MORVEAU seinen Befund, daß Metalle beim "Verkalken", beim Erhitzen bei Luftzutritt, im Gewicht schwerer sind als die Ausgangsmetalle. Diese Gewichtszunahme beim Verbrennen besaß eine für jedes Metall charakteristische obere Grenze. LAVOISIER zog aus seinen und den Befunden anderer die der Phlogiston-Theorie entgegengesetzte Schlußfolgerung, notiert am 1. November, daß bei der Verbrennung von Phosphor wie bei der Metall"calcinierung" etwa bei dem nach dem 20. Oktober untersuchten Blei Luft gebunden wird, also beim Verbrennen ein Bestandteil hinzutritt. Daraufhin untersuchte LAVOISIER die Gewichtszunahme für die Verbrennungsprodukten von Schwefel. Am 7. April 1776 entdeckte LAVOISIER die **"Verkalkung" von Quecksilber** in normaler Luft. Am 21. März 1777 las LAVOISIER vor der Akademie der Wissenschaften in Paris darüber, daß die **Verbrennung** von Phosphor in Luft **aufhört**, wenn **der Anteil** an atembarer und **die Verbrennung unterhaltenden Luft verbraucht ist**, wobei er auch über den Verbrauch des atembaren Luftanteils durch Vögel und andere kleine Tiere berichtet . Die nach dem Verbrennen verbleibende Luft nannte er **"mofette atmospherique"** (nitrogen), also **Stickstoff**. Noch 1775 schrieb LAVOISIER von dem "reinsten" Teil der Luft, der bei der Metallkalkbildung benötigt wird (M. CROSLAND 1973). Mit Kohlenstoff verband sich dieser zuerst von PRIESTLEY auch rein erhaltene Luftbestandteil zu der "fixed air", dem Kohlendioxid. Im Jahre 1778 berichtete LAVOISIER, daß er **"Quecksilberkalk"**, also Quecksilberoxid (HgO), **mit Holzkohle** erhitzte (H. E. LE GRAND 1972)

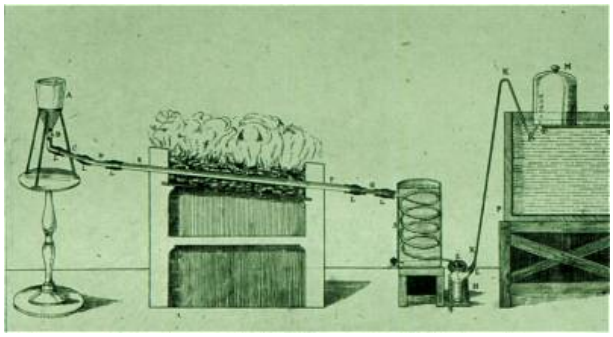

Abbildung 1369: LAVOISIER:Wasser-Zerlegung.

und dabei metallisches Quecksilber entstand. Die Holzkohle verschwand völlig in "fixed air". Der die Holzkohle in "fixed air" verwandelnde Bestandteil im Quecksilberkalk war offenbar der gleiche, der die Verbrennung in der Luft unterhielt und sich mit in der Luft verbrennenden Kohle verbindet.

Im Jahre 1779 prägte LAVOISIER den 1781 veröffentlichten Terminus **"oxygen"**, "**Sauerstoff**", was heißen sollte: das "säurebildende Prinzip". Der Terminus "Kohlensäure", "acide charbonneux", für Kohlendioxid, also die 'fixed air', folgte 1781. Während das "Phlogiston" hypothetisch und imaginär gewesen wäre, sollte das "oxygen"-"Prinzip" "faktisch" und "real", vor allem auch wägbar sein. LAVOISIER erschien seine Erklärung der Verbrennung der von STAHL mit Phlogiston mindestens gleichwertig zu sein, bald sah er sie als überlegen an. Auch 1779 erhitzte LAVOISIER Salze der Salpetersäure, Nitrate, und trennte sie in Metall, "nitrous air" und den "Sauerstoff" (M. CROSLAND 1973). In einem Memoir verwies er auf den Sauerstoff in Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und in "fixed air" = Kohlensäure, und die Luft bei der Säurebildung zeigte sich auch bei der Verwandlung von Wein in den sauren Essig bei Luftzufuhr. Mit der Menge des gebundenen Sauerstoffs würde der Säuregrad in einer Säure zunehmen. Wegen ihres unterschiedlich hohen Sauerstoffgehaltes sollten sich schweflige Säure und Schwefelsäure unterscheiden (M. CROSLAND 1973).

Am 25. Juni 1783 gaben LAVOISIER und LAPLACE bekannt, daß sie wie bald auch von CAVENDISH bekannt wurde, aus der Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff sich an der Gefäßwand niederschlagende Wassertröpfchen erhalten hatten. Das legte eine Zerlegung des vermeintlichen Elementes Wasser nahe. Im Jahre März 1784 zerlegten LAVOISIER mit seinem Mitarbeiter MEUSNER **Wasser** in seine **zwei Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff**, indem sie Wasser tropfenweise in einen glühenden Gewehrlauf mit darin befindlichem Kupfer leiteten, das dem entstehenden Wasserdampf den Sauerstoff entzog und Wasserstoff übrig ließ.

Die "Französischen Chemisten" suchten nicht nur die "Zusammnensetzung des Wassers auf das strengste zu beweisen, sondern sie entdeckten auch Mittel, um das Wasser in seine Bestandtheile zu zerlegen ud durch die Analyse zu bestätigen, was ihnen aus der Synthesis schon bekannt war. So entstand eine der größten und wichtigsten Entdeckungen unsers Jahrhunderts, die Wasser ein zusmmanegesetzter Körper sei" (CHR. GIRTANNER 1795, S. 91). **Wasser konnte nicht mehr als "Element" zu gelten.**

Einwände kamen. In Frankreich wo BAUME´ Phlogiston-Anhänger blien, lehnte noch 1797 die mögliche Zerlegung des Wassers ab (E. McDONALD 1970).

Da auch die "Metallkalke" und das Wasser Sauerstoff enthalten, also Oxide sind, aber nicht Säuren, erschien Sauerstoff zwar weiterhin als eine für alle Säuren notwendige, aber nicht immer den Säurecharakter hervorrufende Komponente. Nicht alle Verbindungen von Sauerstoff sind Säuren. Das beschäftigte LAVOISIER noch öfters, ohne, daß er seine Ansicht vom Sauerstoff als dem notwendigen Säurebildner aufgab. Das war der Grund, daß die Salzsäure, HCl, zwar richtig analysiert wurde, aber Chlor als Sauerstoffverbindung und nicht als Element galt, denn auch diese Säure sollte Sauerstoff enthalten müssen. Die einmal gefaßte Theorie der Azidität, der Beziehung von Sauerstoff und Säurebildung, konnte LAVOISIER nicht mehr wenigstens relativieren.

Im Jahre 1785 verglich LAVOISIER die Bildung der "Metallkalke" mit der Lösung der Metalle in Säuren, die zu Salzen führt und ihm eine Ähnlichkeit mit der Metallkalkbildung nahelegte. Lösung in Säuren sollte der "nasse Weg" (par la voie humide) der Metallkalkbildung sein, womit zwei allerdings unterschiedliche Vorgänge zusammengeführt wurden.

Die bekannten Säuren wurden bald vermehrt durch die Entdeckung von 11 Säuren in Pflanzen, 'vegetabilische Säuren', von 7 "thierischen Säuren" (CHR. GIRTANNER 1795, S. 325 ff.).

Eine schwer lösbare Frage war immer wieder die nach dem **Wesen der Wärme**, der '**caloric**', der Hitze, und auch dem **Licht**, die bei chemischen Reaktionen entstehen. Im Jahre 1781 hatte LAVOISIER mit LAPLACE die Experimente mit dem neuen, von ihnen konstruierten **Eis-Kalorimeter**, mit dem die spezifische Wärme (Wärmemenge) bei Reaktionen der verschiedenen Substanzen bestimmt werden konnte. BERGMANN in Schweden meinte gar, daß wegen Zunahme der spezifischen Wärme in Säuren deren Gewicht größer sei als des die Säuren bildenden verbrannten Phosphors oder Schwefels (LAVOISIER 1789/1783, S. 69), also Wärme ein Gewicht habe und deshalb beim Wiegen mitspiele - eine uns schwer nachvollziehbare Vorstellung. 'Wärme' erinnerte auch immer wieder an das Phlogiston. Was auffiel war vor allem auch, und SCHEELE betonte dies, daß "ein sehr

großer Theil dieser Wärme durch die Gefäße durchgeht" (S. 70), also die Glaswand der Gefäße heiß wird, und nur deshalb das Gewicht bei der Reaktionen nicht beeinflußt, also immerhin "kein merkliches Gewicht hat" (S. 71). Die Gewichtszunahme beim Verbrennen von Phosphor und Schwefel kann nicht "aus der Festwerdung der Wärme erklärt werden", sie "bemächtigen" sich nur des "säureerzeugenden Stoffs" der Luft, "und machen ihren Wärmestoff frey" (S. 74). Danach, hier LAVOISIER 1783 (in 1789), gibt es also einen Wärmestoff, aber er geht eben nicht die in die Gewichte bei der Reaktion ein. Für Phlogiston war immer mit einem Gewicht gerechnet worden. Aber was ist ein 'Stoff', der die Gefäßwände durchdringt? Eine Kraft, welche die Moleküle trennt? Und gar bei einer Schießpulver-Explosion? Die klare Theorie LAVOISIERs hatte also auch ihre nicht erklärten Seiten (Zitate u. a. bei G. BLUMENTHAL 2013, S. 24/25). Die Diskussionen verdeutlichen die Bedeutung der späteren klaren Trennung von Substanz/Stoff und Energie. .

Die neue "Verbrennungstheorie" stand an zentraler Stelle in der neuen Chemie der "Chemischen Revolution", aber diese "chemische Revolution" umfaßte noch mehr.

Ganz andere Substanzen als einst galten nunmehr als "**chemische Elemente**" (R. SIEGFRIED et al. 1968), und in der nunmehrigen Feststellung der Elemente lag mindestens ebenso wie in der Oxydationstheorie der Kern der "chemischen Revolution". Definiert wurden die Elemente wie einst bei BOYLE pragmatisch als die Substanzen, die sich jedenfalls **derzeit nicht weiter zerlegen** ließen. Ein Kriterium für die elementare Natur eines Stoffes war, daß sein Gewicht bei allen chemischen Reaktionen zunahm, denn eine elementare Substanz konnte sich nur mit anderen Substanzen verbinden. Die Zahl der chemischen Elemente bei LAVOISIER änderte sich mehrmals. In dem Werk "Methode de nomenclature chimique" von **1787** wurden **55 Elemente** aufgeführt. Außer 16 Metallen waren darunter Sauerstoff, Stickstoff (azote), Wasserstoff, Phosphor, Schwefel, jedoch auch Soda, Pottasche, Ammoniak (ammonia). Zu den nicht zerlegbaren Körpern, die in allen Gasen, auch den elementaren, enthalten sind, rechnete LAVOISIER auch den **"Wärmestoff"**, die einstige "Feuermaterie", nunmehr genannt "caloric". Immerhin ging damit der Energiegehalt der Gase in die damaligen Umsetzungsvorstellungen ein (W. OSTWALD 1908). Auch das "Licht" wurde als elementarer Stoff aufgefaßt. HASSENFRATZ und ADET führten 1787 geometrische Zeichen für die Elemente ein, solche, die noch an die Symbole der Alchemisten erinnerten. 1789 erkannte LAVOISIER **33** unzerlegbare Stoffe an. Unter anderem Pottasche, Soda und Ammoniak waren jetzt von der Liste der "substances simples" gestrichen worden. Die Zusasmmensetzung des **Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff** hatte 1785 BERTHELLOT gefunden (M. CROSLAND 1973 b). Gerade um diese Zeit und etwas später wurde andererseits ein Vielzahl weiterer Elemente deutlich.

Noch sollte es etwa 120 Jahre dauern, bis MOSELEY nachwies, wie viele und welche chemischen Elemente es überhaupt geben kann.

Die um 1790 große Zahl der anzunehmenden "chemischen Elemente" rief Verwunderung und Skespis hervor (R. SIEGFRIED et al. 1968). Die Mitglieder der Nomenklaturkommission äußerten: "If it is not easy ... abruptly to admit that a large group of substances which all analogy with the order of natural philosophy seems to indicate as being more or less compound, most be regarded henceforth as simple substances, ... " (Zitat in englischer Übersetzung in R. SIEGFRIED et al. 1968, S. 282). Der russische Graf und Chemiker APOLLOS APOLOSSOWITSCH MUßIN-PUSCHKIN meinte 1798 (S. 447 / 448): "... ich bin eben nicht sehr geneigt, blindlings an diese Menge von Elementen zu glauben, welche wir täglich geschäftig sind in das Verzeichniß der unzerlegbaren Körper einzutragen". Selbst beste "Analysten" versagten schließlich bei manchen Trennungen zusammengesetzter Stoffe und manche der Elemente mochten deshalb nur schwierig zu trennende Verbindungen sein. Es wäre zu erwarten, "daß die Natur, die die einfachsten Mittel auf eine so allvermögende Weise anzuwenden weiß, eine so große Menge mannichfaltiger Körper nicht bedürfe, um die Erscheinungen der Produkte, welche sie unsern Augen darstellt, unendlich zu vermannigfaltigen".

Im Februar das bald zum Revolutionsjahr werdenden 1789 veröffentlichte LAVOISIER in 2000 Exemplaren sein als klassisch zu bezeichendes Lehrbuch der neuen Chemie, den "Traité élementaire de chimie", in dem er all die Neuerungen zusammenfaßte. Das erste Exemplar wurde König LOUIS XVI. gewidmet. Andere Exemplare verschenkte LAVOISIER in ganz Europa (F. SZABADVÁRY 1990a).

In das "**antiphlogistische**" **Lager**, also die Chemiker an der Seite LAVOISIERs, waren in der Mitte der 80-er Jahre des 18. Jh. in Frankreich GUYTON DE MORVEAU, BERTHOLLET, ANTOINE DE FOURCROY getreten, letzterer etwa mit dem Lehrbuch "Elémens d'historie naturelle et de chimie". Im Jahre 1789 erschien die erste Nummer der neuen, für die antiphlogistische Chemie zuständigen Zeitschrift **"Annales de chimie"**. In England wurde Anhänger LAVOISIERs J. KEIR sowie der Geologe Sir JAMES HALL (V. A. EYLES 1963), wirkte im Sinne LAVOISIERs THOMAS THOMSONs Buch "System of Chemistry" von 1802. Und viel diskutiert wurde LAVOISIERs Lehre auch in Deutschland.

Auf Grund all der Befunde bei LAVOISIER und französischen Zeitgenossen wurde eine **neue chemische Nomenklatur** für die anorganischen Verbindungen geschaffen, an der GUYTON DE MORVEAU und etwa auch BERTHELLOT wie A. F. FOURCROY stark beteiligt waren. Das neue Prinzip zur Benennung von Substanzen wurde, daß der Name die stoffliche Zusammensetzung widergibt. LAVOISIER benannte 1787 die Salze nach der ihnen zugrundeliegende Säure, dem

Säure"rest" (-anhydrit), also **Sulfate**, **Nitrate**, **Carbonate** .

War die überwundene Phlogiston-Lehre nur ein überflüssiges Gebilde in der Chemieentwicklung? Die Auseinandersetzungen hatten Anlaß zu vielen Experimenten gegeben und darin sah etwa der Niederländer J. R. DEIMAN mit etlichen anderen 1793 (S. 383) auch die Bedeutung der Phlogiston-Theorie: "Wenn der bisherige Streit unter den Chemikern für und wider das Phlogiston auch keinen andern Nutzen gestiftet hätte, als daß er die Aufmerksamkeit der berühmtesten Männer auf diesen Gegenstand gelenkt, und uns mit einer Menge Entdeckungen und Versuchen bekannt gemacht hätte, woran man vielleicht nicht würde gedacht haben ... so wird doch jeder eingestehen, daß die Chemie und Naturlehre dabey unendlich gewonnen hat, ..."

## LAVOISIERs letzte Forschungen: Physiologie der Atmung

LAVOISIERs Forschungen der Jahre 1790 und 1791 galten wieder vor allem der Physiologie, namentlich der **Atmung**. Was mit der ins Blut gebrachten veränderten Nahrung geschieht und Wärme entstehen läßt und dies in der Lunge sah LAVOISIER als einen flammenlosen Verbrennungsprozeß, ein Oxydation. Daß vor allem LAVOISIER ein klares Verständnis für die Wechselbeziehungen zwischen Tier-und Pflanzenreich besaß, vermittelt ein von J. B. A. DUMAS lange nach LAVOISIERs Hinrichtung 1794 herausgegebenes Manuskript (A. W. HOFMANN 1884), in dem mehr als nur der Gaswechsel erörtert wird. Die Pflanzen bauen demnach alle die organischen Stoffe auf, die von den Tieren aufgenommen werden. Und im Tierkörper wird dann Wärme gebildet. **Gärung, Fäulnis und Verbrennung** geben der Luft und dem Mineralreich zurück, was Pflanzen und Tiere aufgenommen haben. LAVOISIER wurde 1794 enthauptet.

Etliches war noch zu korrigieren. Schon etwa der in Wien tätige Mediziner GEORG PROCHASKA stellte 1793 (S. 29 ff.) fest, daß die "antiphlogistischen Chemiker", also LAVOISIER, "in dem Stücke irrig" sind, daß alle Wärme in der Lunge entsteht, wo schließlich nur dieselbe Temperatur besteht wie im ganzen tierischen Körper. Das ganze Blut besitzt dieselbe Wärme, und hier hinein dringt die Luft durch den "Speisekanal" und die ganze Körperoberfläche. An der Entstehung der Blutwärme und anderen Lebensphänomenen hätten "mehrere vereinigte thierische, chemische und mechanische Kräfte Antheil ..." (S. 30), was aber die letzte Herkunft aller Wärme-Energie nur aus der Nahrungszersetzung, wenn auch nicht nur in der Lunge, verkannte.

## Diskussionen auch in Deutschland

Anhänger der Phlogiston-Hypothese blieb JEREMIAS BEBJAMIN RICHTER (s. 1793), der Begründer der Stöchiometrie.

In Deutschland verbreiteten, nicht kritiklos, die Lehre LAVOISIERs und damit die neue chemische Nomenklatur 1791 CHRISTOPH GIRTANNER (2. Auflage 1795), Göttingen, und GEORG FRIEDRICH HILDEBRANDT, 1793, Erlangen.

GIRTANNER gibt die chemischen Vorstellungen um 1791/1795 bei aller Übernahme recht gut wider, liefert also eine **Zusammenfassung.** GIRTANNER **erwähnt viele Versuche**, die man also auch in Deutschland durchführt. So, wenn man in einer Retorte Zinn erhitzte und in Metallkalk verwandelte und zerbricht dann den Retortenhals, "so dringt die äußere Luft, mit Pfeifen und Geräusch, hinein und ersetzt diejenige Luft, welche sich mit dem Metall verbunden hat" (S. 58). GIRTANNER beschreibt, wie beim Verbrennen von Kohlenstoff (S. 55, 70), Phosphor (S. 53), oder durch einen "elektrischen Funken" in einer Sauerstoffatmosphäre aus dem "Salpeterstoffgas" (S. 63), also Stickstoff, die Säuren entstehen, wobei der Wasserstoff nicht berücksichtigt wird, also die Oxide "Säure" genannt werden. Aber GIRTANNER weiß auch (S. 55): "Die Säure, welche aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoffe entsteht, erscheint niemals anders, als in Gasgestalt. Aber sie vereinigt sich mit dem Wasser. In diesem Zustande macht sie die Kohlensäure aus." Bekannt ist die "übersaure Kochsalzsäure (dephlogistierte Salzsäure)", die also mehr Sauerstoff als - vermeintlich - die Salzsäure besitzt. Zu den Verbindungen von Wasserstoff heißt es mit dem später hierfür nicht mehr gebräuchlichem Begriff der 'Auflösung': "Das Wasserstoffgas löst den Kohlenstoff, den Schwefel, den Phosphor, und verschiedene Metalle. Diese Auflösungen haben einen unerträglich unangenehmen Geruch" (S. 74). Der 'unangenehme Geruch' bezieht sich namentlich auf Schwefelwasserstoff mit seinem Geruch nach faulen Eiern.

Ein Forum der Debatten über die "**phlogistischen und antiphlogistischen Systeme**" wurden CRELLs "Chemische Annalen", mit Argumenten und auch eigenen Experimenten. So berichtet "TROMSDORF" 1793 (S. 335), daß beim Verbrennen mit "reinsten Lebensluft", also reinem Sauerstoff, "ein total luftleerer Raum entsteht;" und GÖTTLING in Jena habe dasselbe mehrfach ebenfalls erreicht. TROMMSDORF erhält dann auch Bemerkungen von GREN in Halle. Als mit dem "antiphlogistischen System" nicht vereinbar erscheint die "Erscheinung des Leuchtens", und Licht und Wärme sind so unterschiedlich, haben "ungleiche Wirkungen", und setzen so "ungleiche Ursachen" voraus. Und das "Azote", also unser Stickstoff, wäre nicht bewiesen. 'Reine Lebensluft' liefert kein Braunstein. TROMMSDORF erklärt dann (S. 340): "ich bin jetzt ganz neutral .. ", will aber

nicht bloßer Zuschauer sein und meint "ich werde ferner die Natur treu beobachten, und um so getreuer beobachten können, da mich keine Hypothese leitet, und mir keine gefärbte Brille unterschiebt. ...

Ich glaube jetzt und fühle es lebhaft, daß wir noch einer großen Reihe von Versuchen und Beobachtungen bedürfen, ehe wir ein unerschütterlich festes System bauen, ehe wir ein unerschütterlich festes System bauen, ehe wir ein Gebäude errichten können, das der Ewigkeit trotzt." Wissenschaftliche Lehren für die "Ewigkeit" - das entsprach der Vorstellung von neuen ewigen 'Wahrheiten' der Aufklärung und offenbart einen 'Zeitgeist' damaligen Denkens.

Was CRELL selbst betrifft, so bereitet ihm der 'Wärmestoff' Schwierigkeiten, weil man manche Stoffe hoch erhitzen kann, so auch Wasser, ohne sich zu entzünden, jedoch 'Weingeist' oder Öle sich durch einen Funken, also augenscheinlich viel weniger Wärmestoff, entzünden. Was also ist die Wärme, von der wenig, also ein Funke, bei den einen Substanzen zu einer Explosion ausreicht, bei anderen nicht? Die "**Explosion**" sollte noch lange eine Herausforderung für die Chemiker sein!

Wie etwa Sauerstoff in der Atmosphäre ist der "**Wärmestoff**" nach GIRTANNER 1795 überall (S. 17): "Der Wärmestoff umgiebt die Körper nicht nur von allen Seiten, sondern er durchdringt auch dieselben und füllt die Zwischenräume zwischen ihren kleinsten Teilchen aus." Durch den 'Wärmestoff', also beim Erhitzen, werden die **kleinsten Teilchen getrennt**, damit sich welche davon etwa mit Sauerstoff verbinden, wobei "die Verwandtschaft ihres Zusammenhanges nicht größer sei, als ihre Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe" (S. 61). Der 'Wärmestoff' geht **wie eine Substanz** in eine Verbindung hinein und auch wieder hinaus und verändert dabei wie eine zugefügte oder weggenommene Substanz die Eigenschaften, jedenfalls schreibt GIRTANNER (S. 5): "Wenn die kleinsten Teilchen eines Körpers durch den Wärmestoff getrennt sind, und der Körper geschmolzen oder flüssig geworden ist: so darf man ihn nur des überflüssigen Wärmestoffs wieder berauben, das heißt, ihn erkalten lassen" und der Körper wird wieder fest. Wie die Substanzen sich wechselseitig unterschiedlich stark anziehen, verschiedene Affinität zueinander haben, gilt (S. 9): "Durch die Destillation werden alle diejenigen Theile, welche eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoff haben, in verschlossenen Gefäßen, in Gas verwandelt ..." Und beim Verbrennen: "Der vorher mit dem Sauerstoff verbundene Wärmestoff. wird frei und verbindet sich mit den benachbarten Körpern, daher Licht und Wärme" (S. 61). GIRTANNER sieht gemäß seiner Substanzauffassung vom 'Wärmestoff': "Wegen seiner großen Verwandtschaft mit dem Wärmestoffe, kennen wir den Wasserstoff nicht anders als in Gasgestalt" (S. 72). Wenn Wasserstoff mit Sauerstoff verbrennt "mit einem heftigen Knalle, welcher durch die große Elastizität des frei gewordenen Wärmestoffes entsteht" (S. 73),

## Über LAVOISIER hinaus

Manche Verallgemeinerung LAVOISIERs mußte bald **aufgegeben** werden, so seine Theorie vom **Sauerstoff in allen Säuren** (H. E. LE GRAND 1972), seine sauerstoff-zentrierte Vorstellung. In der Salzsäure wollte sich Sauerstoff einfach nicht finden lassen und dennoch wurde lange gemeint etwa von BERTHOLLET, daß aus dieser 'oxymuriatic acid' genannten Säure außer dem Chlor eines Tages auch Sauerstoff zu Tage treten wird (M. CROSLAND 1973 b). **Flammenbildung** gab es außerdem nicht nur bei der Oxidation, sondern auch, wenn Feilspäne von Metallen, etwa von Kupfer, Eisen, Zink, Zinn, und Schwefel-Pulver miteinander erhitzt wurden, wie schon VAN HELMONT bemerkte und 1793 eine Gruppe niederländischer Chemiker um J. R. DEIMAN zeigte. DAVY fand mit Flammen verbundene heftige Reaktion beim Chlor (D. M. KNIGHT 1971). MALUS versuchte einmal nachzuweisen, daß Licht kein einfacher Körper ist, sondern aus Wärme und Sauerstoff in einem bestimmten Verhältnis zusammengesetzt wäre (F. ARAGO 1855). Die verschiedenen Farben sollten durch unterschiedlichen Anteil des Wärmestoffes am Lichte zustandekommen. Rot galt als das heißeste Licht und sollte den meisten Wärmestoff enthalten, Violett, das "kälteste" Licht, am wärmestoffärmsten sein. Jedoch allmählich verschwanden "Lichtstoff" und "Wärmestoff".

Eine offene Frage war auch, warum Metalle einander ähnlicher sind als ihre Erze (C. F. von WEIZSÄCKER 2004), ja sogar die verschiedenen Erze desselben Metalls unterschiedlich aussehen.

Die Absorption von Gasen durch feste Körper fanden 1777 FONTANA und SCHEELE. Der nach St. Petersburg gegangene TOBIAS LOWITZ entdeckte 1785 die **Adsorption** gelöster Stoffe durch **Holzkohle**, studierte (P. WALDEN 1910) die Übersättigungserscheinungen bei Lösungen, fand die kristallisierte Essigsäure stellte absoluten Alkohol und reinen Äther dar. **Schwefelkohlenstoff** fand 1796 LAMPADIUS und wieder 1802 CLEMENT und DESORMES. Absorption von Gasen und gelösten Stoffen an Holzkohle u. a. führte zu wichtigen Verfahren. SAUSSURE hatte die vorzügliche Absorption von Buchsbaumholz gefunden. Knochenkohle entfärbt Zuckersaft, entnimmt Fuselöl aus Alkohol, diente auf Schiffen zur Trinkwasserreinigung. Adsorption heißt die Bindung an der Oberfläche.

## Gasgefüllte Flugkörper-Ballons - Ab 1783

Als erste Flugkörper wurden erfunden: 1. der **Heißluftballon**, 2. der **Wasserstoff-Ballon**. Erfinder des **Heißluftballon** waren die Brüder JOSEPH-MICHEL und JACQUES-ÉTIENNE MONTGOLFIER (P. J. AUSTERFIELD 1990), 2 Brüder

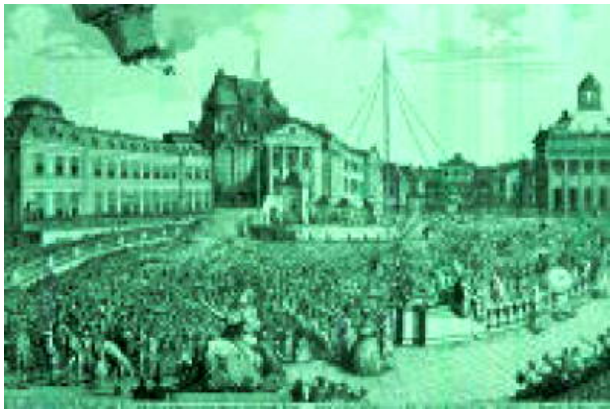

Abbildung 1370: Heißluftballon Versailles.

von 16 Kindern eines Papierfabrikanten in Vidalon bei Annonay bei Lyon. Die Brüder hatten 1782 gefunden hatten, daß sich erhitzte Luft in einem Papiersack halten läßt und dieser wegen der Verdünnung der Heißluft aufsteigt. Wärme galt auch ihnen als Substanz. Am 4. Juni 1783 ließen die Brüder MONTGOLFIER auf dem Marktplatz von Annonay den ersten Ballon steigen. Seine Heißluft wurde durch Verbrennen von Stroh oder Wolle unter den Ballonöffnung erzeugt. Ein größer Ballon, mit Tieren in der Gondel, 3,2 km weit abgetrieben, erfreute am 19. September 1783 in Versailles, wo also die 10 Jahre später vertriebenen Adligen also noch eine vorletzte Freude erleben durften.

Am 21. November ließen sich 2 Menschen in einem Ballon in etwa 25 Minuten 9 Kilometer weit treiben. Im August 1783 JACQUES-ALEXANDRE-CESAR CHARLES (J. B. GOUGH 1971) einen mit seinem Bruder ROBERT konstruierten Ballon mit Wasserstoff aufsteigen. Der ehemalige Finanzbeamte J.-A.-C. CHARLES war von FRANKLIN in die Physik eingeführt worden, wurde der Lehrer und dann Professor für Physik am Conservatoire des Arts et Metiers in Paris. Nötig für den Ballon waren: 1. die Zugleine zur willkürlichen Freisetzung von Gas, um abzusteigen, 2. ein Ventil zum Entweichen von Gas bei zu starker Expansion und Gefahr des Platzens des Ballons, 3. die zweckmäßige, den Wasserstoff am Entweichen hindernde Ballonbedeckung, so durch Kautschuk. Für die Füllung von Ballons wurde die Wasserstoff-Erzeugung ins Große überführt. Zuerst wurde Wasserstoff aus Eisen und Schwefelsäure erzeugt. Während der Revolution wurde in Meudon bei Paris eine geheime militärische Ballonschule eingerichtet, um Ballons als Beobachtungsposten zu benutzen. Ein nutzbarer Ballon wurde in 2 Tagen gefüllt, der Wasserstoff wurde durch Wasserzersetzung gewonnen. Auch mit Gas aus Kohle wurde experimentiert.

Ballons können auch stürzen. Abhilfe bot eine von BLANCHARD angeregte und

von ANDRE´-JACQUES GARNERIN vollendete Erfindung; der **Fallschirm**. GARNERIN war 1793 in österreichische Kriegsgefangenschaft geraten und konnte in Ofen (später = Budapest), wohin er verbracht wurde, Projekte ausbrüten, den Fallschirm wie zu Ballons GARNERIN zu verdanken ist der aus Anlaß der Kaiserkrönung NAPOLEONs am 2. Dezember 1804 auf dem Platz vor Notre Dame aufgelassene riesige unbemannte Ballon mit einer aufgesetzten Krone und 3000 farbigen Gläsern (HANSEMANN in Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künste ... 1. Section, 54. Theil, S. 21 /22), den der von Norden wehende Wind bis zum folgenden Tage nach Rom getragen hat. Oft mit seinem Bruder JEAN-BAPTISTE-OLIVIER und auch mit seiner Frau hat ANDRE´-JACQUES GARNERIN den Sprung aus dem Ballon mit dem Fallschirm in großen europäischen Städten vorgeführt, in London, Berlin, St. Petersburg, Moskau.

**Mineralien und Mineralogie**

Mineralien, das heißt die auf der Erde außerhalb lebender Organismen natürlich vorkommenden namentlich festen oder auch tropfbar flüssigen chemisch ziemlich einheitlichen Substanzen hat schon AGRICOLA untersucht, und JOHANN FRIEDRICH HENCKEL in Freiberg definierte, etwa 1747 posthum, "Mineralogie oder Wißenschafft von Wäßern. Erdsäfften, Saltzen, Erden, Steinen und Ertzen" resp. (S. 41): "Durch die Mineralien verstehet man alle diejenigen Körper, welche im Erdboden liegen, und nicht vegetabilischer noch animalischer Natur oder Eigenschaft sind, z. E. allerhand Erden, Steine, Salze, Erden, Metalle und versteinerte Bruchstücken aus denen andern zwey Reichen." Manche Mineralien wurden schon seit **längerem verwendet**, ja waren das Ziel von Bergbau, etwa die **Erze**. Für die Herabdrückung des Schmelzpunktes bei der Eisen-Herstellung wurde der **Flußspat,** CaF2, benutzt. Die Silbe "spat" verwies auf die leichte Spaltbarkeit.

Der 1678 in Merseburg geborene HENCKEL (W. FISCHER 1969) war Mediziner geworden, wurde Arzt in Freiberg, wurde mit der mineralogischen Landesuntersuchung in Sachsen betraut und erbaute 1733 in Freiberg ein chemisches Laboratorium. HENCKEL führte der vor der Gründung der Bergakademie Freiberg chemische Privatkurse durch. Zu den Teilnehmern gehörten auch 3 nach hier entsandte junge Russen, darunter der später führende russische Gelehrte LOMONOSSOW.

Mineralien und damit Mineralogie wurde betrieben vor allem in Ländern mit Bergbau, Manche Mineralien sind die **Bestandteile der Gesteine**, oftmals in Komplexen oder wie beim Kalkstein im wesentlichen auch nicht. Andere Mineralien fanden sich in Schächten, oft gebildet aus dem tropfenden Wasser. Mineralien kamen namentlich aus den Bergbaugebieten, in Deutschland aus dem sächsischen Erzgebirge, so von dessen Rand in Freiberg oder auf den Höhen aus Zinnwald, aus



Abbildung 1371: Die Bergwerke von Falun.

dem Harz mit dem erz- und mineralreichen Rammelsberg, aus Sachsen-Weimar mit dem Mineralieninteressenten GOETHE, aus Norwegen, in Rußland aus dem Ural und vor allem auch aus **Schweden**. Großartige Stücke, "**Stufen**", von Mineralien boten die wegen ihres Zusammensturzes berühmten Bergwerke von Falun im mittleren Schweden, wo etwa 1814 große Stufen von Beryllen, Topasen, Tantaliten, Gadoliniten, Orthiten gesammelt wurden (F. WÖHLER 1875). Der Bergbau war neben der Erschließung der Ressourcen in Pflanzen und Tieren das zweite Standbein der **schwedischen Ökonomie** nach dem großen Zusammenbruch mit der Niederlage im Nordischen Krieg. In Schweden gibt es nun das große Untertagemuseum der zusammengstürzten Kupfer-Grube von Falun. Von hier wird auch die Tragödie berichtet, daß der Leichnam eines verschütteten Bergarbeiters nach Jahrzehnten durch die Bergwässer erhalten gefunden wurde, und die gealterte Geliebte von einst nun vor dem jungen Geliebten stand - aber der war nur ein Toter.

Schwedens große Mineralogen und Sachverständige des Bergbaus waren vor allem JOHAN GOTTSCHALK WALLERIUS und AXEL FREDRIK CRONSTEDT (N. ZENZE'N 1952). Chemie war in Uppsala schon länger gelehrt worden, aber der 1709 geborene WALLERIUS erhielt 41-jährig 1750 die erste und neu etablierte Professur für Chemie, Metallurgie und Pharmazie in Uppsala (S. 95). Von WALLERIUS hatte das erste wirkliche Handbuch der Mineralogie, die **1747** in Schwedisch veröffentlichte "Mineralogia" geschaffen, die bald ins Deutsche, Französische und Russische übersetzt wurde. Damit wurde die Mineralogie eine neuzeitliche, sich mehr und mehr der Chemie zuwendenden Wissenschaft. WALLERIUS **klassifizierte** die Mineralien sowohl nach der chemischen Zusammensetzung wie nach äußeren Merkmalen, verwandte also ein gemischtes System. Den einzelnen Mineralien, die Mineral-Species, gab er feststehende Namen und klare Diagnosen

(S. 103). Ein wichtiges Untersuchungsinstrument für Mineralien wurde das Blasrohr/blowpipe. In einer Aushöhlung auf einem Holzkohleblock wurde ein Mineral erhitzt und mit dem **Blasrohr/blowpipe** Luft darauf geblasen (A. SELLA 2916).

Der aus einer edlen Offziersfamilie stammende, in Södermanland geborene CRONSTEDT hatte in Uppsala auch bei WALLERIUS studiert, kam in Verbindung zu den führenden Männern der schwedischen Bergbaubehörde, SVEN RINMAN und DANIEL TILAS und wurde einer führenden Männer im schwedischen Bergwesen und der Mineralogie. CRONSTEDT gilt, nachgewiesen am Mineral mit dem Blasrohr/blowpipe. als Entdecker des **Nickels**. Als CRONSTEDT sah, wie aus einem mit dem Blasrohr stark erhitzten Mineral kochendes Wasser entwich, hatte er einen ersten **Zeolit**/Zeolith/zeolit gefunden (A. SELLA 2016), einem Gase adsorbierendem Material, beschrieben 1756,

Das **Blasrohr/blowpipe** brachte unter BERGMANN dessen Assistent JOHAN GOTTLIEB GAHN in eine **viel besser anwendbare Gestalt,** bei der man lange mit der Nase Luft aufnehmen konnte und gleichzeitig aus dem Mund ausgeatmete Luft kontinuierlich auf die miteinander reagierenden Körper in der Vertiefung auf dem Holzkohleblock blies. So konnte eine länger dauernde Reaktion unterhalten und beobachtet werden. Das war einmal der "cornerstone of chemical analysis", "das Stethoskop der Chemiker" (so ERIK JORPES) (A. SELLA 2016).

Der lange Zeit führende deutsche Mineraloge und Geologe resp. 'Geognist war ABRAHAM GOTTLIEB WERNER (W. HERRMANN 1953 c, S. 43 ff.). Geboren am 25. September 1749 in Wehrau in der Lausitz (heute: Osiecznica) in der Familie des Inspektors einer Eisenhütte, wurde 1764 auch Hüttenschreiber. WERNER studierte (W. FISCHER 1933) in Leipzig Jura und Sprachen. Sprachen, von denen er auch das Slawische seiner Heimat beherrschte, interessierten ihn lebenslang wie die Mineralogie und die von ihm Geognosie genannte Geologie. Auch Freiberg wurde besucht und er fuhr in Gruben ein.

WERNER erregte schon **1774** Aufsehen mit seiner Schrift "Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien" und wurde deshalb Ostern **1775** als Professor an die Freiberger Bergakademie berufen. Hier unterrichtete er 42 Jahre lang, wobei auch seine geologischen, besser "geognostischen" Ansichten viel Beachtung fanden. WERNER unterschied die Mineralien nach **"äußeren Kennzeichen"**, so: Farbe, Zusammenhang der Teile, äußere Gestalt, Oberfläche und Glanz, Bruch, Gestalt der Bruchstücke, Durchsichtigkeit, Strich, Abfärben, Härte, Klang, Elektrizität u. a. (J. F. GMELIN 1790). Die ein bestimmtes **Metall** oder Metalle enthaltenden Mineralien wurden nach diesem Metall angeordnet, also hier auch schon ein **chemisches** Kennzeichen für bestimmte Mineralien einbezogen. Für die Gelogie begründete er

ein einst viel anerkanntes System, wobei in einem einst die ganze Erde bedeckcndem Meer sich in der Abfolge die verschiedenen Gesteine niederschugen, zuerst der Granit und später die 'Flözgebirge', unsere Sedimente, und auch der Basalt. Es war das System des 'Neptunismus'.

Aus dem allgemeinen Fach 'Bergbaukunde' sonderten sich die einzelnen Fächer, wie Mineralogie und Geognosie ab. Wie LINNE´ war WERNER ein ordnender, klassifkatorischer Geist.

WERNERs weltweites Ansehen war groß. 1802 wurde er in Paris auch NAPOLEON vorgestellt (W. HERRMANN 1953, S. 46). Am 30. Juni 1817 bei einem Besuch in Dresden im Hotel "Zum goldenen Engel" gestorben, wurde sein Leichnam in der Nacht vom 2. zum 3. Juli 1817 feierlich an der Stadtgrenze von Dresden den Vertretern der Freiberger Bergakademie übergeben. In Freiberg läuteten die Glocken. Am 3. Juli fand die großartige Begräbnisfeier statt und die "Dresdner Abendzeitung" schrieb: "Auf diese Todtenfeier heftete ganz Deutschland und das ferne Ausland seine Aufmerksamkeit" (zit. bei W. FISCHER 1933, S. 30). In Paris sprach zu seinen Ehren CUVIER, Zeugnis der Verehrung für den als das "Orakel von Freiberg" bezeichneten Gelehrten. In Edinburgh wurde eine Werner-Gesellschaft gegründet. Diese Schilderung um den toten WERNER, um dazulegen, wie um 1817 ein als führend angesehener Gelehrter geehrt wurde!

Für etliche verbreitete Mineralien führte WERNER akzeptierte deutsche Namen anstatt der schwierigen bisherigen, so die Namen "Grauspießglanz" für Antimonit, Schwerspat für Baryt.

Eine erste **Härteskala** schlug der Ire RICHARD KIRWAN vor. ROMÉ DE LISLE und CARANGEOT fanden 1783 die Konstanz der Winkel der Kristalle, die viele Mineralien bilden und R. J. HAÛY führte ab 1784 die Regelmäßigkeiten des Kristallaufbaus auf die kleinsten Teilchen im Kristall, die 'integrant' Moleküle, zurück.

Als Einteilungsgrundlage für die Mineralien wurde dann versucht, deren auch für die Chemie wichtige **chemische Zusammensetzung** möglichst überall zu verwenden. Etwa JOHANN FRIEDRICH GMELIN unterschied 1790: I. Erd-und Steinarten mit Schwer-, Kalk-, Ton-, Kieselarten, II. Salze, III. brennbare Mineralien mit u. a. Steinkohle, Bergöl, Bernstein, IV.metallische Körper. Der aus dem französischen Adel stammende D. G. S. T. G. DE DOLOMIEU beschrieb 1701 das 1792 etwas danach nach ihm benannte Mineral und Gestein **Dolomit**, CaMgCarbonat, das ganze Gebirgszüge zusammensetzt und sich u. a. durch viel schwächere Reaktion auf Salzsäure von Kalkstein unterscheidet. DOLOMIEU (Lexika u. a.) war Ritter im Johanniterorden auf Malta, tötete einen Kameraden im Duell, wurde nach einem Todesurteil wegen seiner Jugend begnadigt und widmete sich, zuerst

im Gefängnis, wissenschaftlichen Studien. Er forschte als Geologe und Mineraloge unter anderem in den Pyrenäen und den Alpen. Er begleitete NAPOLEON BONAPARTE 1798 nach Ägypten, kam jedoch bei der vorzeitigen Rückfahrt aus Gesundheitsgründen schon 1799 bei Tarent, gehaßt vom Hof in Neapel, in eine entsetzliche Gefangenschaft. DOLOMIEU schrieb, wie es heißt, mit Ruß vom Lampendoch an den Rand einer Bibel wissenschaftliche Texte. Nach seiner Freilassung konnte er noch forschen, auch in der Schweiz, starb aber 1801 mit 51 Jahren. Dies als Beispiel eines besonders bewegten Wissenschaftlerschicksals in einer bewegten Zeit. Die Engländer JOSIAH GILBERT und GEORGE CHEETHAM CHURCHILL reisten aus künstlerischen und wissenschaftlichen Interessen 1861/1862 in den Alpen und veröffentlichten 1864 ein Buch unter dem Titel "The Dolomite Mountains", deutsch 1865, über die sie besonders beeindruckende Region aus viel Dolomit, für die sich die Bezeichnung 'Dolomiten' einbürgerte (Internet).

N. LEBLANC hatte um 1786 systematisch das **Wachsen von Kristallen** aus Salzlösungen untersucht, betrieb "**Kristallotechnie**" (R. HOOYKAAS 1999).

Es gibt allerdings auch Minerale, die zwar gleiche chemische Zusammensetzung haben, aber **in unterschiedlicher Kristallstruktur** vorliegen, so der Kalk, CaCO3, als **Calcit** und als **Aragonit**. Hier war also die Unterscheidung der Minerale nach ihrer chemischen Zusammensetzung an ihre Grenze gekommen (R. OLDROYD 19..).

Eine zur Mineral-Bestimmung wichtige Härte-Skala entwickelte 1812 FRIEDRICH MOHS, Professor in Graz, Freiberg, Wien, die nach ihm benannte "**Mohssche Härteskala**". Unterschieden sind **10 Härtestufen**, 1 als weichste, 10 als härteste Stufe. Jedes härtere Mineral ritzt das in der Skala weichere. Mineralien bis Stufe 2 können auch mit dem Fingernagel geritzt werden. Pyrit, zwischen 6 und 7, ritzt etwa Feldspat, nicht aber die einen höheren Härtegrad aufweisenden Quarz, Topas u. a.

Mineralien wurden gern **gesammelt**, einst wie heute. Im kurfürstlichen Naturalienkabinett im Zwinger in Dresden gab eine manche hohe Besucher, so GOETHE, angelockt durch die Mineralien- und Petrefaktensammlung. 1817 wurde in Dresden eine Gesellschaft für Mineralogie gegründet. Sie bestand allerdings nur wenige Jahre. Als durch HAUY die Mineralogie zur Kristallographie wurde, hat diese stark mathematische Färbung der Mineralogie viele Freunde der Mineralogie abgeschreckt, Das betraf auch WERNER und GOETHE.

Zu Lebzeiten WERNERs waren um 300 Mineralien bekannt. WERNER entdeckte 8 weitere, unter seinem Nachfolger FRIEDRICH AUGUST BREITHAUPT kamen 100 hinzu.




Abbildung 1372: BREITHAUPT-Erinnerung. Freiberg.

Um 1935 waren **etwa 1800 natürlich vorkommende**, teilweise sehr seltene **Mineralien** (W. und I. NODDACK et al. 1936, 1937) bekannt, später werden bis 3000 genannt. Um die Mineralien zu ordnen, sie zu systematisieren, wurde zeitweilig gehofft, ein dem LINNEschen System der Pflanzen und Tiere nachgebildetes System zu schaffen, womöglich gar mit einer ebenfalls binären Nomenklatur. Das scheiterte für viele an der Natur der Dinge, aber PAUL NIGGLI griff es etwa 1949 wieder auf.

Manche Mineralien waren wenigstens zunächst nur von einem einzigen Fundort oder von wenigen Plätzen bekannt, doch gerade sie konnten bisher unbekannte chemische Elemente enthalten.

Es blieb eine der großen Herausforderungen für Gesteinskundler, Mineralogen wie Chemiker die Bildung der verschiedenen Mineralien aus Materialien aus dem Erdinnern, einer Schmelze oder aus ihr entweichenden Dämpfen, die **Differenzierung** des eventuell in erdinneren einheitlichen Magma, die durch später oft weiteres aufsteigendes Material vollzogene Umbildung zu erklären.

Verwitterten mineralhaltige Gesteine, häuften sich schwer zerstörbare Mineralien auf sekundärer Lagerstätte, etwa in Flußablagerungen. Solche "Seifen" wurden schon im späteren Mittelalter abgebaut, etwa auf Zinnstein. Auch die Seifen in Lokcermaterial konnten wieder verfestigt werden, ja wieder tief in die Erde kommen und sind dann in festen alten Sedimenten, oft wieder gehoben, zu finden.

Von den möglichen Kombinationen chemischer Elemente hat sich nur ein Teil als Mineralien verwirklicht.

Für auch sehr berühmte Chemiker blieb es eine Aufgabe, den **Mineralien-Gehalt von Heilquellen** festzustellen, es wurde doch deren Heilwirkung damit verknüpft.

## Formbildung - eine Grundeigenschaft der Materie?

Daß die Mineralien Kristalle bilden, und zwar der Form nach für die einzelnen Mineralien unterschiedliche, daß also **die Materie Kristallisation** aufweist, **zur Formbildung befähigt** ist und das später auch für die **festen organischen Stoffe**, also etwa die charakteristischen Körper von Phenol, Naphthalin und den vielen auch an ihrer Form unterscheidbaren deutlich wurde, galt als eine der zu manchen Überlegungen führenden Eigenschaften, ja Grundeigenschaften der Materie. War die Formbildung in der Organismenwelt damit vergleichbar? Ja, konnte 'tote' Materie **Organismen** ausbilden, formen. wie Kristalle der Mineralien?

## Gesteine – chemisch gesehen

AXEL FREDRIK VON CRONSTEDT (N. ZENZE'N 1952, S. 101) brachte **1758** in dem anonym publizierten 'Essay Toward a System of Mineralogy' die wegweisende **Unterscheidung von einfachen Mineralien und Gesteinen**. Es wurden die Gesteine also von dem Mineralien getrennt, schließlich in der eigenen Wissenschaftsdisziplin Petrographie/Gesteinskunde erforscht. Granit oder Gabbro, Gneiss oder Sandstein gehören also nicht in die Mineraliensammlung, sondern in die Gesteinssammlung. Gesteine sind größere stofflich ausgezeichnete Komplexe der Erdrinde, die meistens Mineralaggregate. Mineralkombinationen, die bestimmte Gesteine bilden, treten immer wieder und in weiten Territorien der Erde auf, so der Granit. Immer wieder muß er in der Tiefe sich in ähnlicher Zusammensetzung mit vor allem den Mineralien Quarz, Feldspat und Glimmer gebildet haben. GOETHE hat das 1784 beschrieben, hat hervorgehoben, daß "an ganz verschiedenen Orten ... das Gestein in fast gleicher Ausbildung" aufttritt (zit. bei P. NIGGLI 1949, S. 221). Die den Granit zusammensetzenden Teile, Mineralien, sind "durch kein drittes Mittel verbunden", "bestehen" "nur an- und nebeneinander" und halten "sich selbst untereinander" fest. Nur der Glimmer, wie schon GOETHE sah, erschien "in seiner sechsseitigen, tafelartigen Kristallisation, während es Qaurz und Feldspat an Raum zum Kristallisieren gefhelt haben muß. Diese "Wiederholung der assoziativen Verhältnisse" – nach den Worten von P. NIGGLI (1949) - ließ nach deren Ursachen fragen, die wiederum auf die Entstehungsbedingungen verwiesen und das Erdinnere ließ am ehesten einen winzigen Einblick in die Vulkanschlote und die herausfließende Lava zu (P. NIGGLI 1937). Es mußte, wie es NIGGLI formulierte (S. 225) "Auswahlprinzipien" geben, die nur zu bestimmten Kombinationen führte – was GOETHE eher erahnt hatte.

Es gibt aber auch ziemlich reine Mineralien in großen Komplexen und werden dann auch zu den Gesteinen gerechnet. So besteht reiner Kalkstein fast nur aus Calci-

umcarbonat, CaCO3, der Gips aus CaSO4 und der Dolomit aus dem Doppelsalz Ca- und Magnesium-Carbonat.

Der französische Geologe und Mineraloge PIERRE-LOUIS-ANTOINE CORDIER J. G. BURKE 1971), Erforscher der Kohlen in Frankreich, **trennte** im frühen 19. Jh. die oft miteinander verwobenen **Mineralbestandteile** zusammengesetzter Gesteine **mechanisch** und untersuchte sie unter dem Mikroskop.

Den Erdgeschichtsforscher, den Geologen, interessierten die **Bildungsbedingungen** der verschiedenen Gesteine, um aus deren Aufklärung auch vergangene Zustande der Erde zu rekonstruieren.

## Weiteres zu Säuren und Salzen

**Phosphorsäure** war untersucht worden von MARGGRAF. LAVOISIER stellte dann Phosphorsäure aus Phosphor und Salpetersäure her. **Phosphate** in der unbelebten Natur wies GAHN 1780 nach (H. KOPP 1845). LAVOISIER fand auch, daß sich Phosphor in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbinden kann.

ROUELLE hatte einst auch gezeigt, daß manche Salze neutral reagieren und andere einen Überschuß an Säure enthalten.

Einiges Aufsehen erregte 1796 die Entdeckung des **Schwefelkohlenstoff**, später als CS2 erkannt, durch WILHELM AUGUST LAMPADIUS in Freiberg in Sachsen. 1772 im Braunschweigischen geboren hatte LAMPADIUS in Göttingen Naturwissenschaft studiert, war in Rußland gewesen, wurde in Freiberg an der Bergakademie 1794 außerordentlicher Professor der Metallurgie und 1795 ordentlicher Professor der Chemie. Iin dem von ihm geeleiteten Laboratorium konnten schon vor LIEBIG Studenten arbeiten. 1796 hatte LAMPADIUS Schwefelkies mit Kohle destilliert und erhielt die von ihm als "Schwefelalkohol" bezeichnete riechende, leicht zersetzliche Flüssigkeit. Erst 1803 glückte es LAMPADIUS durch Destillation von schwefelkieshaltigem Holz die Verbindung ein zweites Mal zu erhalten. Von der Gasbeleuchtung über die Amalgamierung bis zur Düngung reichen die Untersuchungen des auch praktisch vielseitigen Mannes.

## Tier-und Pflanzenstoffe

Die zahlreichen unterscheidbaren Gerüche, der so unterschiedliche Geschmack, die verschiedenartigen medizinischen Wirkungen von verschiedenen Pflanzenmaterialien und die Möglichkeit aus unterschiedenen Arten verschiedenartige Harze und

andere Produkte zu gewinnen legten unterschiedliche Substanzen in den verschiedenen Pflanzenarten nahe.

Dabei fand man in den Pflanzen nur **3 oder 4 Grundstoffe**, und **aus kleinen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung mußte jene Vielheit der Pflanzenstoffe entstehen**, die "vegetabilische Materie", die man, jedenfalls zu den Elemente, leicht trennen, aber nicht wieder durch die "Kunst zusammensetzen" konnte (A. F. FORCROY 1796). Zum einen enthalten die Körper der Organismen die chemische Elemente wie "Oxygen, Hydrogen, Kohlenstoff, Phosphor, Kalkerde, Eisen". J. JACQUIN nannte sie "entfernte" chemische Bestandteile der Organismen (nach G. PROCHASKA 1797, S. 12 ff.). Aus den "entfernteren" Bestandteilen werden die "näheren" zusammengesetzt, also außer Wasser etwa die "Gallerte, Eiweißstoff, Zuckerstoff, Fett" und andere, die nun nicht gerade die einfachst zu untersuchenden sind.

Die verschiedenen Substanzen, die "näheren", zu gewinnen, und zwar vermeintlich in der in den Pflanzen oder Tieren vorhandenen Form, als die "**unmittelbaren Prinzipien**" (immediate principles) (D. C. GOODMAN 1972), wurde in den letzten Jahrzehnten des 18. Jh. aufgenommen und führte zur Tier-und Pflanzenchemie als dem Vorläufer der organischen Chemie.

Wurde Pflanzen- oder Tiermaterial, etwa Holz oder Knochen, der trockenen Destillation, dem Erhitzen unter Luftabschluß, unterworfen, oder wirkte auf dieses Schwefelsäure erhielt man kaum die auch im Lebewesen vorkommenden Substanzen, sondern Umbildungsprodukte, abgebaut bis zum schwarzen Kohlenstoff, zu Wasser, zum stechend riechenden Ammoniak.

MARGGRAF fand 1747 einen dem **Rohrzucker** aus dem Zuckerrohr gleichen Zucker in den Wurzeln verschiedener einheimischer Pflanzen, namentlich der Roten Rübe, auch beim weißen Mangold. Süßer Geschmack hatte ihn veranlaßt, diese Wurzeln auf Zucker zu überprüfen. MARGGRAF schnitt die Wurzeln etwa der Roten Rübe in Scheiben, trocknete diese, fand sie von besonders süßem Geschmack. Er untersuchte die Rübenwurzeln auch mit dem Mikroskop und sah eingesprengt "dem Zucker gleich sehende weiße Theilchen" (1767, S. 72), "Zuckersalz", wie er noch schrieb. Das war eine der ersten Anwendungen des Mikroskops in der Chemie, ein frühes Beispiel der "**Mikroanalyse**". Der Rohrzucker in einer weiteren Pflanze als dem Zuckerrohr war also eher isoliert worden als der in jeder Pflanze im Stoffwechsel auftretende Traubenzucker, der vergärungsfähige Zucker.

MARGGRAF unternahm auch erfolgreiche Versuche, den Zucker der Rübenwurzel rein darzustellen, die Zuckerkristalle von dem beim Kochen erhaltenen dunklen Sirup abzuscheiden. Er empfahl, daß der arme Bauer sich dieses "Pflanzen-Zucker oder dessen Syrup" statt des "ordinairen theuren" Zuckers bediene (S. 84). Die in-

dustrielle Zuckergewinnung aus Rüben verfolgte um 1800 FRANZ KARL ACHARD.

Ohne größere Auswirkungen blieb, daß der englische Chemiker PETER WOULFE (E. L. SCOTT 1976) 1771 bei Untersuchungen des Indigo mit Salpetersäure die Wolle und Rinde färbende **Pikrinsäure** fand, eine organische Substanz, abgeleitet aus einem Pflanzenstoff.

Wichtige Substanzen aus Pflanzen, namentlich Säuren, und Stoffe aus Tierorganen gewann der als Tatsachen-Entdecker so vielseitige SCHEELE (U. BOKLUND 1975, J. DUMAS 1839, CH. GERHARDT 1854, C. GRAEBE 1920, P. WALDEN 1942 / 1943, O. ZEKERT 1963), der damit auch am Anfang der, wie es später hieß, **organischen Chemie** steht.. SCHEELE erhielt 1769 als erste der von ihm dargestellten 9 organischen Säuren die **Weinsteinsäure** aus dem "Weinstein", den sich in Weinfässern ansetzenden Kristallen, die er mit Schwefelsäure behandelte. Durch Kochen des aus dem tropischen Asien stammenden Benzoëharzes mit Kalkmilch und Fällen der eingekochten Lauge stellte er die **Benzoësäure** dar. Aus dem Sauerklee/*Oxalis acetosella* gewann SCHEELE ebenfalls unter Verwendung von Bleiacetat 1776 resp. 1784 die **Oxalsäure**, 1780 aus sauren Molken die **Milchsäure**, 1784 (b). Aus dem Zitronensaft erhielt SCHEELE mit Hilfe von Kalk die der Weinsäure ähnliche **Zitronensäure**, die mit "Vitriolöl", also Schwefelsäure, aus dem Salz freigesetzt wurde. Die weit verbreitete, leicht schleimige **Äpfelsäure** erhielt SCHEELE 1786. 1786 schied sich ihm in einem längere Zeit stehengelassenen Aufguß gepulverter Galläpfel (J. B. TROMMSDORFF 18) die **Gallussäure** als graue kristalline Masse ab. Aus Harn hatte SCHEELE 1776 die dann von FOURCROY benannte **Harnsäure** erhalten. SCHEELE fand 1779 bei der Spaltung von Olivenöl mit Bleiglätte, also dem leicht basischen Blei II-Oxid, und Wasser durch Kochen und 1784 so auch aus anderen Ölen, aus Butter und Schweineschmalz, das von "zuckerartigen Materien" unterschiedene sirupöse "süße Prinzip" dieser "Körper", das CHEVREUL später "**Glycerin**" nannte (H. E. ROSCOE et al. 1884). Daß SCHEELEs besonders süßer und flüchtiger, oben wie ein Pflaster schwimmender Bestandteil aus den ausgepreßten Ölen und tierischen Fetten (1784 a, S. 99) nicht Zucker wie aus dem Zuckerrohr und Früchten war ging, wie er vermerkt, daraus hervor, daß sein neues Bestandteil nicht in Gärung überging. Süß zu sein war also nicht Rohrzucker gebunden. Im Jahre 1786 erhielt SCHEELE beim Erhitzen aus der in den Gall"äpfeln" vorhandenen Gallussäure das **Pyrogallol**, nach viel späterer Erkenntnis ein 3-wertiges Phenol, C6H3(OH)3. Wenn Gallen- und Nierensteine auf ihre Substanzen untersucht wurden, dann trat hier die Chemie in Kontakt mit der Medizin und machte dabei bedeutsame eigene Befunde.

Den **Traubenzucker** entdeckte PROUST (J. DUMAS 1839), kristallisiert isolierte ihn 1792 LOWITZ. Die **Eiweiße** wurden erst allmählich deutlich, ihre große

biologische Bedeutung jedoch zunehmend erahnt (J. S. FRUTON 1972). Als eine der wichtigen und sie charakterisierenden Eigenschaften, beschrieben von FOURCROY, erschien die **Koagulation**, die Fällung etwa von Albumin bei Anwesenheit von Blei- und Quecksilber-Salzen. An einzelnen Eiweißen wurde durch JACOPO BECCARIA 1747 das **'Gluten'** des Weizens beschrieben. In der Milch ließ sich das säureunlösliche 'caseum', das **Kasein** (casein), ausfällen.

Aus dem für die Mediziner immer so wichtigen Urin des Menschen hatten schon H. BOERHAAVE und H. M. ROUELLE durch Verdunstenlassen eine weiße kristalline Substanz ausgeschieden und 1799 gaben FOURCROY (W. A. SMEATON 1972) und VAUQUELIN bei der Untersuchung weißer Ausscheidungen in Urin einen Bericht vom **Harnstoff** (urea), diesem so wichtigen Endprodukt im Eiweißstoffwechsel des Menschen, der etwa 30 g davon pro Tag ausscheidet. 1808 erhielten sie den Harnstoff in reinerem Zustand, fanden beim Kochen in wäßriger Lösung den Zerfall des Harnstoffs in Kohlensäure, Essigsäure, Ammoniak – also Produkte aus Fäulnis.

## Chemiker und chemische Technologie und Metallurgie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert

Manche Chemiker waren bereits am Ende des 18. Jh. vor allen in erster Linie für die Produktion tätig oder waren Besitzer oder Teilhaber chemischer Betriebe. GUYTON DE MORVEAU trat 1778 in eine Salpeterfabrik ein und erweiterte sie 1783 durch eine Sodafabrik. BERTHOLLET besaß Bleichereien, VAUQUELIN gründete eine chemische Fabrik (F. SZABADVÁRY 1966), DAVY wurde 1811 Partner einer Schießpulver-Manufaktur (J. Z. FULLMER 1964). Der Begriff "**angewandte Chemie**" erschien etwa 1756 in dem Buchtitel "Systematische Anleitung der reinen und überhaupt angewandten Chemie" von A. RÜDIGER (P. WALDEN 1940).

Der Schwede JOHANN G. WALLERIUS (U. BOKLUND 1976), in Uppsala 1750 erster Chemie-Professor in Schweden, hatte 1764 "Chymische Grundsätze des Ackerbaus" veröffentlicht. Von GOTTFRIED AUGUST HOFFMANN erschien 1758 "Chymischer Manufakturer und Fabrikant". SAMUEL HAHNEMANN publizierte 1784 die 2 Bände "Laborant im Großen oder Kunst, die chemischen Produkte fabrikmäßig zu verfertigen", als mit Zutaten versehene Übersetzung eines Werkes von DEMACHY (P. WALDEN 1940). JOHANN FRIEDRICH GMELIN veröffentlichte 1796 seine 2 Bände "Handbuch der technischen Chemie". Wie etwas später DÖBEREINER als Professor in Jena auch kleinere chemische Betriebe einrichtete und leitete, so der 1782 zum außerordentlichen Professor der Chemie und

Pharmazie ohne Gehalt an der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg ernannte GEORG PICKEL, der 1784 vor den Toren Würzburgs eine Fabrik für chemische Produkte und medizinische Geräte gründete (Vierhundert Jahre Universität Würzburg. Eine Festschrift 1982).

Auch bedeutende Forscher betrieben angewandte Chemie, so, wenn LAVOISIER quantitative Studien über die beste **Schießpulver**-Zusammensetzung durchführte.

Mit der **Gerberei** befaßte sich ARMAND SÉGUIN um 1797 (R. MEYER 1904), der im Gerbprozeß eine Vereinigung der leimgebenden Susbtanz der Haut mit dem Gerbstoff sah. Er lieferte Leder für die Revolutionsarmeen, verdiente dann unter NAPOLEON.

Eine Heimstatt der **Metallurgie** wurde die 1765 in **Freiberg** in Sachsen gegründete Bergakademie und ihr vorangegangene Privatlaboratorien (H.-G. SCHÄFER 1986). CHRISTLIEB EHREGOTT GELLERT, Bruder des als Dichter und Leipziger Professor wirkenden jüngeren CHRISTIAN FÜRCHTEGOTT GELLERT, kam 1742 nach Freiberg und übernahm hier ein "Collegium-metallurgico-chymicum". Er erfand die "kalte Fässeramalgamation" zur Gewinnung von Edelmetallen aus sulfidischen blei- und kupferarmen Erzen, wofür 1787 in Muldenhütten bei Freiberg eine Großversuchsanlage errichtet wurde und 1792 ein Amalgamierwerk in Halsbrücke folgte. In diesem Werk wurden bis 1857 aus 150.000 t pyritischer Silbererze rund 316 t Silber gewonnen.

GELLERT folgte der vielseitige LAMPADIUS.

Als bedeutender technischer Chemiker erschien in Deutschland SIGISMUND FRIEDRICH HERMBSTAEDT (G. KERSTEIN 1978). Geboren 1760 in Erfurt, studierte er Medizin, wurde aber durch den Chemiker WILHELM BERNHARD TROMMSDORFF, bei dessen Sohn JOHANN BARTHOLOMÄUS TROMMSDORFF und in Langensalza im nördlichen Thüringen bei dem in Deutschland mit führenden Chemiker, dem ein privates chemisch-pharmazeutisches Institut für Lernende unterhaltenden Apotheker JOHANN CHRISTIAN WIEGLEB zur Chemie geführt, konnte bei WIEGLEB umfangreiche chemischen Kennntisse erwerben. So kam man am Ende des 18. Jh. in Deutschland zur Chemie. HERMBSTAEDT arbeitete dann in Apotheken in Hamburg und Berlin, und erhielt in Berlin Kontakt zu bedeutenden Medizinern, so COTHENIUS. 1785 auf einer Wanderung durch Mitteldeutschland erhielt er Anregung zur Technologie namentlich durch BECKMANN in Göttingen. Durch Kurse, Ratschläge, Zeitschriften wie "Magazin für die Technologie" von 1788, als schließlich Hofapotheker, in der Theorie Anhänger LAVOISIERs, wurde HERMBSTAEDT in Berlin neben KLAPROTH führend in der Chemie, und zwar jener der Praxis zugewandten. Neben KLAPROTH wurde HERMBSTAEDT 1810 Professor an der neuen Universität Berlin, HERMBSTA-

EDT für "technologische Chemie". Seine Bekanntschaften mit der jungen Industrie blieb bestehen.

Mit NAPOLEONs Kontinentalsperre ab 1806 wurde die Suche nach Ersatzmaterialien, etwa neuer Herkunft von Zucker, wichtig, und wurden praktische Chemiker zu Lösungen angeregt.

## Astronomie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert

Die Positionen der Gestirne lenkten die Fahrten der Seefahrer. Die Weiten des Weltalls erschienen aber auch als jene unendlich erscheinenden Räume, angesichts derer manche Menschen auf edlere Gedanken und zum Nachdenken kamen und die Astronomie galt als eine besonders erhabene Wissenschaft.

Exaktere Feststellung von **Entfernungen im Sonnensystem** wurden von der genauen Vermessung des Durchgangs der Venus vor der Sonnenscheibe (A. CHAPMAN 1998) erwartet, wenn sie von verschiedenen Orten auf der Erde beobachtet wurde. HALLEY hatte einen solchen **Venus-Transit** für 1761 und 1769 prognostiziert, wobei der 1656 Geborene nicht erwarten durfte, das zu erleben. Das für den 6. Juni 1761 vorausgesagte Ereignis beobachteten 120 Personen an 62 getrennten Stationen, auch solche in Sibirien, Neufundland, Südafrika. Leider waren Eintritt und Austritt nicht exakt festzustellen, da die Venus am Sonnenrand wie ein Tropfen aussah. Das zu berücksichtigen wurden für den 3. Juni 1769 auch aufwendige Expeditionen ausgesandt, so COOK nach dem kurz vorher entdeckten Tahiti. 151 Beobachter waren ansonsten an 77 Orten tätig.

Die **Weiten des Weltalls**, die Weiten der **Fixsternwelt**, aber auch Dinge im Sonnensystem, erschloß WILLIAM HERSCHEL (G. BUTTMANN 1965, C. A. RONAN 1988), trotz mancher Irrtümer einer der führenden Astronomen aller Zeiten. Geboren am 15. November 1738 in mit dem mit England in Personalunion verbundenen Hannover mit dem Vornamen FRIEDRICH WILHELM als Sohn eines einfachen Militärmusikers. Und im gleichen Beruf ging noch unbeleckt von Astronomie HERSCHEL als Musiker nach England. In dem vornehmen Kurort Bath wurde er 1766 Organist und Konzertmeister. Lektüre von Astronomiebüchern weckten sein Interesse für die Himmelskunde. Als Amateur arbeitete er sich in die Astronomie ein. In eigener Werkstatt stellte er seine bald weltbesten Instrumente her, Voraussetzung seiner erfolgreichen Beobachtungen. Ihm zur Seite standen sein Bruder ALEXANDER und die Schwester CAROLINE. Die Schwester brachte auch spätere eigene Beiträge in die Astronomie, so neue Kometen und die Zonenkartie-



Abbildung 1373: HERSCHEL-Museum Bath. 1991.

rung hunderter Sternhaufen und Nebel (Wikipedia). Im heutigen Bath erinnert eine Plakette am Herschel-Haus an Bruder und Schwester HERSCHEL und der Besucher kann beim Gang durch das Museum von HERSCHEL komponierte Musik hören.

Wie andere Astronomen gelangte HERSCHEL zu Entdeckungen, indem er Himmelsobjekte systematisch aufnahm, **katalogisierte**. Bei dieser so nüchtern wirkenden Arbeit wurden Neuheiten gefunden. Aber die wohl aufsehenerregendste Entdeckung war die vom 13. März **1781**, als ein durch abweichendes Licht auffallender Stern sich als ein bisher unbekannter Planet des Sonnensystems erwies, weiter von der Sonne entfernt als die anderen Planeten. Der Berliner Astronom BODE taufte ihn **Uranus** (M. A. HOSKIN 1972). Es war der erste in der Neuzeit entdeckte Planet. Er widerlegte die bisherige Auffassung, daß es nur die bisher bekannte Anzahl von Planeten überhaupt geben könne, keine mehr.. HERSCHEL konnte auch die Bahn des Uranus sowie dessen Masse bestimmen, fand zwei der Satelliten des Uranus und stellte ihren retrograden Umlauf fest. Seit seiner Entdeckung bis zum Anfang des 21. Jh. hat der eben weit entfernte Uranus etwa 2,5 Umläufe um die Sonne zustandegebracht. HERSCHEL gewann vor allem durch die Uranus-Entdeckung Reputation als Astronom. Er erhielt königliche Unterstützung. ja konnte 1786 umziehen in die Nähe des Schlosses Windsor, nach Slough. Hier stellte HERSCHEL sein gewaltiges selbstgebautes Teleskop auf, ein Riesenfernrohr "mit einem Spiegel von mehr als einem Meter durchmesser und zwölf Metern

Brennweite", wie es keine andere Sternwarte auf der Erde besaß, auf hohen Leitern und Balkan die Hausdächer überragend (G. BUTTMANN 1965, S. 15). Mit diesem 1789 vollendeten Teleskop fand HERSCHEL einen 6. und bald auch 7. Satelliten des Planeten Saturn.

HERSCHELs All-Nächte-Arbeit, wenn der Himmel sichtbar war, galt aber den Durchmusterungsarbeiten, vor allem nach Nebeln und Doppelsternen. "**Nebel**" erfaßte er 2500. Bis 1782 hatte der 269 **Doppel-und Mehrfach-Sterne** eintragen und konnte deren Zahl später auf 848 erhöhen. Der 1792 dem 54-jährigen HERSCHEL geborene Sohn JOHN setzte die Arbeiten des Vaters fort und von ihm lesen wir in einem Brief an den Astronomen BAILY über solche Beobachtungen in England: "... jede Stunde ist kostbar ... Ein durchsichtiger Himmel, das völlige Fehlen von Mondschein und Dämmerlicht ...", das Vorhandensein der Objekte am Himmel zur Beobachtuntszeit. In "vielleicht ... knapp 20 Nächten des Jahres" sind diese Bedingungen gegeben und das "Versäumnis einer einzigen solchen Nacht ... wäre ein empfindlicher Verlust ..." (Zitiert aus G. BUTTMANN 1965, S. 63). Dazu kamen die Kälte mancher Beobachtungsnacht. Der Vater F. W. HERSCHEL hatte 1796-1799 auch einen Katalog der **vergleichenden Sternhelligkeiten** erstellt. Alle Sterne sollten aber dieselbe Größe und die absolute Helligkeit etwa wie die Sonne besitzen. Aus der scheinbaren Helligkeit der Sterne sollte somit auf ihre Entfernung geschlossen werden können (F. KRAFFT 1991). Eine Aufsehen erregende Entdeckung war die von der **Eigenbewegung des Sonnensystems**. Die klar erkennbaren Strukturen auf dem **Mars** erlaubten die Bestimmung seiner Rotationsperiode. Eigenartig, mit späteren Energievorstellungen unvereinbar erscheint HERSCHELs Annahme, daß die **Sonne** ein planetenartiger, wohl von Lebewesen besiedelter Himmelskörper ist, der von einer leuchtenden Atmosphäre umgeben wird. Sonnenflecken waren ihm Löcher in dieser Atmosphäre, gar hindurchragende Berge. Eine innere Schicht dunkler Wolken sollte die Sonnenbewohner vor der Hitze der äußeren, leuchtenden Sonnenhülle schützen. Immerhin fand HERSCHEL auch, daß der Weizenertrag auf der Erde in gewisser Abhängigkeit von der Menge der Sonnenflecken steht. Im Winter 1779 bis 1780 suchte W. HERSCHEL die **Höhe der Berge auf dem** als bewohnt gedachten **Mond** zu bestimmen.

Hatte NEWTON noch angenommen, daß die durch gegenseitige Einwirkung bedingten Störungen der Planetenbahnen hin und wieder eine göttliche Korrektur verlangten, erklärte PIERRE-SIMON LAPLACE das 1773 für unnötig. Aus seinen Berechnungen ging ihm die Selbstkorrektur der Bahnen hervor. In dem Werk "Exposition du système du monde" von 1796 vertrat er ähnlich wie 1755 KANT die "Nebular-Hypothese" über die Entstehung des Sonnensystems.

# Erforschung der Lebewesen

## Sexualität der Pflanzen

In der Einordnung der **höheren Pflanzen** in ein System war die von RUDOLPH CAMERARIUS für etliche Arten nachgewiesene **Sexualität** mit den Pollen erzeugenden Staubgefäßen als den männlichen und dem Stempel mit der Narbe als dem weiblichen Geschlechtsorgan wichtige Grundlage. Bei Pflanzen (R. SCHMITZ et al. 1980) so etwas wie Sexualität, eine Trennung in Geschlechter nachzuweisen, war gewiß schwieriger, ja gemäß MALPIGHI fast widersinnig, im Unterschied zur Erfassung der Geschlechter und der Sexualität bei Tieren. Aber es gab die Ansicht, daß Tiere und Pflanzen Analogien besitzen, beide sollten etwa zirkulierende Säfte haben und eben auch Geschlechtertrennung. Es gibt auch Pflanzen-Arten, auch Bäume, bei denen auf den einen Individuen nur pollenerzeugende, also männliche Blüten auftreten, auf anderen nur Stempel aufweisende weibliche. Weiden und Papplen gehören zu diesen zweihäusigen (**Diözie**) Gewächsen und im Alterum kannte man das von der Dattelpalme, bei der kätzchenartige männliche Blütenstände in die weiblichen Bäume gehängt wurden, damit letztere Früchte tragen. Andere Bäume und Sträucher, haben männliche und weibliche Blüten oder Blütenstände getrennt auf demselben Pflanzenindividuum, etwa die Haselnuß (Corylus), Einhäusigkeit, **Monözie**.

Nach frühen Aussagen über die Geschlechtlichkeit von Pflanzen bei den Engländern THOMAS MILLINGTON und GREW hat der aus Tübingen stammende und dort ab 1688 als Professor der Medizin und auch Direktor des botanischen Gartens tätige RUDOLF JAKOB CAMERIUS bei 6 monözischen und diözischen Pflanzenarten Experimente ausgeführt, welche die Sexualität bei Gewächsen nahelegten und das **1694** in Form eines Briefes an Professor M. B. VALENTIN in Gießen veröffentlicht. Diözisch ist der Maulbeerbaum, *Morus*, und CAMERARIUS fand, daß weibliche Maulbeerbäume ohne männliche Bäume in der Nähe keine reifen Samen ausbilden. Dasselbe galt für das Bingelkraut *Mercurialis*, von dem CAMERARIUS 1691 zwei weibliche Pflanzen in einen Topf ohne männliche Pflanzen in der Nähe pflanzte, und ebenfalls keine reifen Samen entstanden. Nicht immer waren die Ergebnisse so eindeutig, nicht beim Hanf. Und im 20. Jh. wurden eindeutig auch Arten gefunden, die ohne Befruchtung, apogam, Samen bilden. An zwittrigen Blüten, bei Tulpen, entfernte RICHARD BRADLEY in Cambridge um 1717 rechtzeitig die Antheren, die Staubgefäße, und diese Tulpen-Individuen brachten im Gegensatz zu nicht-kastrierten keine Samen. In den USA schnitt JAMES LOGAN, Gouverneur von Pennsylvanien, bei aufwachsendem Mais zeitig genug die männlichen Rispen ab und es gab in den Kolben nur leere Körner.

Als die Sexualität der Pflanzen erst einmal weitgehend anerkannt war, hat der Berliner Botaniker JOHANN GOTTLIEB GLEDITSCH 1749 aus Leipzig Pollen einer dortigen Dattelpalme nach Berlin bringen lassen und hier nach 9-tägigem Transport damit eine weibliche Dattelpalme bestäubt, die etwa 80 Jahre alt war und noch niemals Frucht trug. Nun reiften Früchte, keimten im Frühjahr 1750. Der Versuch wurde erfolgreich wiederholt.

## Pflanzen-Physiologie

Lebensvorgänge – die gibt es auch in Pflanzen. Und während HARVEY die neue experimentelle Physiologie mit der Bewegung der auffallendsten Körperflüssigkeit, dem Blute, eröffnete, wurde auch die experimentellte Pflanzenphysiologie mit der Untersuchung von **Flüssigkeiten,** jetzt **in Pflanzen**, mit der Bewegung von den Säften in den Gewächsen eröffnet. JOHN WOODWARD (R. H. GROVE (1995) erkannte, 1696, daß Wasser aufgenommenes Wasser durch Verdunstung abgeben. In waldreicher Gegend wird die Luft feuchter und reiner. Gute Luft, das war auch vor PRIESTLEYs Entdeckung des Sauerstoffs ein hygienisches Anliegen.

Für reine Luft, und auch für ihn hing das mit Pflanzen zusammen, wirkte der für die Pflanzenphysiologie als Experimentalwissenschaft wichtige STEPHEN HALES (**1727**/1969), einer der nicht nur in England bekanntesten und anregendsten Naturforscher, erwähnt schon bei der Gaschemie. HALES setzte Pflanzen, so Sonnenblumen, und Pflanzen mit durchsichtigen Sprossen, in gefärbte Flüssigkeiten und verfolgte die **Wasser- und Saft-Bewegung** in ihnen und maß ihre **Transpiration**. Luft in den Pflanzengefäßen veranlaßte ihn zum Halt. Hatten bedeutende Forscher Analogien, fast Gleichartigkeit mancher Vorgänge in Tieren und Pflanzen angenommen, wurde nunmehr deutlich, daß es in Pflanzen zwar Saftbewegung, jedoch nicht so etwas wie einen Blutkreislauf gibt. Man mußte **Abschied** nehmen **von unzulässigen Analogien**. Die Eigenständigkeit von Lebensvorgängen in Pflanzen deutlich. Kapillarität war für HALES Erklärung für den aufsteigenden Wasserstrom in Pflanzen (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 2).

## Neuordnung im Pflanzen- und Tierreich

Eine neuartige **Erfassung** möglichst **aller Lebewesen** auf der Erde wurde unter dem Einfluß von CARL (VON) LINNÉ eingeleitet. Geboren wurde dieser als Sohn eines Hilfsgeistlichen am 13./23. Mai 1707 in Rashult, einem kleinen Dorf in der schwedischen Provinz Småland nahe dem schönen Möklen-See, "gerade im schönsten Frühling, da der Kuckuck den Sommer ausrief."



Abbildung 1374: LINNE Geburtshaus Rashult.

Der Vater wurde dann als Pfarrer in das nahe, noch mehr am See gelegene Stenbrohult versetzt und legte hier einen botanischen Hobby-Garten an. In dem nach dem verlorenen Nordischen Krieg verarmten Schweden studierte CARL LINNÉ, manchmal hungernd, an der südschwedischen Universität Lund und dann in Up(p)sala. In Uppsala führte der Medizinstudent LINNÉ für den hochbetagten Professor RUDBECK Vorlesungen im vernachlässigten botanischen Garten durch.

Gegen einen Nebenbuhler zog LINNÉ den Degen. LINNÉ wurde 1732 auf eine Forschungsreise in das in seinen Ressourcen noch recht unbekannte Lappland geschickt. Seine Studien konnte LINNÉ dank finanzieller Hilfe 1735 in den Niederlanden fortsetzen und von dort aus auch Naturforscher in London und Paris besuchen. Der reiche Bankier GEORG CLIFFORD stellte LINNÉ in seinem artenreichen privaten botanischen Garten in Hartecamp bei Haarlem für die Anfertigung eines Kataloges seiner Pflanzen an. Damit kam LINNÉ zur **Systematisierung** der Pflanzen, dann auch der Tiere und Mineralien. Ergebnis war 1735 die 1. Auflage von LINNÉs "Systema Naturae", dem noch 10 Auflagen folgen sollten.

LINNÉ ging anfangs von der Konstanz der einmal geschaffenen Arten aus, was einst heute nich als rückständig-dogmatisch abgelehnt werden sollte. Die Annahme der Arten-Konstanz war erst einmal von Vorteil, um geneigt zu sein, die Fülle der Formen auf der Erde zu erfassen, zu beschreiben, ihre Eigenschaften gebau zu beachten, nicht von einem kaum erfaßbarem Formenchaos sich erdrückt zu fühlen. Erst damit konnten Abweichungen, Formveränderungen auch deutlich werden, und jede Zierpflanze mit ihren Varietäten legtend as nahe.

Im **Tier"reich"** unterschied LINNÉ die 6 Klassen Vierfüßer, Vögel, Amphibien, Fische, Insekten, Würmer (Vermes). Das **Pflanzen"reich"** unterschied LINNÉ nach der Zahl und auch Verteilung der Stempel und der Staubgefäße, also der



Abbildung 1375: LINNE´.Uppsala.




Abbildung 1376: Systema Naturae.



Abbildung 1377: Stempel und Staubgefäße:Paeonia.



Abbildung 1378: 1-häußig: Schwarzerle.

Sexualorgane, der "Männer" und der "Weiber", 24 Klassen.

Die XXI. Klasse etwa waren die "Monoecia", bei denen sich rein männliche und rein weibliche Blüten getrennt auf der derselben Pflanzen finden, etwa bei der Haselnuß, wie es bei LINNÉ hieß: "Die Männer wohnen mit den Weibern in einem Hause, aber nicht in einer Kammer."

In diesem Sexualsystem, das bei der Einteilung nur ein Merkmal strikt berücksichtige, wurden allerdings offensichtlich "verwandte" Formen auch in zwei verschiedene Klassen eingeordnet, so Gräser, die teilweise 2 und teilweise 3 Staubgefäße besitzen. LINNÉ meinte durchaus, daß er ein noch provisorisches "künstliches" System hat und es suchten andere nach einem "natürlichen" System, eher vage formuliert. Eine "natürliche Anordnung" der Pflanzen versuchte 1758 BERNARD DE JUS-



Abbildung 1379: JUSSIEU. Paris.

SIEU, Leiter des Gartens von Trianon bei Versailles, und sie verbesserte sein Neffe ANTOINE LAURENT DE JUSSIEU.

Später folgte dem AUGUSTIN DE CANDOLLE.

In der "Philosophia botanica" von 1751 schlug LINNÉ vor, wie Arten zu beschreiben sind: **Diagnostik**. Manche Termini führte er ein, für die Pflanzen beispielsweise: Perigon, Perianth, Spatha. LINNÉ hat eine einheitliche Art der Benennung der Species gefunden: die **binäre Nomenklatur.** Jede Art erhielt einen Namen aus 2 Worten: 1. der Gattungsname, 2. der Artname. Alle bisherigen, von den ver-



Abbildung 1380: Merkmal 2-Keimblättrigkeit: Ahorn.

schiedenen Autoren recht willkürlich benutzten und oft aus viel mehr als 2 Worten bestehenden Namen waren damit obsolet, wobei LINNÉ gewiß möglichst viele alte Namen verwendete, aber nun eindeutig für eine ganz bestimmte Gattung beziehungsweise Art. Es gab damals kein gremium, das die Akzeptierung der Namen und der binären Nomenklatur überhaupt hätte durchsetzen können. Die **Vorteile waren so offensichtlich**, daß sich nach mancher anfänglichen Gegnerschaft auch ohne die damals noch nicht vorhandenen internationalen Kongresse immer mehr Botaniker und Zoologen dem anschlossen und auf dieser Grundlage werden seitdem die taxonomischen (systematischen) Kategorien der Lebewesen, auch die fossilen, benannt. LINNÉ wandte die binäre Nomenklatur mit den von ihm gegebenen Namen für Tiere 1749 im "Pan suecicus" und **1753** in dem etwa 8000 Pflanzenarten aufzählenden und kurz charakterisierden Werk "Species plantarum".

Die Botaniker aller Länder vereinten sich also und blieben vereint, durch alle Politsysteme hinweg, jedenfals was die Regeln der Nomenklatur betrifft.

Wie andere Botaniker der Zeit hat auch LINNÉ versucht, fremde Pflanzen in Europa, er speziell in Schweden, **auf Dauer lebend einzuführen**. Damit sollte die Ökonomie des ohne seit 1718 geschwächten Landes gestärkt werden. Die versuchte Einführung von Teepflanzen in Schweden mißriet, aber es mußte eben probiert werden, welche Gewächse wo noch gedeihen. Es gelang die Einführung mancher südafrikanischen Gewächse als Zierpflanze. LINNÉ wandte sich dann namentlich den sibirischen Pflanzen zu, weil ihre Einführung in das ebenfalls winterkalte Schweden ihm erfolgversprechend erschien. LINNÉ wurde so einer der ersten Ökologen, sprach aber von "**Ökonomie**". LINNÉ sah auch das "Gleichgewicht" in der Natur, etwa die seiner Meinung nach stabile Proportion, in der Pflanzenfresser und Fleischfresser seit der Schöpfung zueinander stehen. Etwa 10 km südlich von Uppsala besaß LINNÉ dann einen eigenen Landsitz, das Landgut Hammarby. Um seine Sammlungen nicht durch einen Brand zu verlieren, bewahrte er sie hier in einem getrennten Gebäude auf.

Seit 1777 durch einen Schlaganfall sprechunfähig, wurde der am 10. Januar 1778 gestorbene LINNÉ feierlich in der Domkirche von Uppsala beigesetzt.

**Schüler LINNÉs** (G. ZIRNSTEIN 2002), seine "Apostel", zuerst Schweden, dann aber auch Botaniker anderer Länder, erfaßten die Pflanzen - und Tierwelt in den verschiedensten Weltgegenden. Überführung von Pflanzen aus einem Teil der Erde in einen anderen, auch nach Europa, von Nutz-wie von Zierpflanzen einschließlich Bäumen, **Akklimatisierung**, war ein Ziel dieser ansonsten alle Organismenarten zu erfassen suchenden Forschung. Die Niederländer hatten auch zur Überprüfung von nutzbaren Gewächsen in Kapstadt bald einen Kompagnie-Garten angelegt.



Abbildung 1381: Sammlungsgebäude Hammarby.



Abbildung 1382: Uppsala,1994.

PEHR LOEFLING, der als LINNÉs Lieblingsschüler galt, durchforschte ab 1751 die Flora von Spanien und starb 36-jährig im Jahre 1756 im Gebiet des heutigen Venezuela. FRIEDRICH HASSELQUIST reiste 1749 bis 1752 in der westlichen Türkei, Ägypten und Palästina und starb 30-jährig in Smyrna. PEHR KALM bereiste 1748 bis 1751 die zugänglichen Teile Nordamerikas. CAL PETER THUNBERG erforschte wie ANDREAS SPARRMANN im Kapland. THUNBERG besuchte dann, stark durch die dortigen Behörden eingeschränkt, 1775 / 1776 Japan. PEHR OSBECK sammelte wie SPARRMANN in China. Dänemark sandte eine aus 6 Mann bestehende Expedition unter CARSTEN NIEBUHR (B. RÖTHLEIN 1994) und mit dem Botaniker PETRUS FORSKÅL 1760 in den **Nahen Osten**. Allein NIEBUHR kehrte am 20. November 1767 zurück. Die Gefährten waren Krankheiten erlegen.

Aber nicht nur durch seine unmittelbaren Schüler erhielt LINNÉ Pflanzen und andere Naturobjekte. LINNÉ unterhielt eine **umfangreiche Korrespondenz** und **Tauschbeziehungen** mit zahlreichen an Pflanzen interessierten Personen, oft Kenner der lokalen Pflanzenwelt oder sonstiger Naturobjekte (B. DIETZ 2009). Viele davon waren in naturwissenschaftlichen Gesellschaften vereinigt, sammelten selbst oder unterhielten eigene botanische Gärten. Diese Leute wollten vielfach nicht selbst publizieren, fanden ihren Lohn in der Zuarbeit und in ihren privaten Sammlungen. LINNÉ war so etwas wie der Mittelpunkt in einem – einen neuen Begriff verwendend – "Netzwerk". Wobei nun fälschlichererweise an die aussaugende Spinne im "Netzmittelpunkt gedacht werden könnte – auch der führende Forscher LINNÉ sandte für ihm eingesandte Gaben getrocknete Pflanzen, Früchte, Samen, auch Bücher als Gegengaben zurück.

Von bedeutenden deutschsprachigen Botanikern sammelte NIKOLAUS JOSEF JACQUIN 1754 bis 1759 in Südamerika und wandte LINNÉs binäre Nomenklatur in Wien an.

Ein anderer solcher Mittelpunkt der Pflanzenerfassung, hier einer Region, der **Schweiz**, war A. VON HALLER (B. DIETZ 2009), der eine größere Zahl Personen, Ärzte etwa, anleitete, ja ihnen Samnmelgebiete und sogar Routen vorgab, was 1768 in der "**Historia stirpium indigenarum Helvetiae**", der Schweizer Flora, einmündete – dem wohl außerhalb des Einflußbereiches von LINNÉ erstem Florenwerk eines Landes, nicht nur einer kleineren Region.

Im Geiste LINNÉs und manchmals schon davor wurden noch im Laufe des 18. Jh. manche **Regional-Floren** erstellt. Der Arzt CARLO ALLIONI, der "piemontesische Linne´", Turin, gab 1785 in 2 großen Bänden und mit Tafeln die "Flora Pedemontana" / "Flora Piemonts" heraus.

**Identifizierung des Trennbaren, Klassifikation - die Epoche der großen**

**Klassifikationen**

In der Natur alle **trennbaren Entitäten zu trennen**, eindeutig, also in einer **Nomenklatur**, zu **benennen**, und in eine möglichst einsichtige Orndung, eine **Klassifikation**, zu bringen wurde eine wichtige Angelegenheit in den Naturwissenschaften des 18. Jh., Das galt für chemische Körper, Mineralien, Gesteine, 'Kräfte', Arten /Species und anderes, was möglichst in taxonomische Kategorien gebracht werden konnte. Mit LINNÉ erreichte solche Forschung einen gewissen Höhepunkt und erhielt ein Vorbild. Die namentlich in der Botanik und Zoologie bewährten Prinzipien der Aufteilung, der Identifizierung, versuchte man anderswo, etwa weiterhin für Mineralien, anzuwenden. Klassifikation ist wichtig, denn der Chemiker muß die verschiedenen Substanzen mit ihren spezifischen Eigenschaften kennen und die richtigen am richtigen Platz einsetzen. Der Metallurg benötigt für spezielle Zwecke die geeigneten Legierungen. Man stieß jedoch an **Grenzen der Übertragung der Prinzipien der einen auf die anderen**.

Der britische Mediziner THOMAS SYDENHAM hatte schon vor LINNÉ etwa auch die **Krankheiten** in so etwas wie Arten einzuteilen versucht. Das war schwieriger und blieb es auch, so sehr der Arzt für die Anwendung der im Einzelfall richtigen Medikamente einzelne Krankheiten fähig sein sollte, Krankheiten zu unterscheiden und zu benennen, Und schon lange wurden ja einzelne Krankheiten unterschieden und benannt, die Skrofeln, Rachitis, Scharlachfieber usw. und immer kam Neues hinzu. Aber wie viele Möglichkeiten gibt es, Schmerzen zu haben, im Kopf oder im Bauch, auch an Durchfall zu leiden. Mit dem Begriff der 'Syndrome' versuchte man später dem Herr zu werden. Nach CULLEN und McBRIDE war es, überzeugt von der Existenz einzelner Krankheiten, der auch die Irrenbhandlung ändernde PINEL (P. CHABBERT 1974), der in seiner 1798 publizierten 'Nosographie philosophique' eine Krankensystematik gab und so einer der führenden Begründer der **Nosographie** wurde. Die von ihm in 5 Klassen gestellten Krnakheiten wurden dann weiter unterteilt.

Eine Frage war, **wie weit die Trennung jeweils gehen sollte**. Welche kleinen Unterschiede waren etwa bei **Tier- und Pflanzenarten** tolerierbar, um sie unter einer Art zu vereinen und nicht ein Chaos von zu vielen Arten herbeizuführen. Immer wieder in der Entwicklung der Biologie gab es Forscher, die mehr Arten unterschieden als andere, Artenvereiner auf der einen Seite und manchmal verschrieene Arten'macher' auf der anderen. Die verschiedenen Entwicklungsstadien, die Variabilität von Individuum zu Individuum mußte bei der Identifizierung der Arten beachtet werden. Im 20. Jh. traten noch die Unterschiede inerhalb der Arten hinsichtlich der einzelnen Erbanlagen hinzu.

Wie stark es Differenzierung in der Natur gibt hatte LEIBNIZ gezeigt, als er darauf

verwies, daß **kein Blatt einer Eiche einem anderen Blatt** auch nur derselben Eiche gleicht. Es gibt bei Lebewesen nicht nur keine völlig identischen Individuen, auch in den analogen Teilen eines Individuums, eben etwa den Blättern desselben Pflanzenindividuums, fehlte die völlige Gleichheit.

Fast waren die **chemischen Substanzen** trotz der Veränderung ihres Aggregatzustandes leichter deutlich als Organismen zu unterscheiden, zu identifizieren, etwa durch ihren Schmelzpunkt, aber selbst hier zeigten feinere Untersuchungen, etwa bei Nitrobenzol (A. HANTZSCH 1931), daß etwa in der inneren Reibung nach der Destillation zwei Formen, Isomere, bestehen.

Die Astronomen kartierten und benannten, wenigstens durch Zahlen, die **einzelnen Sterne**, die einzelnen Individuen, und mit zunehmender Vergrößerung durch bessere Fernrohre kamen immer neue Sterne hinzu. "Weißt Du wieviel Sternlein stehen?"gilt als Frage für den Astronomen nicht für alle die Sterne, die irgendwie nachweisbar wurden.

Um die Übersicht zu behalten, mußten ähnliche Entitäten zu größeren Gruppen zusammengefaßt werden, in der Botanik und Zoologie etwa **die Arten** / Species **zu Gattungen** / Genera, diese zu Familien und weiter gab es, auich das nicht einheitlich betrieben, Ordnungen, Klassen, später "Stämme", als höchstes die "Reiche": Protisten-. Pflanzen-, Tierreich, noch das der Kernlosen, gar selbständig die Pilze. Innerhalb der Arten waren 'intraspezifische Taxa' zu unterscheiden, also Unterarten, Spielarten, Variationen, Rassen – auch hier eine nicht einheitliche Handhabung.

**Die Klassifizierung,** die Aufstellung von Ordnungen, von **Kategorien,** wurde ein in den Naturwissenschaften wichtiges Geschäft, bei neuen Forschungen aus sachichen Gründen oder - manchmal auch zur persönlichen Profilierung gern immer einmal geändert. Aber nur durch Klassifierung, durch Gruppenbildung konnte Übersicht behalten werden, wobei gemeinsame Merkmale oder gemeinsame Herkunft Grundlage der Bildung von Kategorien wurden, etwa bei **chemischen Substanzen** nach der Zugehörigkeit der sie bestimmenden chemischen Elemente in eine der Gruppen des Periodischen Systems, nach **gemeinsamen Eigenschaften bei den verschiedenen Stoffgruppen**, nach der auch ihre Eigenschaften bestimmenden Herkunft, ob plutonisch, vulkanisch, sedimentär oder metamorphisch, bei den **Gesteinen**, oder , ab dem späten 19. Jh. nach den entscheidenden Faktoren ihrer Bildung bei den **Bodentypen**.

Durch eine **verbindliche Nomenklatur** mußte versucht werden die einzelnen Entitäten in den einzelnen Wissenschaften nach jeweils angemessenen Gesichtspunkten zu benennen, die vor allem die Zugehörigkeit zu Ordnungskategorien erkennen ließen, also die Arten der Lebewesen nach der LINNÉschen Nomenklatur,

und im Laufe der Zeit bis in unsere Tage wurden Nomenklaturen entwickelt etwa für die Salze der Säuren, die organisch-chemischen Verbindungen, die Mineralien, die Gesteine, die Bodentypen, die Enzyme. Die wissenschaftlichen Nomenklaturen sollten in der Wissenschaft zahlreiche vulgäre Benennungen ersetzen, etwa Natriumsulfat statt "Glaubersalz", Alpha-ketopropansäure statt "Brenztraubensäure". Aber gerade auch Chemiker und Biochemiker behielten auch gern die Profan- oder Vulgärnamen bei, wenigstens nebenbei.

**Trennbares zu unterscheiden** und mit **eigenen Namen** zu bezeichnen betraf aber nicht nur Organismen-Arten und -varietäten, sondern auch **Organe im Körperinneren** mit ihren verschiedenen Teilen und Häuten, ja, im 19.Jh., auch die Eier, letztere mit ihren Hüllen, dem Keimbläschen und dem darin befindliche Keimfleck.

## Botanik neben und nach LINNÉ

**Kritik** an LINNÉs Sexualsystem erhob sich, weil es allein wegen unterschiedlicher Zahl der Staubgefäße offensichtlich verwandte Arten in verschiedene Ordnungen brachte, so die Gräser, und 1828 wird der auch Gräser erforschende TRINIUS (S. 38) in St. Petersburg schreiben von dem "Verfall jenes so lange verehrten Sexualsystemes, das, indem es Verwandte trennt und das Heterogenste zusammenstellt, den Sinn nur am Einzelnen festhält ..." Diese Kritik gab es schon lange und damit schon im 18. Jh. . die Suche nach einem "**natürlichen System**", das verschiedene Merkmal beachtete: "natürliches System" - was immer das sein sollte.

Botanik, Beschäftigung mit Pflanzen, auch im **Garten** Begüterter, verbreitete sich. Für die Umgebung von London wurde 1725 unter Mitwirkung von THOMAS FAIRCHILD (A. P. BAKER 2004) die "**Society of Gardeners**" gegründet, die sich bei ihren Treffen über die von ihnen gezogenen Gewächse austauschten und einen Katalog der in- und ausländischen Bäume und Sträucher begannen.

Zu den merkwürdigen Entdeckungen aus dem Pflanzenreich zählte die Venusfliegenfalle, die ***Dionea muscipula***, aus Morästen im südöstlichen Nordamerika, die auch nach England gebracht wurde, 1765 getrocknet, dann auch lebend, zu dem sie beschreibenden JOHN ELLIS (dtsch. 1771). Sich bewegende Pflanzenteile waren bekannt, aber bei diesem kleinen Gewächs schlossen sich die beiden Blätter auffälliger und rasch und umfaßten bei der Bewegung kleine Insekten, auf deren Berührung sie reagierten. Die Blättchen, wurde festgestellt, schlossen sich auch bei Berührung mit Strohhälmchen oder einer Stecknadel. Die Verdauung eingeschlossener Insekten wurde erst im 19. Jh. erwiesen.

Die Bestrebungen der Botaniker vereinte in England der reiche JOSEF BANKS,

der auf COOKs erster Südseereise erstmals an der Ost-Küste Australiens botanisierte..

Die Fortpflanzungsorgane der **Moose** erforschte genauer JOHANN HEDWIG (1778; H. DOLEZAL 19, P. W. RICHARDS 1972), der, aus dem siebenbürgischen Kronstadt (Brasov) stammend, in Leipzig Medizin studierte, als Arzt praktizierte und schließlich Botanik-Ordinarius in Leipzig wurde. Er folgte in der Moos-Forschung auf den vor LINNÉ führenden Taxonomen JOHANN JACOB DILLENIUS, der, älter als LINNÉ, die Moose, nach HEDWIGs Worten (1778, S. 259) "aus ihrer Finsterniß hervorgeführt, beschrieben, in gewisse Ordnung gebracht, und mit Geschlechtsnamen " – also Gattungsnamen – "belegt hat." HEDWIG sah auch bei Moosen so etwa wie zu befruchtende Blüten und nannte den Staub in den Kapseln "Samen", die ausgesät im Frühjahr 1774 in "Blumenscherben", nach einigen Tagen 'grünen Samt', also Vorkeime, ergab.

Nicht recht klar wurde die Einordnung der **Pilze** (W. J. LÜTJEHARMD 1936), ob nun wirklich Pflanzen oder nach Klärung der wohl tierischen Natur der Korallen und anderer mit zu diesen zu stellen oder als eigenes "Reich" zu betrachten. Nach der Vorstellung der meisten sich mit Pilzen beschäftigenden Botaniker sollten Pilze aus Fäulnis entstehen. MARSIGLI grub die Erde zwischen Champignons auf Mist auf seinen Salatbeeten aus und sah hier Stränge, ja an den Enden Kügelchen. In ihnen sah er durchaus einen Anfang der Fruchtkörperbildung, aber die unterirdischen Myzelien als die wichtigen Teile der Pilze, manchmal als Wurzeln der Pilze betrachtet, erkannte man nicht.

Als die winzigen, aber oft dunklen und sich so auf hellem Untegrund abhebenden, staubähnlichen Sporen in den Lamellen oder Röhren der Hutpilze, ob Steinpilz oder Fliegenpilz, beachtet wurden, etwa durch Legen der Pilzhüte mit der Unterseite auf helles Papier, sah man in ihnen "Samen", also Fortpflanzungskörperchen der Pilze. PIER ANTONIO MICHELI, Garteninspektor in Florenz, hat diese als "Samen" angenommenen und später als **Sporen** bezeichneten Körnchen unter dem Mikroskop beobachtet und solche ab Juni **1718** auf herabgefallenen Blättern verschiedener Bäume **ausgestreut**, und mit anderen Blättern bedeckt im Freien liegen gelassen, dort, wo er bisher keine Pilze gesehen hatte. Ende September erschienen an diesen Stellen kleine Hütchen von Pilzen, die auf die ausgestreuten "Samen" zurückgeführt wurden. Entstanden wirklich Pilze derselben Art wie die, von welcher die "Samen" stammten? Klarer wurde das mit **Schimmelpilzen**, verschiedener Art, *Mucor*, *Aspergillu*s und andere, deren "Samen" ausgesät wurden auf frische Stückchen von Melone, Birne, Quitte. Es wuchsen Schimmelpilze derselben Art wie die, von der die "Samen" stammten, und das über mehrere Generationen. Auch **Pilze entstanden** nicht durch 'Urzeugung', sondern **aus ihresgleichen**, aus eigenen und artbeständigen Samen - was noch lange nicht allgemein

akzeptiert wurde.

In Deutschland hat der zu den wenigen damaligen Experimentsalbiologen der Zeit zu zählende GLEDITSCH, Berlin, solche Untersuchungen über Pilzsporen verbessert durchgeführt. Fein zerteilte Pilzhüte wusch GLEDITSCH mit Wasser aus und goß dieses Wasser über warmen Mist. Es erhoben sich bald Pilze derselben Art, deren Hüte die Sporen geliefert hatten. Auch Schimmelpilze züchtet er, auf Melone. Kompliziert wird die Deutung, weil Schimmel auch auf Früchten entsteht, der durch Nesseltuch geschützt waren. GLEDITSCH rechnet mit Schimmelsporen, den winzigen, überall in der Luft, so klein, das sie kaum fernzuhalten sind - das große Problem der Reinzüchtung noch im 19. Jahrhundert. Es berührt das Problem der Ausbreitung der Organismen. Sexualvorgänge bei Pilzen - das war noch lange Fehlanzeige, bis ins 20. Jh.

Hatte man bisher bei den **Blütenpflanzen** vor allem auf die Blüten geachtet, ergänzte das der nach einem etwa 2-jährigen Aufenthalt in St. Petertsburg endgültig nach Calw übergesiedelte, mit den bedeutenden Botanikern seiner Zeit verbundene und sie besuchende JOSEPH GÄRTNER (F. REINÖHL 1942) durch die Beschreibung und Abbildung der **Früchte und Samen**, von mehr als 1000 Gattungen.

## Zoologie – Von Insekten bis zu Kleintieren im Wasser und den großen Tieren

Von den **Tieren** hatte ELLIS (P. F. CORNELIUS et al. 2004), ein begüterter Textilienhändler aus Irland, die "**Zoophyten**" also die Korallen, einzeln lebende etwa, vom Pflanzenreich weggebracht und als Tiere erkannt. Der Name "Blumentiere" blieb noch lange erhalten.

Viel Aufmerksamkeit fanden die **Insekten**. Schon als LINNÉ erst mit seinen Arbeiten begann veröffentlichte REÁUMUR 1734 – 1742 seine Forschungen an Insekten, namentlich an staatenbildenden Hautflüglern. Nicht die Formen-Beschreibung, die Lebensweise stand im Mittelpunkt seiner Untersuchungen an ausgewählten Arten. Die Nester von **Hornissen und Wespen**, zu denen er auch die **Hummeln** rechnete, brachte REÁUMUR in gläserne Behälter, die Vorgänge in ihnen zu beobachten. Die Hummeln wie Wespen kommen im Winter fast alle um und nur von einzelnen weiblichen Individuen wird, bei Wespen unter Verwendung von Holzspänen ein wie aus Papier bestehendes neues Nest begonnen und ein neuer "Staat" gezeugt. Hummeln leben in etwa kugelförmigen Nestern in der Erde, die beim Verfolgen der Hummeln in ein Erdloch aufzufinden waren und die zur Beobachtung ausgegraben und in gläserne Stöcke übetragen wurden. Das Hummel-Leben wurde hier in

gewohnter Weise fortgesetzt. Die Zahl der Bienen eines Stockes festzustellen wurde der gesamte Stock in Wasser getaucht, damit die Bienen völlig ruhiggestellt. Sie konnten nunmehr gezählt werden, bevor sie .nach etlicher Zeit wieder auflebten. REÁUMUR beobachtete auch die mit ihrem Hinterleib Blätter ansägenden Sägewespen, die Heuschrecken mit ihren Organen zur Tonerzeugung

In Nürnberg veröffentlichte seit 1740 der aus einer verarmten thüringischen Adelsfamilie stammende AUGUST JOHANN RÖSEL VON ROSENHOF (A. GEUS 2003, W. HEß 1889) seine "Monatlich herausgegebene Insecten-Belustigung". Vor allem hat er diese, in der ersten Lieferung die Schmetterlinge, ganz hervorragend abgebildet. Wie bei Entomologen, Insektenforschern, üblich, hat RÖSEL die Stadien der Metamorphose vom Ei oder der Raupe resp. Larve zur Imago, dem fertigen Insekt, verfolgt. Käfer, Heuschrecken, Fliegen, Libellen waren der Inhalt von RÖSELs zweitem Band, der der dritte unter anderem mit dem Flußkrebs folgte.

Einer der Reichsten in Schweden war CHARLES DE GEER (B.-O. LANDIN 1972), aus einer holländischen Familie und auch in Holland aufgewachsen, in Schweden Herr auf Schloß Leufsta. Durch seine Erforschung zahleicher Insekten galt er als der nach LINNÉ bekannteste Biologe Schwedens, der ab 1753 seine auch ins Deutsche übersetzten 'Me'moires pour servir a'l'histoire des insectes' / 'Abhandlungen zur Geschichte der Insekten' (dtsch. ab 1776) veröffentlichte. Ab dem 3. Band, 1773, wandte er LINNÉs binäre Nomenklatur in seinem Werke an. Neben seiner Sammeltätigkeit ließ DE GEER Insekten vom Larvenstadium an in Behältern heranwachsen und verfolgte, wie RÖSEL, ihre Metamorphose. Zahlreiche Arten, auch vorgestellt in kleineren Arbeiten, wurden von ihm untersucht, auch Wasserinsekten sowie die später "Urinsekten" genannten kleinen springenden, flügellosen Formen. Der Däne JOHANN CHRISTIAN FABRICIUS (B.-O. LANDIN 1971), nach zahlreichen Reisen Professor an der Universität Kopenhagen und dann Kiel, beschrieb an die 10.000 Insekten.

Eine große Beschreibung der Natur, vorzüglich der **Tiere**, aber auch in Gegnerschaft zu LINNÉ, lieferte GEORGES-LOUIS LECLERC, Comte DE BUFFON (J. BROWNE 1988), der große Zoologe seiner Zeit.

Und auch Spanien trat in dieser Zeit der Aufklärung in die Naturforschung ein. JOSE´CLAVIJO Y FAJARDO, das am Leben gebliebene Urbild von GOETHEs "Clavigo", übersetzte nicht nur französische Literatur ins Spanische, sondern ab 1791 auch BUFFONs "Histoire naturelle".

## Weitere Forschung mit Vergrößerung der Kleinen, auch mit dem Mikroskop: Kleinlebewesen

Kleinlebewesen wurden im 18. Jh. manche gefunden, wenn auch oft noch schwer einzuordnen: so noch durch LEEUWENHOEK 1703 im Sand auf dem Dach eines Hauses ein erstes Rädertierchen (rotifer), dessen sich rasch bewegende Härchen eines Haarkanzes wie ein sich drehendes Rad wirkten und zunächst das nicht erklärt werden konnte. TREMBELY fand den Süßwasserpolypen, Älchen in befallenen Körnern beobachtete NEEDHAM (M. J. RATCLIFF 2000), und manche dieser Entdeckungen trugen auch zur Ausbildung allgemeiner Vorstellungen über das Wesen des Lebens bei. JOHN HILL gab auch den mikroskopisch erschlossenen Lebewesen lateinische Namen. Mikroskope hatten gewiß noch nicht die Leistungsstärke derer nach 1830, aber Mikroskopie wurde eine Beschäftigung mancher und auch ernsthafte Forschertätigkeit.

Mikropskope zu bauen und nach allen Richtungen hin Kleinlebewesen unter ihren Objektiven zu untersuchen blieb wie bei LEEUWENHOEK das Werk gerade von Privatforschern und ließ solche nach wie vor auch in Deutschland zu den führenden Wissenschaftlern ihrer Zeit aufsteigen. Väterlichem Zwang entfloh in den Kriegsdienst der studierte Jurist MARTIN FROBENIUS LEDERMÜLLER (W. HEß 1883, G. H. MÜLLER 1985), der dann als kleiner Jurist in Nürnberg und zeitweilig am Naturalienkabinett Bayreuth tätig war, von wo er auch nach der Rückkehr nach Nürnberg Hilfe erfuhr und führender deutscher Mikroskopiker war. Mehrfach aufgelegt wurde das von ihm in ersten Lieferungen 1759 veröffentlichte Hauptwerk "Mikrokopische Gemüths- und Augen-Ergötzung ..." mit 150 auch in Handmalerei farbig gestalteten Kupfertafeln. Das Kleine vergrößern und aus dem so sichtbar Gemachten schließlich zu neuen Erkenntnissen zu kommen zog sich in dieser Zeit der Liebhabermikroskopie des Rokoko noch etwa hin, aber ist Voraussetzung der Datenaufnahme, und für die Wissenschaft war es durchaus nicht belanglos, wie von LEDERMÜLLER 1765 veröffentlicht, der "Versuch bei angenehmer Frühlingszeit die Vergrößerungsgläser zum nützlichen und angenehmen Zeitvertreib anzuwenden". Angeregt durch das zufällig in seine Hände gelangte werk von LEDERMÜLLER setzte solche Mikroskopie fort der ebenfalls mit Kupfertafeln veröffentlichende WILHELM FRIEDRICH VON GLEICHEN-RUßWORM (ASCHERSON 1879, F. KLEMM 1964), höherer ansbachischer Offizier, dann Herr, vor allem Gutsherr, auf Schloß Greifenstein bei Hammelburg in Unterfranken, auch Herr auf Bonnland und Ezelbach. Spermatozoen hat VON GLEICHEN-RUßWORM mit besonderer Aufmerksamkeit beachtet und bei einer Pflanze, der Schwalbenwurz, *Asclepias*, den aus den Pollen auswachsenden Pollenschlauch gesehen. Das Nichtauffinden präexistenter Pflänzchen (1777, S. 15) läßt auch ihn an der Präformationstheorie zweifeln.




Abbildung 1383: SCHÄFFER, in 1764.

Zu den forschenden Geistlichen der Zeit gehört JOHANN CONRAD EICHHORN (M. MÜLLEROTT 1959), seit 1761 Pastor an St. Katharinen in Danzig, der die mit Mikroskop zu untersuchenden Kleinlebewesen im Danziger Stadtgraben und anderen nahen Gewässern untersuchte und 1775 beschrieb und wohl, neben GOEZE, den "Wasserbären", nunmehr eigener Stamm Tardigrada, fand. Der aus Querfurt stammende und in Regensburg als Pfarrer wirkende JACOB CHRISTIAN SCHÄFFER erforschte neben Kleinlebewesen in Gewässern auch Insekten und Pilze.

Führend bei der Erforschung der **Kleinlebewesen im Wasser** der Däne OTTO FRIEDRICH MÜLLER (E. SONRRASON 1974), der auch bei den in einem umfassenderen als späteren Sinn genannten "Infusoria" einzelne zu beschreibende Arten unterschied.

## Verbreitung der Organismen - 'Haushalt' in der Natur

Bei LINNÉ (dtsch. s. in 1776, 1777), in seinem Umkreis, ging noch von der göttlichen **Schöpfung** der Lebewesen aus, und, angeregt von TOURNEFORT, sollte das, wie in einer akademischen Streitschrift hervorging, auf einer Insel in einem die Erde weithin bedeckenden Ozean **auf** einem **hohen Berg** geschehen sein, sozusagen dem 'Paradies', von wo aus **sich die Lebewesen** über die ganze Er-

de mit noch heute jährlich zunehmendem Festland sich **verbreiteten**. An diesem Berg waren die verschiedensten Klimabedingungen vertreten, von warm unten und zunehmender Kälte nach oben. Jede Art fand hier die ihr zusagenden Bedingungen. Und "aus jeder Klasse der lebendigen Geschöpfe" – gemeint sind wohl Arten? – wurde "anfangs nur Ein Geschlechtspaar ... erschaffen" (S. 269)..Alle Tierformen mußten gleichzeitig geschaffen sein, denn viele leben voneinander. Die Pflanzen haben meistens viele Samen. Ihrer baldigen Verbreitung über die ganze Erde stand nichts im Wege, und "eine einzige Pflanze, die von den Thieren unberührt gelassen worden, unsere ganze Erde hat bekleiden und überziehen können" (S. 277). Wegen der Samenverbreitung setzte der Schöpfer die Pflanzen auf Stämme und Stiele und gab es im Herbst, der Zeit der Samenreife, stärkere Luftbewegungen, also Wind, die auch unsere Wohnungen erschüttern, "aus wunderbarer Vorsicht des Schöpfers" (S. 278).

Die eigenständige Tierwelt Südamerikas oder dann gar Australiens auf denselben Herkunftsort zurückzuführen erschien allerdings zunehmend problematisch und es wurde dann mit doch verschiedenen möglichen Schöpfungszentren auf der Erde gerechnet.

LINNÉ (1777) sah die **Wechselbeziehungen zwischen Arten**, ob zwischen Tieren mit Tieren oder Tieren mit Pflanzen. Von vornherein, von der Schöpfung an, sollten alle Verhältnisse festgelegt sein, auch die mit Wandel verbundenen, auch die mit Untergang der einen durch die anderen. Letztlich war alles auf Erhaltung des stabilen Ganzen angelegt. Die grasfressende Grasraupe war geschaffen worden, dem Gras und anderen Pflanzen Raum zu erhalten. Raubtiere und gefressee Lebewesen standen von vornherein in einem Verhältniss, daß beide erhielt, sie so in einem "gewissen Verhältnis bleiben" (1777, S. 51) Wollen zwei Schiffe auf dem Meer in verschiedene Richtung kann nicht jedem der richtige Wind gewährt werden und so gab es eben Ungereimtheiten auch in der ansonsten vorzüglich geschaffenen Welt. Kleine Tiere, die anderen Nahrung geben, sind am häufigsten. Läuse nehmen auf Kinderköpfen überflüssige Feuchtigkeit weg. Abgestorbene Pflanzen lieferten wieder fruchtbare Erde. Flechten waren die Erstbesiedler auf Felsen, was eigentlich schon auf ökologische Entwicklung hinwies. Wie überhaupt in dem auf Statik hinführendem Gesamtkonzept auch fast widersprüchlich historische Momente aufkamen. So die Verbreitung der Pflanzen durch ihre Samen hinaus vom Schöpfungsort in andere Erdregionen, wobei kaum jedem Samen nun die Richtung von ober her vorgegeben sein konnte. Der Besiedlungsprozeß war nur in Geschichte zu denken.

LINNÉ wußte um die **Standortgebundenheit der meisten Pflanzenarten**, ihre spezifischen "Wohnplätze", und auch kleinere Arten fanden welche, auf denen sie die größeren Pflanzen nicht ersticken können. Die Zuweisung bestimmter Orte

durch den Schöpfer ließ Ordnung bestehen. Gärtner sollten bei der Pflanzenanzucht den Gewächsen die ihnen entsprechenden Bedingungen bieten, beachten also die "Pflanzung der Gewächse ... auf die Natur gegründet." Bananen im Gewächshaus zog LINNÉ heran, indem er sie im Rhythmus der Regenzeiten Guyanas begoß. Deshalb empfahl LINNÉ auch, in Schweden sibirische Holzgewächse einzuführen, da sie dem rauhen Klima vor allem im nördlichen Schwedens am ehesten gewachsen wären. Auf seinem Gut Hammarby legte LINNÉ eine sibirische Abteilung an.

So großartig viele wissenschaftliche Leistungen im 17. Und 18. Jh. sind, auf manchen Gebieten, so gerade manchen der Naturkunde, ließen sich die Fesseln der religiösen Überlieferung lange nicht abstreifen.

Die Wechselbeziehungen in der Organismenwelt wurden trotz Hinweise auf Änderungen in der Besiedlung von Orten **nicht** in ihrer Herausbildung in einer Evolution, einer irreversiblen Entwicklung, erkannt. Es fehlte der Sinn für das Historische, gerade für das Historische in der Natur.

## Allgemeine Probleme des Lebens - Lebenserscheinungen

In der Physiologie wurden manche Dinge debattiert, wenn es auch nicht solche Neuerungen wie im 17. Jh. Ein führender Physiologe war der christlich gewonnen, aber mit Tieren grausam umgehende iALBRECHT VON HALLER.

Eine verbreitete Auffassung war die von der "**Vita propria**", dem Eigenleben der Teile, dem **Eigenleben der Organe**. Das erschien als offensichtlich, wenn das aus einem Frosch frisch herausgeschnittene Herz auf feuchtem Untergrund noch eine Weile weiterschlägt. **Verbindungen** zu Nerven und überhaupt zum Gesamtkörper wurden dabei **übersehen**. In der Entwicklung der Biologie über die Jahrhunderte hinweg (s. d.) wurden immer wieder neue Gegebenheiten zuerst isoliert betrachtet, so die Substanzen aus Lebewesen, dann besonders auch die Vitamine und die Hormone und Signalstoffe überhaupt. Erst **mit der weiteren Forschung** wurden **Zusammenhänge deutlich**, ob für die verschiedenen Organe, Gewebe, Zellen, ob nun für die Substanzen in den Stoffwechselwegen/pathways, in der Wechselbeziehungen der Hormone miteiander und dann mit dem zuerst als von den Hormonen unabhängig gesehenem Nervensystem. Das soll **nicht übersehen** lassen, daß morphologische Strukturen, Organe, Zellen, Substanzen wie die verschiedenen Hormone **eigenständige Funktionen** besitzen aber **zugeordnet in dem Ganzen**.

## Präformation oder Epigenesis – Zusammenhang mit der Diskussion darüber

Etliche neu entdeckte Lebenserscheinungen (Phänomene) sprachen **gegen die Präformationstheorie,** auch, wenn sich manche Anhänger dieser Theorie durch Hilfshypothesen um die Einfügung dieser Phänomene in die Vorstellung von der Präformation bemühten, etwa gemäß des Naturforschers CHARLES BONNET (1772, S. 160) Meinung: "Hat man mit großen Kosten ein neues Lehrgebäude aufgeführet, und zu Unterstützung und Auszierung desselben alle Hülfsmittel der Kunst verschwendet, so läßt man durch eine geringe Naturbegebenheit dasselbe nicht gern umstoßen, und mit demselben den davon gehofften Ruhm zu Grunde richten."

Neue Ideen, wie BONNET hier ganz brutal zugibt, wünscht der "normale" Wissenschaftler gar nicht, sondern, wie es im 20. Jh. etwas zu übertrieben THOMAS S. KUHN sah: dem normalen Forscher ginge es um den Ausbau der bestehenden Theorien, der bestehenden **Paradigmen**. Einst hatte THOMAS HENRY HUXLEY gesagt, daß jede neue Wahrheit als Ketzerei beginnt und als Orthodoxie endet (zit. bei K: LORENZ 1973, S. 315). Der Verhaltensforscher KONRAD LORENZ sah im 20. Jh. dieses Anhängen der Menschen und auch vieler Wissenschaftler an bestehende Meinungen eine dem Menschen angeborene Verhaltensnorm.

BONNET, der im 18. Jh. zu den führenden, auch zu den philosophischen Naturforschern zählte, wurde am 13. März 1720 in Genf geboren, studierte Jura, lebte aber, aus wohlhabender Familie stammend, als Privatmann, zuletzt auf dem Gut seiner Frau in Genthod, einem Dorf über dem Genfer See etwa 10 km nördlich von Genf (P. E. PILET 1970), mit herrlichem Blick über den See nach dem Montblanc-Massiv. Er litt aber ab der 30er-Jahre seines Lebens, ab um 1742, zunehmend an Sehschwäche, was ihm eher nur theoretische Überlegungen als eigene Beobachtungen erlaubte und auch sein Gehör hatte nachgelassen. Der russische Reisende KARAMSIN (1977, S. 322 ff.) wurde 1789 bei seinem Aufenthalt in Genf auf Nachfrage jedoch aufgefordert, BONNET zu besuchen und fand statt eines gebrechlichen Alten "einen munteren Greis ..., in dessen Augen das Feuer des Lebens blitzt", einen Mann, mit dem man sich über BONNETs Hörrohr normal unterhalten konnte und eine Übersetzung der Werke BONNETs auch ins Russische wurde vereinbart. BONNET starb am 20. Juni 1793 auf Genf, das gerade am Ende des 18. Jh. noch mit manchen bedeutenden, europaweit wirkenden Gelehrten aufwartete, war bis zur Französischen Revolution ein souveräner Staat, eine eher aristokratisch beherrschte und von okkupationsbereiten Nachbarn manchmal bedrohte Republik.

Neben seinen auf Lebenserscheinungen gelenkten Untersuchungen und Betrachtun-

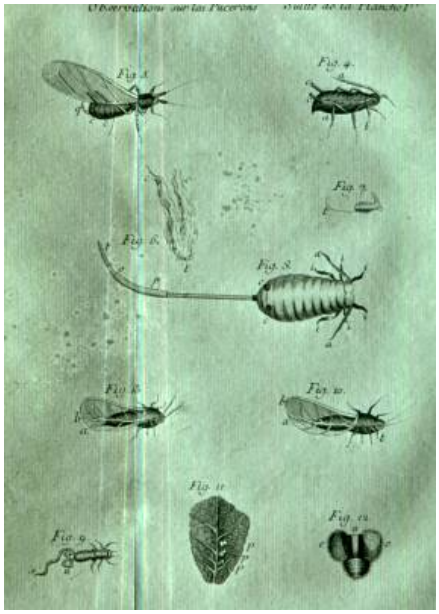

Abbildung 1384: Blattläuse. BONNET.

gen betonte BONNET unter anderem auch die zahlreichen dem Leben dienenden **nützlichen Eigenschaften** der Lebewesen.

Mit der Abkehr von der Annahme einer Präformation kehrte auch der **Vitalismus** wieder, also die Annahme von 'Lebenskräften', Kräften, welche nicht der anorganischen Natur angehören, nicht mechanisch erklärt werden können.

## Ungeschlechtliche Vermehrung - mit Präformation vereinbar

Eine mit Überraschung aufgenommene neuentdeckte Lebenserscheinung war um 1746 die der ungeschlechtlichen Vermehrung, der **Parthenogenese**, bei weiblichen **Blattläusen** durch den 26-jährigen CHARLES BONNET, verfolgt über 9 Generationen.

Ungeschlechtliche Vermehrung mochte mit Präformation vereinbar sein.



Abbildung 1385: TREMBLEY forscht.

## Wiederbildung von verlorenen Teilen: Regeneration - schwieriger durch Präformation zu erklären

Der 1710 als Sohn des Syndic der Genfer Stadtwache in Genf geborene ABRAHAM TREMBLEY (1744) hatte als Hauslehrer für die zwei Kinder des Grafen WILLIAM BENTINCK auf dem niederländischen Gut Sorgvliet bei Haag nebenbei die vor allem kleine Tierwelt im Schloßteich untersucht. TREMBLEY schritt auch zum Experiment weiter. Die von ihm erstmals beschriebenen **Süßwasserpolypen / *Hydra*** hatte er auch zerschnitten, um festzustellen, ob sie Tier oder Pflanze sind. Zu seiner Überraschung ergänzten sich die Reste wieder zu ganzen Polypen, ein später als **Regeneration** bezeichneter Vorgang. Zur Untersuchung gehalten wurden die kleinen Süßwassertiere in wassergefüllten leeren Puderdosen auf dem Fensterbrett – Forschungsstätte für eine Weltentdeckung.

TREMBLEY machte seinen Befund nicht nur im Druck bekannt, sondern sandte sogleich Süßwasserpolypen an verschiedene Forscher anderswo. Die Entdeckung erregte großes Aufsehen. An der Royal Society in London verfolgten etwa 200 Interessierte die Wiederholung des Regenerations-Experimentes, wo ein anderer, HENRY BAKER, soch sogar die Priorität zu sichern suchte (M. J. RATCLIFF 2000). Sie ist Beispiel einer unerwarteten Entdeckung, die nicht aus einer vorangehenden Theorie entsprang, sondern im Gegenteil theoretische Überlegungen nach sich zog. TREMBLEY beschrieb noch weitere kleine Süßwasserorganismen und seine Entdeckung des merkwürdigen Verhaltnes des Süßwasserpolypen gab der Kleintierforschung mit dem Mikropskop weitere Anregung. TREMBLEY, der später nachLondon ging, begleitete 1752 bis 1756 den Sohn des Grafen von Richmond

auf eine Europareise und fand, 1757 wieder in Genf, dort 1760 eine Anstellung in der Stadtbibliothek.

Warum hat TREMBLEY Süßwasserpolypen zerschnitten? Was war die ihn dazu veranlassende Hypothese? Zu sehen, ob sie sich eher wie Pflanzen verhalten, die sich regenerieren? Für die forschende Welt war es eine **überraschende Tatsache**, eine unerwartete Tatsache. Sie gab nun Anlaß zu Hypothesen und Theorien! Die **Tatsache ging** insgesamt **der Theorie voran**.

Schon wegen der als sensationell empfundenen Regeneration wurden bald andere Tiere auf ihre Fähigkeit zur Regeneration überprüft. In der Schweiz sah BONNET die Regeneration bei Würmern im Schlamm von Süßwasser, Najaden, und bei abgeschnittenen Beine bei Molchen. Die "Schlammwürmer" erhielten neuen Kopf und Schwanz selbst wenn sie aus 1/16 des Ursprungstieres regenerierten. Regeneriert wurden auch die "Arme" der Seesterne. Um das mit der Lehre von den präformierten Keimen in Übereinstimmung zu bringen, hatten BONNET und auch der noch zu behandelnde SPALLANZANI gemeint, daß es im Organismus **Reservekeimchen** gäbe, die nur bei Verletzungen aktiviert werden. Und diese Reservekeimchen sollten ebenso in Winzigformat in den Winzigkeimchen des späteren ganzen Tierchens präexistent sein wie ihre Organe, von aller Schöpfung an und für die kommenden Generationen auf Vorrat angelegt bis zum Ende aller Tage. Nicht nur die Organe, auch ihr Ersatz waren vorgebildet. Nur Hautergämzungen, also kleine Wundheilungen, sollten nicht davon betroffen sein (M. CAROZZI 1985). BONNET nahm zuletzt sogar an, daß präexistierende Keime so ausgestattet sein könnten, daß sie ein höheres Wesen in der Stufenleiter, der 'Chain of Beings', hervorbringen können. Das nannte BONNET 'La Palinge´ne´sis', und erinnerte an LAMARCKs spätere Evolutionstheorie mit dem eingegebenem Programm aller Organismenentfaltung. Vor allem war es SPALLANZANI, der die Regenerationsforschung weitertrieb und dazu mit BONNET und anderen korrespondierte.

Die große Zeit der Regenerations-Forschung kam am Ende des 19. Jh., als ihre Untersuchung mit den Problemen der Vererbung zu sehen war.

## Bastarde – auch bei Pflanzen

Bastardierung, Hybrid-Bildung resp. Hybridisierung,,seinerzeit wohl klarer und auch einseitiger verstanden, blieb ein schillernder Begriff. Als man scharf getrennte Arten annahm, war Bastardierung die von der Art-Definition her eigentlich nicht als normal anzunehmende Befruchtung einer Art durch eine andere. Nur bei "verwandten" Arten, Species, war das offensichtlich möglich. Die miteinander kreuzbaren Arten mochten dann vielleicht gar zu einer Art zusammengezogen wer-

den, die eben einige Varietäten besaß. Und auch die Kreuzung zwischen Varietäten einer Art, Species, mochte dann unter den Begriff der Bastardierung fallen, Als mit der Genetik im 20. Jh. deutlich wurde, daß sich abgesehen von sogenannten 'reinen Linien' alle Individuen einer Art wenigstens in einigen Erbanlagen unterscheiden, war jede auch innerartliche sexuelle Fortpflanzung fast als 'Bastardiseiung' zu sehen. Das konnte dann auch gelten für die Nachkommeen aus jeder Heirat zwischen Mann und Frau beim Menschen. Von Bastarden sprach man für den Menschen jedoch eher nur, wenn es Kinder zwischen Angehörigen verschiedener "Rassen" gab, also 'Bastardkinder' zwischen 'Negern' und Weißen, wie zu Anfang des 20. Jh. die 'Rehoboter Bastarde'..

Als man - wie gesagt - von festen Species und auch Varietäten ausging, also im 18. Jh., war 'Bastardbildung, die Bastardierung, klarer definiert..Die Frage erstand: Ab wann sind die Verschiedenheiten, die erblichen, zwischen zwei Nahkommen zeugenden Individuen so groß, daß man den Begriff "Bastardierung" anwenden sollte?

.

Praktiker, namentlich **Tierzüchter**, haben schon im Altertum verwandte Arten und innerartliche Rassen von **Tieren**, Nutztieren, ihren Zielen gemäß "gekreuzt". Aus der Kreuzung von Pferd und Esel, erhielt man die für den Gebrauch günstigeren Maultiere oder Maulesel. Allerdings ließen sich diese Kreuzungsprodukte nicht vermehren. Sie mußten immer wieder erneut aus den Ausgangsarten erzeugt werden. Früh gab es auch Pferdezucht, was die Kreuzung geeigneter Rassen einschloß.

Hatte CAMERARIUS bei Pflanzen der gleichen Art die Sexualität, die Notwendigkeit der Bestäubung der Stempel mit Pollen nachgewiesen, so hat bei **Pflanzen** als einer der wenigen THOMAS FAIRCHILD (A. P. BAKER 2004), Pollen der einen Art, hier der Nelke *Dianthus barbatus* / Bartnelke, auf die Narbe einer anderen Art, hier *Dianthus caryophyllus* / Gartennelke, künstlich übertragen und eine Zwischenform erhalten (R. SCHMITZ et al. 1980). In größerem Maß hat dann JOSEF GOTTLIEB KÖLREUTER die **Bastardierung** verschiedener, allerdings verwandter Pflanzenarten durch künstliche Übertragung der Pollen der einen Art auf die Narbe einer anderen Bastardpflanzen erzeugt,, etwas, was die Natur in ihrer Ordnung durch "sichere Mittel" (S. 37) kaum zuließ. KÖLREUTER (F. REINÖHL 1942) war der 1733 in Sulz am Neckar geborene Sohn eines Apothekers, der nach Studium in Tübingen, hier unter anderem bei dem Sibirienforscher GMELIN, und Straßburg 1755 nach St. Petersburg ging, wo er, angeregt durch eine dorthin eingereichte Arbeit auf ein Preisausschreiben der Akademie über das Geschlecht der Pflanzen von LINNÉ 1760, mit seinen botanischen Expe-

rimenen begann. 1761 kehrte er zurück. Kurz in Calw wurde er einige Zeit Direktor der fürstlichen Hofgärten in Karlsruhe und experimentierte dann noch im Privatgarten. KÖLREUTERs **Bastardpflanzen**, namentlich die zwischen den beiden Tabak-Arten Nicotiana rustica und Nicotiana paniculata, auch die zwischen Arten von Verbascum / Königskerze, Dianthus / Nelke, wiesen so stark Merkmale beider Elternpflanzen auf, daß beide irgendwie an der Ausbildung ihrer Nachkommen beteiligt sein mußten. Bei den Tabakarten etwa erhielt er gleichaussehende Bastarde unabhängig davon, welche er als Vater-oder Mutterpflanze benutzte. KÖLREUTER war sich des Widerspruchs zur Präformationstheorie, nach der nur Mutter oder nur der Vater den Embryo bildeten, bewußt (S. 40). War der Embryo, wie meistens angenommen wurde, in der Mutter präformiert, konnte der Pollen, das männliche Element, allenfalls entwicklungsganregend oder modifizierend wirken. Die Anhänger der Präformation suchten mit Hilfshypothesen das zu erklären. Weil beim Bastard mit Vater Esel und Pferd als Mutter dessen Ohren länger sind als beim Pferd, hatte HALLER gemeint, daß der Samen des Esels das Blut stärker in die Arterien der Ohren treibt als es Pferdesamen gelänge (SPALLANZANI 1786). KÖLREUTER **kreuzte auch Bastardpflanzen miteinander** und sah Merkmalsaufspaltung bei den Nachkommen. Außerdem **kreuzte er den Bastard immer wieder mit der Vaterpflanze**, betrieb also **Rückkreuzung**, und erhielt hier wieder Annäherung an die "reine" väterliche Art. KÖLREUTER fand auch, daß manche Blumenbastarde schöner als ihre Eltern wären, also Bastarde auch einen Nutzen bringen könnten. Wirken sollten die Pollen durch einen austretenden Saft, der sich mit der weiblichen Befruchtungsfeuchtigkeit mischt.. 1764 verglich KÖLREUTER die Bastardentstehung und namentlich das Ergebnis der Rückkreuzung mit der vermuteten, aber noch nicht vollbrachten Verwandlung der Metalle ineinander. KÖLREUTER erkannte auch die Rolle der **Insekten bei der Bestäubung**, schützte zum Nachweis von dessen Notwendigkeit sogar Blüten vor Insekten, fand, daß manche Gewächse, so Königskerzen, Verbascum, sich nicht durch eigenen Pollen befruchten können, also Selbststerilität besitzen. Verallgemeinert wurde diese Erkenntnis allerdings erst später, durch andere. Die Staubblätter der Berberitze fand er reizempfindlich.

Ein **Ziel** früher Bastardierungs-Forschung, auch noch im 19. Jh., war, möglichst **unterschiedliche Arten miteinander zu kreuzen**. Man suchte also das Auffällige, das vielleicht Sensationelle, ein 'Machen' über die Natur hinaus. Nur gelang das eben meistens nicht, bei Arten verschiedener Gattungen schon so gut wie nie. Die großen Erkenntnisse über Vererbung, was man eben zunächst nicht wissen konnte, kamen dann, durch MENDEL und einige andere, indem zu derselben Art gehörende Individuen miteinander gekreuzt wurden, die sich möglichst nur in einem deutlich erkennbaren Merkmal oder nur in wenigen unterschieden. Nicht eine 'Ganzheit', all die Vielfalt der Merkmale einer Art verfolgen, sondern das einzelne analysieren

– hier kam vor allem Neues zutage. Aber davon später. Nur hier als Hinweis auf die Problematik, **die richtigen Objekte zur Aufklärung von Problemen** zu finden.

## Empfindliche und reizbare Teile des menschlichen Körpers - ALBRECHT von HALLER 1752

Daß **Nerven- und Muskeltätigkeit nicht rein mechanisch erklärbar** sind betonte dann ALBRECHT VON HALLER (1922; mit Vorwort K. SUDHOFF) in Göttingen, dessen Begriffe **Sensibilität** für die "Empfindlichkeit", Nervenerregung, und **Irritabilität** für "Reizbarkeit", die Muskelreizung, weithin diskutiert wurden. Um Sensibilität und Irritabiliät der verschiedenen Organe und Strukturen im Körper von Säugetieren zu prüfen, hat der ansonsten so christlichfromme HALLER zusammen mit etwa JOHANN GEORG ZIMMERMANN die Versuchstiere gefesselt und lebend für den Zutritt zu den zu untersuchenden Teilen geöffnet, dann "gewartet, bis das Tier ruhig gewesen ist, und zu schreien aufgehört hat." Die jeweils interessierenden 'entblößten' Teile wurden dann "durch Blasen, Wärme, Weingeist, mit dem Messer, mit dem Ätzsteine (Lapis infernalis), mit Vitriolöle, mit der Spießglasbutter, gereizet" (S. 15). Empfindlich durften dann die gereizten Teile genannt werden, die Zeichen von Schmerz, "krampfichtes Zucken", Veränderung der Lage im Körper zeigten (S. 14). Vom Anfang des Jahres 1751 an mußten schon 129 lebende Tiere diese Leiden erdulden, 1752 waren es schon mehr als 400 (S. 12). Um Zweifler zu entkräfte, wurden viele Versuche wiederholt. HALLER meinte (S. 12): "Ich habe in der Tat hierbei mir selbst verhaßte Grausamkeiten ausgeübet, die aber doch der Nutzen für das menschliche Geschlecht und die Notwendigkeit entschuldigen werden, ..." Muskeln erwiesen sich als reizbar, ihre Sehnen nicht. Auch die zerschnittenen Teile eines Herzens zogen sich zusammen. Die Muskelzusammenziehung sollte etwas anderes sein als etwa die "Schnellkraft", das Zusammenziehen, einer Saite. Sensibilität und Irritabilität sollten **den Organen eigene Erscheinungen** sein, nicht von einer 'Seele', einer "anima" gesteuert, wie bei STAHL, dem "Animisten". Letztlich erschien alle Sensibilität, also aller Schmerz, an Nerven gebunden, auch bei den Muskeln, Und alle Irritabilität, alles Zusammenziehen, war Eigenschaft von Muskelfasern, und dieses angeblich unabhängig von Nerven. Mohnsaft beendet die Reizbarkeit/Irritabilität, auch "die wurmförmige Bewegung des Magens und der Gedärme", läßt aber das Herz ungeschoren. Das alles wurde als große Fortschritte in der Physiologie gefeiert. Weiterhin hing HALLER der Präformationslehre an.

HALLERs Schüler ZIMMERMANN wurde 1768 'Leibarzt' in Hannover und saß 1786 am Sterbebett FRIEDRICH II. von Preußen.



Abbildung 1386: Montpellier.

## Der Vitalismus von Medizinern in Frankreich - Die Mediziner von Montpellier

Abkehr von weiteren mechanistischen Erklärungen und Hinwendung wieder zum Vitalismus war das Werk von Medizinern resp. Physiologen, welche wenigstens zeitweise mit der Universität Montpellier verbunden waren.

Da war THEÓPHILE DE BORDEAU (LOUIS DULIEU 1970), aus einer Arztfamilie in Beárn, den Kollegen wegen seines ärztlichen Ansehens in Paris nicht dulden wollten und der es doch zum Vorzugsarzt sogar für die königliche Geliebte Madame DU BARRY brachte. Im Jahre 1752 erschien von BORDEU ein großes Werk über die Drüsen und ihr Funktionieren. **Absonderung der Drüsensekrete** konnte nicht durch ein mechanisches Herausdrücken zustandekommen, denn wurde ein mit Flüssigkeit getränkter Schwamm an die Stelle der Ohrspeicheldrüse eingesetzt, so konnte der Druck der Wangenmuskeln die Flüssigkeit nicht herausdrücken (K. E. ROTHSCHUH 1978, S. 323). Also sollte der Muskeldruck auch nicht auf die Drüsen wirken. Ein **aktiver Sekretionsprozeß** war anzunehmen, wobei spezielle Nerven, von den rein ernährenden Nerven unterschieden, und damit verbunden gestiegenelokale Blutzirkulation wirken sollten. Ein Eigenleben der Organe sollte bestehen. Für die **Muskeltätigkeit** hat denn weiterhin PAUL-JOSEPH BARTHEZ (R. SCHWARTZ-COWAN 1970) die mechanische, die einfache hydraulische Erklärung mit Hinweis auf so vielgestaltige Bewegungen wie beim Gehen und




Abbildung 1387: BARTHEZ. Montpellier.

Schwimmen abgelehnt und einen ins 19. Jh.weiterwirkenden Vitalismus propagiert. BARTHEZ war 1760 bis 1781 Professor in Montpellier.

Seine Forschung am Krankenbett fand Ablehnung. Wieder in Paris, nahm ihm die Revolution seine Stellung. BARTHEZ zog sich nach Südfrankreich zurück, bis er mit CORVISART bei NAPOLEON tätig war.

## Die Suche nach sichtbaren präformierten Keimen

**Vergeblich** suchte CASPAR FRIEDRICH WOLFF **die** winzigen **präformierten Keimchen zu sehen**. Dafür verfolgte er Entwicklungsgeschehen bei Pflanzen und Tieren, bei denen eben aus strukturloser Masse Struktur entstand. WOLFF (A. E. GAISSINOVITCH 1978) war der 1734 geborene Sohn eines Berliner Schneiders, studierte 1753 bis 1755 am Berliner Collegium medico-chirurgicum, dann in Halle und schrieb hier 1759 seine berühmt gewordene Dissertation "Theoria Generationis". Im unterdessen ablaufenden Siebenjährigen Krieg wurde er Feldwundarzt in Breslau, fand aber danach keine feste Anstellung. Gern folgte er daher 1767 einem Rufe nach dem St. Petersburg der Zarin KATHARINA II., wo eine ganze Reihe deutschsprachiger Gelehrter an der Akademie wirkte. Von bedeutenden Gelehrten bekämpft, von HALLER wegen Religionslosigkeit, hat J. F. MECKEL in Halle 1821 die Dissertation des 1794 gestorbenen WOLFF in Deutsch zugänglich

machen. Die jüngsten Keimanlagen der Pflanzen sollten nur flüssige Masse sein. Die Bildung des Darmkanals des Hühnchens, 1768 veröffentlicht, ging überhaupt nicht aus einem Rohr hervor. Beim Bestehen der Präformation und der Einschachtelung der künftigen Generationen in den bestehen müßte die Schöpfung einmal ans Ende kommen, was keine gute Schöpfung wäre (zit. b. B. E. RAJKOV 1964). WOLFF fehlte noch die spätere Nomenklatur der Embryologie , und seine teilweise ausführlichen Beschreibungen sind, wie BAER (1865, S. 405) hervorhebt, deshalb schwer verständlich. Gegen die angebliche Kleinheit und deshalb Unsichtbarkeit der präformierten Organe in der Argumentation der Präformisten sagte WOLFF (1896, 2. Teil, S. 3). "Im allgemeinen kann man ja nicht sagen, dass, was unseren Sinnen nicht zugänglich ist, darum auch nicht vorhanden sei. Dieses Princip ist aber mehr spitzfindig als wahr, wenn es auf die Beobachtungen angewendet wird." Jedoch verachtete WOLFF dasMikroskop und kam somit acuh nicht in alle Feinheiten.

## Mißbildungen

Für viele waren Mißbildungen, menschliche oder auch solche bei Säugetieren, mit fehlenden Gliedmaßen oder zwei Köpfen und anderen Dingen, keine naturwissenschaftliche, sondern eine religiöse Angelegenheit. Angesichts dieser Erscheinugen wurde gefragt nach der Güte und dem Wohlwollen Gottes oder es wurden in Mißbildungen Warnsighnale für kommendes Unheil gesehen.

Aber auch mit der Präformation schienen auch **Mißbildungen**, über die unter anderen auch WOLFF arbeitete, nicht recht vereinbar zu sein, wenn auch mechanische Schädigungen an den vorgebildeten Keimchen vorstellbar sein mochten.

Mißbildungen, "**Monstra**", wurden neben dem zufälligen Anfall bei Geburten auch systematisch gesucht, was die Faktenbasis enorm erweiterte, und zwar etwa durch GEORG PROCHASKA, 1780 - 1791 Professor der Anatomie in Prag, und zwar an Knochen, die bei die Räumung der Beinhäuser und Stadtpfarren Prags anfielen. So fanden sich zwei im Becken vereinte Mißgeburten (Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich, 22. Theil, 1870, S. 335).

## Reale Veränderungen bewußt durchgeführt an Pflanzen

Manchmal verändern sich Pflanzen gegenüber ihren Eltern oder erst in ihrer Entwicklung, erscheinen statt Staubgefäßen Blumenblätter. Durch **Eingriffe**, also das Experimentieren, konnte man Pflanzen bis zu einem gewissen Grad verändern, in die Entwicklung der **Pflanzen** eingreifen. Auch GOETHE hat sich für diese

Dinge interessiert, war also, wie etwa der spätere Botaniker GOTTLIEB HABERLANDT (1923b) hervorhob, nicht allein der 'idealistische Morphologe', der von dem Botaniker SACHS eher nur geschmähte 'Naturphilosoph', der nur nach Ideen in der Natur suchte, sondern sogar nach mögliche physilogischen Ursachen von Umbildungen fragte. Chemische Verfeinerung der Säfte mochte dazu führen, daß morphologische Veränderung einsetzten, etwa schwächere Ernährung unvollkommene Ausbildung der Blätter in der Blütenregion hervorbrachte, wie es WOLFF einmal erörterte. Noch sollte es lange dauern, bis nach Organbildung bewirkenden Stoffen in der Pflanze.gefragt wurde. Im Sommer 1796 hatte GOETHE immerhin Versuche zur Wirkung von Licht auf Pflanzen unternommen.

Vorangehender Experimentator zu **Pflanzenumbildungen**, zur **Schaffung neuer Sorten**, einer der ersten, auch wissenschaftlich interessierten Pflanzenzüchter, war THOMAS ANDREW KNIGHT (J. BROWNE 2004, H. F. ROBERTS 1919), Nachkomme einer reichen Familie, der selbst so ein großes Vermögen besaß und seine Untersuchungen auf seinem Landgut in Elton in Herefordshire durchführte und 1809 von seinem Bruder ein weiteres großes Gut, Downton Castle, übernahm. KNIGHT forschte experimentell zur Saftleitung und zum Wuchs von Pflanzen. Bei Kartoffen erhielt KNIGHT durch Knollenentfernung Blüte und Frucht und konnte Knollen an der Stelle von Laubtrieben erzielen: "Nach einem vergeblichen Kampf von einigen Wochen fügten sich die Pflanzen vollständig meinen Wünschen, und bildeten die Knollen an den von mir angewiesenen Stellen" (zit. bei K. GOEBEL 1893, S. 39). Mit einem Apparat, in dem Pflanzen waagerecht liegend einer langsamen Rotation ausgesetzt waren, untersuchte er den Einfluß der **Schwerkraft** auf die Pflanzenausbildung. KNIGHTs Verdienste für das Metamorphose-Problem nannte viel später der Botaniker GOEBEL "unendlich wichtiger, als alle die Spekulationen der idealistischen Morphologie, ..." – was die Wandlung der Botanik von GOETHE zu der experimentellen Zielsetzung in der Zeit vn KLEBS und GOEBEL zu Anfang des 20. Jahrhunderts verdeutlicht. Wie später DARWIN war KNIGHT (1799) der Ansicht, daß Pflanzen nicht über viele Generationen hinweg nur Selbstbefruchtung erleiden dürfen. KNIGHTs höchstes Ziel galt der Praxis, er suchte neue Sorten etwa bei Obst zu schaffen, erfolgreich bei Äpfeln, Kirschen, Stacheelbeeren, Nektarinen, auch bei Kohl. Verbesserung von Pflanzen sollte möglich sein nach denselben Gesetzen wie in der Tierzucht galten, und **Kreuzung**, bei ihm bei Erbsen und Weizen, war ihm ein Schlüssel zur Schaffung neuer Sorten. Was wir derzeit an Sorten bei Kulturpflanzen besitzen, wäre in großem Maße ein Produkt des Zufalls, aber selten wird durch Zufall das zustandegekommen sein, was "art will be found able to accomplish" (1799, S.200). Ließen sich zwei Formen, etwa unterschiedlich aussehende Erbsen, miteinander kreuzen, sollten sie zu einer Spezies gehören. Miteinander kreuzungsfähig zu sein sollte Art-Kriterium sein (1822). 1811 – 1838 war der hochangesehene Mann, der mit einem führenden Botaniker

wie BANKS viel korrespondierte und Freund des Chemikers DAVY war, Präsident der 1804 gegründeten Horticultural Society.

In Prozesse des Pflanzenlebens griff ein auch DECANDOLLE (1805), in Paris, als er "den Einfluß des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation", aber auch anderer **Umweltfaktoren** in beachtlich umfangreichen **Versuche**n studierte, wobei die beachteten Phänomene Blühen, Blattbewegung und Ausbildung von Spaltöffnungen waren. Keimlinge der Kresse, *Lepidium sativum*, zog er im Keller bei Lampenlicht heran und die ersten Blätter waren grün..Bei anderen Pflanzen in Wasser und unter umgestülpten Gläsern, *Cucumis punctata* und *Lycium barbarum*, gab es Entwicklung eines sauerstoffreichen Gases allerdings erst im Sonnenlicht, noch nicht nachts unter einer helllen Lampe. Es ging also um die Feststellung, wie stark Licht sein muß, um in einer grünen Pflanze Sauerstoff freizusetzen. Bei der Nachtviole und bei der Purpurroten Winde, *Convolvulus purpureus*, ließen sich nach einigen Tagen die normalerweise abends beginnenden und bis zum nächsten Morgen dauernden Stunden des Blühens durch anderen **Beleuchtungsrhythmus verschieben**. Bei der Mimose, Mimosa pudica, wurde **Öffnen und Schließen der Blätter**, wurden "die Stundes ihres Schlafes" leicht geändert. Die Reizbarkeit der Blätter blieb im Freien wie im Gewächshaus, war also offenkundig nicht temperatur-abhängig. **Spaltöffnungen, hier nur 'Poren'** genannt, fehlten, wenn normalerweise an der Luft solche 'Poren' bildenden Pflanzenteile, etwa bei der Krauseminze, unter Wasser gehalten wurden. Hier wurden also feinanatomische Strukturen in ihrer Ausbildung unter verschiedener Umwelt, Luft oder Wasser, verfolgt.

## Unterschiedliches und Verwandtes in den verschiedenen Erdregionen: Biogeographie

Umbildungen, Variabilität - das hatte zu tun auch mit Biogeographie und diese in hohem Maße wiederum auch mit Menschenentstehung.

Als für immer mehr Arten bekannt wurde, daß sie nur in begrenzten Regionen auf der Erde vorkommen, erstanden **biogeographische** Fragestellungen. Sie faßte namentlich zusammen, 1778, EBERHARD AUGUST WILHELM ZIMMERMANN, Professor am "Kollegio Karolino" in Braunschweig. Auf der einen Seite sollten sich Tiere in einem für sie neuen Klima verändern. Aber auch in ähnlichen Klimagebieten gab es teilweise eine unterschiedliche Tierwelt, und es sollte nicht verlangt werden, "z. B. das Rennthier für einen ausgearteten Hirsch oder den Tapir für einen ausgearteten Elephanten nur deswegen" zu halten, damit es begreiflicher würde, sich auch diese Thierarten in dem Kasten Noah möglich zu denken" (S. 28), sie sich also etwa – im Sinne LINNÉ – von einem hohen Berg her ausge-



Abbildung 1388: Tapir: Wie nach S-Amerika?.

breitet haben. Die Bibel schien als eher eine Evolution im modernen Sinne zu verlangen als die eigenständige Artenentstehung anderswo als einem einzigen Zentrum. Es schien immerhin nicht möglich zu sein, das auf südamerikanische Wälder beschränkte Faultier hätte etwa einen Ozean überqueren können. Eigenständig erschien die Pflanzenwelt der Kapregion oder des erst jüngst etwas erforschten, damals 'Neuholland' genannte Australien mit einer eigenen organischen Welt. Es eröffnete sich "... gleichsam eine neue Erde", nicht nur mit anderen Arten, sondern auch völlig neuen Geschlechtern, also höheren taxonomischen Einheiten, wobei Australien nicht als ein "an vegetabilischen Kräften schwaches, dürftiges Land" erschien, "die Natur äußerte diese Kräfte nur in einer andern, bis jetzt unbekannten Form" (1810, S. 870). 1667 hatte schon ABRAHAM VAN DER MIJLE / MYLIUS, ein reformierter niederländischer Geistlicher, ähnliche Gedanken über namentlich die Tierwelt Südamerikas geäußert. Es müßte also auf der Erde, wie es später formuliert wurde, **verschiedene** "**Schöpfungszentren**" geben. Da eigene Organismenentstehung in verschiedenen Erdregionen der Bibel widersprach, betonte ZIMMERMANN das viele seiner Sätze der Bibel entsprechen, er aber andererseits für die "Naturhistorie" die Bibel nicht als ein Buch ansehen kann, "woraus sich das System der Naturlehre erklären müßte" (1778, Vorrede). Biogeographie griff also in weltanschauliche Diskussionen des Aufklärungs-Zeitalters ein, und nach GALILEI mußte die orthodoxe Kirchenlehre nun die Geographie und die Biogeographie fürchten.. O, arme Dogmen, religiöse oder auch erzwungene philosophische, die ihr die Auffindung von Neuem nicht aufhalten könnt!



Abbildung 1389: Echidna - nur in Australien.

## Eigenschaften, "Rassen" und Variabilität bei Menschen

Viele Diskussionen gab es um die **moralischen Eigenschaften** der Menschen, ihre "Natur". So schon bei HOBBES. Waren die Menschen gemäß ROUSSEAUs verkürzter Auffassung von Natur aus gut und wurden nur von der Gesellschadft verderbt oder mußten sie, etwa gemäß HALLER (R. TOELLNER 1976, S. 213), wegen der angeborenen Triebe und ihrer natürlichen Ungleichheit durch eine Macht und die Unterstützung durch die Religion mittels der Herrschaft der hoffentlich Tüchtigen und Weisen regiert, ja bezwungen werden?

Daß es Menschengruppen gibt, welche sich in der Hautfarbe oder auch in der Haarform und sogar in Gesichtsmerkmalen voneinander unterscheiden, ist wohl nicht zu leugen. Und als **Rassen** hat man sie nun immer genannt (W. B. COHEN 1980). BLUMENBACH stellte **5 Hauptrassen** der Menschheit auf: Kaukasier, Mongolen, Neger, Indianer, Malaien. Bei vielen Völkern war die Zuordnung kaum möglich. Manche 'weiße' Europäer wundern sich über den Terminus, 'Kaukasier' zu sein. Wohin gehören die Ainu im Norden Japans? Die Eskimo? Die viel stärker als Afrikas Schwarze behaarten "Australneger". Gehören sie zusammen? Aber diese Dinge ändern nichts an der Tatsache, daß es jedenfalls Merkmale gibt, die sich in bestimmten Völkern häufen.

Wenn laut **Bibel alle Menschen** von einem gott-geschaffenen Stammpaar oder nach der Sintflut **von** der aus ihrer Arche entstiegenem **Familie Noah** abstammen sollten, dann kam die Frage, wie die Unterschiede zustandekamen. Und in Versuchen dieser Erklärung und in der Bewertung der Unterschiede gab es die unterschiedlichsten, selbst bei demselben Autor mitunter wechselnden Auffassungen. Wollten die Europäer sich trotz der gemeinsamen Herkunft aller Menschen sich

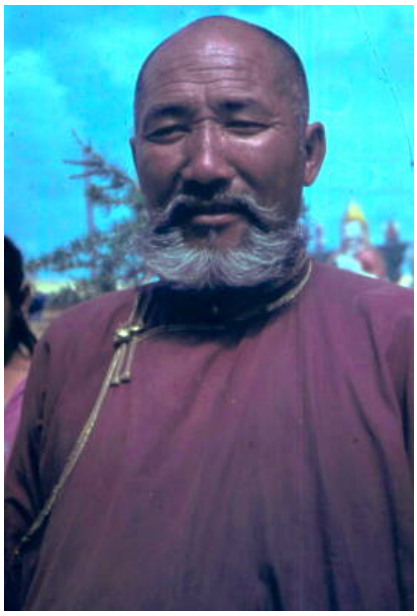

Abbildung 1390: ”Rasse”? - Ulan-Bator 1963.

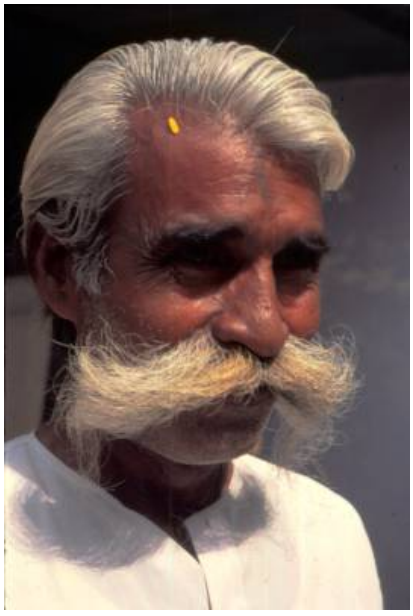

Abbildung 1391: ”Rasse”? - Jaipur 1999.

selbst auf höchste Stufe stellen, dann wurde die als niedriger bezeichnete Kultur der als tiefer eingeschätzen Völker auf **Niedergang** zurückgeführt (U. BITTERLI 1991, S. 87 u. a.). Nicht von einfach nach hoch war die Entwicklung gegengangen. Es war das Gegenteil von Evolution. Bei Anerkennung der Milieutheorie wurde Niedergang auf schlechtere Umwelt, etwa die unterschiedliche Wärme, zurückgeführt. Beständiges Hautzusammenziehen in der Sonne habe etwa die Nase der Afrikaner geformt (W. B. COHEN 1980). Wie stand es um die Unterschiede in einem die Aufklärung betonenden Zeitalter, welches schließlich auf die Gleichheit aller Menschen setzte? In fremden Völkern sah man dann oft sogar die "**edlen Wilden**", die Vorbild der verkommenen, eher mit Niedergang zu beschreibenden Europäer. Im späten 18. Jh. galt dann etwa bei dem Dichter SCHILLER der Aufstieg in der Kultur, in der Bildung, die **kulturelle Evolution** (U. BITTERLI 1991, S. 88).

Ging man gemäß der Bibellehre davon aus, daß alle Menschen aus der gleichen Wurzel kommen, wurde also "**Monogenism**us" betrieben. Innerhalb einer Art, also innerhalb der Menschen, galten gewisse **Veränderungen als möglich**. Begrenzte Evolution, Evolution innerhalb einer Art, modern könnte man sagen "Mikroevolution", galt also in der Kirchenlehre. Veränderung war andererseits **nicht** ohne Hilfsannahmen, Hilfshypothesen, vereinbar mit der reinen **Präformationslehre**. Eine besondere, abweichende Auffassung von Abänderung war die von MAUPERTUIS, Berlin, wonach Abänderung plötzlich erfolgt sei, Abänderung der eingeschachtelten präformierten Lebewesen, auch der Menschenkinder (W. B. COHEN 1980). Hierin sah man so etwas wie einen Vorläufer der Mutationstheorie des 20. Jh. Wie weit konnten Veränderung gehen? CAMPER nahm an, daß es sogar geschähe, daß je nach Klima "aus Mohren Europäer, und aus diesen wieder Mohren werden" (zit. bei G. PROCHASKA 1797, S. 60). Aber andererseits galten die Schwarzen als Nachkommen des von Noah verfluchten eigenen Sohnes Ham. Gleicher Vater schützte schon deshalb nicht vor Sklaverei. Aber Missionare wollten sie dannoch 'bekehren'. 'Weiß' galt als normal. 'Schwarz' war Degeneration. Heißes Klima verunstaltet. Machte die Europäer überlegen. Orang-Utans galten etwa LINNÉ als niederste Menschen. Aber nach BUFFON sollten Pflanzen und Tiere zuerst in heißem Klima aufgestreten sein. Bei den Menschen hatte hier die Degeneration, wie sie vor allem außerhalb der Kirchenlehre verstanden wurde, die ursprüngliche und immer wieder einmal beschworene Gleichheit zunichte gemacht. Perplex war: Bewohner Afrikas, etwa an den beiden Ufern des Niger, waren unterschiedlich dunkel getönt. Nach dem Norden gebrachte schwarze Paare brachten wieder nur schwarze Nachkommen hervor. Und nach Ehe mit 'Weißen' gab es farblich Mischlingskinder. 'Weiße' in Afrika bräunten nach, ohne das zu vererben. Und in Südamerika waren unter einer Tropensonne wie in Zentralafrika die Einheimischen nicht so dunkel wie viele Afrikaner. Deshalb gab es früh auch die Auffassung der "**Polygenism**us" der

von Anfang an getrennt, unabhängig voneinander entstandenen Rassen. Besonders sollte das für die Schwarzafrikaner gelten. Aber Polygenisten wie VOLTAIRE und RAYNAL waren trotz der Annahme einer eigenständigen Entstehung der schwarzen Afrikaner Gegner der Sklaverei.

Offensichtlich war, daß die einst in alle Weltgegenden verlaufenen Noahnachkommen sich jetzt wieder "bekannt" machen (A. L: SCHLÖZER 1772, S. 16).

Tief ins 19. Jh. werden sich Debatten um die Menschenentstehung hinziehen. Einmal mehr mit Anlehnung an die Christenlehre, einmal entfernter. Nach ECKERMANNs Bericht (s, 1955, S. 411 ff.) trafen sich von der Berliner Naturforscherversammlung nach Deutschlands Süden zurückreisende Naturforscher am 7. Oktober 1828 bei GOETHE in Weimar. In hier 'heiterster' Stimmung vertrat der Botaniker MARTIUS die Herkunft der Menschheit von einem Paare. Es war hier GOETHE, der die Natur als immer so verschwenderisch ansah, daß sie nach der Trocknung der Erde durch "Allmacht Gottes" habe "statt eines einzigen armseligen Paares die Menschen gleich zu Dutzenden, ja zu Hunderten hervorgehen lassen." Die Männer der Bibel berichten eben nur von ihrem "auserwählten" Volk, den Juden, und wir "anderen aber, sowie auch die Neger und Lappländer, und schlanke Menschen, die schöner sind als wir alle, hatten gewiß auch andere Urväter ..." (S. 414). Darüber nachzusinnen, wie Menschenentstehung geschehen sein könnte, hielt GOETHE für ein "unnützes Geschäft, das wir denen überlassen wollen, die sich gern mit unauflösbaren Problemen beschäftigen und die nichts Besseres zu tun haben." Auch hier also GOETHEs Bescheidensein vor 'Unerforschlichem', vor Urphänomenen. Andere haben aber das "Bessere" getan und nach weiteren Debatten im ganzen 19. Jh. haben nach 1859 DARWIN, HAECKEL und andere die neue Nuance der Transzendenz aller Lebewesen und die Menschen darin gebracht.

**Rassen** sahen manche auch schon im späten 18. Jh. **innerhalb eines europäischen Volkes**, so bei den Franzosen, nämlich ein angeblich von der Geburt her bestehender Unterschied bei von den Germanen, den Franken, stammenden Adligen, und den von SIEYES gelobten Franzosen alter gallischer Herkunft des 3, Standes (W. B. COHEN 1980). GOBINEAU hat das später fortgeführt.

Man sah andere Menschen unabhhängig von der Hautfarbe aus unterschiedlichen Stufen kultureller Höhe und billigte jenen auf niedrigerer Stufe etwa bei HOLBACH Höherwicklung zu (W. B. COHEN 1980). Das war die im 19. Jh. wieder hoch angesehene Idee des **kulturellen Evolutionismus**, die also auch Veränderung einschloß. Man meinte sogar Kriterien der erreichten Entwicklungshöhe feststellen zu können, also Entwicklungshöhe regelrecht zu messen. Selbst die Art des Tanzens, das Temperament, sollte da herangezogen werden können.

Trotz der von BUFFON betonten, auf der gegenseitigen normalen Fruchtbarkeit

beruhenden Arteneinheit der Menschen verbot die französische Kolonie Guadelope 1711 weiß-schwarze Mischehen.

Offenbar konnte Klima aber auch regelrecht Pathologisches hervorbringen, so die 'häufigen Cretinen in den engen Tälern der Salzburgischen, Helvetischen und Piemontesischen Gebirge' (S. 59). Mit anderen Rassen hatte das nichts zu tun. Wie pathologisch aber war vielleicht Abänderung überhaupt?

## Keine Präformation, sondern Epigenesis - problematisch in ihren "Kräften"

Aus diesen verschiedenen Befunden wurde erneut abgeleitet, daß die Embryonen doch aus einer strukturlosen Masse entstehen, war die Epigenesistheorie wiederbelebt, in Deutschland zuerst namentlich durch JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH (1789), seit 1776 Professor in Göttingen, der auch weitere Argumente gegen die Präformation brachte. Unter diesen war etwa, daß bei den nur manchmal auftretenden Rosengallen mit kleinen Raupen darin kaum einzusehen wäre, daß auch solche im Rosensamen präformiert vorliegen. Bei durchsichtigen grünen Algen, "Converven", wäre nichts Präformiertes zu sehen. Auch habe man, entgegen mancher Behauptung, in einer Menschenfrau noch nie erlebt, daß die anzunehmenden präformierten Keime sich vorzeitig entwickelten. Gemäß der Präformation, "Evolution", waren alle Wesen gleich alt, wenn auch viele noch winzig eingeschachtelt Mit der Epigenesis gab es Neuentstehung.

**Frage** wurde, welche **Faktoren** die Formbildung zustandebringen. Gedacht wurde an eine nur den Organismen eigene "Kraft", eine "Lebenskraft", die "**vis essentia**lis" bei WOLFF, der "**Bildungstrieb**", zuerst 1781, dann **1789** bei BLUMENBACH. So wie NEWTON die Schwerkraft nur aus ihren Wirkungen erschlossen habe und ihr Wesen unbekannt blieb, sollte das gemäß BLUMENBACH auch für den "Bildungstrieb" gelten. Völlig offen blieb, wie denn "der" Bildungstrieb so wirken könne, daß aus den befruchteten Eiern jeweils der Art entsprechende Nachkommen entstehen, d. h. wieso wirkte offenbar der Bildungstrieb in einem Feuersalamander anders als in einem Sperling. Vorstellungen über Vererbung fehlten.

**Nach den mechanistischen Auffassungen** im 17. Jh. folgte mit dem 'Animismus' von STAHL eine **Vorherrschaft einer vitalistischen Auffassungen** über die Lebensvorgänge, gefolgt von der ganz andersartigen **Maschinenauffassun**g über das Funktionieren der Lebewesen bei **LA METTRIE**, und nun wieder eine **vitalistische** Auffassung mit dem '**Bildungstrieb**'. mit doch vielen Anhängern. Im **19. Jh.** schien die **'mechanistische'** resp. '**physikaische-chemische' Auffassung** vom Funktionieren in den Lebewesen zu triumphieren. Am **Ende des 19.**




Abbildung 1392: BLUMENBACH.Gotha.




Abbildung 1393: BLUMENBACH-Erinnerung Göttingen.




Abbildung 1394: BLUMENBACH 'Bildungstrieb'.

Jh. kam mit DRIESCH ein '**Neovitalismus'**, der eine begrenzte Anhängerschaft gewann. So gab es also in den **Auffassungen von den Lebensvorgängen** ein **Wechsel in der Zeit**. Was blieb nun um 1900 und auch später die Erklärung? Immerhin waren diese Grundauffassungen von den Lebensvorgängen **begleitet von Entdeckungen** von Fakten, vor der starken Anerkennung einer der Auffassungen und auch mit ihr und danach. Das ist also ein **bewegender Hypothesen- resp. Theorien-Wechsel** in der Wissenschaft von den Lebewesen.

Nun im 18. Jh. also schließlich der Wandel, auch schon vor BLUMENBACH. Den **Umwelteinflüssen** wurde viel Einfluß zugebilligt. MAUPERTUIS dachte an einen Vergleich des Bildungstriebes mit jenen Kräften, die Kristalle hervorbringen (M. CAROZZI 1985).

Es sollten aus verschiedenster Materie, faulender vor allem, Lebewesen de novo, entstehen, **Urzeugung** geben, Generatio spontanea, wie es vor REDI angenommen wurde. JOHN TURBERVILLE NEEDHAM wollte um 1745 die **Neuentstehung mikroskopisch kleiner Lebewesen** nachgewiesen haben in Fleischbrühe, die er heiß in ein rasch verschlossenes Gefäß gefüllt hatte. Im 19. Jh. wird man erkennen, daß der Verschluß nicht ausreichte, kleine lebende Keime fernzuhalten und keine Urzeugung stattfand (P. ARBLASTER 2004, P. HAZARD 1949). NEEDHAM, ein Katholik, war der erste katholische Priester, welcher in die Royal Society gewählt wurde. Er wandte sich gegen die materialistische Benutzung seines vermeintlichen Nachweises von Urzeugung durch einen Atheisten wie Baron D'HOLBACH.

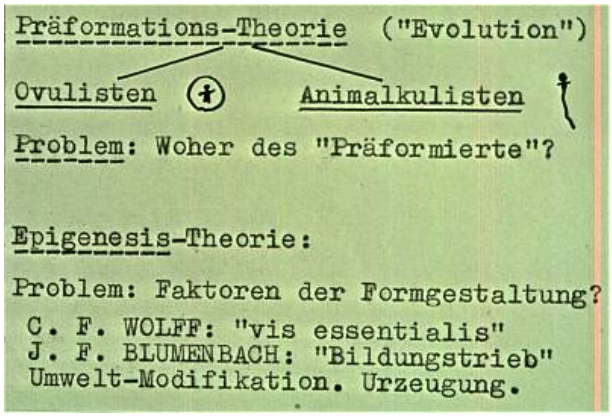


Abbildung 1395: Embryologische Hypothesen.

Das heißt noch lange nicht, daß alle Naturforscher die neue Epigenesis-Vorstellung übernahmen.

## Besamung wird bekannt bei Forellen - durch einen Landwirt, JACOBI, 1763/1765

In einem Dorfe in Lippe-Detmold, in Hohenhausen, untersuchte der Landwirt STEPHAN LUDWIG JACOBI (P. F. MEYER-WAARDEN 1972), wie sich die Forellen im kiesigen Bach vermehren, die Männchen ihre Samenflüssigleit bei den Eier legenden weiblichen Tieren abgeben. Der Landwirt JACOBI, der Forellen für seine Teiche benötigte, leitete daraus ab, die Besamung künstlich durchzuführen: In der Ablaichzeit im Dezember wurde über einem in einen von strömendem Wasser durchlaufenen Behälter, eine "thörne Schaale" (1783, P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 69), den weiblichen Fischen, Forellen und dann auch Lachsen, durch Streichen des Bauches die Eier herausgedrückt, den männlichen Fischen die die Samen enthaltende 'Milch' und diese beiden miteinander verrührt. Die Eier lieferten ausreichend Jungfische und diese wurden in dem von JACOBI konstruierten Behältern gehalten, solange die dann aufgezehrte Dotterblase am Bauch hing. Nach augenscheinlich bis in JACOBIs Jugendzeit zurückgehenden Versuchen wurde diese Methode künstlicher Besamung bei Fischen 1763 anonym im 'Hanorsches Magazin' und **1765** in diesem 'Magazin' unter JACOBIs Namen veröffentlicht. Weite Anwendung fand sas Verfahren erst nach seiner Wiederentdeckung um 1850, und dann, auch im 21. Jh., für manche Fsche, wie Müritz-Maränen. Zur Zeit von JACOBI war den Zoologen ein **Blick in der Befruchtungsgeschehen** gegeben worden, wie schon 1764 der Berliner Naturforscher GLEDITSCH bekanntgab (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 132).

## Der überragende Experimentalbiologe zu Befruchtung und anderem: SPALLANZANI

Der für lange Zeit größte **Experimentalbiologe**, der mit Experimten bei Organismen aber nicht allein stand, wurde der italienische Abbe LAZZARO SPALLANZANI. Er hielt allerdings wegen ihrer bessseren Erklärung an der Präformationstheorie fest. Um ihn haben sich die Fragen um Präformation oder nicht noch einmal besonders verdichtet. Italien war mit REDI und anderen schon 17. Jh. durch biologisches Experimentieren hervorgetreten und SPALLANZANI setzte die Tradition erweitert fort.

SPALLANZANI (C. E. DOLMAN 1975) war der 1729 geborene Sohn eines erfolgreichen Juristen, besuchte das Jesuitenseminar in Reggio Emilia, studierte in Bologna zuerst ebenfalls Jurisprudenz, kam aber unter Einfluß der mit ihm verwandten Professorin LAURA BASSI zu den Naturwissenschaften. SPALLANZANI lehrte zuerst in Reggio Emilia, hatte 1763 - 1769 den Lehrstuhl für Philosophie in Modena inne und war danach bis zu seinem Tode 1799 Professor der Naturgeschichte in Pavia. Gereist ist er bis Konstantinopel, wurde 1786 vom aufgeklärten Kaiser JOSEPH II. empfangen, erlebte 1794 den unerwarteten Vesuv-Ausbruch. Im Briefwechsel stand er unter anderem mit dem ebenfalls experimentierenden BONNET, den er auch auf seinem Gute in Genthod nördlich von Genf besuchte und dort, in Anwesenheit auch von TREMBLEY, experimentierte. .

Auch SPALLANZANI untersuchte die **Regeneration,** und zwar nach verschiedenen Richtungen hin, auch hinsichtlich Bedingungen. Zu der Frage (s. 1767), ob **Regenerate nochmals regenerieren** können, fand er bei einem Molch, 'Triton', 6-malige Regeneration des Schwanzes. Hungernde Tiere regenerieren wie solche im Normalszustand, und zwar nicht verzögert. SPALLANZANI fragte nach der eventuellen Abhängigkeit der Regeneration vom Alter. Kaulquappen zeigten Regenerationen, welche den Fröschen fehlte. Aufsehen erregte die von SPALLANZANI 1782 und 1784 kurz veröffentliche und von ihm beanspruchte Entdeckung, daß bei **Schnecken** sogar der **weggeschnittene Kopf** wieder gebildet wird (M. CAROZZI 1985). Regenerierte sich also bei Tieren, niederen wenigstens, das, was man vielleicht gar als 'Seele', wie primitiv auch immer, bezeichnen kann? Diesen Versuchen widmete auch VOLTAIRE seine Aufmerksamkeit, hat das Thema zwar eher spöttische behandelt und SPALLANZANI korrespondiert, ja hat solche Versuche gar selbst durchgeführt. Schnecken ziehen bei Berührung der Kopf rasch zurück. Es wurde deshalb gemeint, daß nur ein Teil des Schneckenkopfes abgeschnitten wurde und das Nervensystem, das Oberschlundganglion, nur nach hinten gedrückt wurde. Es erschienen auch montröse neue Köpfe. Es gab Fehler bei der Regenerierung. Hier erstand dann die Frage, wie die dafür zuständigen präexistenten Keimchen dann gestaltet waren.



Abbildung 1396: Erdkröten kopulierend.



Abbildung 1397: Grasfrosch-Laich.

Für die **Befruchtung** bei Amphibien und war noch umstritten, welche Tiere, etwa Fische, Außenbefruchtung haben und welche nicht. SPALLANZANI forschte besonders an Amphibien. Die Entwicklung der Eier im Körper zu verfolgen öffnete SPALLANZANI (S. 95) 2027 Frösche und Kröten. Im Frosch-Weibchen existierten schon die Eier des kommenden Jahres. Besonders wichtig war, daß SPALLANZANI (1786) **1777** und vor allem im Frühling **1780** bei Fröschen und Kröten nachwies, daß sich die **Eier nur** nach **Einwirkung von Samenflüssigkeit** entwickeln. Diese Versuche waren wie die von JACOBI gebunden an die Laichzeit der Tiere und Fehler und Versäumnisse konnten erst im folgenden Jahr ausgeglichen werden.

Nicht ein 'geistiges Prinzip' wie nach der Ansicht des ARISTOTELES, im 17. Jh. genannt eine 'aura seminalis', befruchtete das Ei, sondern etwas Materielles, wenn SPALLANZANI auch nicht in den Spermatozoen, sondern allein in der Flüssigkeit

das materiell befruchtende Agens sah. Um befruchtungsfähige Eier sah er , beim Salamander, einen Schleim. Schleimige Flüssigkeiten erscheinen als die Befruchtungsmaterien. Manche wollten das auch bei anderen Tieren schon klären, erzielten jedoch keine überzeugenden Ergebnisse.. Daß das Frosch-Männchen die aus den Weibchen austretenden Eier mit seinem Samen bespritzt hatte SWAMMERDAM gesehen. SPALLANZANI zog Frosch-Männchen vor der Umklammerung der Weibchen "wachstaftene" Höschen an, um in ihnen die Samenflüssigkeit abzufangen. Die deshalb unbefruchtet bleibenden Eier entwickelten sich nicht. SPALLANZANI experimentierte namentlich mit Erdkröten, die "mit roten Augen und Warzen auf dem Rücken", die ihre Eier in Schnüren ablegen. Die Samen schnitt er zur Befruchtung der Eier aus den männlichen Kroten heraus. Als Blindversuch hielt er unbefruchtete Eierschnüre, deren Eier sich nicht entwickelten. Der so viel feststellende SPALLANZANI fand auch, daß dem Weibchen herausgeschnittene Eier wegen noch fehlenden Schleimes nicht befruchtungsfähig sind, daß die Kaulquappen, die Larven, der natürlich und der künstlich befruchtenden Eier zur gleichen Zeit erscheinen, also die künstliche Befruchtung offenbar keine abweichenden Verhältnisse schafft. Weiterhin untersuchte SPALLANZANI, das Schweben der Samen im Wasser, welche Menge an Samenflüssigkeit zur Befruchtung reicht, wie lange etwa bei Salamander nach dem Tode die Samen noch befruchtungsfähig sind, ob sie beim Vertrocknen ihre Befruchtungsfähigkeit verlieren, wie Hitze auf sie wirkt, ob Zusatzflüssigkeiten wie Blut oder Urin sich auswirken.

**Das junge Amphibium** sollte gemäß SPALLANZANIs Anhängerschaft zur Präformationstheorie, der ovulistischen Richtung, **im Ei schon vorgebildet**, präformiert, schon belebt sein, und der Samen, ab er eben allein die Flüssigkeit, war ein Entwicklungsanreger, wirkte etwa auf das Schlagen des Herzens in der vorgebildeten Larve. SPALLANZANI, und diese Auffassung hielt sich lange, glaubte dabei festgestellt zu haben, daß die "Samentierchen", also **die Spermatozoen**, **für die Befruchtung nicht nötig** sind, sie so etwas wie **Parasiten**, Fremdtierchen, wohl harmlose, in der Samenflüssigkeit sind, während der Flüssigkeitsanteil allein zur Befruchtung ausreicht. Der Samen, allein der flüssige Anteil, mochte wirken durch eine "aurea spermatica". SPALLANZANI ließ auf die "Samentierchen", vermeintliche Parasiten, verschiedene Agenzien einwirken, so insektentötende Substanzen wie Tabak, Campher, Schwefel, Terpentin, die tödlich wirkten (F. VIENNE 2009), Er vermischte Samen mit Menschenharn oder Weinessig, glaubte die "Samentierchen" damit abgetötet, jedoch der Samen befruchtete dennoch weiter, was seiner Auffassung von der Alleinwirkung des flüssigen Anteils im Samen entgegenkommen mußte.

Auch mit stark verdünntem Samen ließen sich Eier befruchten, allerdings sank mit der Verdünnung die Zahl der befruchteten Eier. Unklar blieb die Notwendigkeit

für die große vorhandene Samenmenge. Nach BONNET und HALLER sollte der Samen auch im eigenen Körper belebend wirken, was SPALLANZANI bezweifelte.

Aber Kröten-Eier in einem Glasgefäß über Kröten-Samen, von denen also eine immaterielle Wirkung hätte ausgehen können, blieben unbefruchtet. Andererseits verlor filtrierte Samenflüssigkeit die Befruchtungsfähigkeit, was SPALLANZANI hätte helhörig machen müssen. Aber hier war seine Auffassung vom im Ei präformierten Embryo, der keine materielle Anregung benötigte, davor. Auf BONNETs Anregung untersuchte SPALLANZANI, ob Elektrizität oder anstatt Samenflüssigkeit Blut oder Galle, sogar Zitronensaft, Frosch- oder Kröten-Eier zur Entwicklung bringen, ohne Ergebnis, jedoch "giebt es in dem weiten Reiche organischer Wesen so viel ungesehene und neue Dinge, daß man nicht behutsam genug sein kan, wenn es darauf ankomt, über die Unmöglichkeit irgend eines Versuches den Ausspruch zu thun; ..." (S. 225 / 226).

Bei einer Pudel-Hündin, also einem **Säugetier**-Weibchen, gelang SPALLANZANI offenbar **künstliche Befruchtung**, denn sie gebar Junge nach dem Einspritzen von Samenflüssigkeit eines Hundes in die Gebärmutter mittels einer angewärmten Spritze. Zweifler mochten immer wieder an eine unentdeckte frühere Hundebekanntschaft denken, SPALLANZANIs Bericht ist immerhin vorhanden.

Erfolglos veruchte SPALLANZANI **Bastardierung** entfernterer Arten, so indem er Salamander-Samen auf Eier von Fröschen oder Kröten brachte oder gar eine Katze mit Hundesperma befruchtet habe. Seltsame Bastarde, "Mulets", erschienen SPALLANZANI durchaus erstrebenswert. Welcher Same welche Eier befruchtet – nur die Erfahrung kann es erweisen. Verschiedenen Frosch-Arten, fand SPALLANZANI, begatten einander nicht, selbst ein hitziges Frosch-Männchen ginge nicht auf ein artfremdes Weibchen.

Zur **weiteren Entwicklung** stellte SPALLANZANI fest, daß Amphibien-Larven nur in Wasser, nicht aber in anderen Flüssigkeiten, wie Molken oder Eiweiß, aufwachsen.

Auch über die Entwicklung von Pflanzen hat SPALLANZANI Experimente durchgeführt.

SPALLANZANI untersuchte das **Überleben** von Organismen **unter extremen Bedingungen**. Amphibien-Larven erholten sich nach Aufenthalt in Eisgruben. Zu große Kälte sowie Schütteln zerstörten bei SPALLANZANI die Befruchtungsfähigkeit von Sperma.

Geblendete **Fledermäuse**n fand SPALLANZANI sicher fliegend und sie vermieden auch recht dünne Drähte. Es wurde an einem allerdings auch bald bezweifelten

"sechsten Sinn" gedacht. Immerhin blieb eine Vorstellung von **Sinnesleistungen bei Tieren**, die Bekanntes, auch beim Menschen, übertreffen. Erst um 1938 (J. DAINTITH et al. 1994) wurde nachgwiesen, daß Fledermäuse Ultraschall aussenden und dieser reflektiert von ihnen aufgenommen wird.

In Untersuchungen über die Verdauung war 1752 REAUMUR vorangegangen, und ließ Tiere metallene, an beiden Enden offene Röhrchen verschlucken. Anschließend wurden die Tiere getötet (E. ABDERHALDEN 1939a, S, 29). SPALLANZANI setzte hier an. Zu seinen Untersuchungen über **Verdauung**, nutzte SPALLANZANI (so E. ABDERHALDEN 1939a) Raubvögel. Von gefressenen Körnern wurden nur zerquetschte verdaut, ganze nicht und es war also nötig, die Körner im Schnabel aufzubrechen. In Vermutung von Unterschieden der Mägen verfolgte SPALLANZANI die Verdauung bei verschiedenen Arten, betrieb also **vergleichende Physiologie**. Adler verdauten schneller als Falken, und Adler benötigen pro Tag dreimal so viel Fleisch als Falken (S. 43). SPALLANZANI ließ Raubvögel Schwämmchen mit einem angebundenen Faden verschlucken zog sie wieder heraus. SPALLANZANI versenkte auch Schwämmchen an einem Faden in seinen eigenen Magen, und holte sie nach einiger Zeit wieder hervor und quetschte den aufgenommenen Verdauungssaft heraus. Mehr als zersetzende Wirkung auf Fleisch war jedoch nicht zu beobachten, der Chemismus der Verdauungssäfte konnte noch nicht aufgeklärt werden. Die Physiologie als **"getragene" Wissenschaft** ist in vielem etwa von den Fortschritten der Chemie und auch der Physik abhängig.

SPALLANZANI stellte noch manche interessante **Beobachtungen** an, deren Weiterverfolgen wichtige Einsichten gebracht hätte. So wenn er feststellte,, daß **Wassermolche schon Mitte Oktober**, wenn in Italien meistens noch angenehme Wärme herrscht, sich **in Winterquartiere** zurückziehen, und andererseits im noch kalten Wasser im Februar wiedererscheinen. Nicht die Außenwelt, sondern der Körper, steuert hier also zweckmäßiges, vor Zeitverlust schützendes Verhalten. Man kam hier schon zu dem, was im 20. Jh. **Chronobiologie** heißt. Auch vermehren sich etwa Frösche und Salamander in der für die Nachkommenschaft günstigsten Jahreszeit, legen die Eier in ruhiges Wasser als ob sie wüßten, wo Eier sich entwickeln können. Vogel-Beobachter wußten, daß Zug-Vögel nicht erst wegziehen, wenn es unwirtlich wird und Zug-Vögel im Käfig, also in wohltemperierten Bedingungen, äußerten zur Zugzeit Unruhe (J. HAFFER 2006), wurden also nicht nur durch Außenreize zum Ziehen angeregt.

Daß SPALLANZANI Anhänger der Präformationstheorie blieb, hat ihm manchmal die Deutung der angeblich ohne Voreingenommenheit durchgeführten Untersuchungen wohl mit gelenkt. Da man die kleinen präformierten Keimchen nicht sah, meinte als weitere Anhänger der Präformationstheorie BONNET in einem Briefe an SPALLANZANI (s. 1786, S. 256): "Es ist wohl der Mühe werth, alle si-

chere Mittel anzuwenden, um die ursprüngliche Präexistenz des Enbryo in großen vierfüßigen Thieren und Vögeln unumstößlich zu erweisen." Wegen ihrer großen Feinheit und Durchsichtigkeit könne man die Embryonen vor der Befruchtung nicht erkennen.

JACQUES OFFENBACH gab in seiner 1881, nach dem Tode des Komponisten aufgeführten Oper "Hoffmanns Erzählungen" dem Konstrukteur der als Mensch angesehenen künstlich kontruierten Sängerin Olympia den Namen "Spallanzani" – wohl in Erinnerung an jenen Mann, der mit Organismen fast wie ein Konstrukteur umging.

Experimentell war das 18. Jahrhunderte aber auch anderswo, bis hinein in die Praxis: Bei **Fische**n führte JACOBI die **künstliche Befruchtung** ein, indem Fischeier im Wasser im Eimer mit Samenflüssigkeit verrührt wurden.

## Experimente mit vor allem einem Objekt, dem Viperngift: FELICE FONTANA

Ein weiterer, aber auf einem begrenzteren Sektor tätiger italienischer Experimentalbiologe des späten 18. Jh. war FELICE FONTANA (L. BELLONI 1972), wie einst in mächtigeren Zeiten der Medici F. REDI Leibarzt des Großherzogs der Toskana und Aufseher über dessen Naturalienkabinett, der namentlich mit dem **Viperngift experimentierte** (dtsch. 1787). Auch das war Nachfolge von REDI. FONTANA stellte etwa fest, daß das gelbe Gift der Viper nicht nur von einer zornigen Schlange giftig ist, daß ungeachtet von Zorn nach Entfernung der Giftbläschen oder Unterbindung des Gifkanals keine Gift mehr abgegeben wird, daß Hühner dem Gifte mehr wiederstehen als andere Warmblütler, daß die Schlangen sich wechselseitig ohne Vergiftung beißen, daß Schnecken, Blindschleichen , Schildkröten ebenfalls nicht vergiftet werden, daß es auf der menschlichen Zunge geschmacklos , ansonsten klebrig und brennbar, zu Pulver zerrieben noch längere Zeit giftig wirkt und weiteres. Bisse in Organe ohne Gefäße, oder Knochen oder Knochenhaut bebleiben folgenlos. Angesichts der Fülle zusammengestellter einzelner Daten, die alle einzeln gewonnen werden mußten, empfahl FONTANA, in der Natur nichts aus Ähnlichkeiten abzuleiten oder erraten zu wollen, und nur "die Erfahrung in den Händen eines aufmerksamen und hellsehenden Beobachters ist im Stande", der Natur "ihr Geheimniß abzulocken" (S. 23) – also ein Plädoyer für die Empirie.

## Wenn winzige Tote erwachen - oder waren sie nur scheintot? – Überlegungen auch zum Wesen des Lebens

Manche kleinen Lebewesen, später vor allem bekannt die **Bärtierchen / Tardigrada**, fallen unter ungünstigen Bedingungen, Hitze oder Trockenheit oder beides, **in eine Art Totenstarre, aus der wieder zum Leben gebracht** werden können. Schon LEEUWENHOEK, der kleine Lebewesen aus einer trockenen Dachrinne gewann, hielt einige Rädertierchen 21 Monate lang.trocken gehalten und sie erwachten überführt in gekochtes kaltes Wasser (M. J. RATCLIFF 2000). LEEUWENHOEK hatte das Wasser abgekocht, um darin schon befindliche Lebewesen abzutöten – ein für die spätere Mikrobenforschung wesentliches Verfahren. 1745 beschrieb ohne weitere Schlußfolgerungen NEEDHAM das Wiederaufleben kleiner 'Älchen', Fadenwürmer im späteren Sinn, aus Getreidekörnern. FONTANA, der das auch beobachtete und auf seiner Frankreich-Reise in den 1770-er-Jahren gern vorführte, sprach von einem regelrechten erneutem Leben (resuscitation) und dieser Vorgang fand Beachtung wie die Regeneration. Mit entspechender Beachtung wurde das auch beschrieben an ausgrtrockneten, eingeschrumpten Rädertierchen von SPALLANZANI 1776 und BAKER in London. Es wurde das Zeitintervall, in der solche Tierchen totenstarr waren, immer weiter auszudehnen versucht, bis zu 27 Jahren, was zunehmend mit der Lebenszeit der Forscher kollodierte. Es gab also, wie schon beim Verfolgen der Parthenogenese über die Generationen bei den Blattläusen bei BONNET, schon **beträchtliche Langzeit-Versuche**. Über die Generationen hätte man sie fortsetzen mögen.

Wie 'tot' war aber nun 'tot', was blieb beim Trpcken'schlaf' erhalten und konnte beim Wiedererwachen wieder funktionieren – das blieb das Problem, was auch das Wesen betraf. Verglichen wurde es auch mit der Insekten-Metamorphose, bei der das Puppen-Stadium sich nun auch nicht durch große Lebenstätigkeit kundgibt und sich im Inneren alles verändert.

BONNET bemerkte, daß die Vorstellungen von Leben von den höheren Tieren genommen wurden und daß Vergleiche doch im wesentlichen nur innerhalb derselben Klasse von heuristischem Wert sind. Das "Bekannte", schrieb BONNET (s. 1772, S. 219) einmal, kann "kein Muster des Unbekannten" sein, und die Muster wechseln "unendlich" ab. Ehe man die Süßwasserplolypen entdeckt, habe man sich "vergebens" geschmeichelt, "die thierische Natur recht zu kennen" (S. 216). Vor Analogien der verschiedenen Organismen müsse man sich hüten, also Kreislauf bei Tieren wie bei Pflanzen sehen zu wollen. Auch das Tierreich habe noch seine unbekannten "Südländer", das heißt der Entdeckung harrendes Unbekanntes.

Aber die Schlußfolgerungen vom Bekannten auf Unbekannten behielten auch ihren Wert, nur waren eben BONNETs Ermahnungen zur Vorsicht zu beherzigen..

**Tierphysiologie - Annahme und viel Spekulation unter anderem von "thierischen Kräften", auch und gerade vom Nervensystem**

Die zeitbedingte Lehre in der Physiologie und die dabei mitgeteilten Kenntnisse vom Leben beschränkten sich nicht auf die einigermaßen gesicherten einzelnen Tatsachen, sonder es gab auch **allgemeine Betrachtungen**, Suche nach dem, **was** etwa **"Leben" ist**. Und auch "Seele" und Psyche werden gern mit eingeführt. Das wird von Medizinern gelehrt, die offenbar in den neuen Chemie erst randlich bewandert sind und sich weniger vorsichtig ausdrücken. Es erscheint Heutigen wohl schwierig, immer eine logische Gedankenfolge zu erkennen, Faktenbeobachtungen von Spekulationen zu trennen. Medizinstudenten wurden diese Dinge mit allen ihren zeitbedingten Floskeln wohl ausführlich mitgeteilt, oft wohl mit sachlicheren Darlegungen verquickt. In Darstellungen über die geschichtliche Entwicklung etwa der Biologie oder Medizin werden diese Dinge gern weggelassen oder werden vorausschauende Einsichten hereingelesen, die es so gar nicht sind. Die Lehrbücher der Zeit geben auch die allgemeinen Einsichten wider, die man nicht immer mit einem bestimmten Namen verknüpfen kann.

Schon wegen der noch ungenügenden Entwicklung von vielem in Physik und Chemie waren der Physiologie die Erklärungsmöglichkeiten begrenzt. Die Chemie eines LAVOISIER wirkt da um vieles klarer!

## In der Medizin: Erfahrung oder 'System': u. a. WILLIAM CULLEN

Die Physiologie war und blieb eng mit der Medizin verbunden, und gerade WILLIAM CULLEN betonte das. Die über Leben und Lebenserscheinungen nachdachten und schrieben waren eigentlich stets Mediziner. Aber was war da nun maßgebend?

Wie CULLEN (dtsch. 1789, S. 5) ausführte, wird "ist seit langen Zeiten darüber gestritten worden und noch nicht ausgemacht, ob man in der praktischen Arzneykunst Verunftschlüssen trauen könne oder ob dieselbe sich einzig und allein auf die Erfahrung gründen müsse." Immer hab es "Systeme' gegeben, Grundauffassungen, aus denen die oder wenigstens viele Einzelheiten abgeleitet werden konnten. So habe HARVEYs Entdeckung des Blutkreislaufs zu einer "mechanistischen Philosophie" über das Körpergeschehen geführt, während bei STAHL die 'vernünftige Seele' die 'thierische Oekonomie' "regiret". "Voll von Zutrauen auf die beständige Aufmerksamkeit und Weisheit der Natur trugen" die Anhänger der führenden Rolle der 'Seele' "die Kunst vor, Krankheiten durch Erwartung zu heilen" (S. 13) und haben daher selbst auf wirksame Arzneimittel verzichtet, sogar

auf Opium und "Fieberrinde." CULLEN will dabei durchaus, daß neue Tatsachen in ein System, ein neues, einfließen, aber dafür wäre eine Sammlung aller bekannten Tatsachen kaum zu bewerkstelligen. Und 'nahe Ursachen', wie sie die pathologische Anatomie vorlegt, reichten zum Verstehen der Krankheiten nicht aus. Die anatomischen Veränderungen würden schließlich auf irgendetwas beruhen. Und CULLEN sieht als wichtig das **Nervensystem**, von dem aus er also vieles im Krankheitsgeschehen ableiten will. Es geschieht, und zu mehr ist man wenigstens damals nicht in der Lage, spekulativ, aus allgemeinen Überlegungen, nicht faktisch überprüft. Anzunehmen wäre, daß die 'verschiedenen Fieber' eine gemeinsame Ursache haben. Die "entfernten Ursachen der Fieber" wären wohl giftige Ausdünstungen, Kälte, Furcht, und diese würden "die heftigen Bewegungen im Körper stillen und dessen Kräfte schwächen (sedatine)" (S. 77) und das geschieht in Wirkung auf die Nerven, Verminderung auch der "Energie" des Gehrins (S. 86). Und Fieber entstünden dann durch Krampf der äußersten Gefäßenden. Und "die kleinsten Gefäße auf der Oberfläche des Körpers und der Magen" stehen "mit einander in einer gewissen Sympathie oder Uebereinstimmung", was das Nervensystem herstelle. Ausdünstungen sind abhängig von den äußersten Gefäßenden und Ausdünstungen zeugen von Krankheiten (S. 82). Schweiß zeuge von der Erschlaffung der Ausleerungswerkzeuge. Da Fieber plötzlich kommt, entstehe es nicht durch eine allmähliche Blutveränderung, sondern durch unmittelbar auf das Nervensystem wirkende Kräfte. Bewegung der Fieberkranken und auch Verminderung der Reize (S. 183) würde die die Energie des Gehirns und der äußersten Enden der Gefäße wieder herstellen (S. 87). So wurden also therapeutische, also heilende Maßnahmen abgeleitet. Die Dauer der Fieberanfälle, denn man fiebert ja gewöhnlich nicht den ganzen Tag, würde bedingt durch die üblichen täglichen Veränderungen mit regelmäßiger Wiederkehr, also Schlafen, Wachen, Eßlust, Ausleerungen. CULLEN spricht von der täglichen "Revolution" des Körpers, also einer Anspielung auf die Umdrehungen in der Gestirnswelt, entweder vom Körper selbst bedingt oder durch äußere Kräfte bewirkt. Fieber erzeugende Ausdünstungen können wohl auch von anderen Kranken kommen, "ansteckende Teile", "contagons" (S. 114), menschliche Ausdünstungen, "Human-Effluvia". Aus Morästen und feuchten Gegenden könnten auch Miasmata kommen, "Marsh-Effluvia". Auch die Gicht wird als Nervenkrankheit gesehen. Das, und auch verkürzt, Diskussionen um Krankheitsursachen in der Goethe-Zeit. Noch fehlte es an vieler Einsicht in die Physiologie! Wäre Schweigen besser gewesen? Oder regten Hypothesen zum Forschen auch hier an?

Der 1710 bei Glasgow geborene und 80-jährig 1790 auf seinem Besitztum bei Edinburgh gestorbene CULLEN (W. F. BYNUM 2004) war einer der vielseitig gebildetsten Männer seiner Zeit. Hat der viel auf Generalisationen ausgehende CULLEN ungeachtet seines zeitgenössischen Ruhmes gerade deshalb keine umwerfende

Einzelentdeckung hervorgebracht, so wie etwa sein Freund und zeitweiliger Konkurrent BLACK? Der aus einer Familie mit 11 Kindern stammende und von einem reichen Gönner geförderte CULLEN hatte gelernt bei Ärzten und in einer Apotheke, sich befaßt, studiert und in Glasgow und Edinburgh gelehrt Chemie, Physik und medizinische Fächer, auch als praktischer Arzt gewirkt. In Gesundheitsdingen Ratsuchende wandten sich an ihn aus vielen Ländern. Aber auch sein Bemühen um eine Klassifikation der Krankheiten, ein System unterteilt in 2 Divisionen, diese wie bei LINNE in Klassen, Ordnungen, Genera, überlebte nicht.Systeme mochten dem Arzt bei seinen Urteilen eine große Hilfe sein. Zu viele Erfahrungen waren nicht überschaubar.

## Alle Krankheiten beruhen auf dem Nervensystem: Brownismus - Muster eines 'Systems'

Die große Rolle des Nervensystems für Krankheiten betonte auch der weitbekannte Hallenser Mediziner FRIEDRICH HOFFMANN d. J. Ein übertriebenes, auch von CULLEN abgelehntes und vielleicht gerade deshalb auch außerhalb Großbritanniens viel diskutiertes, auf den Nerven beruhendes medizinisches "System" begründete JOHN BROWN (W. F. BYNUM 2004, CHR. LAWRENCE 2004), oft auch in Edinburgh. Nerven konnten überreizt sein oder standen unter Unterfunkion, "over- and understimulation", waren also "asthenic" oder "sthenic". Und mit Beruhigung oder Stimulation sollte der Arzt erfolgreich eingreifen können. Auf schnelle Behandlung bedachte Militärärzte etwa hörten das gern. BROWN war 1735 geborener schottischer Webersohn, erwarb sich sehr erfolgreich Latein, war Unterlehrer, erwarb nach Konflikt mit seinem Tutor CULLEN den medizinischen Grad aber in St. Andrews. In Edinburgh lehrte BROWN auch Physik, was ihn auch zu Irritabiliy und Sensibility führte. Zeitweilig wenigstens soll er zur eigenen Nervenberuhigung zu sehr zu Alkkohol und Opium gegriffen haben. Zwei Jahre vor seinem Tod 1788, also 1786, zog er mit seiner Familie nach London und hatte einer Einladung von FRIEDRICH dem GROSSEN nach Berlin nicht mehr folgen können.

## Gedanken bei BORDEU, oder bei JOHANN CHRISTIAN REIL 1796, etwa über ein Eigenleben der Organe: Vita propria

Ein Eigenleben der Organe, eine Vita propria, propagierte in Frankreich BORDEU (L. DULIEU 1970), wobei aber eine "sensibility" die Bewegung der Organe und

Drüsen auslösen sollte und das Bindegewebe koordinierte. Der ansonsten vitalistisch denkende XAVIER BICHAT (dtsch. 1802, S. 43) wird schreiben von jedem Organ mit seiner eigenen Verrichtung, von den Organen als vielen Maschinen in der allgemeinen Maschine, aber die Idee der vita propria wäre nur auf die Gewebe anwendbar (S. 489.

Der Mediziner REIL, Halle, legte 1796 viel auf die **Mischung der** verschiedenen **Stoffe** im Körper, legte dem Chemismus große Bedeutung bei. Vielleicht sind unbekannte feine Stoffe im Körper anzunehmen und ihre Mischung bringt Leben. Auch die Elektrizität gehört dazu. Von der Materie nicht zu trennen ist die "Kraft". Auch von 'Lebenskraft' ist die Rede. Aber **jedes Organ** hat wohl seine eigene stoffliche Zusammensetzung, seine ihm "eigenthümliche Mischung ... ihm eigene Physiologie" (S. 44), sein eigenes Leben, **vita propria**, trotz aller Verbindung der Organe untereinander (S. 104 ff.). "Durch seine eigenen Kräfte lebt" ein Organ, "erhält sich, nährt sich, wächst und bringt die Erscheinungen hervor, zu welchen es, vermöge seiner Einrichtung, fähig ist." Und: "Wir müssen daher ein jedes Organ als selbständig und in Ansehung der nächsten Ursache, durch welche es wirkt, unabhängig von allen andern Organen als ein besonderes, für sich bestehendes organisches Wesen betrachten, das sich nur an die anderen anhängt, ein Parasit derselben ist und wieder zum Parasiten für die übrigen dient" (S. 105). Das gelte für die kleinste Faser im Körper. Der tierische - und damit auch menschliche - Körper ist gleisam eine Republik. Bei VIRCHOW werden etwa ein halbes Jahrhundert später solche Gedanken gar auf die einzelnen, nunmehr einigermaßen erfaßten Zellen angewandt werden. Wie denn nun eine "Ganzheit" im Körper zustandekommt, hat auch VIRCHOW nicht erklärt und in dieser Frage blieben viele schöne Worte., auch wenn die Erforschung der Nerven und Hormone weiterführten. Noch fehlte zur Zeit von REIL trotz seiner allgemeinen Überlegungen viel über die Funktion der Organe. Auf die Krankheitslehre angewandt meinte REIL etwa: Oft ist nur ein Teil des Körpers krank. Bei manchem Gelehrten sind manchmal alle Organe krank außer dem Gehirn. Der Arzt muß sich dem 'leidenden Theil' zuwenden. Also: Anstatt irgendwelchen Säften des Gesamtkörpers, gehört die ärztliche Maßnahme dem einzelnen kranken Organ. Das Zusammenwirken der Teile besteht aber auch: "Organe, die eine gewisse Gemeinschaft unter einander besitzen und einmal in einer bestimmten Ordnung zusammengewirket haben, behalten die Neigung, in derselben Ordnung vereiniget wieder zu wirken, wenn eins aus der verbundenen Menge durch eine zufällige Ursache gereizt wird" (S. 113). Mit der männlichen Pubertät verändert sich die Stimme des heranwachsenden Mannes. Auf Erfahrungen beruhte, daß die Kräfte der Tiere, das heißt Form und Mischung seiner Materie, sich durch ihre eigene Tätigkeit in der Zeit ändern, also etwa Sonne die Reizbarkeit der Netzhauf abstumpft. "Jede Thätigkeit einer Gehirnfaser", meinte REIL (S. 123), "ändert ihre eigene Kraft ab." Beim Gelehrten wird das Gehirn ausge-

bildet. Ein Überstehen der Pocken schützt vor erneuter Ansteckung - wohl weil irgendwelche Körperkräfte geändert sind. Fehlende Nutzung eines Organs läßt seine Reizbarkeit, sein 'Wirkungsvermögen', sinken. Feine Stoffe in der Atmoisphäre, deren Gehalt sich mit den Tages- und Jahreszeiten ändert, werden für physiologische Änderungen verantwortlich gemacht, aber der menschliche Körper habe auch ein Wahlvermögen gegen solche Einwirkungen (S. 131). Jedenfalls zeigen manche Krankheiten eine Bindung an bestimmte Jahreszeiten. Pharmaka können auf die Mischung der Stoffe im Körper Einfluß nehmen.

Insgesamt erscheint also ein Darstellung angenommener innerer Körpereigenschaften und deren teilweise mögliche Außenbeeinflussung, wobei letzteres mit den körperinneren Eigenschaften erklärt wird.

Der als Pfarrerssohn in dem ostfriiesischen Dorf Rhaude 1759 geborene REIL (BANDORF 1888, V. HESS 2003) wurde nach dem Medizinstudium und kurzer ärztlicher Tätigkeit in seiner Heimat 1787 ao. Professor in Halle, wo er ein chemisch-physikalisches Laboratorium für den klinischen Unterricht einrichtete. 1788 Ordinarius, wurde der auch als kenntnisreicher praktischer Arzt geschätzte REIL 1789 auch Stadtphysikus von Halle. Seit 1795 betrieb er eingehend Hirnanatomie, war also auch Faktenforscher. 1796 gründete er das "Archiv für die Physiologie", das weltweit erste Fachjournal für Physiologie. REIL erstrebte wie PINEL in Frankreich eine andere als die nur Zwangsbehandlung der "Geisteskrankheiten", hohne den Erfolg seines französischen Kollegen zu erreichen. Sich der Unzulänglichkeiten in den medizinischen Hypothesen bewußt, neigte er dann stark zur romantischen Naturphilosophie. Indirekt wurde REIL ein Opfer der Völkerschlacht 1813 bei Leipzig, denn er wurde der oberste Leiter der Kriegshospitäler auf dem linken Elbufer und infizierte sich hier selbst mit so etwas wie Typhus. In Halle starb er am 22. November 1813.

## Gedanken bei GEORG PROCHASKA 1797 ausgehend von der 'Physiologie des Menschen'

In Auffassungen von **'thierischen Kräften',** nicht nur dem Bildungstrieb, ging man wohl hinter die sich auf das sachliche gerichteten Aussagen HARVEYs mehr als 150 Jahre früher leichtsinnig zurück. Neben den 'allgemeinen Kräften', zu denen Federkraft, Druckkraft, die Schwere oder allgemeine Anziehungskraft und die zur "Cohäsion" führende "besonders Anziehungskraft", und ebenso der Luftdruck gehörten, nennt G. PROCHASKA 1797 (S. 42) als den belebten tierischen Körpern zugehörig als eigene Kraft die "Organisation", auch Nervenkraft, Muskelkraft oder die sogenannte Reizbarkeit, Kontractilität des Zellengewebes, ja "Instinct", "Bil-




Abbildung 1398: REIL-Erinnerung in Halle.




Abbildung 1399: REIL. Halle. Denkmal 1947.

dungstrieb", "Gewohnheit", "Temperament", "eigene Gesundheit", "sogenannte Lebenskraft".

Reichlich äußert sich PROCHASKA zum **Nervensystem**. das schließlich an allen "Körperverrichtungen" beteiligt wäre. Durchaus richtige und für den Mediziner wichtige Beobachtungen von Phänomenen, viele von anderen längst getätigt, werden mit eigenwilliger Deutung und Terminologie verbunden. Das Rückenmark als ein 'körperliches Sensorium' beweisen ihm die Reaktionen enthaupteter Frösche. Das Gehirn ist das Seelensensorium. PROCHASKA beshreibt das, was im 20. Jh Reflexe heißt, etwa das Schließen der Augenlider beim Annähern eines Fingers oder die Beinflussung der Nerven der Tränendrüse durch Fremdkörper im Auge. Angenommen wird allerdings auch, daß es ohne 'Nervenkraft' keine Herzbewegungg gibt. Auch die "Sinne", so 'Geschmackswärzchen', werden angeführt. Das Gehörorgan (S. 164) wird recht gut beschrieben, also der Weg zum Hören vom Trommelfell, über die Gehörknöchelchen ins Labyrinth Im Labyrinth "nimmt das Wasser dieses schwingende Beben auf, wodurch es zu einem proportionirten Steigen und Fallen in den Halbzirkelcanälen und Schnecknggängen veranlasst zu werden scheint, und dieses bewirkt in dem daselbst ausgebreiteten Nervenbrey solche Eindrücke, welche dem Gehirne mitgetheilt das Hören hevorbringen können." Auch über die Kopfknochen wird Schall zum Labyrinth geleitet. Von der "Nervenkraft", die ihm die mit dem Nervensystem verbundenen Phänomene erklärt, glaubte PROCHASKA (S. 74) zu wissen, daß sie "die Wirkung der Mischung und Organisation der Nervenmaterie" ist. War es vom Gehirn abgesonderter 'Nervensaft'? Sollte die Nervenkraft wirken, müßte sie durch einen Reiz dazu 'aufgefordert' werden - eine noch lange einseitig gültige Annahme. PROCHASKA (S. 134/135) kannte auch das, was nunmehr, im 20. Jh. ‚Allergie heißt, also, wie er lehrte, daß etwa manche Menschen keinen Katzengeruch ertragen, in fahrenden Wagen oder beim Berühren eines Pfirsichs Übelkeit erleiden. Die Nervenkraft kann, wie PROCHASKA meinte, gegen bestimmte Reize besonders empfindlich werden und spricht von 'spezifischer Nervenkraft', "**Idiosincrasie**". PROCHASKA verweist auch auf Dinge, die noch nicht bekannt sind, etwa das der "Zergliederunskunst" noch nicht mögliche Ausfindigmachen der "Wege des Nervenflusses." Aber man sollte achten auf das "noch", damit den Verweis auf Probleme. Was die Verbindung zu Anatomie des Nervensystems betrifft, so gab PROCHASKA zu (S. 103), daß "wir" "müssen ... gestehen, dass uns alle diese in dem Baue des Nervensystems gemachten Entdeckungen nicht viel Aufschluss über seine Verrichtungen geben, ...." Was mußte man vom Funktionieren des Nervensystems mehr, wenn SÖMMERRING mehrere Hirnnerven bis an die Wände der Hirnhöhlen verfolgte, wo sie mit der Hirnhöhlenfeuchtigkeit in "Berührung" kommten sollten, also immerhin der Kontakt der vom Gehirn ausgehenden großen Nerven deutlicher wurde? Wohl um nicht nur Unkenntnis zuzugeben, fügte PROCHASKA (S. 105)

hinzu: "Es ist nicht zu zweifeln, dass die Nervenkraft die Wirkung der Mischung und Organisation der Nervensubstanz sey, von der wir aber weiter nichts bestimmen können, als was uns die Beobachtung ihrer Wirkungen lehren kann." Wenn "Kräfte" nicht reichten, mußten sogar "Gesetze" heran. So wenn es heißt (S. 113): "Der Ubergang der Empfindung in die Bewegung geschieht nach dem in die Organisation des Nervensystems gleichsam geschriebenen und unerklärbaren Gesetze der Selbsterhaltung, angenehme und unserer Erhaltung erträgliche Empfindungen veranlassen solche Bewegungen, wodurch der Eindruck ferner beibehalten wird; ... " Unangenehme Eindrücke bewirken Abwendung. Das wäre eine Vorwegnahme der bedingten Reflexe des 20. Jh.? Jedenfalls sollte die "Nervenkraft" "auffallende specifische Stimmungen" aufweisen können, besondere "Disposition des Nervensystems, "angeboren oder angewöhnt" (S. 126). Nerven wirken auf Blutgefäße, was später wiederentdeckt wurde. Die "Muskelkraft" "setzt gemäß PROCHASKA aber die Nervenkraft schon voraus, ...", und durch die "Organisation des Muskels" wird im Muskel die Nervenkraft "zu einem neuen Phänomen modificirt" (S. 199). Das Zusammenziehen des Muskels geschähe durch die Anhäufung der Säfte in den Blutgefäßen des Muskels, was Hypothese ist, aber bis zu einer besseren Erklärung beibehalten werden sollte (S. 200). Die **"Lebenskraft"** selbst (S. 84/85) müsse man sich dann vorstellen "als ein Aggregat von allen den theils als Ursache, theils als Wirkung erscheinenden Naturkräften ...., die sich in unserem Körper vereinigen, um durch ihre bestimmte Harmonie das Leben hervorzubringen. Es sind folglich die unter dem Namen der Lebenskraft begriffenen Kräfte keine eigenen, sondern es sind allgemeine Naturkräfte, welche aber in einem besonderen Verhältnisse, in einer besonderen Mischung mitsammen so verwickelt sind, dass es uns unmöglich wird, alle ihre Wirkungen und Ursachen gehörig auseinander zu setzen."

GEORG PROCHASKA war der 1749 geborene Sohn eines armen mährischen Landwirtes, dem der Vater wegen des Sohnes Ablehnung des geistlichen Berufs nicht weiterhalf und der unter finanziellen Voraussetzungen Medizin studierte mit fachlicher Ausrichtgung auf die Augenheilkunde. Nach fast 11-jähriger Tätigkeit als Professor in Prag erhielt PROCHASKA 1791 die "Lehrkanzel", also Professur, für Anatomie, Physiologie und Augenheilkunde an der Universität Wien. PROCHASKA hatte nach den inneren Zusammenhängen im "Naturganzen", also hier im Menschenkörper gesucht. Das "Biographische Lexikon des kaiserthums Oestgerreich" (Autor des Artikels anonym) schätzte 1870 (22. Theil, S. 336), daß erst lange nach PROCHASKAs Tod, "als Johannes Müller und Andere die Strömung der physiologischen Wissenschaft in eine neues Bett geleitet", also auch experimentell vorgingen, "lernte man verstehen, was P. zur Gestaltung der Wissenschaften mehr ahnend, als feststellend und beweisend, vorgearbeitet hatte."

## Tierpsychologie

Das Verhalten von Tieren regte zum Nachdenken an. Relativ einfach war es noch, wenn PROCHASKA (1797) den "Instinkt" eine eigene "thierische" Kraft nannte und damit erklärt schien, daß junge Tiere gleich die richtige Nahrung finden. Etwa der Insketenmalerin MARIA SIBYLLA MERIAN ja war wohlbekannt gwesen, auf welchen Nahrungspflanzen die Raupen der Schmetterlinge leben, oft nur auf einer oder wenigen verwandten. Wie fanden diese die eierlegenden Weibchen?

Der Tiere "Fleiß und Geschicklichkeit", der Gespinstbau von Insekten wie etwa die Werke der Biber, zogen die Aufmerksamkeit von BONNET (1772) und anderen auf sich. Es gab über tierisches Verhalten in verschiedenen Gruppen ein durchaus beachtliches Maß an Beobachtungen, welches nach Deutung regelrecht rief. Dabei gab es jedoch beträchtliche Schwankungen und Unsicherheiten. Manche Tiere, meinte BONNET (S. 367), haben unsere Sinne und beinahe unseren Verstand. Die Wechsel, die Veränderungen in ihrem Verhalten, "Betragen", sollte dafür zeugen, daß die deshalb in der Stufenleiter oben angeordneten Tiere "keine bloße Maschinen sind." Beachtenswert erschien auch, daß Kohlweißling, Mücken und andere Insekten ihre Eier an die richtigen Stellen legen, andere Galläpfel hervorbringen, manche Insekten für ihren Nachwuchs Blätter zusammenrollen, Motten Seidennester zuwegebringen, manche Spinnen Eier transportieren, und zeigen also "Klugheit in Erhaltung der Arten." Auch beeindruckten Gemeinschaftsleistungen, so die gemeinschaftliche Abwehr einer Herde Rinder gegen einen Wolf wie die Züge von Raupen, "Prozessionen", die einen allerdings wechselnden und sich von den anderen Raupen nicht abhebenden "Anführer" haben . Höhere Tiere einer Gemeinschaft "kennen sich", und fremde Hühner in einem Hühnerbestand würden tagelang weggebissen. Nur weil Gemeinschaftsleben bei manchen Arten besteht konnten die Menschen Schafherden erhalten. Bei den Bienen scheint die Königin alles zu regieren, aber BONNET fragte auch, ob die "Eyer im Leibe der Mutterbiene nicht etwa durch den Geruch oder einen anderen unbekannten Sinn, auf die anderen Bienen wirken?" (S. 424). Aber der Verlust der "Bienenkönigin" im Bienenstock führe zu allgemeiner "Betäubung". Das letztere schien also für ein "Regieren" zu sprechen, und die königinnenlose Zeit bedeutete also ein schreckliche Zeit wie beim Menschen der Monarchenverlust? Besonders menschenähnlich erschienen auch die Biber, die handeln "fast wie Ingenieure" (S. 420), aber daß sie aus Instinkt handeln sollte daraus deutlich werden, daß sie über die Jahrhunderte hin ihre Bauten niemals verbesserten: "Der menschliche Witz verbindet und verbessert unaufhörlich; der Biberwitz verbindet und verbessert niemals. Wenn sie doch nur ein einziges mal viereckigte Hütten aufführten; ..." (S. 437). Bei menschliche "Wilden", die ihre Bauten nicht ändern, fehle dazu nur die Gelegenheit. Mehr über die Fähigkeiten der Biber zu erfahren sollte man sie durch "verschiedentliche

Hindernisse in ihrer Arbeit irre machen", die "Form ihrer Werke mehr oder weniger abändern", ihnen nur andere als die "gewöhnlichen Materialien" verfügbar machen – also wurde ein regelrechts Forschungsprogramm zur Untersuchung tierischen Verhaltens entworfen. Daß ein abschließendes Urteil nicht möglich war ändert nicht die auf zahlreiche Fakten bezogene Problemstellung, auch wenn es dann in Abweisung von zahlreiche Ungereimtheiten abschließend heißt, daß das Tier ein "blindes Werkzeug" ist, "das von seinem eigenen Thun nicht urtheilen kann, sondern das von dem anbetungswürdigen Verstande regieret wird, der jedem Insekt so, wie jedem Planeten, seinen Kreis vorgezogen hat" (S. 524). Auch Abänderungen waren in diese höhere Voraussicht da einbezogen (S. 524).

Der wegen seines Eintretens für eine Vernunftreligion auch in die theologischen Auseinandersetzungen seiner Zeit einbezogene Hamburger Gymnasiallehrer HERMANN SAMUEL REIMARUS sah (1798) bei Tieren, niederen wie höheren, vielfach das **Wirken von Instinkten**. Junge Tiere lernten nicht von Eltern oder anderen Artgenossen, sondern verhielten sich ungelernt richtig. Das galt für das vom antiken GALEN aus dem Mutterleib geschnittene Zicklein wie für die aus ihrer lebengebärenden Wasserschnecken von SWAMMERDAM herausgeschnittenen Jungschnecken. Bei Tieren mit Brutpflege mochte nicht alles determiniert sein. Der Urheber der Kunsttriebe der Tiere kalkulierte die verschiedensten Lebensumstände bei der Schöpfung, an der REIMARUS also festhielt, ein. Andere als die dem Menschen geläufigen Sinnesleistungen waren anzunehmen.

Der der französischen Aufklärung nahestehende und an der 'Encyclodie' beteiligte Hof-und Jagdaufseher der königlichen Gärten in Marly und Versailles CHARLES GEORGES LEROY, dessen Werk über die Verstandes- und Vervollkommnungsfähigkeit der Tiere erst Jahre nach seinem 1789 erfolgten Tode 1807 "frei" übersetzt in Deutsch erschien, sah in **Tieren** eher **Verstandeswesen**, mit einer Art Seele. Wir wüßten zwar nicht, "ob" etwa "die Wölfin die Beute des Stärkeren wird, oder sich dem Geliebten freiwillig überläßt. Das Benehmen der Wölfin ist indessen nicht frei von Gefallsucht" (S. 18). Manche Handlungen der Füchse setzten "eine Menge feiner Ansichten und gemachter, sehr verwickelten Vergleichungen" voraus (S. 22). Der Hund "weiß", daß die Schafe nicht im Getreide fressen dürfen. Wo Tiere verängstigt werden, äußern sie zunehmend größere Vorsicht. Religiöse Einwände wären grundlos.

Diese **Vermenschlichung der Tiere** vestärkte sich im 19. Jahrhundert, bis hin zu den mehr oder weniger geglaubten Anekdoten vom Pferd, das 1809 unter Rührung die Leiche seines Herrn verteidigte.

## Morphologie – Prinzipien der Ordnung des Lebewesen: Stufenleiter und Typen

**Gemeinsames** zu finden **in der** zunehmend fast verwirrenden **Welt der Lebwesen** wurde ein Prinzip in der Botanik und Zoologie. Hier gab es in manchem bleibendere Ergebnisse als in der so reichlich spekulativen Physiologie des späten 18. Jh.

"**Vergleichenden Anatomie**" wurde fast eine weitere Modewissenschaft im 18. Jahrhundert. Die Organe und Strukturen, so die Skelette verschiedenster Wirbeltiere, wurden miteinander verglichen. Schädel etwa wurden auf großen Tischen ausgebreitet und dann etwa nach ihrer Ähnlichkeit oder zunehmenden Komplexität geschoben und angeordnet.

Es wurden einige Grundprinizpien hierzu entwickelt, die schon auf viel ältere Vorstellungen zurückgriffen:

## Stufenleitern

Nach ihrer Komplexität wurden die Lebewesen und auch andere Naturkörper in eine "**Stufenleiter**" vom Einfachen zum immer Komplexeren geordnet, was schon auf die Antike, auf ARISTOTELES, zurückging und nicht auf Evolution zurückgeführt wurde. Solche Stufenleiter, seine "**Echelle des etres naturales**" stellte etwa BONNET (dtsch. 1772, 1774) auf, und sie führte von den Mineralien, den 'Fossilien', bis zu den höchsten Säugetieren, zum Menschen.

Den Menschen als Spitze in der Natur zu sehen wurde hier also besonders deutlich formuliert. Die von unten nach oben führenden Sprossen der Stufenleiter wirken recht eigenwillig, willkürlich eingepaßt. Die Trüffelpilze galten als noch ungeformte Gebilde, die nach unten zu den Mineralien vermittelten und nach oben zu den Pflanzen erst hinführten. Die 1744 beschriebenen Süßwasserpolyüpen sollten vom Pflanzen- zum Tierreich vermitteln. Da die Mimose, also eindeutig eine Pflanze, bei Berührung ihre Fiederblättchen einfaltet, also Reizbarkeit und Bewegung äußert, sollte sie von den Pflanzen zu den Tieren leiten. Der fliegende Fisch gar sollte die Fische mit den Vögeln verbinden, der flugunfähige Vogel Strauß die Vögel mit den vierfüßigen Säugertieren. Auch Rassismus war in BONNETs Stufenleiter vorhanden. Zwar standen alle Menschen oben, aber doch auf unterschiedlich hohen oberen Sprossen. Denn "stellet den dummen Huron gegen den tiefsinnigen Engländer. Steiget vom schottischen Bauer zum großen Newton herauf ..." (S. 69).

Ähnlich dachte der englische Anatom EDWARD TYSON-

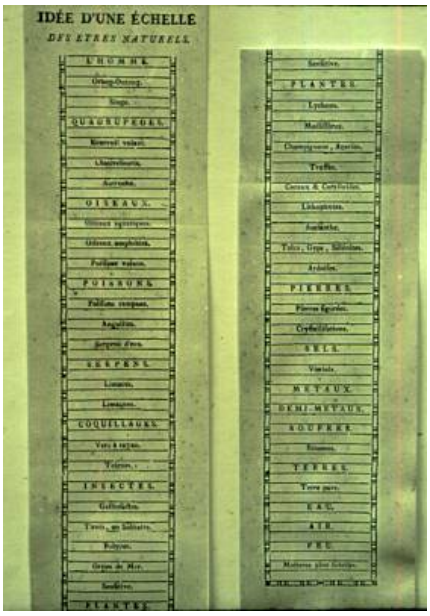


Abbildung 1400: Stufenleiter BONNET.



Abbildung 1401: Hoch, aber unter den Menschen. TYSON.

Er stellte (s. 1751) den seinerzeitigen britischen Lordkanzler und ähnlich Hochgestellte sogar auf eine eigene höhere Sprosse übe die anderen Briten, näher zu himmlischen Wesen, "approaching nearest to that Kind of Beings which is next above us; Connect the Visible, and Invisible World." Wenn das nicht Anerkennung von oben verdient hätte! BUFFON aber ließ die Menschen in der Stufenleiter aus (W. B. COHEN 1980, S. 88).

## Vergleich auch anderer als der anatomischen Eigenschaften der Organismen - "Kräfte" bei KIELMEYER

KIELMEYER (1793 / 1814; W. COLEMAN 1973, K. T. KANZ 1993, G. MAYER 1977, I. SCHUMACHER 1979), damals noch auf der Hohen Karlsschule in Stuttgart, zog auch anderes als die Skelette in die vergleichende Anatomie ein, möglichst alle Organe durch das Tierreich, auch physiologische Vorgänghe, so den Chemismus. Er sah in der "Stufenfolge" auch die von ihm aufgestellten "organischen Kräfte" sich verändern. Diese "organischen Kräfte" waren nach KIELMEYER 1. Sensibilität, 2. Irritabilität, 3. Reproductionskraft, 4. Sekretionskraft, 5. Propulsionskraft. Mit moderner Physik hatte das also noch nichts zu tun. Tiere mit größerer zusammensetzung des Körpers, also in der "Stufenfolge" oben, zeigten eine geringere Fruchtbarkeit, und bei ihnen brauchte "die Natur" zur "Hervorbringung" also mehr Zeit. Je mehr die verschiedenen Arten der "Reproduction", also auch Regeneration, Zwittertum u. a., "in einem Organismus vereinigt sind, desto eher ist Empfindungs-Fähigkeit ausgeschlossen und desto eher weicht selbst Irritabilität", was die Pflanzen und angeblich empfindungslosen Schnecken zeigen (1814, S. 37). Die Kräfte verdrängen sich also gegenseitig, es gibt eine "Compensation" der Kräfte. Und die Stufenfolge spiegelt das wider. Einst groß gefeiert und auch in der Geschichtsschreibung der Biologie hoch angebunden, haben die chemisch-physikalisch orientierten Physiologen späterer Zeit ganz andere Begriffe entwickelt.

KIELMEYER hat kaum veröffentlicht. Die Niederschrift der Rede von 1793 hat ihm der Schüler PFAFF abgenötigt, sich von KIELMEYER diktieren lassen. Dessen ungeachtet haben die Ideen KIELMEYERs viele folgende Biologen beeinflußt, obwohl seine "Lehrsätze", nach VIRCHOW zu dessen Studienzeit, also in den 1840-er-Jahren, noch in den Vorlesungen über Physiologie angeführt, "fast nur traditionell von Mund zu Mund fortgepflanzt waren ..." (zit nach VIRCHOW 1861 bei I. SCHUMACHER 1979, s. 90).

**Ideen, als wegweisend** aufgegriffen, gingen hier also der Tatsachenanalyse voran und Philosophen, "Naturphilosophen", mochten ihre Wegbereitung für Erkenntnis-

se betonen. **Und woher kamen "Ideen**"? Aus immerhin vagen Tatsachen? Denn war wußte man zu KIELMEYERs Zeiten etwa wirklich von den Sinnesleistungen "niederer Tiere"?

KIELMEYER war am 22. Oktober 1765 als Sohn eines "herzoglichen Jagzeugmeistzers" in Bebenhausen bei Tübingen geboren worden, wurde Schüler an der Hohen Karlsschule in Stuttgart, promovierte über Mioneralquellen,studierte - was die Erlaubnis des Herzogs CARL EUGEN erforderte - in Göttingen, lehrte ab 1790 an der Hohen Karlsschule, ab 1775 in Stuttgart, als Zoologe, auch in Naturgeschichte und Chemie. Die Karlsschüler verehrten KIELMEYER als herausragenden Lehrer. KIELMEYER reiste nach dem Wegfall 1794 für etliche Monate an die Nordsee und Ostsee zu Untersuchungen wirbellosen Meerestiere, wurde 1796 Professor der Chemie in Tübingen, 5 Jahre später auch zuständig für Botanik, Materia medica, Pharmazie. 1816 gab er Tübingen auf zugunsten der Direktion der Staatssammlungen zu Kunst und Naturwissenschaft und der Staatsbibliothek in Stuttgart.

Ähnliche Gedanken wie bei dem offensichtlich besonders gefeierten KIELMEYER gibt auch REIL (1796, S.181): "So wie sie an Vollkommenheit zunehmen, vom Schimmel bis zum Thier, von den Zoophyten, Gewürmen und Insecten bis zum Menschen, wächst auch ihre Fähigkeit ihre Kräfte durch sich selbst zu modificiren", also sich anzupassen, flexibler zu werden im Anschluß an Leistungen, besonders das Gehirn. Und bei PROCHASKA (1797) sollten, wie er meinte, auch ohne Fasern Polypen, Blasenwürmer und andere Reizbarkeit, Zusammenziehen, haben und das zeige: "Die Natur hat einen Reichthum von Mitteln, womit sie den nämlich Endzweck erreichen kann" (S. 211). Worin die verschiedenen Mittel zu demselben Zwecke "übereinkommen", das "Gesetz der Natureinheit", ist uns jedenfalls noch verborgen (S. 212).

### Typen

Andererseits suchte man in der Vielfalt der Formen den "**Typus**", die Grundgestalt, von der sich die realen Formen wenigstens ideell lableiten ließen. J. W. von GOETHE hatte den Grundtypus des Schädels abzuleiten versucht, aus einem umgebildeten Wirbel. Da alle Säugetiere einen **Zwischenkiefer-Knochen** aufwiesen suchte er ihn so lange beim Menschen, bis er ihn neben einigen anderen um 1787 in dem als Anatomie-Institut dienenden Stadtturm in Jena an einem Embryonen-Schädel fand.

J. W. VON GOETHE, der auch den Terminus "**Morphologie**" für "Formenlehre" prägte, suchte nach einer "Urpflanze", dem **Grundtyp aller höheren Gewächse**, deren Einzelausbildungen durch Vergrößerung oder Verkleinerung, Teilung und Verwachsung der Grundorgane der Urpflanze, oberirdisch der Blätter,



Abbildung 1402: GOETHEs Gartenhaus Weimar.

durch "**Metamorphosen**", gedacht werden konnten. Im botanischen Garten in Padua vor der dortigen blühenden Fächerpalme habe er darüber nachgedacht, wie statt Laubblätter um und in den Blüten Kelchblätter, Blütenblätter, Staubgefäße = Staubblätter) und Stempel erschienen, als umgebildete Blätter. Manchmal sind sogar Blätter unterhalb der Kelchblätter in die Gestaltung eines Blütenstandes einbezogen. Gefüllte Blüten können als Blüten mit zu Blütenblättern umgewandelten Staub"blättern" / Staubgefäße gedacht werden, wobei solche .gefüllten Blüten plötzlich auftreten konnten. Verdickte Wurzeln erscheinen als Rüben, Speicherorgane. Eine reale Urpflanze fand sich nicht. Der "Typus" war keine real existierende Form, auch nicht etwa als Ursprungsform im Sinne von Deszendenz des 19. Jh., als Primitivform im Vergleich zu den abgeleiteten Formen, überhaupt nicht in einer Entstehung zu sehen und zu begreifen, sondern war bei Mißbildungen plötzlich da. Diese Art der Betrachtung der Pflanzen fast nur rein morphologisch wurde später bezeichnet als "**idealistische Morphologie**", weiterentwickelt in der Beschreibung der Formveränderungen auch als "formale Morphologie" (K. GOEBEL 1893). Was man bei seltenem Auftreten als Mißbildung ansehen konnte, war eben auch Metamorphose, und "das Abnorme ist nicht gleich als krank oder pathologisch zu betrachten", so wenig wie die geteilten Blätter. Es heißt denn auch einmal bei GOETHE: "... wo Familien von Familien sich sondern: denn auch da berührt sich Bildung und Mißbildung schon. Wer könnte uns versagen, wenn wir die Orchideen monströse Liliaceen nennen wollten?" (Ausgabe 1954, S. 118).

Was GOETHE als "Metamorphose" bezeichnete sind fertige Bildungen, vom Urtypus abweichend, an der erwachsenen Pflanze, was nicht den Entwcklungsumwegen etwa der Kaulquappe zum Frosch entspricht, die auch als Metamorphose bezeich-



Abbildung 1403: 'Blätter' in Seerosenblüte.



Abbildung 1404: Orchideen monströse Lilien.

net werden.

Später, etwa in Gesprächen mit ECKERMANN (1955) hat GOETHE seine Metamorphosen-Lehre manchmal eher lächelnd betrachtet. Die Beschäftigung mit immer mehr Pflanzenarten wäre ihm zu mühsam geworden, "mir bei der Bildung der Geschlechter" - der alte Ausdruck für Formen, 'Arten' - die Lehre zu weitläufig wurde, als daß ich den Mut hatte, sie zu fassen. Das trieb mich an ... dasjenige zu finden, was allen Pflanzen ohne Unterschied gemein wäre, und so entdeckte ich das Gesetz der Metamorphose.

... Mir lag bloß daran, die einzelnen Erscheinungen auf ein allgemeines Grundgesetz zurückzuführen." Fast stolz meinte der im Qualitativen denkende GOETHE (1955, S. 243) noch, am 20. Dezember 1826: "... die Metamorphose der Pflanzen ... habe ... ohne die Mathematik vollbracht, und die Mathematiker haben es müssen gelten lassen." Als aber 1830, GOETHE war im Alter über 80, in einem Akademiestreit in Paris GEOFFROY mit seiner Annahme eines alles Tiere umfassenden Typus gegen CUVIER erst einmal durchdrang, jubelte GOETHE gegenüber dem Prinzenerzieher und GOETHEs "Metamorphosen" ins Französische übersetzenden SORET (s. bei ECKERMANN 1955, S. 702):"Dieses Ereignis ist für mich von ganz unglaublichem Wert, und ich juble mit Recht über den endlich erlebten allgmeinen Sieg einer Sache, der ich mein Leben gewidmet habe und die ganz vorzüglich auch die meinige ist." Und GOETHEs Naturauffassung wird deutlich in den Sätzen (S. 701): Von nun an wird auch in Frankreich bei der Naturforschung der Geist herrschen und über die Materie Herr sein. Man wird Blicke in große Schöpfungsmaximen tun, in die geheimnisvolle Werkstatt Gottes! ..." Synthetisierende Gesetze statt nur Analyse!

Wurden die 'Metamorphosen' eher als ideelle Umbildungen gesehen – den **starren Art-Begriff lockerten sie** auf jeden Fall, und das lange vor DARWIN.

## Typen im Tierreich

Wie viele **"Typen"** gibt es **im Tierreich**. KIELMEYER (I. SCHUMACHER 1979). hatte nach einer Grundform aller Tiere gesucht, was wohl schwieriger war als die Annahme einer 'Urpflanze'. Nicht als reale Form sollte diese Grundform existieren, sondern als Produkt geistiger Vorstellung (S. 88). Und in Paris nahm ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE ebenfalls einen **einzigen grundlegenden Bauplan für alle Tiere** an, der Wirbeltieren wie Insekten und Tintenfischen und allen anderen zugrundelag. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde das in Paris eingehend diskutiert. CUVIER sah **4 völlig getrennte Typen**. Innerhalb der 4 Typen wurden die Organismengruppen von oben nach unten von den

komplizierteren zu den einfacheren angeordnet, also in je einer Stufenleiter für jeden Typ. Der sich länger, mindestens seit 1818 hinziehende Streit GEOFFROY ST-HILAIRE kontra CUVIER, erreichte 1830 in dem viel beschriebenen "Pariser Akademiestreit" (W. LUBOSCH 1918) einen Höhepunkt. Da ECKERMANN von seinem Meister GOETHE berichtet, daß der Weimarer Dichter sich für den Akademiestreit mehr interessierte als für die revolutionären Ereignisse in Frankreich blieb der "Akademiestreit" auch in Erinnerung des deutschen Bildungsbürgertums.

## Anatomie und Pathologische Anatomie - groß systematisiert

Wurden Gestorbene seziert, die an einer bestimmten Krankheit gelitten oder plötzlich an ihr gestorben waren, fanden sich oft kennzeichnende Veränderungen an den Organen. Je öfter Leichensektionen durchgeführt wurden, und das nicht nur an jüngeren Hingerichteten, sondern an älteren Gestorbenen (J. KONERT et al. 2003), desto öfter stieß der sezierende Anatom auf Veränderungen an Organen und Strukturen, die sich oft als mit einer Krankheit verbunden erwiesen. WEPFER und BAGLIVI hatten schon im 17. Jh. auf die Apoplexie auf Gehirnblutungen zurückführen können.

Systematisch ging den Phänomenen im Körperinneren nach Krankheiten GIOVANNI BATTISTA MORGAGNI nach, der mit seinem **1761** erstmals erschienenem 'De Sedibus et Causis Morborum per Anatomen Indagatis', deutsch: "Sitz und Ursachen der Krankheiten aufgespürt durch die Kunst der Anatomie' als der eigentliche Begründer der Pathologischen Anatomie gilt. Geboren 1682 in Forli östlich von Bologna, studierte der im Alter von 7 Jahren vaterlos Gewordene an der Universität Bologna, namentlich bei dem Anatomen ANTONIO MARIA VALSALVA, dessen Mitarbeiter er wurde. Schon in den ersten 20er-Jahren seines Lebens war MORGAGNI Mitglied von Akademien. Ab 1707 studierte MORGAGNI noch verschiedene Fächer, so Mathematik, Physik, Chemie, Astronomie, in Venedig, praktizierte als Arzt 1709 bis 1711 in seiner Heimatsatdt Forli und folgte 1711 einem Ruf an die Universität Padua. 1715 übernahm er hier den Lehrstuhl für Anatomie, den einst VESAL(IUS) innehatte. MORGAGNI sammelte in einem langen Berufsleben seine Befunde und veröffentlichte sein Werk zur pathologischen Anatomie erst im Alter von fast 80 Jahren. Einem Jüngeren hätten wohl nicht so viele **Erfahrungen für die Verallgemeinerung** zur Verfügung gestanden. MORGAGNI brachte die krankhaften Veränderungen mit bestimmten Symptomen im Inneren in Verbindung, gab also den Krankheiten einen Sitz. Bisher hatte man Krankheiten als vor allem in den Säften vermutet, betrieb 'Humoralpathologie'. Nunmehr sollten Krankheiten von bestimmten Stellen ausgehen, eine Lo-

kalität im Körper haben, was zur Solidarpathologie führte und im 19. Jh. durch ROKITANSKY, SKODA und VIRCHOW ausgebaut wurde, auch in überzogener Weise..

Gut wäre es gewesen, wenn man auch am Lebenden schon eindeutige Symptome der verschiedenen Krankheiten fand, jedoch eine solche Diagnose war oft schwieriger zu erstellen. Die Leichensektion, bei der die inneren Organe offen lagen, wurde so zum Prüfstein des einst den Lebenden diagnostisierenden Arztes – und oft kam der nicht gut weg, war jedoch nicht immer schuldig. Die Diagnose mußte verbessert werden, und wurde es bis zu gewissem Grade etwa mit dem das Körperinnere abhorchendem Stethoskop und der vom Rücken her abklopfenden Perkussion.

## Befunde in Richtung Medizin – Einzelbefunde aus Physiologie und Anatomie

Neben den großen, zusammenfassenden Gedanken gab es immer auch wieder speziellere Entdeckungen, die auch dem Mediziner willkommen sein mußten

Im Grenzgebiet von Feinanatomie und Physiologie wirkte etwa WILLIAM HEWSON (J. B. PAYNE et al. 2004) in England, der 1768 das Lymphsystem der Fische untersuchte und das **Blut** auch experimentell erforschte (1771). Er sah die verschiedenen Formen der Roten Blutkörperchen in verschiedenen Tieren und fand die **Blutgerinnung**, die Koagulation, als einen von den Blutkörperchen unabhängigen Vorgang.

Der Anatom PETER CAMPER fand 1771 fand wie betont JOHN HUNTER 1774 fanden die **Verbindung der Lungen bei Vögeln mit Lufbehältern**, Luftsäcken, in ihrem Körper, in den Knochen, was 1774 HUNTER auch vortrug. HUNTER, der nach dem **"Zweck" eines Merkmals** fragte, sah darin eine Anpassung, einen Teil der **tierischen "Ökonomie",** hier an die Luftversorgung beim Fliegen, bei dem wegen der Luftsäcke weniger oft geatmet werden müßte. Aber bei diesen Überlegungen gab es immer auch besondere Probleme: der flugunfähige Strauß besitzt solche Luftsäcke auch, nicht aber die fliegende Fledermaus. Noch fehlte das Verständnis für die 'historische' Herkunft solcher Merkmale, wie sie später die Evolutionstheorie bot. Daß die Pelikane besonders starke Luftsäcke haben, wurde auf deren Lastschleppen zurückgeführt. CAMPER wie HUNTER untersuchten auch den **Gehörgang der Fische**.

HUNTER (dtsch. 1802) fand auch, daß der **Hoden** bei Säugetieren, also auch bei Menschen, **zunächst im Unterleib** sitzt und nach außen in den Hodensack wandert, wie man später feststellte wegen der dort etwas niedrigeren Temperatur.



Abbildung 1405: SPRENGEL-Titelbild 1793.

Beim Igel verbleibt sich der Hoden lebenslang im Unterleib. Die **Hodengröße** fand sich bei verschiedenen Tieren, etwa Vögeln, mit der **Jahreszeit wechselnd**.

## Die Theorie der Blumen – die Insekten-Bestäubung

Daß die Blütenbestäubung, die Übertragung von Pollen auf eine andere Blüte nicht nur durch den Wind geschieht, sondern auch durch **Insekten**, hat für etliche Fälle schon KÖLREUTER (1761) erkannt, aber es wurde für viele Blütenpflanzen, also in Beachtung auch der bestehenden Diversität, durch CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL (P. K. ENDRESS 1992, O. KIRCHNER 1893, R. MITTMANN 1893) erwiesen. Der 1750 in Brandenburg an der Havel Geborene wurde Lehrer, 1780 Rektor an der lutherischen Stadtschule in Spandau. Nach vielen Reibereien ließ er sich 1794 pensionieren und lebte dann als Privatgelehrter, der etwa auch Exkursionen leitete, in Berlin. Die Rolle der Insekten bei der Blütenbestäubung leitete er, ab 1787, aus eingehenden Beobachtungen in der Natur ab und beschrieb in seinem Werk von 1783 "Das entdeckte Geheimnis der Natur" schließlich die Blüteneinrichtungen von 461 Arten, was er auf 26 Kupfertafeln und in 1117 Kupfertafeln illustrierte.

Er begann damit, daß er mitteilte, wie er im Somme 1787 die Blüte, die "Blume", des Waldstorchschnabels, *Geranium sylvaticum*, "aufmerksam betrachtete", an den



Abbildung 1406: Geranium palustre L..

Kronblättern feine Härchen feststellte und nach deren Nutzen fragte, überzeugt, "dass der weise Urheber der Natur auch nicht ein einziges Härchen ohne eine gewisse Absicht hervorgebracht hat" und den Nutzen der verschiedenen Blüteneinrichtungen in ihrer Insektenanlockung sah. Im Sommer 1787 hatte er bei Iris entgegen LINNÉ ihren Saft gegen Regen völlig gesichert gefunden und eine besonders gefärbte Stelle führte "die Insekten gleichsam zum Saft hin" (S. 9). Im Frühjahr 1790 bemerkte er, daß die Blüten der auf Wiesen wachsenden Orchideen *Orchis latifolia* und *Orchis morio* keinen Saft besitzen, sah das mit Kummer, konnte jedoch beobachten, daß gewisse Fliegen die Orchideen-Blüten anfliegen, auch hineinkriechen und durch das Saft verkündende Aussehen immerhin angelockt werden. Dasselbe stellte SPRENGEL fest für die Osterluzei, *Aristolochia clematitis*. Manche Blüten, SPRENGEL sprach von "Scheinsaftblumen", locken also nur ohne etwas zu bieten, aber immerhin stehen auch diese Blüten mit ihren Merkmalen im Dienste der Insektenanlockung. Etwa DARWIN, der später sich um die Erkenntnis des Nutzens von Merkmalen der Pflanzen bemühte, gab SPRENGEL wieder ehrende Bewunderung. Hatte SPRENGEL die Blütenbestäubung vor allem von den 'Einrichtungen' der Blüte her beachtet, so haben Beobachter im 19. Jh., so HERMANN MÜLLER, dann auch die für die Insekten durch Nektar oder Pollen nützlichen Blütenbesuch bestehenden Anpassungen untersucht.

Manche Blüten, wie SPALLANZANI meinte, benötigten aber gar keinen "Blumenstaub" zur Samenbildung, was im 20. Jh. für etliche, die apogamen Blüten, bestätigt wurde.

## Hygiene- und Gesundheitsfragen

## Wasser - für Trinken, Kochen, Waschen

Ein Teil der großartigsten Bauten der Römerzeit galt der Versorgung mit frischem Wasser und dem Wegfließen des benutzten Wassers. LOUIS SE'BASTIAN MERCIER (dtsch. 1978), der repotage-artig die Zustände der von ihm **um 1780** auf 900.000 Einwohner geschätzten Riesenstadt **Paris**, beschreibt die prekären Zustände der dortigen Wasserversorgung. Brunnen gab es viel zu wenig und diese lieferten kein sauberes Wasser. Die Bäcker verwendeten für ihren Teig Wasser aus Brunnen, "die durch Sickerzeug aus Abtrittgruben und durch tausend andere Arten von Dreck verpestet sind, ..." (S. 166). 12.000 bis 15.000 Wasserträger oder gar 20.000 (S. 56) "steigen" an "jeder Hand einen vollen Eimer ... von früh bis spät ... sieben und manchmal mehr Treppen hoch", um aus der Seine gebrachtes Wasser gegen Bezahlung abzugeben. An Maschinen zum Wasserheben aus der Seine in Gestalt von Feuermaschinen wurde gedacht, die Arbeitslosigkeit der wohl kaum an eine andere Tätigkeit zu gewöhnenden Wasserträger war ein Problem (S. 167).

## Schmutz und Sauberkeit in Städten und Dörfern

Abfall ist immer. Müllbeseitigung gehört zu den schwierigen Aufgaben der Gemeinwesen, je größer, desto schwieriger. In einer Riesenstadt wie Paris wird die Abfallbeseitigung als besonders schwierig beschrieben Was heute in zivilisierten Staaten wie selbstverständlich erscheint, mußte in manchen Schritten ausgebildet werden. Schmutz erzeugt Krankheiten. Oder war man damit auch mehr vor Allergien gefeit? In den verschiedenen Orten muß es noch im 18. Jh. und danach **große Unterschiede** gegeben haben. HEINRICH HEINE (in 1977, S. 274) berichtet von Düsseldorf wenig respektvoll von einem "Mann, ... der jeden Morgen mit einem Karren,woran ein Esel gespannt war, die Straßen der Stadt durchzog und vor jedem Haus stillhielt, um den Kehricht . welchen die Mädchen in zierlichen Haufen zusammengekehrt , aufzuladen und aus der Stadt nach dem Mistfelde zu transportieren." Aus GOETHEs nachgelassenem Aufzeichnungen über eine Reise in die Schweiz im Frühherbst 1797 heißt über das von einem Bach durchströmte Balingen (GOETHE in 1978, S.409): "Der Ort selbst wäre nicht übel, er ist fast nur eine lange und breite Straße, das Wasser läuft durch und stehen hin und wieder gute Brunnen; aber die Nachbarn haben ihre Misthaufen in der Mitte der Straße am Bach, in den alle Jauche läuft und woraus doch gewaschen und zu manchen Bedürfnissen unmittelbar geschöpft wird. An beiden Seiten an den Häusern bleibt

ein notdürftiger Platz zum Fahren und Gehen. Beim Regenwetter muß es abscheulich sein. Überdies legen die Leute, wegen Mangel an Raum hinter den Häusern, ihren Vorrat von Brennholz gleichfalls auf die Straße, und das schlimmste ist, daß nach Beschaffenheit der Umstände fast durch keine Anstalt dem Übel zu helfen wäre." Der satirisch-kritische Schriftsteller und Aufklärer GEORG FRIEDRICH REBMANN schrieb 1795 (s. 1990, S. 61) von dem noch von Kriegsruinen gezeichnetem Wittenberg: "... gewahrt man zwischen Ruinen und finstern Straßen bloß Schweine, deren Zucht den hauptsächlichen Nahrungszweig der Einwohner ausmacht ..."

Der sagenhafte altgriechische Held Herkules hat den total verdreckten Augiasstall gesäubert, indem er einen ausreichend rasch **strömenden Bach hindurchleitete**. Eine ähnlich geniale Abfall-Beseitigung konnte sich schon im 18. Jh. die an einem Hang liegende Universitätsstadt **Jena** leisten, von welcher F. NICOLAI (1788, S. 32 ff.) von einer Reise 1773 schrieb: "... Jena hat ... eine vortrefliche Policeyanastalt, die jedoch freilich nicht in allen Städten, sondern nur in denen, die am Abhange eines Berges liegen, möglich ist. Nemlich dem Bach Leutra ist ein bette in der Mitte der meisten abhängigen Gassen gemacht. Gewöhnlich wird er am Johannisthore vermittelst einer Freyarche geschützt, und kann bloß sanft durch die Gassen rieseln. aber alle Mittwoch und Sonnabend wird die Arche geöffnet, nachdem kurz vorher aller Kehrigt in der Mitte der Gassen zusammengekehrt worden. Der Bach stürzt sich dann durch die Gassen, nimmt nicht allein alle Unreinigkeiten weg,sondern reinigt auch durch seine Bewegung die Luft, und trägt dadurch gewiß zur Gesundheit der Einwohner nicht wenig bey." Von **Dresden** schreibt REBMANN (1795/1990, S. 161): "..., daß Dresden in der Reinlichkeit Berlin voraus ist, die Kaitzbach durch alle Straßen geleitet ist, die den Morast mitnimmt, der sich in einer so menschenvollen Stadt immer hoch anhäuft." Und KARAMSIN (1977, S. 260) sah 1789 in **Bern**: "Die Straßen sind gerade, breit und gut gepflastert. In der Mitte laufen tiefe Kanäle, in denen das Wasser schnell und mit Geräusch fließt. ... dienen dazu, um alle Unreinigkeiten aus der Stadt zu schaffen, ..."

Über **saubere Luft** ließ man sich im 18. Jh. häufig aus, und dem gab Auftrieb die um 1774 nachgewiesene luftverbessernde Wirkung der grünen Pflanzen.

Der **Gesundheitzustand** der Menschen am Ende des 18. Jh. war je nach Ort in normalen Zeiten wohl sehr **unterschiedlich**. Vom Rhein in der Nähe von Bingen schriebt GOETHE (in 1978, S. 496) von 1814. "Man sieht schöne Kinder und erwachsene wohlgebildete Menschen, alle haben ein ruhiges, keineswegs ein hastiges Ansehen."

## Hygiene, Prophylaxe: HALES für saubere Luft und anderes. - Gewerbekrankheiten

HALES (D. G. C. ALLAN 2004), der vielseitige Wissenschaftler, Pfarrer und beruflich nicht Mediziner, warnte gedruckt etwa 1734 vor den Gesundheitsgefahren von Alkohol und sandte Kopien auch nach Nordamerika. HALES war einer der Vertrauensmänner für die Kolonie Georgia. Vor allem sah HALES, der Philanthrop, aber die gesundheitlichen Gefahren von "schlechter Luft", in Räumen. Die Luft war zu verbessern mit dem von ihm erfundenen und von einem Ingenieur konstruierten **Ventilator**, beschrieben von ihm namentlich 1743 und 1758. Der Ventilator erleichterte das Leben der Gefangenen im Newgate Gefängnis wie das Sitzen der Abgeordneten im Parlament, das Luftholen im Krankenhaus wie der unter Deck gepferchten und bisher in noch höherer Zahl ausfallenden Sklaven auf Sklavenschiffen. Andere Experimente von HALES galten der Lebensmittel-Konservierung.

Durch Chemiker wurden **gesundheitliche Gefahren** bewußt (L. S. MERCIER 1976, S. 43). Es wurde dafür gesorgt, daß die Gefährlichkeit von Kupfer bekannt wurde, etwa der Transport von Trinkmilch in Kupfertonnen oder das Hantieren mit kupfernen Waagen für Früchte (S. 43) Eine große Gefahr für die Gesundheit vieler war die Benutzung von Gefäßen aus **Blei** für **Wein**. Der Wein in solchen Gefäßen wurde süßer - aber wegen des gesundheitlich gefährlichen **Bleizucker,** dem Bleiazetat, das man vielleicht gar dem Wein zusetzte. Auf Anraten der Chemiker wurden Bleigefäße für Wein polizeilich verboten.

Schon 1700 hatte in Italien, in Modena, BERNARDINO RAMAZZINI, die **Berufsschäden der Handwerker** dargestellt. Und am Ende des Jahrhunderts, unter dem Reformkaiser JOSEPH II., stellt 1790 JOHANN PETER FRANK (1960) das "Volkselend als ... Mutter der Krankheiten" dar und forderte auch entgegen zeitgenössischen Freiheitsrufen die "medicinische Polizey".

## Mineralwässer, Bäderkuren

Schon die begüterten Griechen und Römer zogen zu namentlich heißen Quellen. Und zu ihnen gingen auch die Begüterten späterer Zeit, so im 18. Jh. ein Dichter wie GOETHE, der dann in Marienbad seinem letzten großen Liebeserlebnis und Liebeskummer verfiel. Von chemischer Seite aus festzustellen, was sich denn in den Mineralwässern befand, wurde ein die Chemie, die chemische Analyse fördernden Anliegen der Zeit und Chemiker oder Mediziner mit chemischen Kenntnissen damit beauftragt. Der als Apotheker ausgebildete PIERRE BAYEN (E. McDONALD 1970) wurde mit VENEL 1753 beauftragt, **alle Mineralwässer Frankreichs zu**



Abbildung 1407: Ingolstadt 'Anatomie' 1736.

**untersuchen**, was aber die Abkommandierung von BAYEN erst einmal verhinderte.

## Wie kann man Kranke heilen? - Medizin

Jeder Medizinstudent lernte über die **Anatomie** des Menschen.

Theorien waren viel umstritten.

Zur effektiven Behandlung Kranker waren gewisse aus **Erfahrung gewonnene Tatsachen wirkungsvoller.** Fieberrinde, Chinarinde, etwa.

### Pharmakologie - Medizin und Heilmittel

In der **Pharmakologie**, in der Nutzung von Heilmitteln, war die Erfahrung allein maßgebend. Die chemischen Prozesse im Körperinneren waren dunkel. Pflanzen waren noch immer Grundlage der überwiegenden Zahl der Heilmittel. Daß die Apotheker um London in ihrer 8-jährigen Lehrzeit und auch die Ärzte die in- und möglichst auch ausländischen Heilpflanzen kennenlernten war 1673 durch die Gesellschaft der Apotheker Londons der "**Chelsea Physic Garden**" in London gegründet worden.

Die medizinischen Theorien der Zeit haben kaum Leben retten helfen (R. MIT-




Abbildung 1408: Spott auf arrogante Medizin. Hann.-Münden.

CHISON 2002, S. 353). Aber für die spätere Forschung, im späteren 19. Jh., die wichtige Einsichten auch in das Krankheitsgeschehen gaben, hat das Theoretisieren mit den Grund gelegt, neues Denken gefördert.

Trotz fehlender theoretischer Grundlegung wurden **auf empirischem Wege** etliche erfolgreiche **Therapien**, Maßnahmen gegen Krankheiten, gefunden, namentlich durch Anwendung von Pflanzen.

Wirksam war die Bekämpfung von **Fiebern**, namentlich im Zusammenhang mit der seinerzeit oft nicht klar definierten Malaria, durch die **Chinarinde**, das "Chinin", das aus Lateinamerika gekommen war.

Der Arzt und Botaniker WILLIAM WITHERING (1785/1929; J. K. ARONSON 2004, T. REICHSTEIN 1951) in Birmingham erfuhr von einem "Geheimmittel" einer alten Frau in Shropshire, ein Mittel, das gegen Wassersucht/dropsy anders nicht erreichte Heilung erzielte, nämlich viel Harn hervorbrachte. Kam das Mittel zunächst auch aus zwanzig oder mehr Kräutern, so ließ festzustellen, daß der giftige **Fingerhut**/Foxglove**, *Digitalis purpurea,*** der wirksame Bestandteil sein mußte**.** WITHERING wandte nach 1778 den Fingerhut bei eigenen ärmeren Patienten zunächst ohne größeren Erfolg an, entschied sich dann auch auf Erfahrung anderer nur abgekochte getrocknete Blätter zu verwenden, experimentierte mit einer Infusion, um sich dann für aus trockenen Blättern gewonnenes Pulver zu entscheiden. Das erschien ihm wirksam. Um festzustellen, welche Menge man verwenden kann,

hat WITHERING mit kleinen Dosen angefangen bis die Wirkung sichtbar war (T. REICHSTEIN 1951, S. 93). So war eine gewisse Standardisierung zustandegekommen, wurde generell die Bedeutung der **Dosierung** erfahren. Der ein Heilmittel findende und auch anwendende Arzt mußte selbst die über die Wirksamkeit nötigen Untersuchungen machen. Es war WITHERING klar, daß "die deutlichen und wahrnehmbaren Eigenschaften der Pflanzen, wie Farbe, Geschmack und Geruch" nichts über die Wirkung auf bestimmte Krankheiten aussagen und die chemischen Substanzen in den Gewächsen noch unbekannt sind. Auf die Heilkraft mußte man schließen durch Beobachtungen der Wirkung auf Tiere, aus analoger Wirkung möglicher verwandter Pflanzen und "aus dem empirischen Gebrauch und der Erfahrung des Volkes" (W. WITHERING 1929, S. 18). WITHERING veröffentlichte über seine zahlreichen Fälle 1785. Er war Apothekersohn, folgte 1775 einer Einladung des Arztes ERASMUS DARWIN nach Birmingham und trotz kostenloser Behandlung vieler Armer wurde er als der reichste Arzt außerhalb von London genannt. WITHERING hatte manche Anfeindung zu erdulden und der als scheu geschilderte Mann entfloh nach Angriffen gegen PRIESTRLEYs Haus in Birmingham nach Portugal. Viele **Untersuchungen anderer** folgten (T. REICHSTEIN 1951): 1869 beschrieb NATIVELLE einen kristallisierten Wirkstoff, berichtete 1920 CLOETTA über Untersuchungen an dem reinen Stoff Digitoxin, publizierten 1935 die aus der Schweiz kommenden ARTHUR STOLL und W. KREIS (S. 94) über die Bindung der Glykoside an Zucker und die Abspaltung der kristallisierten Glykoside von Glucose. Auch etwa *Digitalis lanata* enthält die Digitalis-Glykoside, von denen es hieß (T. REICHSTEIN 1951, S. 93): "... zu den besten Arzneimitteln, die wir kennen."

## Infektionskrankheiten

## Pest nochmals in Europa - und dann Cordon sanitaire gegen Osten

Ansteckende Krankheiten waren noch lange eine Herausforderung für die Ärzte, falls sie ihnen entgegentreten konnten. Die **Pest** hatte Wien und Österreich überhaupt **1679** schwer heimgesucht und erschien hier **1713** ein letztes Mal (F. HUSS 2008). **1709** war auch **Königsberg** in Ostpreußen betroffen gewesen und sollen hier etwa 18.000 Menschen zu beerdigen gewesen sein und waren dann auch Memel und andere Orte in Ostpreußen betroffen (H. PÖLKING 2013, S. 182) Anstatt Gott während der Pest zu verfluchen, wurden Gott und die himmlischen Gestalten in den Habsburger Ländern verehrt, als die Pest ungeachtet der sündigen Menschheit von Gott offenbar nun beendet wurde, man in Prozessionen und Dankgottesdien-



Abbildung 1409: Sopron, mit Dreifaltigkeitssäule.

sten zusammenkam. In Wien wurde eine hölzerne Pestsäule durch eine künstlerisch reich gestaltete marmorne ersetzt und 1693 feierlich eingeweiht (H. SCHMÖLZER 1988, S. 174 u. a.). In zahlreichen Städten der Habsburger Monarchie erinnern solche **Pest-** oder **Dreifalitgkeits-Säulen** ebenfalls an das abgeklungene furchtbare Geschehen, zum Dank an den Himmel für das Ende, Säule von 1701 in Sopron, von 1717 St. Pölten (Wikipedia 2017 u. a. im Internet). Aber noch einmal 1713 gab es die Pest in Wien. 1728, unter KARL VI., war der 1.900 km lange 'immerwährende' **Kordon an der Ostgrenze** der Monarchie eingerichtet, um die Pest für immer fernzuhalten. Reisende mußten sich einer Quarantäne unterziehen, Waren wurden gereinigt, Briefe wurden geräuschert. Anfang des 19. Jh. standen bis zu 11.000 Mann im 'täglichen Kordondienste' (S. 154).

## Die Pocken - Ein jedenfalls oft wirksames Verfahren gegen die Infektionskrankheit Pocken

Im 18. Jh. und teilweise auch später waren die **Pocken** resp. **Blattern** eine weit verbreitete Krankheit, zeitweilig fast die Seuche schlechthin. Überlebende behielten ein mehr oder weniger durch Pockennarben gezeichnetes Gesicht. Bei Männern wie DANTON nahmen viele Frauen das wohl hin. Aber bei einst in Schönheit erblühten Frauen konnte das eine beabsichtigte Ehe zunichte machen. Ende des 18.



Abbildung 1410: Pestsäule St. Pölten.

Jh.. brachen die Pocken wieder in Preußen aus und, ab 1798, erlebte sie der in armen Verhältnissen im kleinen Märkisch-Friedland/Miroslawiec in West-Pommern aufwachsende spätere Geograph, Historiker, Pädagoge u. a. KARL FRIEDRICH VON KLÖDEN (in 1976, S. 182 ff.): "Im Herbst brach die Pockenseuche in einer verheerenden Weise aus und hielt den ganzen Winter über an. Sie raftte den dritten Teil aller Kinder in der Stadt fort, und wir hatten jeden Tag eine, zuweilen selbst zwei Leichen nach dem Kirchhofe hinauszusingen, meistens unsere Spiel- und Schulgefährten; kannten wir doch in der kleinen Stadt uns alle untereinander. ... " Am Grab dann, es war eisekalt: "Alle Menschen müssen sterben" und "Nun lasset uns den Leib begraben." Auch KLÖDENs 2 jüngere Geschwister wurden hinweggeraffte.

Die Pocken waren immerhin die **erste Infektionskrankheit,** gegen welche eine ziemlich wirkungsvoller Schutz, eine Vorbeugung, eine **Prophylaxe gefunde**n wurde, eine, welche aber lange nicht verallgemeinert, auch auf andere Infektionskrankheiten übertragen wurde.

Gegen die **Pocken** wurde zuerst das Verfahren gefunden, daß Lymphe aus den Pusteln von Pockenkranken in Gesunde eingeritzt wurde, die **Variolation**, in England eingeführt um 1721/1722 durch Lady MARY WORTLEY MONTAGU. Die Krankheit trat, jedenfalls in den meisten Fällen, nur in abgeschwächter Form auf und das sollte Schutz vor gefährlicher Pocken-Erkrankung bringen. Es war ein nicht ungefährliches Unterfangen. Lady MONTAGU war eine sich selbst bildende,



Abbildung 1411: VAN SWIETEN. Wien.

stets in der Literur kenntnisreiche und selbst literarisch tätige Frau. Als 23-jährige brannte sie gegen den Wunsch ihres Vaters mit einem Whig-Abgeordneten des Parlaments durch, EDWARD WORTLEY MONTAGU. Die in Londoner Hofkreisen verkehrende schöne und lebhafte Frau erkrankte 1715 an den Pocken und verlor viel in ihrem schönen Gesicht. Sie ging mit ihrem Gatten, der 1716 - 1718 englischer Gesandter in der Türkei geworden war, nach Istanbul. Hier lernte sie die Variolation als Verfahren des Pockenschutzes näher kennen. Sie impfte ihren eigenen Sohn, der erste Engländer, der so geimpft wurde. 1736 fiel sie in Liebe zu dem italienischen Aufklärungs- und Kunst-Schriftsteller FRANCESCO ALGAROTTI, der NEWTONs Optik für Frauen erklärt hatte, 9 Jahre in Berlin lebte und wie es heißt Gesundheitsgründen nach Italien zurückging. Lady MONTAGU ging unter vorgeschützter nötige Kur 1739 nach Italien, aber es kam nicht das erwartete Zusammenleben mit ALGAROTTI. Nach einer unglücklichen Liebe und dem Tode ihres Ehemannes 1761 kehrte sie nach England zurück, starb 1762 an Krebs, als eine höhergestellte Engländerin mit einem auffälligen Leben.

Aufgegriffen wurde die Pockenimpfung etwa in Österreich, bei den Habsburger, bei denen manche an Pocken starben, die Erbfolge durcheinander brachten oder entstellt waren. Puder mußte entstellte Gesichter bedecken. Leibarzt bei MARIA THERESIA wurde der BOERHAVE-Schüler GERHARD VAN SWIETEN (Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich 41. Theil, 1880), der das Gesundheitswesen in Wien, Pavia, Prag, Pest neu gestaltete.

Zunächst benutzte man die Lymphe aus den Pusteln ernsthaft an Pocken Erkrankter. Dann wurden auf Geimpfte zurückgegriffen, deren wenige künstlich erzeugte Pusteln Lymphe liefern mußten.

Die 1766 in Danzig geborene Mutter des Philosophen ARTHUR SCHOPENHAUER, JOHANNA (s. 1978, S. 98 ff.), erlitt in ihrer Kindheit die Variolation an sich selbst. Die ganze Familie zog dazu in ein Gebäude, "im abgelegensten Winkel der Stadt mitten in einem sehr schmutzigen Hühnerhofe" (S. 102), wo im "vierten Stock" isolierte "Blatternkinder" lagen. Die Kinder SCHOPENHAUER saßen auf dem Hofe, "zitternd vor Angst und Kälte", und jedem brachte der Impfdoktor WOLF "mit einer in Blattereiter getauchten goldenen Nadel acht kleine Wunden bei, zwei an jeder Hand, zwischen Zeigefinger und Daumen, und zwei auf jedem Knie", wobei man etwa eine ganze Weile mit "offenem Knie" sitzenbleiben mußte, um das "Gift eintrocknen zu lassen. ... Zu jeder der acht kleinen Wunden ..., mußte neuer Eiter von den Blatternkranken geholt werden ..." JOHANNA SCHOPENHAUER erlebte dann an sich selbst, daß sie "über und über mit Blattern bedeckt" war, sich sehr leidend fühlte, und sogar eine gefährliche Blatter sich am Auge bildete, sie auch hohes Fieber bekam, sich aber danach als vor weiterer Erkrankung geschützt halten konnte.

JOHANNA SCHOPENHAUER nennt die Variolation trotz Zwischenfällen die "heilsamste Erfindung des achtzehnten Jahrhunderts, die wohltätige Erhalterin des Lebens zahlloser Kinder".

Um die Variolation in den spanischen Kolonien in Amerika (P. HAUDUROY 1944/1979) einzuführen, wurden im November 1803 22 ungeimpfte Kinder auf ein Schiff nach Amerika gebracht. Bei der Abfahrt wurde eines der Kinder geimpft, mit der Lymphe der sich auf hoher See bildenen Pockenpustgeln wurde ein zweites Kind geritzt und so während der Überfahrt eines nach dem anderen. Drei Jahre später versicherte Dr. BALMIS, Chirug des spanischen Königs, daß die Pockenimpfung in allen spanischen Besitzungen in Amerika bekannt ist. Warum benutzte man nicht Pockenkranke in Amerika auch für den ersten Impfstoff?

Ein anderes Verfahren, die Impfung mit Kuhpockenlymphe, die **Vakzination**, entwickelte der englische Mediziner der englische Arzt EDWARD JENNER (N. G. COLEY 2003) am Ende des 18. Jh., Es war etlichen Ärzten wie FEWSTER in England aufgefallen, daß Menschen, die wegen ihre Umganges mit Rindern an den für den Menschen relativ harmlosen Kuhpocken erkrankt waren, von den gefärlichen Menschenpocken nicht befallen wurden oder nur in harmloser Form. JENNER entwickelte das zur Impfung, zur Inokulation.

JENNER (W. EBSTEIN 1911). impfte am 4. Mai **1796** als ersten Menschen den 8-jährigen Knaben JAMES PHIPPS mit der Kuhpockenlymphe aus der Hand




Abbildung 1412: JENNER.London.

einer daran erkrankten Magd und impfte ihn nach dem Befall mit Kuhpocken 9 Tage später mit Lymphe von Menschenpocken. Der Knabe erkrankte an den Menschenpocken nicht, vielleicht wegen der Variolation. Ein ethisch bedenklicher Menschenversuch war es dennoch. Man kann dem Dichter CLAUDIUS (in 1975, S. 380) nicht verübeln, wenn er zwar die Impfung, die Inokulation, mit der Lymphe von Menschen nicht ablehnte, aber zur Vaccination 1800 in einem Briefe meinte: "Kennt Ihr denn die Natur genug, daß Ihr sagen könnt, ob man von der Kuh, außer den Blattern, nicht noch sonst etwas Kuhartiges auf das Kind fortpflanze, ..."Die Kuhpocken-Impfung, die **Vaccination**, von vacca = Kuh, wurde bald weithin eingeführt, wobei in England der dafür auch propagandistisch tätige Chemiker GEORGE PEARSON sich mit dem Ruhm zu schmücken suchte. Problem war, daß Kuhpocken relativ selten auftraten, man also Mangel an Lymphe hatte (F. W. VON HOVEN in 1984, S. 264). Wo sie erschienen, wurde bald die Lymphe gesammelt. Ein Denkmal für JENNER im Londoner Hydepark zeugt von der ihm entgegengebrachten Verehrung. Die Vakzination wurde in einigen Ländern gesetzlich eingeführt, was auch zu Widerspruch führte, etwa durch den Mediziner FRIEDRICH WILHELM VON HOVEN, der mit SCHILLER an der Solitude ausgebildet wurde. Die Blattern-Impfungen beruhten allein auf Erfahrung und es gab damals keine einsichtsvolle physiologische Erklärung. Aber der Nutzen war offensichtlich, wenn man an die gewaltige Zahl von Pocken-Opfern der vergangenen Zeit denkt. Die Medizin konnte selten mit ihren Maßnahmen so lange warten, bis die Grundlagen klar waren, übrigens etwa die chemische Technologie war nicht

besser gestellt. Diskutiert wurde, etwa bei VON HOVEN (in 1984, S. 265), wie es überhaupt möglich sein soll, daß eine Krankheit, hier die Kuhpocken, vor einer anderen Krankheit, den Menschenpocken, schützen soll. Es bekommen manche Menschen auch nach der Kuhpocken-Impfung Menschenpocken, aber sie wären dann "milder und gutartiger", jedoch wäre es nach wie vor die gleiche Pockenkranhkeit. Aber: auch allein die Milderung müßte man doch anerkennen, was VON HOVEN nur mit Bedenken tut. Und ein Problem auch für andere ansteckende Krankheiten wurde deutlich: wie lange hält bei einer überstandenen Krankheit wie Typhus oder Ruhr der danach erfolgende offensichtliche Schutz an: nach VON HOVEN (S. 265), nur solange, wie eine Epidemie dauert, "kommt wieder eine neue Ruhr-oder Typhusepidemie", werden die einmal Befallenen ebenso so wieder befallen "als die damals von ihr verschont Gebliebenen." Länger dauere der Schutz bei Scharlach und Masern. Und die besondere Frage: Wie lange hält überhaupt der Schutz der Kuhpocken-Impfung? Die Wiederholung der Impfiung war später allgemein üblich, zuerst die Impfung im Kindesalter, dann nochmals als junger Erwachsener und wieder bei der Reise in ein Land mit noch der Gefahr von Ansteckung durch Pocken. Es gab also neue grundlegende **Fragen zum Wesen der Krankheiten**!

### Zusammenhänge liefern Ursachenerkenntnis und Menschen können Ursache für schwere Krankheit sein

Der Chirurg PERCIVALL POTT (J. KIRKUP 2004) schrieb1775 fast nebenbei, daß Schornsteinfeger besonders häufig an Hodenkrebs erkranken, was einen Zusammenhang zwischen **Ruß**, durch die Heizung hervorgerufen und im Schornstein abgesetzt, und einem Carcinom herstellte und deutlich einen **menschenverursachten Umweltfaktor für eine schwere Erkrankung** haftbar machte. Der Arzt JOHN HILL sah einen Zusammenhang zwischen Krebs und Tabak (Wikipedia).

## Ein erweitertes Bild von der Erde

### Erd-Erkundung – nicht erstrangig für Wissenschaft

Die Erkundung der Erde so weit wie möglich wurde gerade im 18. Jh. verstärkt fortgeführt, teils wegen Handelsbeziehungen, jedoch auch für neue Siedlungen für Europäer. Handel war nicht immer friedlich, Siedlungsgewinnung noch weniger. Nordamerika, Südafrika, Inseln im Indischen Ozean wie Mauritius, Teile von Australien, weiterhin auch Lateinamerika – das wurden Gebiete, in denen Kolonisten



Abbildung 1413: Madras 1999.

sich festsetzten und auch untereinander bekämpften. Gegenüber der einheimischen Bevölkerung fühlte man sich überlegen, hatte die einzig richtige christliche Religion und brachte angeblich die Zvilisation. Während etwa in Indonesien die Niederländer sich bei der Durchsetzung ihres Monopols auf die Muskatnüsse schlimme Übergriffe erlaubten, benahmen sie sich gegenüber Japan im Interesse ihres Handels anständig, beschränkt auf eine winzige Insel, Deshiam, bei Nagasaki und froh an der jährlichen Delegationsreise in die Hauptstadt teilzunehmen. Auch die Unverschämtheiten gegenüber China wuchsen mit dessen politischer Schwäche.

Mit dem Erwerb von Kolonien oder wie bei Rußland wenig erschlossenen Herrschaftsbereichen werden auch Leute ausgesandt, die in den erworbenen Gebieten Verwaltungsarbeit und Management leisten sollten. Und manche erwarben auch bemerkenswerte Landeskenntnisse und erschließen Völker und Sprachen.

Die britische East Indian Company versuchte auch unter Ausnutzung von Rivalitäten der indischen Fürsten untereinander die politische Herrschaft über Indien insgesamt zu gewinnen. An der Südost-Küste **Indiens** erhielten die Engländer 1639 ein kleines Gebiet, wo sie Madras gründeten und nahebei hatten sich die Franzosen niedergelassen.

Öfters wechselte der Besitz. Noch mehr geschah das um Pondicherry, was schließlich 1816 endgültig an Frankreich kam. England schlug Frankreich in Quebec.

Was später vor allem 'Kanada' wurde, war Besitz der Hudson-Bay-Company, die



Abbildung 1414: Australien-Gehölz: Eucalyptus.

mit Pelzen reich wurde, dabei in dem weiten Territorium mit den Indianern friedlich auskommen mußte.und nur wenige Forts, vor allem als Handelsposten, unterhielt.

Die französische Ostindien-Company hatte 1715 die Kontrolle über die vor der Südost-Küste Afrikas liegende Insel **Mauritius**, der seinerzeitigen 'Ile de France', wo MAHE´DE LABOURDONNAIS die auf Zuckerrohr, auch Baumwolle und Indigo beruhende Landwirtschaft voranbrachte, Straßen bauen ließ und die Wälder klärte. Die Insel wurde so etwas wie das Sehnsuchtsparadies europamüder romantischer Frauen und Männer. Der katholische Missionar PIERRE-JOSEPH-GEORGES PIGNEAU DE BE´HAINE reiste 1767 nach dem heutigen **Vietnam**, damals **Cochinchina**, und nahm dort die Interessen französischer Kaufleute wahr und half jenem Fürsten, der 1802 ein vereintes Land herstellte.

Die weitere Erschließung der Erde führte wiederum zur **Überführung von Gewächsen**, Bäumen etwa, auch nach Europa und anderen Regionen.

## Wissenschaftliche Reisen in außereuropäische Gebiete

Aber auch wissenschaftlicher Erkundung dienende See- und Land-Expeditionen wurden durchgeführt. Gewiß war die Wissenschaft dabei oft Wegbereiter nicht nur für Handel, sondern auch für Annexion und es sollten nützliche Gewächse und Mineralien erkundet und schließlich genutzt werden. Wenige Reisen, ob zur See oder auch auf dem Land, waren oder blieben rein wissenschaftlich. Auf COOks große Südsee-Reisen folgte umfangreiche Besitzergreifung, ob Australien oder Neuseeland.

Rußland besaß mit **Sibirien** riesige unbekannte Territorien. DANIEL GOTTLIEB MESSERSCHMIDT hatte 1723 beschrieben, daß der Boden von Teilen Sibiriens nur eine halbe Handbreit auftaut und damit auf den Dauerfrostboden, den **Permafrostboden**, verwiesen. Sibirien aufzuklären wurde durch die russische Regierung die "**Große Nordische Expedition**" in die Wege geleitet. Im Juli 1733 reisten der Botaniker JOHANN GEORG GMELIN (V. KRUTA 1972), der Historiker GERHARD FRIEDRICH MÜLLER, der Astronom LOUIS DELISLE DE LA CROYÈRE zusammen mit 6 Studenten, 2 Malern, 2 Jägern, 2 Bergleuten, 4 Landvermessern und 12 Soldaten über Tobolsk, Irkutsk, Kyakhta in die 1735 erreichte Region jenseits des Baikalsees, nach **Transbaikalien**. Der aus Windsheim in Franken stammende GEORG WILHELM STELLER kam an die Beringstraße und erforschte Kamtschatka. VITUS BERING sah auf seiner zweiten See-Expedition am 16. Juli 1741 von Westen her Alaska, starb jedoch noch 1741 auf einer Insel der Aleuten. GMELIN untersuchte den Permafrost-Boden und fand in Jakutsk den Grund fast 30 Meter gefroren. Heute weiß man, daß der in der Eiszeit nicht vergletscherte und deshalb wenig geschützte Boden bis über 1000 Meter gefroren sein kann. GMELIN erlebte mit seinen Leuten in Jakutstk den Mai 1737, als das Eis auf der Lena endlich auftaute. Nach Forschungen im Gebiet der Flüsse Angara und Tunguska kehrten sie nach einer Abwesenheit von über 9 Jahren nach St. Petersburg zurück. Noch im 18. Jh. wurden im Dauerfrostboden gefrorene Großtiere aus früheren Zeiten entdeckt, 1771 am Fluß Wilui eine Nashorn-Leiche, 1799 nahe der Lena-Mündung eine dann nach St. Petersburg verbrachte **Mammutleiche**.

Die Erforschung von **Rußland** und **Sibirien** wurde **fortgesetzt** durch den Naturforscher und Zoologen PETER SIMON PALLAS (F. RATZEL 1887), der im Auftrag der Petersburger Akademie 1768 - 1774 nach der Bereisung von Teilen des europäischen Rußland nach dem südlichen Sibirien bis an die Grenze zu China am Amur reiste und Mitarbeiter in Gebiete sandte, in der er nicht auch noch reisen konnte. PALLAS war dabei in erster Linie registrierender Naturforscher der über Bodenschätze, Salzseen, noch wenig beschriebene Säugetiere, Pflanzen, Völker, vorzeitliches Rhinozeros und anderes berichtete, kurz über die Vielheit der in der Natur vorkommenden Dinge. Eine weitere Reise unternahm PALLAS 1793/1794. In Sibirien 1790 - 1795 reisender **Botaniker** war JOHANN AUGUST CARL SIEVERS (Wikipedia 2019), auch wenn er den durch seine getrockneten Wurzeln als Abführmittel bekannten und nun in Sibirien gesuchten lebenden Sibirischen Rhabarber nicht fand.

Die Franzosen, voran CHARLES-MARIE DE LA CONDAMINE mit GODIN und BOUGUER, führten 1735 - 1745 in den **Anden in Süd-Amerika** Gradmessungen durch, um die noch umstrittene Gestalt der Erde festzustellen. LA CONDAMINE fuhr schließlich den Amazonas hinab und brachte die Kenntnis von der Chinarinde

und dem Kautschuk mit (Y. LAISSUS 1978).

Weit reisten die Schüler LINNÉs, wie schon berichtet.

Nach dem Orient war gereist der französische Botaniker TOURNEFORT. Um 1700 stieg er mit Begleitern am mythenumwobenen Berge **Ararat** in **Anatolien** empor.

Fast der russischen Großen Nordischen Expedition angenähert erscheint die vom Dänenkönig FRIEDRICH V. in die Wege geleitete **Orient-Expedition** (R. HANSEN 1999), die ab 1761 über Ägypten in den **Jemen**, also nach dem Süden der arabischen Halbinsel, führte. Der Verlauf war tragisch. 6 Teilnehmer waren ausgezogen. Einer kam zurück: CARSTEN NIEBUHR. Die anderen starben an Krankheiten: der Philologe, der Arzt, der Naturforscher FORSSKAL, der Maler und Kupferstecher, ein begleitender Dragoner. Trotzdem galten die Ergebnisse als erfolgreich, denn der über Bagdad zurückgereiste NIEBUHR, der am 20.November 1767 wieder in Kopenhagen war, brachte Handschriften mit, Zeichnungen des Malers BAURENFEIND, Pflanzenbeschreibungen, astronomische Ortsbestimmungen, geographische Karten auch von den Meere, abgezeichenete Inschriften, Meßdaten von den ägyptischen Pyramiden. Großartige Reisebeschreibungen folgten. 82-jährig starb NIEBUHR 1815 als Landschreiber in Meldorf, der Hauptstadt des seinerzeitigen Dithmarschen.

Aufgeklärt wurde die noch weitgehend unbekannte "**Südsee"** südlich des Äquator, in die der Dichter SWIFT noch die Wunderreiche der Liliputaner und der Riesen verlegt hatte, zumal spanische oder auch niederländische Erkundungen unbekannt blieben. Der englische Ozeandurchquerer SAMUEL WALLIS fand am 18. Juni 1767 die Insel Tahiti. Dort landete 1768 auch der erste französische Weltumsegler, LOUIS ANTOINE DE BOUGAINVILLE, reisender Philosoph, der ansonsten wegen Skorbut an Bord den Pazifik ohne großartige Entdeckungen durcheilt hatte und nicht die Brandungswelle an der Ostküste des ihm deshalb unbekannt bleibenden Australiens zu durchqueren wagte. Weltweit verbreitet wurde in den Tropen und Subtropenländern die nach dem französischen Seefahrer benannte, in der Familie Wunderblumengewächse/Nyctaginaceae stehende *Bougainvillea*, bei der intesniv violett gefärbte Hochblätter die kleinen gelben Blüten ungeben.

Der große Entdecker wurde JAMES COOK. Auf seiner ersten Reise mit der "Endeavour" 1768 bis 1771, mit dem Botaniker JOSEPH BANKS an Bord, wurden nach der Beobachtung des Venus-Transits auf Tahiti die Gesellschaftsinseln entdeckt, Neuseeland als Doppelinsel erkannt, die **Ostküste Australiens** 1770 im Gebiet der Botany Bay, der Region des späteren Sydney, betreten.

Die Beuteltiere und völlig andersartige Pflanzen traten in das Gesichstfeld der



Abbildung 1415: Bougainvillea.



Abbildung 1416: COOK.Sydney.



Abbildung 1417: Neuseeland.

Wissenschaft.

#bildDie neue Gattung *Banksia*

Auf der zweiten Reise 1772 - 1775 mit REINHOLD FORSTER und dessen Sohn GEORG sowie dem Botaniker SOLANDER an Bord wurde bis zu den Eisbergen der antarktischen Gewässer in etwa über 70° s. Br. vorgedrungen, wurden Neukaledonien, die Norfolk-Insel, Südgeorgien entdeckt, Neuseeland mehrfach angefahren.

#bildNeuseelands Faserpflanze *Phormium*

Reisebeschreibungen im Stile GEORG FORSTERs wurden gern aufgenommene Lektüre. Manche suchten in fernen Ländern, in der Südsee oder auf der Insel Mauritius jenes vermeintlich unverbildete Leben, das in Europa nicht mehr möglich sein sollte. Auf seiner dritten Reise fiel COOK auf einer der von ihm entdeckten Hawai-Inseln am 14. Februar 1779 bei einer Auseinandersetzung mit den Einwohnern, nachdem COOK stets versucht hatte, mit den meist freundlichen, aber etwa auf Tahiti von freieren Eigentumsbegriffen ausgehenden, also diebischen Bewohnern auszukommen.

Im letzten Viertel des 18. Jh. stießen an der Nordwest-Küste Nordamerikas, also fern jeder damaligen 'Zivilisation', Spanien, England und Rußland aufeinander (D. DAHLMANN 2009). Auf der Vancouver-Insel und dem benachbarten Festland



Abbildung 1418: Metrosideros. Auckland.



Abbildung 1419: Brotfruchtbaum. Mexico 1997.

machte schließlich England das Rennen und es erstand - wie fern , wie fern! - die Kronkolonie Britsh Columbia, und das spätere Parlamentsgebäude im Hauptsitz der Vancouver Island, Vittoria, zeugt von dieser britischen Erwerbung. Alaska und die Aleuten gingen damals an Rußland.

Einem praktischen Ziel diente WILLIAM BLIGH, der auf der "Bounty" 1787 **Brotfruchtbäume**, *Artocarpus incisa*, als Nahrung für Plantagensklaven von Tahiti nach der Karibik überführen wollte und von einer Meuterei auf dem Schiff überrascht wurde.

1788 gründete England die erste britische Kolonie an der Ostküste **Australiens**, im Gebiet des heutigen Sydney, die **Kolonie New South Wales**. Bis 1868 wurden hierher etwa 140.000 Sträflinge, oft kleine Taschendiebe, verfrachtet und schritt-



Abbildung 1420: FLINDERS. Sydney.

weise das Hinterland erschlossen, oft unter Tötung der Aborigines. So entledigte sich England ihm lästiger Personen. 'Erblich Kriminelle' scheinen die wenigsten gewesen zu sein, denn Australien ist kein hervorstechendes Verbrecherland geworden.

Ganz Australien umfuhr dann MATTHEW F. FLINDERS 1801 - 1802 auf dem Schiffe "Investigator", teilweise begleitet vom Botaniker ROBERT BROWN und dem Zeichner BAUER.

BROWN wurde der führende britische Botaniker, der wissenschaftliche und auch materielle Erbe von BANKS. Er beschrieb die neuen Gattungen, ja neuen Familien, etwa die Proteaceen, mit Grevillea und Banksia, die Eucalyptus-Bäume.

Unbekannt blieb vor allem auch Afrika, mit Ausnahme von Teilen im Norden und Siedler erschlossen die Kapkolonie an der Südspitze. Immer wieder reizte die eigenartige, aus zahlreichen anderenorts nicht vorkommenden Arten bestehende **Kapflora**. Hier wurde auch beim Weitersegeln nach anderswohin oft längere Zeit Station gemacht.

Wie Rußland sein eigenes Territorium und vor allem auch sein Neuland Sibirien erforschte, so schickte England Leute in seine bleibenden oder zeitweiligen Kolonien, um dort zu lenken und zu leiten. Unter denen etwa, die dabei beachtliche Kenntnisse über Land und Leute erwarben war WILLIAM MARSDEN (A. S. COOK 2004). Einer Familie mit 16 Kindern entstammte er und wurde im Alter von 16 Jahren



Abbildung 1421: Kapflora: Protea.



Abbildung 1422: Tafelberg, Kapstadt, 2002.



Abbildung 1423: ALEX. v. HUMBOLDT. Berlin.

seinem Bruder nachgesandt, der 1771 im Dienste der East India Company auf der zeitweise britischen Sundainsel **Sumatra** eingesetzt war. 1779 zurück in London, hatte er die malayische Sprache erschlossen und wandte sich auch dem Polynesischen und anderen fernen Sprachen zu. Mit der auf seinen mehrjärigen Aufenthalt auf Sumatra zurückgehenden "History of Sumatra" 1783 lieferte MARSDEN ein viel an erkanntes Beispiel der Beschreibung eines fernen Landes und stieg zu hohen Posten empor.

**Russische Weltumsegelungen** folgten 1803 - 1806 unter ADAM JOHANN VON KRUSENSTERN und 1815 - 1818 und nochmals 1823 - 1826 unter OTTO VON KOTZEBUE.

Unter den Landreisen wurde die von ALEXANDER VON HUMBOLDT (1989) nach **Südamerika**, **Kuba und Mexico** besonders berühmt.

Am 14. September 1769 war er als Sohn eines Majors und Kammerherrn in Berlin geboren worden. Zusammen mit seinem zwei Jahre älteren Bruder WILHELM wurde er von Hauslehrern wie CAMPE erzogen. ALEXANDER VON HUMBOLDT studierte Kameralwissenschaft an der damaligen Universität Frankfurt an der Oder, studierte dann aber, immer einmal mit Unterbrechungen. Mit GEORG FORSTER reiste er 1790 den Rhein hinab und über die Niederlande nach England, worüber GEORG FORSTER eine eingehende Reisebeschreibung mit der Mitteilung zahlreicher Eindrücke verfaßte. A. VON HUMBOLDT lernte viele Teile Mit-




Abbildung 1424: ALEXANDER VON HUMBOLDT, Freiberg.

teleuropas kennen. 1791/1792 studierte A. VON HUMBOLDT an der Bergakademie in Freiberg, bei WERNER und fuhr nach untertage. Danach wirkte A. VON HUMBOLDT im Bergwesen der In den 1791 an Preußen gekommenen fränkischen Herzogtümer Ansbach und Bayreuth wirkte er als der Beauftragte für die Bergwerke, gründete in Bad Steben eine bergmännische Freischule.

A. VON HUMBOLDT unternahm zahlreich Versuche wie VOLTA durch, verletzte sich bewußt, um an freigelegten Muskeln und Nerven die Reizung und anschließend untersuchte er Metallbögen in einer galvanischen Kette die "Wirkung der Reizung auf lebende Organe" (A. STÖGER 2019) In 2 Bänden veröffentlichte HUMBOLDT 1797 und 1799 'Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser'.

Wegen der dauernden Kriege fielen manche Reisepläne ins Wasser, die nach Nordafrika oder nach Indien Gereist wurde etwa 1795/1796 nach Oberitalien, und es wurden schon hier die Höhenstufen in der Pflanzenwelt beachtet, wurden H. B. DE SAUSSURE und VOLTA besucht. Etwa in Wien hatte sich A. VON HUMBOLDT mit den dort vorhandenen Pflanzen Südamerikas und derenn Erforscher JACQUIN bekannt, um besser Neuheiten bei einer eventuell möglichen Reise nach Südamerika zu sehen. Im Unterschied von SCHILLERs 'Don Carlos' ging der 30-jährige HUMBOLDT vom Königs-Schlosse Aranjuez heiterer zurück, denn er hatte unter Fürsprache von Minister URQUIJO vom König von Spanien die oft verwehrte Erlaubnis zur Einreise in die spanischen Kolonien in Amerika und volle Forschungsfreiheit erlangt, mit den dafür nötigen Papieren. HUMBOLDT war ein




Abbildung 1425: A. v. HUMBOLDT. Bad Steben.

wohl-vorbereiteter Forscher, der seine Instrumente und dabei vor allem die Barometer für Höhenmessungen immer wieder überprüft. Zur Abreise zog HUMBOLDT von Madrid nach dem Hafen von Coruna an der Nordwestküste. Auf dem Wege nach dorhin fand er die beachtliche Höhenlage des im Inneren vielfach so flachen Spanien, das also eine Hochebene ist. Mit Unterbrechung auf Teneriffa und Besteigung des Pico de Teyde kam A. VON HUMBOLDT mit dem in Paris getroffenen Botaniker H. AIMÉ GOUJAUD BONPLAND am 16. Juli 1799 in Cumaná an, bereiste den Orinoko, Teile der Anden, bestieg den bis in eine noch von niemandem übertrumpfte Höhe den Chimborazo, hielt sich später in Kuba auf und Mexico auf und fuhr über Philadelphia nach Europa zurück. In Paris hat HUMBOLDT 22 Jahre nach der Rückkehr in 13 Bänden hier sein großes Reisewerk verfaßt und wirkte in Freundschaft mit bedeutenden Pariser Gelehrten, so GAY LUSSAC. Bei HUMBOLDT gab es nie eine Abwendung von Frankreich und einen engen Nationalismus.

Im Jahre 1826 übersiedelte ALEXANDER VON HUMBOLDT gerufen vom preußischen König nach Berlin. Im Jahre 1829 reiste er im Dienste des Zaren mit dem Zoologen EHRENBERG und dem Mineralogen GUSTAV ROSE in einem auf höchsten Befehl überall bevorzugt behandelten Wagen durch Rußland bis nach dem **südlichen Sibirien** und der Grenze zu China. In Berlin war A. VON HUMBOLDT ein für die Förderung und Beförderung junger deutscher und ausländischer Wissenschaftler einflußreicher, wohlwollender Gelehrter, der fortschrittlichen Bestrebungen nahestand. Das Wissen seiner Zeit faßte fußend auf Vorträgen HUMBOLDT zusammen in dem Werke 'Kosmos', dessen 1. Band 1845 erschien, dann 3 weitere Bände bis zu seinem Tode am 6. Mai 1859 in Berlin, der 5 Band erschien posthum 1862..



Abbildung 1426: HUMBOLDTs Reisewerk Frontispiece, 1814.

In der Zeit von NAPOLEON und danach wurden viele Besitzverhältnisse in Übersee geändert, was auch für die geographische Erschließung Folgen hatte. 1803 verkaufte NAPOLEON die französischen Besitzungen in Nordamerika an die **USA**. Sie konnten damit ihr Territorium mehr als verdoppelten und nach dem Westen vordringen. Die **südafrikanische Kapkolonie** nahmen 1795 die Engländer den auf Seiten NAPOLEONs stehenden Niederländern ab, gaben die Kolonie 1803 zurück, nahmen sie 1806 erneut ein. Die 'Ile de France', **Mauritius**, wurde 1810 von den England okkupiert und deren Besitz für diese Insel und für die Kapkolonie 1814 bestätigt. Als permanente Siedlung eine englische Gründung erstand seit 1823 an der Ostküste Südafrikas in **Natal** die einst Port Natal und nunmehr **Durban** genannte Hafenstadt , jetzt Südafrikas größter Hafen und Südafrikas 3.-größte Stadt (Wikipedia 2013).

Aus dem Kolonialbesitz gingen im 19. und 20. Jh. immerhin einige größere einheitliche Staaten hervor, die vorher als solche nicht bestanden, so Indien, Indonesien, Vietnam.

## Physische Gegebenheiten der Erdoberfläche

Ein Begründer der **Geophysik** war EDMOND HALLEY. Auf einer (**Wind-) Karte** stellte er die bevorzugten Windrichtungen in den einzelnen Gebieten der

Erde dar. Er wertete Mitteilungen von Seefahrern über die **Gezeiten** im Golf von Tonkin aus (1684). Er veröffentlichte 1701 über die Gezeiten im "Ärmelkanal" zwischen England und Frankreich. Für den **Erdmagnetismus** nahm HALLEY 4 magnetische Pole der Erde an. Auf einer Expedition 1698 bis 1700 durchkreuzte er trotz einer Meuterei mit dem kleinen Schiff "Paramore" den Atlantischen Ozean und erstellte eine Karte der magnetischen Abweichungen. wobei erstmals Isogonen (isogonic lines), Kurven gleicher Deklination, also Abweichungen vom geographischen Meridian, aufgezeichnet wurden. Nicht erfüllte sich die Hoffnung, die magnetischen Abweichungen für die Längen-Bestimmung zu nutzen. Über lange Zeiträume **meteorologische Daten** an verschiedensten Punkten der Erde zu sammeln initiierte JOHANN JACOB HEMMER (F. KLEMM 1969) von der kurpfälzischen Akademie in Mannheim. Das Beobachternetz umfaßte schließlich 39 Stationen. 14 davon lagen in Deutschland. Die Daten wertete noch A. VON HUMBOLDT aus, etwa bei der Aufstellung seiner Isothermen, der Linien gleicher Durchschnittstemperatur. Die Wirren nach 1790 gaben dem systematischen Beobachten den Todesstoß.

Der englische Amateurwissenschaftler und Quäker LUKE HOWARD, Drogist und chemisch tätig, brachte 1802 die weitgehend bleibende Einteilung und **Nomenklatur** der **Wolken**. Als Hauptgruppen unterschied er die geballten Cumulus-Wolken, der schleierförmige Cirrus, der schichtförmigen Stratus. GOETHE nahm das begeistert auf.

# Geologie, Erdgeschichte

## Werden der Erde und der Erdkruste

Die Erde und namentlich auch ihre Kruste hat eine Geschichte - die Idee geht weit hinter das 18. Jh. zurück. Aber die Gedanken über die Geschichte der Erde bauten zunächst auf unsicheren und nur wenige Dinge einbeziehenden Grundlagen auf, waren, wie schon oben berschrieben, noch lange von der Bibel und von der Sintflut-Legende und auch einer viel zu kurzen Zeitannahme bestimmt.

Als ein für die Geschichte der Erde ernst zunehmend Problem erschienen die Reste von Meerestieren, von **Meeresfossilien**, **hoch oben auf Bergen**, etwa in der Schweiz, worüber etwa VALLISNERI (J. FRANCHINI 1931) schrieb. In der Zeit der Aufklärung wurde zunehmend bezweifelt, daß es eine **erdweite Sintflut** gab, die über die höchsten Berge stieg und Meerestiere nach dorthin brachte.

Naturwissenschaftlich dachte über das Alter der Erde schon früh E. HALLEY


Versuch
einer Geschichte
von
Flötz-Gebürgen,
betreffend
deren Entstehung, Lage,
darinne befindliche
Metallen, Mineralien und Foßilien,
gröstentheils
aus eigenen Wahrnehmungen,
chymischen und physicalischen Versuchen,
und aus denen Grundsätzen der Natur-Lehre
hergeleitet,
und mit nöthigen Kupfern
versehen,
von
D. Johann Gottlob Lehmann,
Königl. Preuß. Berg-Rath, Mitglied der Königl.
Acad. der Wissenschaften, wie auch der Churmäyntzischen Acad.
nützlicher Wissenschaften.
Mit Königl. Pohl. Churf. Sächs. allergn. Privilegio.
Berlin,
zu finden bey der Klüterschen Buchhandlung.
1756.

Abbildung 1427: LEHMANNs Abhandlung.

wenn er meinte, daß sich aus dem Salzgehalt des Meeres das Erdalter bestimmen ließe, wenn alles Salz aus den zufließenden Flüssen stammt und die pro Zeiteinheit eingebrachte Salzmenge bekannt wäre. Ja wenn! Immerhin gab es bei HALLEY damit einen Anfang der Erdgeschichte und das entsprach der Bibel.

Die Ereignisse der Erdgeschichte wurden zu ermitteln gesucht aus den Schichten der Sediment-, der Schicht-Gesteine, und ihrem Inhalt, also namentlich den Fossilien. In Norditalien beschrieb die **Schichtfolgen** in der Mitte des 18. Jh. GIOVANNI ARDUINO und unterschied von unten nach oben Primär- , Sekundär - , Tertiärgesteine. Die großen Erdzeitalter, also Paläozoikum, Mesozoikum, Käno-(Neo-)zoikum, sollten diesen Gesteinsfolgen entsprechen.

In Thüringen und im östlichen Harzgebiet beschrieb die Gesteinsschichten und bildete sie ab 1756 der preußische Bergrat JOHANN GOTTLIEB LEHMANN.

Auch für LEHMANN war jedoch der gesamte Komplex von Sedimenten noch bei einer einzigen großen Flut abgelagert worden, auch, wenn es für ihn nicht mehr die in der Bibel beschriebene Sintflut sein mußte (G. ZIRNSTEIN 1980). Im südöstlichen Thüringen beschrieb die Abfolge der Sedimentgesteine GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL

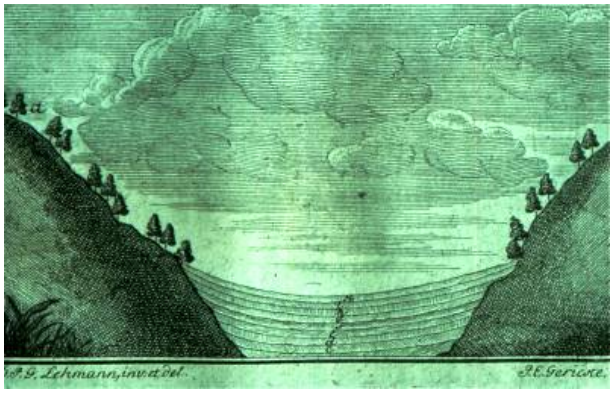

Abbildung 1428: Sedimente zw. Harz und Thüringer Wald.

## Allmähliche und wiederkehrende Umbildungen auf der Erdkruste – Uniformitarismus - HUTTON

An **lange**, ja ewige **Zeiten** für die Erdgeschichte, eine nur **allmähliche Umbildung** der sich immer wieder kreislaufartig regenerierenden Erdkruste - entscheidende Gesichtspunkte der kommenden Erdgeschichtsforschung - dachte JAMES HUTTON (u. a. 1788, J. REPCHECK 2007, G. ZIRNSTEIN 1977 b), einer der führenden Gründungsväter der Geologie. Geboren am 3. Juni 1726 als Sohn eines angesehenen Kaufmanns in der schottischen Hauptstadt Edinburgh, studierte HUTTON dort Mathematik, Chemie, schließlich auch Medizin, und setzte das Medizinstudium in Paris und Leiden fort. Er bewirtschaftete danach einen ererbten Landbesitz in Berkwickshire, noch in Schottland, nahe der Grenze zu England. Auf Fußwanderungen auch nach Frankreich hatte er die Landwirtschaft dort und anderswo besichtigt - und stellte auch etliche geologische Beobachtungen an. Ab 1768 lebte HUTTON als materiell gesicherter, unverheirateter Privatwissenschaftler in Edinburgh.

Nach HUTTONs Ansicht wurden die **Festländer** ständig langsam durch Verwitterung **zerstört**. HUTTON **verwies** damit als einer der ersten auf die **Verwitterung**, die allmähliche Zerstörung der Festländer, und verknüpfte das mit dem **Abtransport** des Verwitterungsmaterials durch Wasser **ins Meer,** zu dessen schließlicher **Ablagerung** am Meeresboden. Die außenbürtigen Faktoren der Gestaltung der Erdoberfläche waren hier also klar ins Bewußtsein gerufen worden, später Forschungsgegenstand der Allgemeinen Geologie und der Physischen Geographie. Neben den Zerstörungen und Materialabschwemmungen an der Küste beobachtete HUTTON auf seinem Landgut den Abtrag des Bodens, den Bodenverlust. Noch erhaltene Römerstraßen, ja ein noch gut sichtbarer römischer Erdwall nahe seines



Abbildung 1429: Meerestiere hoch in den Dolomiten.

Landgutes, sollten von der Langsamkeit der Verwitterung und Abtragung zeugen, wobei das 'alte Rom' allerdings eine nach erdgeschichtlichen Maßstäben sehr nahe, keine 2000 Jahre zurückliegende Zeit ist. **Täler** waren für HUTTON wegen der sonst unverständlichen Talgabelungen langsam durch das fließende Wasser ausgeräumt worden, waren ebenfalls nicht als Ergebnis einer plötzlich eindringenden Flut,gar der Sintflut, ausgebrochen worden. Wenn das Festland abgetragen wurde, wieso war es noch nicht völlig eingeebnet?

Angebliche Hitze am Meeresboden und dort eindringender Schmelzfluß veränderten die Ablagerungen am Meeresboden, verfestige sie. Und langsam oder auch schneller hob sich der Meeresboden. **Neue Festländer** stiegen bis zur Höhe von Hochgebirgen aus dem Meer empor. **Meeresfossilien hoch in Gebirgen,** in den Kalkalpen etwa, waren schon lange beachtet worden. Nun endlich wurde nicht mehr angenommen, daß sie durch ein bis in Hochgebirgshöhe reichendes Meer emporgetragen wurden, sondern sie aus dem sich weit emporhebenden Meeresgrunde stammen konnten, **einer der wohl wichtigsten Gedanken der Erdgeschichtsforschung.**

Als Zeugnisse für seine Auffassungen vom Austeigen von Meeresboden und sogar dem Wiederabtragen und erneutem Aufstieg dienten HUTTON **steilstehende Gesteine**, auch Granit, **auf denen waagerecht Meersablagerungen** ruhten, also was später Diskrodanzen genannt wurde. 1787 sah HUTTON ein erstes Beispiel und ebernso 1787 wurde eine eindrucksvoll gezeichnet. 1788 untersuchte er mit freunden eine mehrfache, eine einer nur mit dem Boot ereichbaren Felsklippe an der Küste nach Ediburgh, Siccar Point (S. J. GOULD 1992). Auf grauen, ziemlich vertikal stehenden Schichten von Grauwacke lagerte weitgehend horizontal

rötlicher Sandstein. HUTTON sah die die gestörte Grauwacke als Ergebnis langer Ablagerung, Verfestigung und recht allmählicher Umbildung am Meeresboden. Wie schnell mochte dann die Hebung erfolgt sein?

Ähnliche oder gar dieselben Felsen konnten immer einmal von den verschiedenen Forschern sehr unterschiedlich interpretiert werden, wobei vorgebildete Ansichten sicherlich mit hineinflossen.

HUTTON schloß auf **sehr lange Zeiträume**, eher "Ewigkeiten". Damit konnte die Erdgeschichte kaum noch wie einst bei LEIBNIZ mit der sehr, sehr viel kürzeren Menschheitsgeschichte verbunden werden. Wie NEWTON die gewaltigen Tiefen des Weltraumes wenigstens zu ahnen begann, brachte HUTTON die ersten Vorstellungen von dem nicht nachweisbarem Anfang und völlig offenem Ende **der geologischen Zeit**, der 'Tiefenzeit, den **gewaltigen Zeiträumen der Vergangenheit der Erde.** Vorbei war es wenigstens für den Aufgeklärten mit den Zeitberechnungen aus der Bibel. Die von HUTTON angenommene **Veränderung der Erdoberfläche** in kleinen, ja kleinsten Schritten erinnerte fast an NEWTONsche Differentiale, an Veränderung **fast Sandkorn für Sandkorn**. Das war ein recht **neuer, aber weiterwirkender Gedanke für Entwicklungsvorgäne**, fern von vielleicht bei der Enstehung der Diskordanzen stattfindenden Revolutionen. Das wirkte über LYELL dann auf **DARWIN**. Andere Naturforscher lehnten diese Ansicht ab.

Das Material der Erdrinde befand sich für HUTTON in einem **Kreislauf**, einem Abbau und vom unbekannten Meeresboden her einer Regeneration. Ein Kreislauf wie beim Wasser oder dem von HUTTON in einer medizinsichen Dissertation behandelten Blutkreislauf (S. J. GOULD 1992, S. 124). Wenn die verschiedenen Teile der Erdkruste unabhängig voneinander verwitterten und wieder aufgestiegen waren, besteht die Erdkruste aus Regionen unterschiedlichen Alters und an der heutigen Erdoberfläche sind Gesteine ganz verschiedener Erdalter vorhanden. Zu jeder Zeit entstanden gemäß HUTTON jedoch dieselben Gesteine. Es gab die **prinzipielle Wiederkehr ähnlicher Ereignisse**, die Vorgänge auf der Erde glichen einander immer. Diese Auffassung wurde später als "**Uniformitarismus**" oder "**Aktualismus**" bezeichnet und stand im **Unterschied zu einer irreversiblen Geschichte** auch der Erde, war also nur bedingt "Geschichte". HUTTON sah andererseits hinter den Vorgängen auf der Erde noch immer eine weise gütige Gottheit, die mit langsamer Verwitterung und allmählichen Aufstieg frischer Festländer die Erde so eingerichtet hatte, daß allen Lebewesen ständig neues fruchtbares Land verfügbar war. Ja 1795 schrieb HUTTON: "... life is the final cause,... for the revolution of the globe." Der Verzicht HUTTONs auf Aussagen über den Anfang wie über ein klares Ende, das von der Kirche gelehrte "jüngste Gericht", wurden von Bibeldogmatrkern oder auch dem Naturforscher KIRWAN verübelt.. Um 1795



Abbildung 1430: Edinburgh: PLAYFAIR-Monument.

ließ die Französische Revolution die besitzenden Klassen auch in Großbritannien erzittern, und es gab die Meinung, daß die die Aufklärung und auch solche Auffassungen wie die HUTTONs zu der Revolution in Frankreich geführt haben sollten.

Verbreitet und klarer formuliert hat HUTTONs Ansichten der ansonsten besonders als Mathematiker hervorgetretene JOHN PLAYFAIR, ebenfalls in Edinburgh wirkend.

## Irreversible Entwicklung der Erdkruste und auf der Erde - BUFFON

Anders als HUTTON sah GEORG-LOUIS-LECLERC DE BUFFON eine **irreversible Entwicklung** der Erdkruste, also eine Umbildung in einer Richtung, ohne Wiederkehr desselben Zustandes, mit Endlichkeit allen Lebens und auch der Menschen.

Wie schon KANT annahm, hätte sich die Erde **unaufhaltsam vom glutflüssigen Zustand abgekühlt**. Ging man von der Temperatur des heißflüssigen Lavas aus, ließ sich aus dem Abkühlungsgesetz die Zeitdauer vom heißflüssigen Zustand der Erde bis zum heutigen Zustand berechnen. **Aus einem physikalischen Gesetz**



Abbildung 1431: BUFFON.Paris.

ließen sich **also einstige physikalische Zustände** erfassen. Als die Erde noch wärmer war, lebten Großlebewesen im Norden, wie sie Mammutreste in Sibirien bezeugten. Nunmehr leben die Großtiere weiter im Süden. Kühlte der Erde noch weiter ab, dann wurde Leben unmöglich. Wegen einst größerer Wärme auch im Erdinneren sollte ebenso die Vulkantätigkeit in der Vegangenheit stärker als gegenwärtig gewesen sein. Noch innerhalb der letzten Jahrhunderte hätte sich die Erdabkülung merklich fortgesetzt, und JEAN CLAUDE DELAMETHERIE (K. L. TAYLOR 1973) verwies auf Island, daß "jetzt...weit kälter" als vor wenigen Jahrhunderten sei, und deshalb schöne Waldungen "dasselbst" kleinem Gesträuch und Gebüsch gewichen seien. Kälter wäre es auch in den Alpen geworden. Im späten Mittelalter hat sich in der Tat das Klima in Europa abgekühlt, man spricht heute von der "Kleinen Eiszeit", die auf einer durchgehenden allgemeinen Abkühlung wenigstens auf der nördlichen Erdhalbkugel beruhte. Bäume auf Island vernichtete vor allem der Mensch. BUFFON ging nicht von der Erforschung von Gesteinen, sondern von eher kosmologischen Überlegungen aus.

Bei BUFFON gab es also einen natürlichen Anfang, eine einst glutflüssige Erde, aber es gab auch ein **natürliches, allmähliches, aus den Naturgesetzen ableitbares Ende**, nicht ein plötzliches göttlich hervorgerufenes "Jüngstes Gericht" (E. R. NESWALD 2006). Entwicklung, irreversible Umbildung entsprachen den Vorstellungen der Aufklärer, die an immerwährenden menschlichen Fortschritt dachten. Ein Ende war ihnen weniger sympathisch. Aber wie manchmal noch in der



Abbildung 1432: WERNER. Freiberg.

Menschheitsgeschichte wurde Optimismus fast verlangt oder dem Pessimismus entgegengesetzt oder der gar befördert. Der angestrebte Realismus der Naturforscher hat es schwer, sich den Meinungen in der Gesellschaft gegenüber stets vorurteilslos zu verhalten.

HUTTON und BUFFON hatten **2 unterschiedliche Denkrichtungen** in der Erdgeschichtsforschung eingeleitet:

bei HUTTON die **Wiederkehr** derselben Zustände und Ereignisse,

bei BUFFON eine **echte Entwicklung**.

## Langsame, katastrophenfreie irrevesible Entwicklung - WERNER

**Mit langen Zeiträumen** und andererseits wie BUFFON mit einer sehr **langsamen, aber ebenso irreversiblen Entwicklung** der **Erdkruste** rechnete der auch als Mineraloge bekannte ABRAHAM GOTTLOB WERNER (O. WAGENBRETH 1967) in Freiberg, dessen geologisches "System" um 1800 viel Anerkennung und Aufmerksamkeit genoß.

Jedes Gestein sollte gemäß WERNER nur in einer bestimmten Epoche der Erd-

geschichte in einem die ganze Erde einst bedeckenden Urmeer, also auf "**nassem Wege**", entstanden sein. **Gesteine** waren somit **zeitgebunden**. Die Abfolge der Gesteine sollte der ihm in Sachsen bekannten entsprechen – wie überhaupt die Geologen noch von ihren lokalen Befunden ausgingen und diese auf die ganze Erde übertrugen Als ursprünglichstes, auch im Wasser abgesetztes Gestein entstand bei WERNER der **Granit**, der den Kern vieler Gebirge bildet, sich also von vornherein nicht als gleichmäßige Schicht, sondern auch in Gestalt von Erhebungen, ja Gebirgen, bildete. Auf den Granit folgte das **Übergangsgebirge** mit etwa Grauwacke und Tonschiefer. Auf ihm lagerte sich das Fossilien führende **Flötzgebirge** ab. Es bestand zu großen Teilen aus Kalk und Sandstein. Im Wasser sollte sich schließlich auch der **Basalt** abgesetzt haben. Am Scheibenberg im mittleren Erzgebirge stehen Basaltsäulen über Flußsand und diese Lagerung sollte gemäß WERNER für die Wasserentstehung des Basaltes zeugen. Nach spätere Deutung ist dieser Basalt in einem Flußtal geflossene erstarrte Lava. Als Jüngstes bildeten sich bei WERNER die Zerstörungsprodukte der Gebirge. **Vulkane** galten WERNER lokale als **lokale** Erscheinung, etwa über einem unterirdisch brennendem Kohlenlager. War Granit das Tiefste der Erde, sollten auch alle etwa erzführenden Gänge im Granit nicht von unten, sondern von oben in ihn eingedrungen sein.

Der an Erdgeschichte so interessierte Dichter JOHANN WOLFGANG VON GOETHE stand WERNERs Ansichten nahe. Nach einer Harzreise 1784 verkündete er in dem Aufsatz "Über den Granit": "Hier ruhst Du unmittelbar auf einem Grund, der bis zu den tiefsten Orten der Erde hinabreicht. Keine neuere Schicht, keine aufgehäuften, zusammengeschwemmten Trümmer haben sich zwischen Dich und den festen Boden der Urwelt gelegt." In Edinburgh wirkte als WERNER-Schüler ROBERT JAMESON, seit 1804 Professor der Naturgeschichte, der in Freiberg studiert hatte.

Zweifel an der von WERNER zuerst für allgültig festgelegten Gesteinsabfolge wurden geweckt, als etwa der auch in Freiberg tätige J. F. W. CHARPENTIER 1799 auf der Schneekoppe im Riesengebirge Gneis zwischen Granit oder einen den Granit durchsetzender Basaltgang fand.

## Vulkane, Magma, Lava – Plutonisten gegen Neptunisten

Von einem glutflüssigen Erdinneren schrieben etwa KIRCHER und LEIBNIZ. Aber in dem bekannten Europa gab es so wenige aktive Vulkane, daß nicht so leicht deutlich wurde, welchen Anteil **Material aus dem Erdinneren an der Erdkrusten-Bildung** besitzt (P. NIGGLI 1937). Jeder Vesuv-Ausbruch wurde natürlich von Gelehrten eingehend verfolgt, 1631 bis zum Ende des 18. Jh. immer wieder. Es gehörte für Abbe SPALLANZANI zu den Sternstunden der Wissenschaft, als er

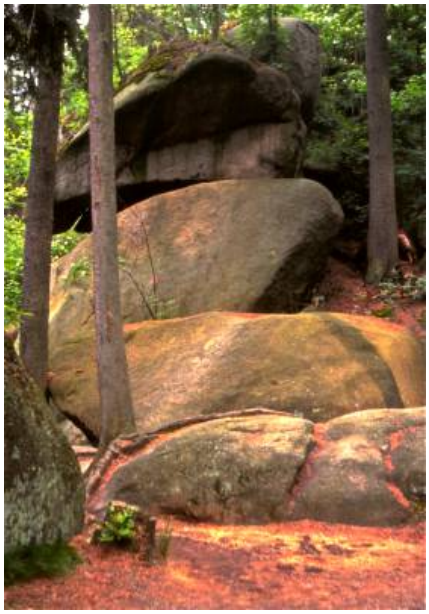

Abbildung 1433: Granit: Luisenklippe Fichtelgebirge.

am 15. April 1794 in Neapel auf einem Balkon saß und plötzlich "Fenster und Thüren klirrten", ein schrecklicher Schlag "geschah" "und in dem nämlichen Nu schoß Feuer aus dem Vesuv langsam und majestätisch in die Höhe" (S. 318). Hunderttausende zogen in Prozessionen, aber der Abbe aus dem Norden floh nicht und näherte sich den Geschehnissen wie einst PLINIUS der ÄLTERE, etwa am 19. April "das Auswerfen der Asche, das immer stärker" wurde, "ganz in der Nähe zu sehen." Auch zum Stromboli reiste SPALLANZANI.

Daß glutflüssige Masse aus dem Erdinneren drang wurde **chemisch**, sogar chemisch-aktualistisch, in Anlehnung an im Laboratorium nachahmbare Vorgänge, erklärt. Unterirdisch sollte Materie wie auf der Erdoberfläche sich entzünden, brennen, ja oxydiert werden, es sollte unterirdisch vielleicht zugehen wie in einem Hochofen. "Welches sind die Materien, die im Stande sind, eine so lange Reihe von Jahren hindurch dergleichen Entzündungen in gleichem Grade zu unterhalten?" fragte SPALLANZANI (1795, S. 110). Da sich in Vulkannähe Schwefel befindet und weißer Rauch wie bei brennendem Schwefel auftieg, sollte Schwefel mit "gutem Grunde" die Vulkane erzeugen. "Steinöl", was andere ananhmen, schien für SPALLANZANI jedenfalls am Stromboli nicht zu gelten. Ja, wenn es nur mehr, viel mehr Schwefel rings um Vulkane gewesen wäre! Wegen der Meeresnähe des Vesuv und anderer Vulkane wurde auch an in die Erde stürzendes Meerwasser als eine auslösende Ursache der Vulkanausbrüche gedacht. Es wurde darauf hingewiesen, daß Säuren auf Erze, Wasser auf Kalk, Schwefelsäure auf Wasser Hitze und

Aufschäumem erzeugen. Noch zu Anfang des 19. Jh. hat DAVY erörtert, ob im Erdinneren Alkalimetalle sind, die mit hineinfließendem Meerwasser wie in einer Schale im Laboratorium reagieren, mit Aufschäumen und Gasentstehung. Nur gab es keinen Nachweis der Alkalimetalle im Erdinneren! Die viel spätere Annahme etwa von MENDELEJEW, daß Erdöl durch die Reaktion von Metallcarbiden mit Wasser im Erdinneren ständig neu gebildet wird, lag allerdings auf der derselben Ebene.

JEAN ETIENNE GUETTARD hatte schon **1751** die eigentümlich geformten Berge in der Auvergne, den Puy de Doˆme und den Mont Dore, vor der Französischen Akademie gelesen 1752, als erloschene Vulkane angesehen, gerade auch wegen der bei aktiven Vulkanen ähnlichen Gesteinen. Bei Basaltsäulen hielt er sich mit der vulkanischen Entstehung zurück. Noch länger erhob sich über die **Basalt-Entstehung** der Streit zwischen den wie WERNER denkenden **Neptunisten**, denen das Meer und fast symbolisch damit der antike Meeresgott Neptun nahestand, und den **Plutonisten**. Letztere sahen im Basalt erstarrten Schmelzfluß, der wie Lava aus dem Erdinneren, dem antiken Sagenreich Plutos, trat. NIC. DESMAREST erblickte, 1765, in der Auvergne auch im Basalt erstarrte Lava, eine auch von DOLOMIEU später unterstüzte Ansicht. Problem war, daß Lavaströme an der Oberfläche oft nicht in Säulen erstarren, sondern formlose Schlacke, unregelmäßige Blöcke bilden, wie es jeder Island-Reisende sehen kann. Auch erschien Lava in der Natur als leichtflüssiger als beim Erhitzen im Laboratorium. Das wurde darauf zurückgeführt, daß in der Lava in der Natur sich Flußmittel befinden, wie sie im Hochofen zur leichteren Schmelze benutzt werden - Flußmittel, die beim Erstarren entweichen. Das zeigte auch die Problematik des geologische Vorgänge nachahmenden Experimentes.

War Basalt ein vulkanisches Produkt, so war Vulkanismus an viele Orten Europas am Werke gewesen.

## Versuchte experimentelle Nachahmung von bei der Bildung der Erdkruste und ihrer Gesteine anzunehmenden Vorgänge

Konnte es sein, daß man kleinmaßstäblich im Laboratorium nachahmte, was in langen Zeiten sich bei der Bildung der Erdkruste und ihrer Gesteine abgespielt hatte? Es gab völlige Zweifel und die Anerkennung, daß auf und in der Erde die Gesetze der Physik und Chemie natürlich gelten, also nichts außerhalb der untersuchbaren chemischen Vorgänge sich abspielte.

Mit Lava experimentierte SPALLANZANI. Sir JAMES HALL (V. A. EYLES 1972) führte erste bedeutende **Experimente** zur Überprüfung geologischer Auffassungen

durch, namentlich der Auffassungen von HUTTON, wobei er HUTTONs Meinung widersprach, daß Experimente die Bedingungen auf der großen Erde nicht richtig nachahmen könnten. Aber gemäß HALL hätten Geologen ohnehin (1812, S. 71 / 72) "a style of unphilosophical reasoning, which would not have been tolerated in other sciences." Zur Klärung der Gesteinsbildung **schmolz** HALL in einer **Eisenhütte Magma** und fand, daß es beim raschen Erkalten zu einem "Glase", also einer Masse ohne Kristalle, erstarrt, beim langsamen Abkühlen jedoch eine kristalline Struktur ausbildet. Wurde Kalkstein unter Druck erhitzt, zersetzte er sich nicht und es entstand, vorher von manchen bezweifelt, eine Art Marmor. Das hatte HUTTON angenommen. Aus Sand erzeugte HALL experimentell so etwas wie Sandstein.

Mit der Bildung von Erurptivgesteinen experimentierte dann vor allem auch H. B. DE SAUSSURE, der auf die Bedeutung von Hochtemperatur für diese Untersuchungen verwies. .

**Für und gegen die Revolution. - Institutionen für die Naturwissenschaften 1789 bis um 1820**

Intellektuell vorbereitet durch die auch von den Naturwissenschaften mitbestimmte Aufklärung erhob sich stark mit getragen von Volk und Bauernschaft 1789 der "Dritte Stand" in der **Französischen Revolution** zu einer grundlegenden Umgestaltung der Gesellschaft, die mit "Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit", den Menschenrechten und dem Sieg über die europäischen Monarchien namentlich unter der Jakobinerdiktatur 1793/1794 ihren Höhepunkt erreichte. Die wissenschaftlichen Institutionen wurden zwar umgekrempelt, aber auch ausgebaut, mit Fortsetzung unter NAPOLEON. Am 8. August 1790 beschloß die Verfassungsgebende Versammlung die **Standardisierung der Maße und Gewichte** auf der Grundlage des **Dezimalsystems**. Und auch **das Jahr** wurde durch Dekret vom **6. Oktober 1793** nun vom Konvent statt der 12 Monate in **10 Abschnitte** geteilt: 1. **Vendemiare**/Weinmonat (Ende September, Oktober), 2. **Brumaire**/Nebelmonat (etwa November), 3. **Frimaire**/Reifemonat, 4. **Nivose**/Schneemonat (etwa Januar), 5. **Pluviose**/Regenmonat, 6. **Ventose**/Windmonat (etwa März). 7. **Germinal**/Keimmonat (etwa April, Mai) 8. **Floreal**/Blütenmonat (etwa Mai), 9. **Prairial**/Wiesenmonat ((etwa 2. Maihälfte). 10. **Messido**r/Erntemonat (etwa Juni, Juli), 11. **Thermidor**/Hitzemonat (etwa Juli bis in den August), 12. **Fructidor**/Fruchtmonat (etwa September). Der Monat hatte 3. Dekaden zu je 10 Tagen. Nur jeder 10. Tag, der decadi-Tag, war also frei. Der 22. September, also der Vendemaire, galt als Jahr I. der Französischen Republik. Durch Dekret vom Oktober 1793 wurden neuartige Feste eingeführt (s. in J. F. REICHARDT 1981, S. 308). Das alles erhielt sich bis 1. Januar 1806, als der Gregorianische Kalender wieder in Kraft trat. In der Literatur (s. ZOLA) und Symbolik blieben die Namen des

Revolutionskalenders erhalten.

Die königlichen Akademien einschließlich der Académie des sciences wurden zwar vom Konvent am 8. August 1793 aufgelöst, und der Vorwurf der Etablieriung nur bestimmter Leute, ihrer, wie es der zur Revolution gestoßene GRE´GOIRE ausdrückte, Privilegien und Pensionen und damit Verletzung der demokratischeh und egalitären Ideale war nicht falsch. 1795 wurde die alte Akademie durch eine bessere Einrichtung ersetzt.

Adlige oder konterrevolutionärer Gesinnung verdächtige Gelehrte wurden entlassen oder diese zogen sich wie LAPLACE zurück. **Unter der Guilliotine** endeten auch einige Gelehrte. BAILLY, Astronom, zur Zeit eines Massakers an Bürgern 1791 Bürgermeister von Paris, wurde 1793 nach noch hinzugekommenen körperlichen Qualen hingerichtet. 1794 traf die Guilliotine auch LAVOISIER, der weltanschaulich durchaus auch ein Mann der Aufklärung war. Aber nicht wegen der Chemie. Das privatisierte Steuersystem, die Ferme, hatte in der Revolution zunächst weitergearbeitet. 1791 gab es heftige Angriffe in der Presse, vorgetragen vor allem von MARAT. Nach dem Sturm auf die Tuilerien im August 1792 wurde die Ferme aufgehoben. Am 8. Mai 1794, auf dem Höhepunkt der Jakobinerherrschaft, wurde LAVOISIER (V. A. EYLES 1963), der auch noch wegen anderer Dinge angeklagt war, eine halbe Stunde nach Schluß der Verhandlung als einer der Generalsteuerpächter zusammen mit 27 anderen, darunter seinem Schwiegervater, guillitioniert. LAVOISIERs Schwiegervater war der dritte in der Reihe der an diesem Tage Hingerichteten, LAVOISIER der vierte. Einige Freunde hatten aus der Ferne dem zugeschaut. Die Konterrevolution nutzte die Hinrichtung dieses führenden Gelehrten LAVOISIER für ihre Propaganda. Ja, diese Hinrichtung wurde immer wieder gegen alle Revolution auch später angeführt.

Etliche **Wissenschaftler** in Frankreich stellten sich **engagiert in den Dienst der Revolution** auch in den Zeiten des "terreurs" der Jakobiner, als Abgeordnete oder für die Landesverteidigung. Der Chemiker GUYTON DE MORVEAU aus Dijon, der Begründer der neuen Chemie neben LAVOISIER, wurde Mitglied des Konvents und stimmte für den Tod des Königs. Im Kampf der revolutionären Armee gegen die Koalition wurde er Leiter der Ballonabteilung und stieg bei der Schlacht von Fleurus am 26. Juni 1794 mit dem Ballon auf, um aus der Höhe die schließlich siegreichen Truppen mit zu lenken. Der große Techniker der Revolution war CARNOT.

Es war eine Zeit voller Gärung, voller politischer und weltanschaulicher Gegensätze in größtem Ausmaß. In **Paris** räumlich wie zeitlich wenig voneinander getrennt gab es die Köpfe abhackende Guilliotine, gab es Armut, rückten junge Leute zu den Armeen an den Grenzen der von außen wie im Inneren immer wieder gefährdeten



Abbildung 1434: CARNOT sr. Angouleme.

Republik, gab es ungeachtet des Tugendterrors unter ROBESPIERRE bald auch wieder größten Luxus, Lachen und Frohsinn, Equipagen und Eleganz, Prostitution und auch offen geäußerten Royalismus und Pflege und Aufstieg von Kunst und **Kultur und Wissenschaft**. Zeit von Elend, und dann die **Theater** wie sie REBMANN (s. 1981, S.199) in seinen 'Briefen' schildert, so die Oper: "Ihr Orchester ist vortrefflich besetzt, ihr Personale ungeheuer, ihre Dekorationen überteffen alles, was man sich ohne Zauberei denken kann, ihr Ballett ist das vollkommenste, was existiert. Sieben- bis achthundert Personen erscheinen, wo es das Stück erfordert, auf einmal auf dem Theater, und jede Hauptrolle hat noch überdies einen Suppleanten oder eine Suppleantin, welche in den Kulissen stehn, um im Notfall die Sänger oder die Tänzer abzulösen."

Und dazu in diesem Paris die **bezahlte**, systematische und eingehende **Erforschung** der Reptilien und Amphibien und Insekten und vieler Dinge mehr.

## Gelehrte in England für und gegen die Revolution und die Jakobiner

Höhergestellt Briten fühlten sich durch die Revolution und namentlich das Jakobinertum, das auch in England viel diskutiert wurde, bedroht. Andere ergriffen die Partei der Revolution. Sie hofften auf soziale Veränderungen auch in Großbritan-

nien. Immer **in Zeiten politischer Umwälzung**, ob in der Reformation des 16. Jh. ob jetzt, ob in den Revolutionen des 19. Jh., **ergriffen zahlreiche Gelehrte Partei**. Auf der einen Seite und auch auf der anderen. Mit wissenschaftlichen Fähigkeiten hatte das meistens nichts zu tun. Fähige Männer erschienen auf beiden Seiten der geistigen Barrikaden Von der wissenschaftlichen Bewertung her war es sehr oft wenig sinnvoll, sie später je nach der politischen Haltung als fortschrittlich oder reaktionär einzuschätzen. Zutreffender mochte das für den Charakter gelten. In jedem Leben gibt es seit der Kindheit Hemmnisse. Andere folgen im Erwachsenenalter. Auch die intellektuelle Durchdringung der Welt schafft nachdenken. Und aus dem allen entstehen in entsprechenden Zeiten politische und weltanschauliche Parteinahmen. Der Chemiker PRIESTLEY verkündete, daß er Pulverkorn um Pulverkorn unter die alten Gebäude des Aberglaubens legen wolle, bis er sie zersprengen könne (T. H. LEVERE 2009), ja hätte angeblich auch eine Enthauptung seines Königs gebilligt. .Am 14. Juli 1791, dem 2. Jahrestag des Sturms auf die Bastille in Paris, versammelten sich Gelehrte Birminghams und auch ein Unternehmer wie BOULTON, alle Mitglieder der Lunar Society, zu einem revolutionären Dinner. Der Chemie-Unternehmer präsidierte. Mob wurde von den Gegnern aufgehetzt, in den "King and Country" Riots. PRIESTLEY wurde das Haus zerstört und er verlor Laboratorium und Bilbiothek. Andere griffen zur Verteidigung zu Waffen und konnten so den Verlust ihres Besitzes verhindern. Der als besonders radikal und von der göttlichen Natur von Jesus nicht überzeugte PRIESTLEY floh mit der Familie nach London und übersiedelte 1794 nach Verhaftungsbedrohung nach den jungen USA. Er war einst schon in England mit dem Mitbegründer der USA BENJAMIN FRANKLIN bekannt gewesen, wußte von überseeischen Freunden seiner Wissenschaft und seiner politischen Ansichten, Nach Aufenthalt in Philadelphia zog PRIESTLEY bis zu seinem Tod 1804 nach Norhtumberland in Pennsylvanien, fiel wieder politisch auf, aber gilt noch heute als einer der ersten großen Gelehrten auf dem Boden der USA (M. E. BOWDEN 2005).

LAVOISIER und PRIESTLEY - zwei der großen Erneuerer der Chemie und verschieden ihr Schicksal wie ihre Ansichten.

## Neue wissenschaftliche und künstlerische Institutionen im revolutionären Frankreich und unter NAPOLEON

Etwa J. DE VAUCANSON hatte begonnen, Geräte von Erfindungen zu sammeln und 12 Jahre nach seinem Tode wurde zur Aufbewahrung von Geräten und technischen Dingen 1794 in Paris das **Conservatoire des Arts et Métiers** geschaffen. Am 25. Oktober 1795 erstand an Stelle der alten Akademie das "**Institut national des Sciences et des Arts**". Die königlichen Gärten wurden Nationalbesitz.



Abbildung 1435: LAMARCK-Denkmal vor Museum.

Und noch großartiger als die anderen Neubegründungen war das **Muséum National d' Histoire naturelle**. Es wurde die seinerzeit bestorganisierte und bestgeförderte solche Einrichtung der Welt.

Es bestanden etwa im Jahre 1802 14 Professuren: je 1 für Minéralogie, Géologie, ou Histoire naturelle du globe, Chimie générale, Chimie des Arts, Botanique am Museum, Botanique à la campagne, Culture et naturalisation des végetaux, Mammiféres et oiseaux, Reptiles et poissons, Insectes, coquilles, madrépores etc. - also wirbellose Tiere, Anatomie de l'homme, Anatomie des animaux, Iconographie, ou l'art de peindre et de dessiner les productions de la Nature. Unter FRÉDÉRIC CUVIER, dem Bruder GEORGES CUVIERs, wurde 1793 eine **Menagerie**, ein erster öffentlicher und gleichzeitig auch der Wissenschaft dienender Tiergarten angeschlossen (R. W. BURCKHARDT jr.), nicht gerade auf dem Srand moderner Tierparks.

1803 wird das 'Institut national ...' wieder aufgelöst und werden die 4 alten Akademien neu begründet: Akademie **des Sciences**, Akademie Francaise, Akademie des Inscriptions, Akademie des beaux Arts (J. F. REICHARDT i 1981, S. 177).

Die technische und naturwissenschaftliche Ausbildung sollte an Fachhochschulen konzentriert werden. So entstand, gedacht zuerst namentlich auch für Kriegsingenieure, 1795 die **École Polytechnique** in Paris, wo GUYTON DE MORVEAU Direktor wurde. In Straßbourg wurde 1794 nach Auflösung der französischen Universität die **École de santé** begründet, in Paris 1803 die **École de Pharmacie**. In den Kaderschmieden der jungen Republik und dann NAPOLEONs wurden über das Kernfach Mathematik und überhaupt Naturwissenschaften sowie Medizin und Pharmazie Privilegien neu verteilt.

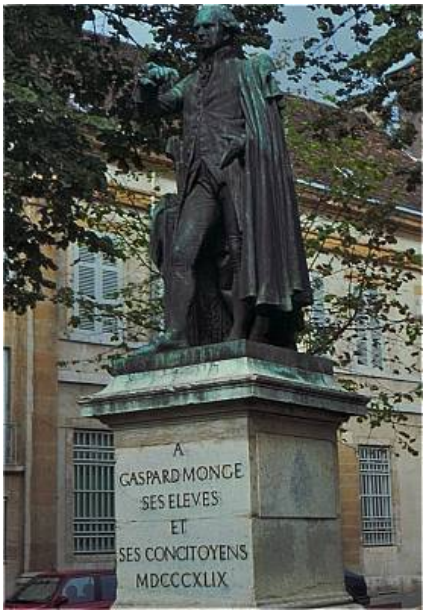


Abbildung 1436: MONGE. Beaume.

## Von General NAPOLEON BONAPARTE zu jahrelanger Forschung in Ägypten gebracht

General NAPOLEON BONAPARTE begab sich **1798** auf den mißratenden **Feldzug nach Ägypten** (CH. C. GILLISPIE 1994). Ein Teil der Elite der französischen Naturwissenschaft zogen mehr oder weniger freiwillig mit. Zu ihnen gehörte der Chemiker BERTHOLLET, der die Natronseen, stark sodahaltige Senken, untersuchte. Es waren mit in Ägypten die Mathematiker GASPARD MONGE und J. B. JOSEPH FOURIER sowie der Mineraloge und Geologe DOLOMIEU. Nach den Ingenieuren waren die größte Gruppe 12 junge Naturforscher, unter ihnen die Zoologen ÉTIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE und JULES-CÉSAR DE SAVIGNY. Die englische Flotte war NAPOLEONs Flotte gefolgt. Östlich von Alexandria, bei Abukir, vernichtete die englische Flotte unter NELSON die französischen Schiffe am 1. August 1798 fast völlig. Die Armee und mit ihr die Gelehrten waren in Ägypten abgeschnitten. NAPOLEON selbst floh mit einem einzelnen Schiff und konnte den das Mittelmeer bewachenden Engländern entkommen. Mit ihm reiste der Mathematiker MONGE und der Chemiker BERTHOLLET. Wäre NAPOLEON in britische Gefangenschaft geraten oder umgekommen, wäre die weitere Geschichte Frankreichs vielleicht anders verlaufen.

Viele Soldaten starben in Ägypten. An Seuchen etwa. Die Gelehrten, oft junge, überstanden nicht nur den Zwangsaufenthalt am Nil, sie konnten hier lange in

einem wissenschaftlichen Neuland forschen, damit auch ihre Karriere vorbereiten. In Kairo gründeten sie das Institut d'Égypte. Von hier aus wurde das damals noch nicht so stark übervölkerte Ägypten so eingehend untersucht, daß es möglicherweise das damals am besten erforschte Territorium der Erde war. Nach der Rückkehr nach Frankreich wurden die Ergebnisse noch jahrelang in dem monumentalen Werk "**La Description de l'Égypte**" von 1809 bis 1828 niedergelegt. Das Werk besteht neben den Textbänden aus 10 Bildbänden, 2 Atlanten, enthält 837 Kupferstich-Tafeln, davon 50 in Farbe. Dazu kommen Karten. Die historische Einleitung schrieb FOURIER.

1

# 9. Fortgang der Industriellen Revolution - Naturwissenschaft und Industrie im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert

## Der politische Hintergrund der Entwicklungen im 19. Jahrhundert - Fortgang der Industrialisierung und des Welthandels

## Die Geschehnisse in Europa und angrenzenden Gebieten und in Nordamerika

Auf dem nur durch die Rückkehr NAPOLEONs von Elba unterbrochenem Wiener Kongreß von 1815 wurde Europa politisch neu zu gestalten versucht, im Sinne der Monarchen, in Wiederkehr von Gehorsam und Religion, in der Absicht einer möglichst vollständigen Restauration, im Vergessenmachen der vergangenen Jahre. Man glaubt es kaum: vom Sturm auf die Bastille 1794, die ganze NAPOLEON-Zeit und bis zur Niederlage NAPOLEONs bei Waterloo 1815 vergingen lediglich **25 Jahre**. Wie schon vor 1812 in Spanien und Portugal und nun gegen NAPOLEON wieder richteten sich die Hoffnungen in den Nationen auf England, dessen Liberalismus und Parlamentarismus offenbar den Wünschen vieler Menschen mehr entsprach als Diktatur von Revolutionären oder einer Monarchie in Frankreich. NAPOLEON hatte den Kaiser des 'Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation' FRANZ II. gezwungen, diesen Titel abzulegen, was dieser 1806 vollzog, hatte sich gegen Kaiser NAPOLEON aber am 11. August 1804 zum 'Kaiser von Österreich' ernannt, und blieb bis 1835 Kaiser von Österreich, also einem 1804 ins

Leben gerufenen neuen Kaiserreich, Teil des alten. **Heilige Allianz**' nannte sich schließlich die Monarchen-Vereinigung, die unter Führung von Fürst METTERNICHs Gestalt annahm, und man glaubte sie könne für sehr lange die bestehenden Zustände in Europa erhalten, vieles zurückdrehen, auch im sozialen Bereich, und das Geistesleben in Europas Staaten bestimmen (s. a. G. G. GERVINUS 1855), geistesgeschichtlich die Zeit des **Biedermeier**. Um 1806/1807 verzichteten die Leute, jedenfalls in Berlin, auf die **Zöpfe**, die 1808 auch in der preußischen Armee verschwanden, aber anderswo auch noch blieben (E. HEILBORN 1927, S. 56). Jedoch in dieser Zeit von Hunger im und nach dem Jahr ohne Sommer 1816, den Demagogenverfolgungen, harter Arbeit war das Biedermeier eine Angelegenheit nur begrenzter begüterter Kreise. Nach all den revoutionären Bewegungen gab es nun nun von oben her das Ziel: 'Erhaltung des **Status quo**', in all den gleichberechtigten Nationen, ohne die ständig wechselnden Bündnisse bis 1793 (M. MAZOWER 2012, S. XIII), eventuell erweitert durch beherrschbare Reformen. Denn bei allem Bemühen um den politische status quo, auf wirtschaftlichem Gebiet ließ immer Neues nicht aufhalten. Führende Staatsmänner trafen sich öfters, um "to prevent any single power from ever again dominating and to stamp out revolutionary agitation before it could lead zu war" (M. MAZOWER 2012, S. XII). Also Restauration und etliche Reform 1815: Scheiterhaufen und offen zugegebene Folter kehrten nicht zurück. Sklaverei oder wenigstens Sklavenhandel wurden verurteilt. Hochschulbildung wurde von Staates wegen ausgebaut, auch durch neue, immer mehr Fächer aufnehmende Universitäten. Bekenntnis zu einer christlichen Konfession war für den Staatsdienst jedoch so gut wie unabdingbar. Es blieb, und das bis ins 21. Jh., "dass wir uns eine Konvention zu eigen gemacht haben, wonach die Religion für Kritik verbotenes Gebiet ist" (R. DAWKINS 2016, S. 680). Trotz aller Toten und aller Zerstörungen waren Europa und auch Frankreich nach dem Ende der napoleonischen Kriege nicht so verwüstet wie Deutschland nach dem Dreißigjährigem Krieg und selbst nach dem Siebenjährigen Krieg und auch die Wirtschaften der betroffenen Länder erscheinen nicht so zerrüttet. Die wissenschaftlichen Kontakte zwischen Frankreich und den führenden Gelehrten waren auch unter NAPOLEON nicht abgebrochen und wurden jetzt voll fortgesetzt. Ein Dichter und Publizist wie ERNST MORITZ ARNDT hat in seinem Haß auf Frankreich auch nach 1815 maßlos übertrieben, als wenn Deutschland nicht immer von Frankreichs Kultur viele Anregung erhielt. Vermutlich fehlte es dem aus dem Dorfe Groß Schoritz im Süden von Rügen kommenden, aber dann auch studiertem ARNDT an mancher Einsicht, obwohl er ein Feind der Leibeigenschaft war, die ja auch die Französische Revolution beendete. ARNDT hielt sich während der Okkupation durch NAPOLEON in Rußland auf. **Hunger** kam 1816/1817 wegen des 'Jahres ohne Sommer' infolge eines damals nicht bekanntgewordenen schweren Vulkanausbruches, des Tambora auf der Insel Sumbawa, östlich von Bali. **Frankreich** mußte keine große Buße tun,

mußte sich nur wieder von Bourbonen, ab 1814 von dem durch an Rache interessierten Ultraroyalisten bedrängten LUDWIG XVIII. und ab 1824 von dem weniger gemäßigten von KARL X. regieren lassen. Und unter dem geschickten großen Diplomaten TALLEYRAND, der 1794 - 1796 in Amerika gewesen war und dann und wieder bei NAPOLEON Außenminister war, konnte Frankreich seinen territorialen Bestand erhalten, unter Einschluß des einstmals deutschen Elsaß und von Lothringen. **Genf** und das Wallis gingen an die Schweiz. 1823 Frankreich bewährte sich in seinem neuen restaurativen Geist, als es mit Rückendeckung von Österreich und Rußland in Spanien eine revolutionäre Regierung beseitigte (M. MAZOWER 2012, S. 6).

Aber vieles war in vielen Gehirnen anders geworden und überstand die neuen Bestrebungen, die neuen Ideen der Zeit vor 1815 eingedenk. Und auch politisch konnte nicht einmal in Deutschland alles wie vordem restauriert werden: gab es keine Wiederherstellung der vollen Souveränität der vielen kleinen Territorien, blieben verschwunden die geistlichen Fürstentümer, und keine Zurücknahme der Städtereform und auch nicht aller Agrarreform. In Europa wurde **manche** politische **Änderung** der letzten Jahre **beibehalten**: Das mit Dänemark in Personalunion verbundene **Norwegen** kam **an Schweden** und mußte sich dem 1814 auch militärisch fügen. Das bisher mit Schweden verbundene **Finnland** war 1809 **an Rußland** gekommen und blieb als Großherzogtum beim Zarenreich. Auch Polen wurde nicht wiederhergstellt. 'In **Italien** bestand im Süden das Königreich Neapel, in der Mitte der Kirchenstaat, im Norden das Königreich **Lombardo-Venetien** mit dem österreichischen Kaiser al dessen König und gibt es habsburgische Versogungsfürstentümer für Familienmitglieder, denen ein Fürstentum zustehen sollte. Italiens Bürger wurden nicht gefragt. NAPOLEONs zweite Gattin, die von ihm getrennt lebende Österreicherin MARIE-LOUISE wurde Herzogin von **Parma, Piacenza und Guastalla** und heiratete nach NAPOLEONs Tod auf St. Elba 1821 noch zweimal, ist gestorben 1847. Nachdem der Großherzog der Toskana FERDINAND III. 1801 weichen mußte, wurde er 1814 wiedereingestzt, hat sich immerhin um eine mit den napoleonischen Kollaborateuren versöhnliche Innenpolitik bemüht, was auch ihm '1848' allerdings nicht ersparte, Im Nordwesten gibt es Piemont resp. Sardinien-Piemont, Hier gab es zunächst Reaktion und Restauration im Höchstmaß und marschierten österreichische Truppen ein.

Innerhalb Deutschlands mußte **Sachsen** gewaltige territoriale Einbußen zugunsten von **Preußen** hinnehmen, verlor mit Vertrag vom 21. Mai 1815 etwa 57% seines Territoriums, etwa 20.000 qkm von 35.000, und verlor etwa 42 Millionen seiner Bewohner, 0.8 Millionen von 1.2 Millionen. Der König, FRIEDRICH AUGUST I., blieb im Amt.

Sachsen industrialisierte sich und blieb wirtschaftlich stark. Aus den im Westen




Abbildung 1437: Von Sachsen an Preußen: Delitzsch.

angeeigneten Teilen gründete Preußen die 'Provinz Sachsen'. Preußen - das war damals ohnehin so gut wie nicht mehr Deutschland. In Deutschland protestierten 1817 am 18. Oktober Studenten beim Wartburgfest, auch mit Bücherverbrennung und antisemitischen Äußerungen, und ihr Ziel war ein einiges Deutschland. Auch Professoren sprachen, so der Jenaer Philosoph FRIES.

Am 23. März 1819 erstach der Student SAND den in seiner Publikumsbeliebtheit oft GOETHE übertreffenden Lustspieldichter, aber russischer Beziehungen verdächtigten KOTZEBUE in seiner Wohnung in Mannheim nieder. Mit den von METTERNICH nun initiierten **Karlsbader Beschlüssen** von **1819** sollen 'Demagogen' verfolgt werden. Dazu diente auch die Polizei, die "nunmehr auch materiell mit Zwangsmitteln" ausgestattet war und mit ihren Gendarmen dem 'Gewaltmonopol' des Staates diente (P. NITSCHKE 1992, S. 21). Publizisten wie ARNDT (E. HEILBORN 1927), auch reine Gelehrte, auch Naturwissenschaftler, waren von Verfolgungen betroffen. ARNDT, der übertrieben gegen Frankreich und die Judendichtete und schrieb und stark die deutsche Nation hochlobte , war auch Gegner der Leibeigenschaft, die also dann aufgehoben wurde, aus der sein Vater sich freigekauft hatte, und ARNDT wurde daher auch von den Landbewohnern verehrt, Das geistig-wissenschaftliche Leben wurde besonders durch die **Zensur** eingeschränkt, durch das 1819 erlassene **Bundespressegesetz**, das 5 Jahre später auf unbestimmte Zeit verlängert wurde (V. TITEL et al. 1998, S. 9). Einheitliche Richtlinien zu Klarstellungen für Autoren wie Zensoren ließen auf sich warten. In




Abbildung 1438: FRIES. Jena.

Sachsen kamen mit dem Preßgesetz vom 5. Februar 1844 verbindliche Richtlinien. **Zu schützen waren** 'die Würde des Königlichen Hauses', 'innere Ruhe', also zu unterbinden potentiell 'revolutionäres Gedankengut', zu schützen "das kirchlich und religiös Heilige' und waren damit antikirchliche und religionskritische Schriften nahzu unterbunden, und ummäntelt wurde das noch mit Schutz für 'Zucht, Sitte und äußeren Anstand' (V. TITEL et al. 1998, S. 15). Zensoren waren vielfach Universitätsprofessoren, die damit einen nicht unerheblichen Nebenverdienst erhielten. Man könnte auch rechtfertigen: Gewaltige gesellschaftliche Umstürze erwiesen sich andererseits wohl stets am Ende ohnehin für die meisten zum Nachteil, waren also nicht erstrebenswert.

Die endliche 'Allianz' der nach 1815 betehenden Staaten schuf erst einmal Frieden. Aber es gab auch viele Wünsche nach politischen und sozialen Veränderungen, nach Liberalismus, das **notfalls mit Gewalt,** und der 'Allianz' standen weitere Nationalstaatenbildungen oder wenigstens Versuche zu solchen gegenüber, und dabei wurden auch **alle propagandistischen Register** gezogen bis hin zu **'erfundenen Traditionen'**, einer neu geschrieben Geschichte der nationalen Vergangenheiten und Konfrontationen nicht vermieden. 1820 übertrat Österreichs Militär Landesgrenzen, um liberale Aufstände in Neapel, Piemoint und Sizilien niederzuschlagen. In **Rußland** starb am 19. November 1825 der als Sieger über NAPOLEON gefeierte Zar ALEXANDER I. in Taganrog. Bei den Appellen zur Einführung seines Nachfolgers NIKOLAUS I. kam es am 14. Dezember zur Offiziersrevolte für mehr

Freiheiten. Aber die Bewegung der 'Dekabristen', der 'Dezemberaufrührer' wurde niedergeschlagen. Im liberaleren England wurde in Manchester eine Arbeitnehmerdemonstration blutig niedergeschlagen. Das **Osmanenreich** wurde bedroht durch Abfall von ALI PASCHA in Janina in Nordgriechenland.

**Griechenland** unternahm 1821 - 1824 seinen Befreiungskrieg gegen die Osmanen, unterstützt von **philhellenischen** Westeuropäern wie dem am 19. April 1824 in Messolonghi in Griechenland gestorbenen britischen Dichter Lord BYRON. **1830** wurde die **Unabhängigkeit Griechenlands** anerkannt, für ein kleineres Teeritorium als später, noch ohne Saloniki und Kreta. Ein neuer Staat war entstanden, so wie er in der Antike nie bestanden hatte. Als König wurde 1832 ein Wittelsbacher, OTTO, geholt und es gab bis zu dessen Sturz 1862 viel Kulturaustausch, viel Klassizismus in München. Das war der Anfang der nationalistischen Bestrebungen bei den Balkanvölkern, welche sich zunehmend erhoben, 1877 mit russischer Unterstützung die Bulgaren und in den Balkanrkriegen im 20. Jh, dem Osmanischen Reich in Europa bis auf den Rest um Edirne/Adrianopel das Ende bereiteten. Der Balkananteil des Osmanischen Reiches gehörte zu dessen entwickelten Teilen, ähnlich wie die entwickelteren Teile Rußlands die Randvölker waren. Millionen Moslems, zu denen sich auch Nichttürken bekannten flüchteten, Beginn der großen Flüchtlingbewegungen, Noch blieben dem Osmanischen Reich die Riesengebiete der Araber.

Der normale besser gestellte Bürger etwa in Deutschland hatte nach 1815 die 'Schnauze' wohl noch von allem 'voll' und lebte sein 'Biedermeier', der Bürger mit Vermögenssicherheit, aber auch erschreckt von Armut ringsum, Nach etwa 15 Jahren äußerer Ruhe brachen die **sozialen** und auch politischen **Gegensätze wieder** hervor. **1830** kamen **Revolutionen**. In **Frankreich** machte daraufhin KARL X. dem LOUIS PHILLIPPE von ORLEANS auf dem Throne Platz, der 'Bürgerkönig', der als junger Mann sich wie ein Vater 'Egalite'genannt hatte und in der revolutionären Armee gedient hatte, bis er bei der Abkehr des Generals DUMOURIEZ von der radikal werdenden Revolution ebenfalls floh. Gerade in Frankreich haben die Regierenden jetzt und später nie rechtzeitig eingelenkt und mußten wieder gehen, oft von vielen zutiefst verachtet. Bis auch 1871 mit der Kommune.

Von dem 1815 geschaffenen neuen Staat Königreich der **Vereinigten Niederlande** trennte sich 1830 in revolutionärer Erhebung, zuletzt aufgestachelt durch Melodien aus AUBERs Oper 'Die Stumme von Portici', der stark katholische, einst österreichische Südteil als neues Königreich **Belgien** ab. Hier lebten sowohl die franzsisch-sprachigen Wallonen und die Flämisch sprechenden Flamen und lange Zeit ging es doch. Und die neue europäische Ordnung nahm das hin (M. MAZOWER 2012, S. 10), von 1830 durchaus auch erschreckt (E. HEILBORN 1927).

Die verbliebenen Niederlande im Norden erkannten das souveräne Belgien erst 1839 an. Da war 1830 also neben Griechenland ein zweiter neuer europäischer Staat zustandegekommen. Die einst einheitlichen Niederlande waren am Ende des 16. Jh. durch die spanischen Siege im Süden getrennt worden und nunnehr war das 1815 neue Königreich der Vereinigten Niederland nur noch ein Kunstgebilde gewesen. Während die sozialen Probleme in **Frankreich** das Land immer wieder durch Revolutionen prägen, 1830, 1832, schrammt **England** nach der 1830 aufkommenden, und oft gewalttätigen **Chartistenbewegung** an einer aller erschütternden Revolution mit viel Militäreinsatz vorbei und verfrachtet überflüssige und aufsässige Mäuler in alle besiedelbaren Teile der Welt (s. a. A. DESMOND et al. 1994, S. 326 u. a.). Die englische **Aristrokratie bleibt** kaum beschädigt wie ebenso die Bourgeoisie, auch mit Demokratie. Und auch etwa das 1830 ebenfalls von Unruhen erschütterte **Sachsen** mußte sich reformieren, bis hin zur Landesuniversität Leipzig. In Sachsen erwa traten ab November 1831 an die Stelle von 'Geheimen Räten' 6 Ministerien: 'Krieg, Inneres, Finanzen, Kultus, Justiz, Auswärtiges' (V. TITEL et al. 1998, S. 10). In **Italien** sind es kleine Gruppen, die der Carbonari, in der Epoche des Risorgimento, welche den Gedanken einer italienischen Einheit entwickeln, aber in der Masse der Bevölkerung werden die seit alters bestehenden Grenzen nicht angezweifelt und es ist Legende, daß es bei der Uraufführung von VERDIs Oper 'Nabucco' in der Mailänder Scala am 9. März 1842 schon zu so etwas wie einer politischen Kundgebung gekommen wäre. Für die italienische Einheit wirkte vor allem publizistisch MAZZINI, vorwiegend im Ausland.

Die Kultur des 'Biedermeier', die Kunst der Romantik, ob in Deutschland oder etwa mit BYRON in England, bestanden weiter. Aber zunehmend erschienen gerade in Deutschland in der Literatur und besonders im Gedicht Spott, Verachtung, Hohn, Haß auf die gesellschaftlichen Zustände, gab es die **Literatur des 'Vormärz'**, bereitete sich ab der 1830 ein Jahrzehnt lang eine Revolution vor, vornehmlich in Deutschland. HOFFMANN VON FALLERSLEBEN spottete "Ein politisch Lied, ein garstig Lied, So dachten die Dichter mit Goethen ..." und dichtete ausreichend zu Aufständen aufreizende, zu Liedern gewordene Gedichte. "Niemandes Herr, Nemandes Knecht ..." (Internet). Kustos an der Universitätsbibliothek in Breslau und ab 1835 o. Professor verlor VON FALLERSLEBEN 1842 sein Lehramt und sogar seine preußische Staatsbürgerschaft, er, der aber auch antisemitisch und wegen dem erneut die Rheingrenze fordernden Frankreich auch antifranzösisch dichtete, auch mit dem den deutschen Nationalismus favorisierenden 'Deutschlandlied. Kunst und vor allem Gedichtstrophen, die auch ins Volk drangen, beflügelte revolutionäre Stimmung. Es hatte zwar einmal gehießen, der Gott der Eisen wachsen ließ, der wollte keine Knechte - aber das war nicht mehr. Armut war eben vielerorts erschreckend. In den 1840er-Jahren erlitt einen 'Großen Hunger' **Irland** und Hunger gab es auch in Italien und anderswo. Auch das trug das zu bei, daß



Abbildung 1439: Für Italien: MAZZINI. Venedig.

1**848** ein Jahr der **Revolutionen** wurde: Am 14. Februar gibt es Revolution in Paris und Flucht des Bürgerkönigs LOUIS PHILIPPE. In der **Dichtung** mußte man wohl nun dem technischen Fortschritt Rechnung tragen und mußte wohl neue Bilder für Lyrik, ja eine neue Spache suchen: "Man kann schließlich nicht bei einer Ziehbrunnenpoesie stehenbleiben, wenn man eine Wasserleitung im Hause hat" (M. GREINER 1954, S, 285).

In deutschen Terrtitorialstaaten agieren **manche Fürsten noch fast souverän**. In **Bayern** ist der 1825 auf den Thron gekommene **LUDWIG I.** (Wikipedia 2017) ein Förderer von Wissenschaft und Kultur und vor allem von Kunst und Architektur, unter LEO VON KLENZE, neben SCHINKEL in Berlin der Hauptvertreter des Klassizismus in Deutschland. Durch VON KLENZE entstehen in **München** Glyptothek, Propyläen, Alte Pinakothek, Siegestor, Feldherrnhalle. Am rechten Donauufer östlich von Regenburg läßt er 1842 auf dem Hang den Ruhmestempel Walhalla erbauen, wo große deutschsprachige Leute in Büsten oder Gedenktafeln geehrtt werden, 1842 sind es 96 Büsten und 64 Gedenktafeln, um 2010 130 Büsten und 65 Gedenktafeln. LUDWIG I. hat 9 eheliche Kinder und dazu uneheliche von etlichen Mätressen. 1846 tritt als Geliebte die 25-jährige Tänzerin LOLA MONTEZ in sein Leben, die eine luxuriöse Villa erhält, einen Adelstitel, sich in eine genehmigte Studentenvereinigung einschreiben darf. Es gibt Protest. Am 11. Februar muß die MONTEZ München verlassen, kehrte heimlich zurück. Am 4. März 1848 schon wurde das Zeughaus gestürmt, aber die nun Bewaffneten wurden be-




Abbildung 1440: Bayernkönig LUDWIG I. Walhalla.

ruhigt. Die königliche Familie wie Konservative stehen gegen den König. Am 28. März 1848 dankt LUDWIG I. zugunsten seines Sohnes MAXIMILIAN II. ab. Bayern wird eine **konstitionelle Monarchie**.

Wieder mit Willkür und Verschwendung folgte ihm 1864 LUDWIG II., der 'Märchenkömig', der in prächtigem Schlitten mit Gefolge bwundert durch die Dörfer der verschneiten Voralpen fährt, dessen aufwendige Schloßbauten aber in unserer Zeit viele Touristen anlocken. Wer Schlösser baut liebt nicht den Krieg. Was ist kulturvolle? Die Kultur der Demokraten - die Kultur der Autokraten?

Am 13. März 1848 kommt die Revolution in Wien und am 15. März tritt METTERNICH zurück. Kaiser FERDINAND I. tritt zurück. Am 2. Dezember 1848 wird der damals 18-jährige FRANZ JOSEPH Kaiser. Er wird sterben im Alter von 86 Jahren 1916 und führte das Kaiserreich in manche Kriege.

Am 18, März 1848 gibt es Revolution in **Berlin**. 1848 erhoben sich gegen Österreich Aufständische in **Mailand** und am 17. März begann der Aufruhr in **Venedig**, **Sardinien-Piemont** war zeitweilig reaktionär bis zum Übermaß. Auch hier aber wirken im Untergrund die 'Carbonari'. Der ab 1831 regierende König von Sardinien-Piemont KARL ALBERT führt liberale Reformen ein und sieht 1848 die Möglichkeit einer Einigung Italiens unter seiner Herrschaft. Österreich aber siegt unter RADETZKY am 25. Juli 1848 bei Custozza und am 23. März 1849 bei Novara. KARL ALBERT tritt zurück. JOHANN STRAUß, der Vater, komponiert für RADETZ-



Abbildung 1441: MANIN. Venedig, Aufstandsführer 1848/1849.

KY eine hinreißende Hymne, den 'Radetzkymarsch', der am 31. August 1848 uraufgeführt wird. Unter seinen Klängen wurden Aufstände, wie gerecht auch immer, zusammengeschossen, oder Feinde niedergeknallt, und RADETZY wird beliebt bei denen, die das alte Österreich erhalten wollen. Beim heutigen Konzertpublikum löst dieser Radetzky-Marsch rasende Beifallsstürme aus (s. H. VON KARAJAN im Internet). Über ein Jahrzehnt vergeht, bis Sardinien-Piemont die Führung für die Einigung Italiens übernehmen kann.

In **Rom** entstand vom Februar 1849 bis zum 3. Juli eine Römische Republik und in dieser Zeit erinnert VERDI an der Lombardischen Liga Sieg über BARBAROSSA in seiner Oper 'Die Schlacht von Legnano' (Wikipedia 2017), "In den ersten Maitagen" 1849 "schneidet das 50.000 umfassende österreichische Heer **Venedig** ab und das von der österreichischen Flotte blockiert isoliert ist, tagelang schwer beschossen (A. ZORZI 1999, S. 87). Und eine damals glücklicherweise erfolglose militärische Neuerung kommt am 25. Juli 1849, als von See her die Österreicher mit Bomben behangene Ballons zum Abwurf der Bomben auf Venedig aufsteigen lassen. Die Ballon werden aber abgetrieben, hin zu den österreichischen Soldaten auf dem Festland (A. ZORZI 1999, S. 98).

Die **Ungarn** war der Aufstand gegen Habsburg am 15. März 1848 ausgebrochen und es kämpften die Ungarn mit etwa 170.000 Mann gegen etwa 120.000 Österreicher für ihre Unabhängigkeit, mit KOSSUTH als führende Persönlichkeit.



Abbildung 1442: KOSSUTH: hier in Cegled.

Auch das von Ungarn regierte **Kroatien** unter Pan JELLACIC wirkt aber gegen die madjarisierenden Ungarn mit. Der neue österreichische Kaiser FRANZ JOSEPH muß den russischen Zaren NIKOLAUS um Hilfe bitten.

Harte bis grausame Generäle schlagen nicht ohne Zustimmung mancher vom Gewerberückgang betroffenen Bevölkerungsteile und Verehrung durch ihre Truppen **die Erhebungen nieder**. Auch die Cholera, die Seuche des 19. Jh., wirkt mit. Fürst WINDISCH-GRAETZ bezwingt als Militärkommandant Prag und dann Wien. Der grausame, brutale VON HAYNAU übernimmt den Befehl in Italien und zieht dann ebenfalls **gegen die Ungarn**. Der Ungarnaufstand wird niedergekämpft (W. B. LINCOLN 1981, S. 415). VON HAYNAU läßt am 6. Oktober 1849 in Arad 13 ungarische Generäle füsilieren, entgegen dem Zorn der Russen, denen sich diese Generäle zuerst ergeben hatten und die, unter Fürst PASKEWITSCH, derartiges Verhalten und solche Grausamkeiten ablehnten (W. B. LINCOLN 1981, S. 417). Es gibt keine siegreiche 'Europarevolution'.

Im Habsburger Reich wird unter dem den Kaiserthron besteigenden jungen Erzherzog FRANZ JOSEPH mit Premierminister Fürst FELIX ZU SCHWARZENBERG eine zentralistische Monarchie (A. ZORZI 1999, S. 95). Das im 21. Jh, so friedlich wirkende Österreich, das Land der 'Salzburger Festspiele', hatte blutigste Kriege geführt. Militär und Uniformen wurden hoch verehrt, mindestens so viel wie in Preußen, und man schien nie begreifen zu wollen, was zu geschehen hat, was die Stunde an Verzicht forderte, weil nichtdeutsche Ethnien souverän sein wollten. Eine

nahezu unerträglich strenge Bücherzensur wurde ausgübt. Im Falle Italiens reichte der Sieg 1849 außer für Venedig gerade für etwa 10 Jahre. Schritt für Schritt, von 1859 über 1866 und dann 1914/1918, 1938/1945 ging es dem Untergang entgegen und wurde dann nach 1945 als das Land der angeblich friedlicheren Deutschen im Unterschied zu Deutschland und anderen Staaten 1955 doch mit Anerkennung seiner Freiheit und Unabhängigkeit bedacht. Manche in den unabhängig gewordenen Ländern, nun kommunistisch regiert, weinten dem alten k. und k. nun nach.

Im Norden Mitteleuropas beginnen Deutsche, 'Insurgenten', sich namentlich ab 1848 gegen das einst deutsche Dichter wie KLOPSTOCK unterstützende **Dänemark** zu wenden, welches das Lehensland Schleswig in Dänemark einbeziehen will. Entsetzt hatte der auch in Deutschland vielgelesene Märchendichter ANDERSEN (in 1964, S. 531) verfolgt, was da seit 1848/1849 geschah, als Deutsche, 'Insurgenten', in Schleswig und Holstein aufbegehrten: "Mehr als andere litt ich seelisch unter diesem unglücklichen, uns aufgezwungenen Krieg", aber "fühlte" auch "... wie dänisch mehr Herz war. " Es müssen auch grausame Szenen vorgekommen sein, in Rendsburg (H. CHR. ANDERSEN in 1964, S. 604). ANDERSEN (S. 604) dichtete dann:

"Der frische, liebliche dänische Sang,

weitet das Herz, ist mir ein guter Klang."

Als der auch als sanft geschilderte spätere Greifswalder Chemiker LIMPRICH (K. AUWERS 1910, S. 5002) 1849 am Kampf **gegen** Dänemark teilnahm, nannte er seine Büchse 'Dänentöter', als ob 'Dänenbedroher' nicht gereicht hätte. Der militanten 'Geist der Zeit' ließ Menschenleben teilweise sehr achtlos sehen. Von der weiteren Unzufriedenheit der Deutschen zeugt etwa, wenn der deutsche Dichter STORM 1863 in der Novelle 'Abseits' eine seiner Gestalten zitieren läßt;

"Die fremde Sprache schleicht von Haus zu Haus

Un deutsches Wort und deutsches Lied löscht aus

__"

Vor dem Auseinanderfallen bewahrt wurde die **Schweiz**. Die **katholischen** Kantone mit ihrer religiös katholischen Bevölkerungsmehrheit hatten mit Luzern, Schwyz, Uri, Wallis einen **Sonderbund** (P. KELLER 2013) gebildet, gegen den die 'freisinnigen' Kantone die Waffen ergreifen und den Sonderbund am 24. November **1847** endgültig niederringen. Der siegreiche General HENRI DUFOUR hatte dabei seinen Truppen eingeschärft. keinerlei kirchliche Einrichtungen zu beschädigen, also einen vernünftigen Friedensschluß unter dem 'Freisinn' zu bekommen. Noch gab es Industrialisierung vor allem bei den Reformierten und gab es in den katholischen




Abbildung 1443: VICTOR HUGO. Bingen.

Gebieten viel mehr Feiertage. Der Ausgleich kam schließlich doch, in vielem im 20. Jh. Es entstand die 'moderne Schweiz'.

In Frankreich hatten die Linken auf ihre sozialistische Republik gehofft, aber die Wähler vor allem außerhalb von Paris entschieden anders. NAPOLEON BONAPARTEs Neffe LOUIS (H. RIEDER 1989) wird in die Nationalversammlung gewählt. Ein Aufstand der Linken in Paris wird durch Kriegsminister CAVAIGNAC blutig niedergeschlagen, "der blutigste Kampf, den Paris je gesehen: an die" 5000 Tote und 10.000 Verwundete, und 50.000 gefangengenommen (S. 127). Die Februarrevolution von 1848 und die nachfolgenden Ereignisse hoben die soziale Frage der Zeit ins allgemeine Bewußtsein. LOUIS NAPOLEON wird im Dezember Präsident, scheint am ehesten die Republik sichern zu können. Nach einem Staatsstreich im Dezember 1851 wird er im November 1852 als **NAPOLEON III.** Kaiser der Franzosen. Das 1848 stark mitgenommene **Paris** (s. H. BERLIOZ in 1967, S. 27) wird unter HAUßMANN (S. 244) **völlig verändert**, die mittelalterliche Stadt weicht der mit breiten Boulevards, Parks, Kanalisation, und Aufstände können nicht mehr in düsteren Vierteln vorbereitet werden. Zugleich bringen diese großen Bauvorhaben vielen Arbeit, sinnvoller als in den Nationalwerkstätten. In Verbannung mußte unter anderen der Dichter VICTOR HUGO und blieb es bis 1870, auf den französisch-sprachigen, aber englischen Kanalinseln Jersey und dann Guernsey.

Unter Führung von **Sardinien-Piemont** unter VIKTOR EMANUEL II. und sei-

nem Ministerpräsidenten Graf VON CAVOUR wird aber Österreich in der blutigen Schlacht von **Solferino** am 24. Juni 1859 und auch mit Hilfe Frankreichs besiegt. 1846 erlebte FANNY LEWALD (in 1883, S. 310) ein für sie ungetrübtes Volksleben in Neapel und auf Sizilien und wurde der König, wenn er erschien, mit Jubel begrüßt, und war das Leben geprägt von einem überbordenden, aber auch fröhlichen Katholizismus. Mit der revolutionären Bewegung unter GARIBALDI und dem Sieg über das Königreich Neapel in Sizilien wurde die **Einigung Italiens** 'von oben' vollzogen. Der in der Nähe der Schlacht von Solferino anwesende Schweizer Kaufamnn HENRY DUNANT war von den Leiden der Vewundetet so erschüttert , daß er eine selbstgedruckte Schrift 'Eine Erinnerung an Solferino' (1862) mit der Forderung nach einer 'Humanisierun des Schlachtfeldes' etwa an Herrscher verschickte und um Jahre später das 'Rote Kreuz'. zustandekam, für dasdarin vorangehende Österreich am 14. März 1880 (Internet 2019), Mit "1859" beginnt BERTHA VON SUTTNER ihre mit romanhaften Zusätzen ergänzte 'Lebensgeschichte' 'Die Waffen nieder!! Mußte **mit viel Blut erkauft** werden, was **später als einleuchtende**, nicht abzubiegende **Entwicklung** erschien, nämlich, daß die alten **Feudalmächte nicht** mehr oder weniger absolut **weiterherrschen konnten** über Völker, denen man die bisherigen Zustände als unabänderlich darzustellen suchte? Daß neue Bevölkerungsgruppen ihren Anteil forderten? **Wem gehört die Welt**, die Macht, der Wohlstand? **Gelernt** wurde daraus **wenig**.

VIKTOR EMANUEL II. wird 1861 König von **Italien** (u. a. Internet 2019), **Turin** bis 1865 Hauptstadt Italiens und dann von **Florenz** abgelöst. Bis 1866 bleibt bei Österreich Venetien mit Venedig. Der auf den Karolinger PIPPIN zurückgehende und Mittel.-Italien durchziehende **Kirchenstaat** stand der Einigung ganz Italiens iim Wege. Er war eine antiliberale Theokratie, eine Diktatur, zunehmend ein Fremdkörper unter den europäischen Staaten, wie ihn die Reiseschriftstellerin FANNY LEWALD (1847, S. 129 ff.) beschreibt, für viele, wenn auch nicht für alle, voller Armut, dann auch von Polizeiwillkür, Unterdrückung, mit Aufständen in Rimini und Bologna, Furcht vor neuen Hinrichtungen, und "Die scheue Art, das leise Sprechen, das ängstliche Umherschauen der Personen, welche sich davon unterhielten , waren traurige Zeichen für das Land und für das Gouvernement des Stellvertreters Gottes auf Erden" (S. 135/136). Begüterte Fremde und die Ober- und Mittelschicht lebten auch in Rom stets angenehm. Eine Amnestie unter einem neuen Papst PIUS IX. beruhigte die Lage in Bologna, wo 3020 inhaftiert waren (S. 414). Mit Hilfe französischer Truppen wird der Kirchenstaat nach einer Volksabstimmung am 6. Oktober **1870 aufgelöst**, gehört nun zu Italien, Frankreich übernimmt als Gegenleistung Nizza und Cannes. **Rom wird** Italiens **Hauptstadt**. Erst die am 11. Februar 1929 unter MUSSOLINI geschlossenen Lateranverträge erkennen die Vatikanstadt als eigenen Staat an.

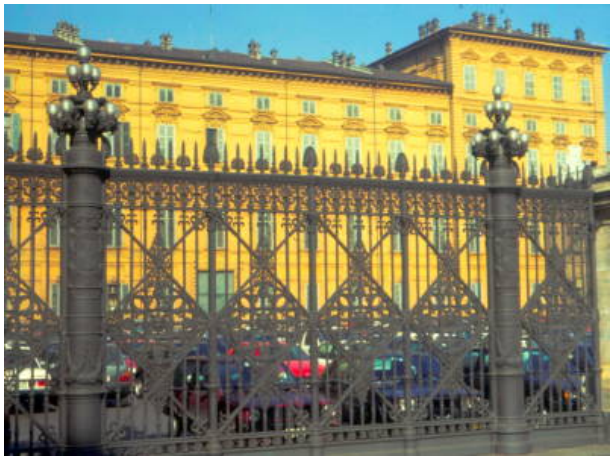

Abbildung 1444: Turin: Königsschloß.




Abbildung 1445: CAVOUR. Turin.



Abbildung 1446: VIKTOR EMANUEL. Pisa.



Abbildung 1447: Rom: Italiens Nationaldenkmal.

In ziemlich gelenkten Plebisziten werden das Kernland von **Savoyen** mit Chambery und außerdem **Nizza**, GARIBALDIs Geburtsstadt, 1860 von Frankreich übernommen (N. DAVIES 2015, S. 471).

Ein neuer Staat entstand auch im Südosten Europas: die 1848 ihrer Gemeinsamkeit bewußt werdenden maßgebenden Bewohner der Fürstentümer **Moldau** und **Walachei** wählten **1859** ALEXANDRU IOAN CUZA zum Fürsten sowohl der Moldau wie der Walachei, noch unter formaler Oberhoheit des Osmanischen Reiches, und am 8. Dezember **1861** proklamierte sich CUZA zum Fürsten des aus der Moldau und Walachei hervorgegangenenen neuen Staates **Rumänien**, damals ohne Siebenbürgen. Seit 1869 wählte Rumänien fremde Könige, aus dem Hause Hohenzollern.

Die Niederschlagung der Revolutionen und Unabhängigkeitskämpfe ließ es die Herrscher geraten erscheinen, auf die Ereignisse nicht nur mit Unterdrückung zu zu reagiern und BISMARCK gelang schließlich die von 1848-er erstrebte **deutsche Einheit**.

Das 1848/1851 siegreiche und seine toten und überlebenden 'Helden' ehrende und feiernde **Dänemark**, wird **1864** von Preußen in Gemeinschaft mit Österreich im Krieg vom 1. Februar bis zum 30. Oktober besiegt. **Dänemark** verliert Schleswig-Holstein und damit etwa Flensburg, Schleswig, Kiel mit seiner Universität, die Insel Föhr, Das einst mächtige und weitausgreifende Dänemark wird zum letzten Male arg beschnitten, kann aber seitdem ohne Kriege ethnisch so gut wie homogen existieren. Und behält damals als abhängig Island, Grönland, Färöer.

Im **Sieg Preußens 1866** über einige deutsche Staaten und vor allem über das Königreich Hannover trotz kurzer preußischer Niederlage am 27. Juni 1866 in der Schlacht bei **Langensalza** (Wikipedia), mit 196 Toten auf preußischer Seite, 378 Toten auf der Seite Hannovers. Mit dem Sieg kurz danach **über das Habsburger-Reich** und die mit ihm verbündeten Sachsen am 3. Juli 1866 bei **Königgrätz** kann BISMARCK die deutsche Einheit vorbereiten. Insgesamt waren 400.000 Soldaten an dem blutigen Geschehen beteiligt (Wikipedia 2017). Die deutschen Staaten nördlich des Main bilden den **Norddeutschen Bund**, der mit der Verfassung vom 1, Juli 1867 schon so etwas wie ein deutscher Staat wird. Der vorangegange Deutsche Bund von 1815 war viel loser und hatte auch den Kaiser von Österreich und die Könige von Dänemark.und den Niederlanden einschlossen. Das geschlagene Habsburgerreich, das aus den deutschen Vereinigungsbestrebungen aussscheidet, muß den Ausgleich mit den Ungarn eingehen, es entsteht die **k. k. Doppelmonarchie**, **K**aisertum Habsburgerreich und **K**önigreich Ungarn, an dessen Bildung auch die eigenwillige Kaiserin ELISABETH, 'Sissi, Anteil hatte. Der 1848 am Aufstand gegen die Habsburger beteiligte, nach der Niederlage zum Tod durch den

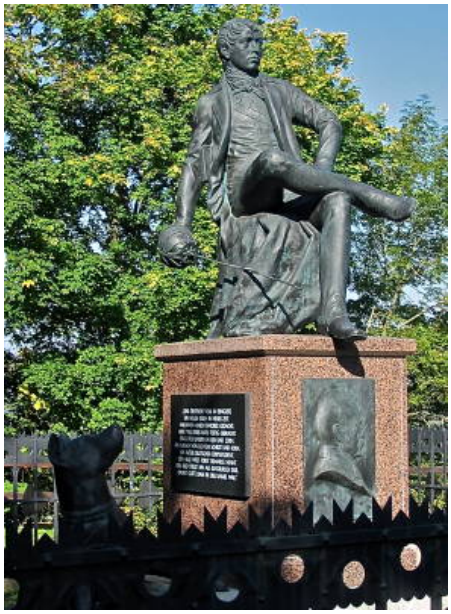

Abbildung 1448: Jung-BISMARCK: Bad Kösen 1895/96.

Strang verurteilte, aber nach Paris geflohene und nach London gegangene ungarische Magnat GYULA ANDRASSY (Wikipedia 2017) wird am 17. Februar 1867 ungarischer Ministerpräsident. Er ist schon aus Furcht vor dem Panslawismus für den Verbleib Ungarns im Habsburgerreich und wird am 14. November 1871 Außenminister des gesamten Habsburgerreichs.

Westeuropa wird noch einmal schwer erschüttert durch den **Krieg** der deutschen Staaten unter Führung Preußens **gegen Frankreich 1870/1871** (F. HERRE 1970). BISMARCK wurde oft getadelt wegen der Politik mit 'Blut und Eisen'.

Aber hätte sich ohne die preußische Führung ein Deutsches Kaiserreich herstellen und dann auch einigermaßen einig erhalten lassen? Welcher andere deutsche Staat hätte die Fähigkeit oder die Autoriät zur Einigung aufbringen können? Und gütliche Verhandlung aller gemeinsam? Na? Viele Deutsche, und gerade auch Gebildete, Gelehrte, hatten ein einiges Deutschland gewünscht. War das unberechtigt? Rußland war längst über alle seine russischen ethnischen Grenzen hinaus gewachsen. Auch bedeutende französische Forscher beteiligen sich 1870/1871 an der Verteidigung Frankreichs. Innenminister L. GAMBETTA fliegt mit dem Ballon aus Paris, kann aber keinen ausreichenden Widerstand in der Provinz organisieren, Nach NAPOLEON III. Gefangennahme bei Sedan erklärt sich Frankreich **zur Republik,** führt den Krieg weiter, bis. nach der Kapitulation von Paris am 28. Januar 1871. In dem am 10. Mai 1871 unterzeichneten Frieden geht das **Elsaß** und ein




Abbildung 1449: GAMBETTA: Bordeaux.

beträchtlicher Teil von **Lothringen** an Deutschland. Frankreich muß eine hohe Kriegsentschädigung zahlen Ein Aufstand in Paris, im Zentrum Proletarier unter Führung von Intellektuellen, führt zur Schaffung der **Commune**. Grausamkeiten von allen Seiten. Die Commune scheitert, auch mit Hilfe der deuschen Besatzer. Nach Berichten der Zeit wurden französche Kriegsgefangene in Deutschland auch von Seiten vieler normaler Bürger recht anständig behandelt.

Auch die Universität **Straßburg** wird deutsch, deutsche 'Reichuniversität, mit der Berufung besonders führender Gelehrer aus dem Reich und großartigen Institutsneubauten Französische Gelehrte waren meist freiwillige abgezogen. Weiterer Krieg betrifft zunächst den Südosten Europas.

In den **USA** (u. a. Wikipedia 2017, W. Z. FOSTER 1957, S, 315 ff.) geschah im 19. Jh. vieles: Im **Louisiana-Purchase 1803** verkaufte NAPOLEON alle Gebietsrechte Frankreichs in Nordamerika an die USA, wobei das damals 'Louisiana genannte Terriorium viel größer war als der heutige Bundesstaat Louisiana , fast 1/3 des Territoriums der heutigen USA ohne Alaska und war in weiten Teilen unerforscht. Es war der größte Territorialverkauf in der Geschichte, ein Gebiet, das Frankreich nicht hätte gegen den Siedlerzustrom aus den USA hätte halten können. **1812 - 1814**, ja 1815, gab es noch einmal **Krieg** der USA **gegen Großbritannien**, der 'Zweite Unabhängigkeitskrieg'. Mit den Indianern, die auch von den Briten gegen die USA aufgehetzt wurden, gab es oft Krieg und wurde das Skalpieren auch von den Europäern propagiert.Nach 1820 begann die große **Ein-**

**wanderung** von Europäern **nach Nordamerika**. Sie kamen dann vorwiegend auf Dampfschiffen und kamen waffenlos, besetzten also, was ihre Vorgänger mit Waffen erobert hatten und vermehrten sich in ihren neuen Siedlungsgebieten wie viele der Einwanderer einst in Europa.

B. FRANKLIN habe um die Mitte des 18. Jh. stolz registriert, daß etwa 80.000 Briten bisher aus Europa einwanderten und nun schon etwa 1 Million Briten in Nordamerika lebten (A. W. CROSBY 1991, S. 240). Mehr als 40.000 Indianer wurden zwangsweise "freiwillig" über den Mississippi nach dem Westen, nach **Oklahoma** gebracht, unter dem 1837 Chef des Kriegsdepartements gewordenem POINSETT (J. F. R. 1963). Das Gebiet östlich davon sollte Siedlungsland für die weiße Bevölkerung bringen. Unter ANDREW JACKSON (vieles aus Wikipedia 2018) und weiteren wurde 1814 - 1818, 1835 - 1842, 1855 - 1858 3 Kriege **gegen die Seminolen in Florida** geführt, die sich der Umsiedlung wiedersetzten und von denen etliche doch in Florida verblieben. Der 1845 gestorbene ANDREW JACKSON war 1829 - 1837 7. Präsident der USA. 1834 war Oklahoma zum Indianer-Territorium deklarier worden. Aber schließlich drangen weiße Siedler auch dort ein. 1907 wurde Oklahoma 46. Bundesstaat der USA. 1912 wurde **Neu-Mexco** 47. Bundesstaat und **Arizona** ebenfalls 1912 48. Bundesstaat, In Oklahoma entspannte Erdöl-Förderung die wirtschaftliche Lage. Die schwarze Bevölkerung in Nordamerika wuchs zwischen 1800 und 1930 von 1 Million auf 12 Millionen (A. W. CROSBY 1991, S. 247). In das mexikanische Texas mit Billigung Mexicos eingewanderte Siedler, die auch Sklaven halten wollten, erhoben sich gegen Mexico und riefen am 2. März 1836, mit dem vor allem später skandalösen SAM HOUSTON als einem an der Spitze die unabhängige **Republik Texas** aus, die 1845 als Bundesstaat in die USA einverleibt wurde. HOUSTONs Name lebt auch in einem Städtenamen fort. In **Kalifornien** wurde gleiches wie in Texas vorbereitet.

Die Erschließung der **Gebiete im Westen** ging fast atemberaubend rasch voran. So auch der Gebiete **zwischen den Alleghanies** im Osten **und dem Mississippi** im Westen. Der auch in Nordamerika bald wohlbekannte britische Dichter CHARLES DICKENS (deutsch etwa 1980) reiste 1842 nach den USA und Kanada und berichtete witzig und auch kritisch über das Gesehene und Erlebte. Von der damals etwa 50.000 Einwohner zählenden Stadt **Cincinnati** am Ohio heißt es bei DICKENS (S. 256), daß vor 52 Jahren "der Boden, auf dem sie steht und der damals für wenige Dollar gekauft wurde, ein wilder Wald und nicht mehr als eine Handvoll Menschen hatten sich dort angesiedelt; sie wohnten in Blockhütten, die vereinzelt am Flußufer standen." Und 1842 (S. 250/251): "Cincinnati ist eine schöne Stadt ... mit den sauberen Häusern in Rot und Weiß, den gutgepflasterten Straßen und den mit hellen Ziegeln belegten Fußstreifen. ... Die Straßen sind breit und luftig, die Läden ausgezeichnet, die Privatwohnungen von bemerkens-

werter Eleganz und Sauberkeit. ... Die Neigung, diese hübschen Villen zu verzieren und recht anziehend zu machen, führt dazu, Bäume und Blumen zu pflanzen und gepflegte Gärten anzulegen ... die Stadt, die in einem von Hügeln geschaffenen Amphitheater liegt. ..." Aber so war es natürlich noch nicht überall und es gab im Land vor allem noch schlechte Wege und Straßen.

Es folgte **1846 - 1848 der Mexikanisch-Amerikanische Krieg**, wobei im September 1847 auch Mexico-City von den USA besetzt wurde. Das 1848 den Frieden unterzeichnete besiegte Mexico verlor riesige Gebiete, die Hauptmasse seines Territoriums, so seine Pazifik-Küste, wo Städtenamen wie San Francisco oder Los Angeles und San Diego noch daran erinnern.

Die **Südstaaten der USA** waren eine **wirkliches Sklavenhaltergesellschaft**, deren **Wirtschaft** bis **auf** manche Kleingewerbetreibenden **auf Sklavenarbeit beruhte** und diese Sklavenhaltergesellschaft ließ wohl die römische mit ihren mannigfaltigen möglichen Entlassungen aus dem Sklavendasein hinter sich. **Plantagenbesitzer** in den Südstaaten besaßen viele Sklaven. Viele Landeigner **im Süden der USA** besaßen aber nur wenige Sklaven und arbeiteten mit ihnen zusammen auf den Feldern, und viele Sklaven waren Haussklaven, die Frauen auch bei den Reichen Ammen und Kinderbetreuerinnen (R. POHANKA 2007, S. 22), was den Rassenvorurteilen widesprechen mußte. Weiße zeugten mit schwarzen Frauen Mulatten, die auch wieder Sklaven wurden (S. 22). Der Geologe LYELL (s. G. ZIRNSTEIN 1980) hielt sich 1841/1842 in den USA auf und war auch Gast bei Plantagenbesitzern im Süden. Auch er stellte fest, wie groß die Rechtlosigkeit der Sklaven ist, denn Ehen unter den Sklaven besaßen keine Gesetzeskraft auch wenn ein Geistlicher die Trauung vollzogen hatte und der Sklavenhalter konnte Familien auseinanderreißen. Der englische Dichter CHARLES DICKENS (in 1980, S, 210) traf in dem Waggon für "Neger" in einem Eisenbahnzug in Virginia "eine Mutter mit ihren Kindern, die man gerade gekauft hatte, während der Ehemann und Vater bei ihrem früheren Besitzer geblieben war. Die Kinder weinten den ganzen Weg, die Mutter war ein Bild des Jammers." Der sie gekauft hatte, von DICKENS verspottet als "Streiter für Leben, Freiheit und Streben nach Glück ... fuhr in demselben Zug" und bei jedem Halt "stieg er aus, um nachzusehen, ob sie auch sicher untergebracht waren." In Zeitungen und an Anschlagssäulen wurde massenweise nach entlaufenden Sklaven gesucht, wie meistens durch ihnen zugeführte Verletzungen und Brandzeichen gekennzeichnet waren. So heißt es etwa (S. 356 ff.): "Entlaufen die Negerin Fanny. Trug eine eiserne Fessel um den Hals." "Entflohen eine Negerin mit zwei Kindern, Wenige Tage, bevor sie davonlief , brannte ich sie auf der linken Gesichtshälfte mit einem heißen Eisen. Ich versuchte den Buchstaben M darzustellen" (S. 357). Wer einen eigenen Sklaven umbrachte, wurde kaum als Mörder veurteilt. In Süd-Carolina fand LYELL in Charleston eine ständig anwesen-

de Wache in einem Wachthaus. Es gab "strenge Gesetze gegen die Einführung von Büchern, welche von der Emanzipation handeln und das Verbot, Sklaven wieder zurückzubringen, welche von ihrem Herren in freie Staaten mitgenommen worden sind" (zitiert bei G. ZIRNSTEIN 1980, S. 79). Sollte eine solche Gesellschaft erwarten, daß sie es schaffen könnte, noch lange durch all ihren Maßnahmen gegen viele Menschen weiterzubestehen? In Philadelphia, also im Norden, fand LYELL einen Unternehmer aus den Reihen der Afroamerikaner und "war erfreut zu sehen, daß seine Farbe seinem Emporkommen kein Hindernis gewesen sei und daß er in dem Grade Beifall erlangt habe, als er die Mehrzahl seiner weißen Mitbewohner an Geschicklichkeit überragte" (S. 78). Die Frage der Befreiung der Sklaven und ihre Gleichstellung mußte also auf der Tagesordnung stehen. Aber auch im Norden gab es Vorurteile und wurden die Afroamerikaner etwa in der Schulbildung noch benachteiligt (S. 79). Aber befreit standen die einstigen Sklaven wenigstens formal unter dem für freie Bürger geltendem Gesetz und Recht.

1860 gab es Sklavenhaltung nur noch in **Brasilien** und auf **Kuba** (R. POHANKA 200, S. 22) und in den Südstaaten der USA.

**1861 - 1865** standen die USA mit einem blutigen **Bürgerkrieg** vor dem Zerreißen in 2 unabhängige Staaten, in die nördliche **industrialisierte Union** mit 23 Millionen Einwohnern, mit 92% der USA-Textilindustrie und 92% der Kohleförderung, und in den südlichen Staat der **Konförderierten**, mit 9,5 Millionen Einwohnern und davon 3,5 Millionen Sklaven, der Staat vor allem der sklavenbesitzenden Großgrundbesitzer, die mit Agrarprodukten und vor allem Baumwolle reich wurden und die in oft prächtigen Palästen lebten. Aber es gab auch Kleinbesitzer mit nur wenigen Sklaven, die von einer Sklavenbefreiuung betroffen wurden. Auch der Süden bietet viel für den Krieg auf. In blutigen, in Gemetzel ausartenden Schlachten gibt es vom 1. - 3. Juli allein bei Gettysburg etwa 50.000 Tote (Internet). Die wenigsten der vom Südstaatengeneral LEE in die Schlacht geschickten Soldaten sind selbst reiche Sklavenhalter und es gibt zwischen den sich metzelnden Armeen keine Sprachbarriere. Ist es eingetrichterter Gehorsam, Ehre - oder was läßt die einfachen Soldaten der Konförderierten dermaßen kämpfen? Bedeutende Erfindungen kommen in dem Krieg zum Tragen, "ja in keinem Krieg zuvor hat es einen solchen Technologiesprung gegeben" (R. POHANKA 2007, S. 251): Standardisierte Ersatzteile, eiserne Kriegsschiffe (s. d.) (R. POHANKA 2007, S. 226), unter anderem weiter Torpedos, elektrisch gezündete Landminen, auf Eisenbahnen montierte Geschütze, Hinterlader. Feldtelgraphen, Stacheldrahtverhaue, Flammenwerfer (S. 251) - alles Grauen der technisierten 'modernen' Krieges, und in der Rüstung dabei der aus Schweden stammende J. ERICSSON (W. F. D. 1959); Es kamen auch wegen Einberufung von Arbeitskräften auch Maschinen in der Landwirtschaft, erschien Kondensmilch, Durchbruch der Nähmaschine, Von

den auf beiden Seiten eingesetzten etwa 3,5 Millionen Soldaten gibt es, beide Seiten zusammen, 623.026 Tote und 471.427 Verwundete (R. POHANKA 2007, S. 219). Und einer der Generäle der bei Gettysburg siegreichen Unionsarmee, CUSTER, zieht gegen die immer wieder um ihre Souveränität kämpfenden Indianer und verliert gegen die Sioux am 25. Juni 1876 am Little Bighorn die Armee und das eigene Leben. Die USA - Sklaven, Sklavenbefreiung, Indianervernichtung - Menschenrechte, ausgewogene Politik? Es dauerte lange, bevor die USA rechtmäßig moralisch über andere in der Welt urteilen konnten. 30 Quadratkilometer Land hatten sich die Weißen in Nordamerika angeeignet (A. W. CROSBY 1991, S. 247). Im Jahre 2000 waren etwa 13-14 % der Einwohner der USA Schwarze, die noch immer um ihre Recht kämpften (You Tube).

**1867** kauften die USA vom russischen Zaren **Alaska**, etwa 2-mal so groß wie die ursprünglichen 13. Kolonien. 1959 wurde Alaska der 49. Bundesstaat der USA:

Andere "**neo-europäische Überseegebiete**" waren Australien und Neuseeland, Es gab in den 'neo-europäischen Überseegebieten zwischen 1820 und 1930 über 50 Millionen und damit etwa 1/5 der seinerzeitigen Bevölkerung Europas (A. W. CROSBY 1991, S. 12).

Auch in **Asien** folgte manches, besonders der Aufstieg von Japan (s. u.)

## Die weitere 'Industrielle Entwicklung', ja 'Industrielle Revolutionierung'

Die "Industrielle Revolutionierung" schritt im 19. Jh. voran und erfaßte nach England und teilweise Frankreich auch andere Staaten. Bisher noch im Handwerksbetrieb erzeugte Produkte, wie Schuhe, Textilgewebe oder Rüstungsgüter bis hin zu Handfeuerwaffen, wurden **in Fabriken erzeugt** und arbeitslos gewordene Kleingewerbetreibende mußten sich den oft grausamen Bedingungen unter den Fabrikherren fügen. Mit der Zeit wich der maßgeschneiderte Anzug, der 'Maßanzug', dem Anzug 'von der Stange' und nur der Begüterte mit öffentlichem Auftritt blieb bei dem Handwerksprodukt. Aber auch zahlreiche neue Produkte, die das Leben erleichterten oder auch im Krieg neue Schrecken brachten, wurden erzeugt. Handwerker, und solche blieben, wurden **Reparaturhandwerker**. Sie müssen, bis heute, die Feinheiten der neuen Güter, heute Kraftfahrzeuge, Kühlschränke, Computer kennen und sie, wenn Neuersatz nicht billiger wurde, reparieren.

Es **endete** endgültig das, was man in einem bei Historikern kaum benutzten Wort als **das "vorindustrielle Zeitalter**" bezeichnen konnte, auch wenn von dem "**Industriellen Zeitalter**" noch bis in die Gegenwart auch viele Menschen ausge-

schlossen blieben. Von Europäern gebildete Gesellschaften waren mit Abstrichen jene, die erstmals ihren Schwerpunkt nicht in religiösem Kultus, im hergebrachten Bauerntum oder im Kriegertum sahen, sondern eine bisher so nicht dagewesene, von Wissenschaft erfüllte, erste "szientifisch-technische" Kultur der Menschheitsgeschichte ausbildeten. Menschen, die hierzu befähigt waren, mußte der Aufstieg ermöglicht werden. Die bisherigen Eliten, Adlige, Kirchenleute, Samurai, hatten dazu nur in begrenzter Personenzahl beigetragen.

Nahezu alle Produktionsziffern in den entwickelten Ländern stiegen. Was da in wenigen Jahrzehnten, ja Jahren, geschaffen wurde, das übertraf alle Vergangenheit: Eisenbahnen ab 1836 in wenigen Jahren nicht nur in Europa, die dazu nötige Stahlproduktion, ab der Mitte des 19. Jh. Zement, dann Beton, die Telegraphie über Erdteile hinweg, und am Ende war es mit der Motorisierung ebenso. Welches Maß an Erdfindergeist und Organisationsvermögen war nötig, welche Masse an Arbeitskräften, die dafür eingesetzt werden mußten. Je nach Teilnahme an der industriellen Entwicklung verschoben sich die ökonomischen Machtverhältnisse der Länder und das reizte zur Veränderung auch der politischen Machtverhältnisse in der Welt (P. KENNEDY 2000).

Europäische Staaten, und zuerst namentlich Großbritannien wurden führend in der Ökonomie der Welt und strebten auch politische Vorherrschaft an. **Großbritannien** stand um 1860 auf dem Höhepunkt seiner relativen industriellen Machtstellung in der Welt. Es produzierte bei etwa 2% der Weltbevölkerung und etwa 10% der Bevölkerung Europas damals gegen 53% des Eisens in der Welt, förderte 50% der Stein- und Braunkohle, verbrauchte fast die Hälfte der ungesponnenen Baumwolle der Welt. Großbritanniens Energieverbrauch aus "modernen Quellen", also Kohle, war 5-mal so hoch wie der in den USA, 6-mal so hoch wie der in Frankreich, 155-mal so hoch wie der in Rußland. In den Händen von Großbritannien lagen etwa 1/5 des Welthandels und etwa 2/5 des Handels mit Industriegütern. Um 1800 war das Produktionsvolumen von Frankreich etwa gleich hoch wie das von Großbritannien, jedoch um 1830 war das Produktionsvolumen von Großbritannien auf 182,5% des von Frankreich gestiegen und um 1860 auf 251%. 1857 gab es allerdings in der Indusrienentwicklung nicht nur Großbritanniens eine erste große Gründerkrise. In seiner technischen Entwicklung sah sich Großbritannien zeitweilig unschlagbar und den einstigen Monopolgesetzen entgegen wurdc nun - Vorteile beherrschen die Gesetzgebung - der **Freihandel** durchgesetzt, und alle Welt sollte sich nunmehr anschließen. Die englischen Unternehmer empfanden sich in den Preisen wie der Qualität den **Produzenten anderswo überlegen** genug (B. NASSON 2007), um ihre Waren durchzusetzen und günstig Rohstoffe und Nahrungsmittel einzukaufen. **Wo** immer es **etwas zu holen gab an Rohstoffen**, ob in den Anden Guano oder Salpeter, oder man gut bezahlte Kulturgewächse anbauen konnte wie

die Indigopflanze in Indien - britische Untenehmen waren bald da, finanzierten zu ihrem Vorteil. Reiche, ja mit ihrem Reichtum protzende Einheimische, gerade in Indien, blieben auch. Die Lehre war eben, daß Konkurrenz eben anderswo auch Absteiger vorsehen mußte. Aber das konnte kein Pakt mit der Ewigkeit sein. Großbritanniens Anteil am Produktionsvolumen des Welt sank von 22,9% um 1880 auf 13,6% im Jahre 1913, und viele Ansprachen auf den Jahresversammlungen der britischen Naturforschergesellschaft, der British Association for the Advancement of Science, galt der Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildung und zeigte oft auf Deutschland. Ohne 'Staat', iin einem eher von Privaten Bildungs- und Forschungswesen, schien doch nicht alles besser zu gehen.

Deutschland holte namentlich nach der Mitte des 19. Jh. auf, schneller als Frankreich. In den 60er-Jahren des 19. Jh. erstand die Chemie-Industrie. Die Kohle-Förderung in Deutschland stieg von 89 Mill. t 1890 auf 277 t im Jahre 1914. Großbritannien förderte 1914 292 Mill. t Kohle, Österreich-Ungarn 47 Mill., Frankreich 40 Mill., Rußland 36 Mill. Deutschlands Stahlproduktion lag 1914 mit 17,6 Mill. t höher als die Großbritanniens, Frankreichs und Rußlands zusammengenommen. Deutschlands Anteil an der Industrieproduktion der Welt war 1913 mit 14,8 % höher als die Großbritanniens mit 13,6 %.

Andere, sich auch kriegerisch gebärdende Mäche, standen demgegenüber zurück, so Italien mit seiner lange hohen Analphabetenrate, das 1913 nur ein Produktionsvolumen von 1/8 des britischen besaß, 1/17 des deutschen, 2/5 des belgischen. Das schloß nicht aus, daß es dann Entwicklung etwa in einigen Bereichen der chemischen Industrie auch in Italien gab. Rußland war 1914 die 4.-größte Industriemacht der Welt geworden und seine Stahlproduktion lag vor der von Frankreich, Österreich-Ungarn, Italien und Japan, jedoch in der Pro-Kopf-Produktion lag es weit hinter den anderen Mächten und war in einigen Industriezweigen recht schwach.

Großbritannien, das vorgeprescht war, hatte aber eine Industrie, die nun nicht so schnell erneuert werden konnte, daß sie der der Neuankömmlinge entsprach – Großbritannien litt unter dem "**Phänomen des hemmenden Vorsprungs**" (M.-L. TEN HORN-VAN NISPEN 2005). Aber Aufholen wie in Japan verlangte Opfer und wenn die gebracht wurden kam des 'Phänomen des hemmenden Vorsprungs' für die Überwundenen besonders zum Tragen.

Verknüpft war diese Entwicklung der Industrieproduktion und des Handels und auch einer intensiveren Landwirtschaft mit einem teilweise gewaltigen **Bevölkerungsanstieg**. So wird von Deutschland angegeben (b. E. WOLFF 1854, S. 282) , daß in 12 Provinzen des österreichischen Kaiserreichs "die Bevölkerung in den Jahren 1818 - 1840 um 24"%, in Württemberg seit 1815 bis um 1854 um 25%, in Bayern um 30%, in Baden seit 1819 um 32%, in Sachsen seit 1815 um 47%, in Preußen 1816 -

1846 um 52%. Die Bevölkerungsdichte war von den deutschen Staaten am höchsten in Sachsen mit etwa 6500 Menschen pro Quadratmeile, gefolgt vom Großherzogtum Hessen mit 5300 Menschen pro Quadratmeile. Pro Quadratmeile werden angegeben für England und Wales 5900 "Seelen", für Belgien fast 8000 Menschen (S. 283). Pro 100 Einwohner werden für England und das mehr freies Land bietende Schottland 72 ha produktives Land angegeben, für Sachsen 48, für Belgien 42 (S. 283). Schottland weist um 1847 noch auf der Hälfte seiner Fläche "kulturfähiges, aber noch nicht agebautes Land" auf (C. FRAAS 1847, S. 49). Der Agrarwissenschaftler EMIL WOLFF (1854, S 281) aber leitete daraus ab "Die Nothwendigkeit einer möglichst intensiven Bewirthschaftung der Landgüter." Noch könnte in Deutschland bei überall stattfindender Intensivierung "die doppelte Menge an landwirthschaftlichen Produkten" erzeugen (S. 284). Sollte das auch allen weiteren Anstieg der Bevölkerung etwa in Deutschland abfangen? Gewollte Geburtenbeschränkung scheint außer bei MALTHUS kein Thema gewesen zu sein? Immerhin ist auch WOLFF klar: "Allerdings ist die Ertragsfähigkeit des Bodens nicht bis ins Unendliche zu erhöhen" (S. 284). Und das Bevölkerungswachstum wird die Regierungen und nachdenkliche Menschen immerfort verfolgen und wurde im 20. Jh. auch zur Begründung von Kriegen angeführt. Kinderreichtum bestand auch bei führenden Gelehrten. Deren Kinder endeten wenigstens nicht im Elend. Der Althistoriker THEODOR MOMMSEN hatte mit seiner Frau MARIA AUGUSTA geb REIMER 16 Kinder und einige wurden bedeutende Leute und Enkel und besonders Urenkel führende Historiker, in England war der Astronom JOHN HERSCHEL Vater von 12 Kindern, CHARLES DARWIN hatte 10 Kinder. In Deutschland vermehrte sich die Bevölkerung zwischen 1890 und 1914 um beinahe 18 Millionen. In Frankreich betrug die Zunahme nur etwas mehr als 1 Million. Aber auch in Rußland wo etwa 80% der Bevölkerung bis vor den Ersten Weltkrieg unmittelbar von der Landwirtschaft lebten, stieg die Bevölkerung zwischen 1890 und 1914 um 61 Millionen. Aus europäischen Staaten gab es im 19. Jh. auch die größte **Migration** neuerer Zeit, hinter der zahlenmäßig sicherlich auch die sogenannte "Völkerwanderung" am Ende der Antike und die Besiedlung Amerikas bis um 1800 verblaßt. Die britischen inseln waren um 1650 von etwa 6 Millionen Menschen besiedelt. 300 Jahre später, um 1950, hatten sich diese Bevölkerung auf 156 Millionen Nachkommen vermehrt, die zu einem beträchtlichen Teil in die verschiedensten Teile der Welt gezogen waren, was einer etwa 26-fachen Vermehrung entsprach. Wenn MALTHUS vor dem Engerwerden auf der Erde warnte, hatte er wohl nicht so unrecht! Zwischen 1821 und 1924 wanderten annähernd 55 Millionen Europäer nach Übersee, davon 34 Millionen in die USA (S. P. HUNTINGTON 1998).

Die **Kehrseite** all dieser Entwicklung gab es auch, und die war bedrückend. Die Bildung des Proletariats, das kein gesichertes ökonomisches Rückzugsrefugium hatte. Der eigenwillig-abseitige Hallenser 'Geognost' CHRISTIAN KEFERSTEIN




Abbildung 1450: SCHULZE-DELITZSCH. Delitzsch. Um 1897.

(1855) sah das Schicksal von Kleingewerbe bei zunehmender wirtschaftlicher Privatautonomie trotz seiner Zuwendung zum monarchisch-adligen Staat der Ungleichen jedenfalls für um 1855 nicht falsch: "Der Einzelne, begünstigt durch Glück, Verstand, Geldmittel und dergleichen, kommt oft rasch zu Wohlhabenheit, selbst zu großem Reichthume, aber die Masse der Industriellen, vielleicht 9/10 der Schneider, Schuster, Bäcker, Fleischer usw., befindet sich in einer traurigeren Lage als früher" (S. 157). Für dei Bierbrauerei in Halle gab es "vielleicht 500 Braugerechtigkeiten, die eine ziemlich sichere Rente abwarfen, ... die Vortheile des Bierbrauens vertheilten sich daher unter sehr viele Personen, ... Jetzt, bei unbeschränkter Gewerbefreiheit ... Der Nutzen, der sich sonst unter Hunderte vertheilte, den ziehen jetzo sehr wenige, aber das Bier ist nicht wohlfeiler geworden und das große Publikum hat wohl nichts gewonnen" (S. 158). Lag nun die Hoffnung in der Zukunft, in einer friedlichen für alle? Als eine Maßnahm der Kleingewerbetreibenden wurde das Genossenschaftswesen gesehen, in dem durch wechselseitige Solidarität über Genossenschaftskassen der Untergang einzelner aufgehalten werden sollte. Als ein Markstein hierzu gilt die 1847 unter HERMANN SCHULZE-DELITUSCH in Delitzsch gegründete Schuhmachergenossenschaft, und SCHULZE-DELITZSCH widmete sein Politikerleben als linksliberaler Abgeordneter, in der Preußischen Nationalversammlung und dem Deutschen Reichstag, der Schaffung von Gesetzen zur juridischen Sicherung der Genossenschaften.

Da gilt vielen KARL MARX als ein anderes Kaliber, der nämlich wollte den ver-

nachlässigten Arbeitenden die ganze Macht gegenüber den Eigentümern der Produktionsmittel geben und die 'Diktatur des Proletariats' errichten. **Die Arbeiter**, die an den neuen **Maschinen** arbeiten, würden sie **auch ohne die bisherigen Eigentümer beherrschen** und könnten so die Produktion fortsetzen und deren Produkte neu und besser verteilen Wer von den Proletariern konnte das? und die Produktion ständig auch erneuern und auf Konkurrenzniveau halten? Proletarier, die aus dem Arbeitsprozeß auschieden und ein technisches Studium oder etwas Gleichwertiges absolvierten konnten manches, aber blieben wie in den kommunistischen Staaten im 20. dann aber keine an einem festen Arbeitsplatz stehenden Arbeiter mehr. Die Revisionisten begriffen das. Auch das feste proletarische Bewußtsein ging auch der aus der Arbeiterklasse stammenende Intelligenz oftmals verloren.

In Revolutionen im 20. Jh., in Rußland und dann China, wurde der Ausweg gesucht und der endete auch verhängnisvoll, denn es war nicht das Proletariat in seiner Gesamtheit, das ausreichend gewann.

## Die Erde des 19. Jahrhunderts - Einbeziehung der ganzen Erde in die europäische Welt - Kolonialisierung

Die Vermehrung der Menschen mit europäischen Wurzeln, ob in den Kolonien selbst oder in Europa mit nachfolgender Auswanderung, hatten im 19. Jh. für **indigene Völker** Auswirkungen weittragender Art. Zwischen 1840 und 1930 wuchs die Zahl der Europäer von 194 auf 453 Millionen, hatte also eine doppelt so hohe Zuwachsrate wie die übrige Weltbevölkerung (A, W. CROSBY 1991, S. 246). In den neo-europäischen Gebieten wuchs die europäische Bevölkerung zwischen 1750 und 1930 um das 14-fache. Die Bevölkerung der übrigen Welt stieg nur um das 2-fache. Der Anteil der Weißen auf der Erde wuchs zwischen 1750 und 1930 um das 5-fache, der Anteil der Asiaten nur um das 2,3-fache, Afrikaner und Afro-Amerikaner um weniger als das Doppelte (S. 247). Es kam in verschiedenen Teilen der Erde zu **Kriegen mit den 'Eingeborenen'**, auch solchen, mit denen man im 18. Jh. noch in erträglicher Nachbarschaft lebte, auch in. Nordamerika,

In **Chile** (L. BETHELL 1985) wurden beim Vordringen nach dem Süden die in der Sammelbezeichnung als **Araukaner** genannten Indianer (a. Wikipedia 2018) ab 1859 niedergekämpft, die teilweise bis ins 20. Jh., 1934, zu Aufständen schreiten, um ihr Siedlungsgebiet gegen fremde Einwanderer zu bewahren. Chile steht in der Indianerverinchtung den USA kaum nach.

Die Kolonialmächte, allen voran Großbritannien und auch Frankreich, haben die geistig-intellektuelle Struktur bei vielen Völkern verändert. Das Englische wur-

de für zahlreiche Menschen der Welt eine **gemeinsame Sprache**, mit der weithin Kommunikation verbessert wurde. Aber auch das Arabische hatte schon weite Verbreitung. Auch aus England kommende Ideen wurden überall vertreten, die "ideas of evolutionsism, utilitariansm, individualism, materialism and the convicrion of the superiority of Western civilzation (B. STUCHTEY 2003, S. 235). Dazu kam die Missionarisierung zu einer der Richtungen des Christentums. Die Überlegenheit der weißen Rasse wurde oft voausgesetzt Vieles davon ging ab der zweiten Hälfte des 20. Jh. veloren. Das **Aussehen von Teilen der Welt**, besonders an manchen Küstenorten und an Strömen und Verkehrswegen veränderte sich bis zum Ende des 19. Jahrhunderts so eindringlich, wie es der Historiker JOHN DARWIN (2010, S. 28) zusammenfaßt: "Hafenanlagen, Bahnhöfe, Telegrafenleitungen, Lagerhäuser, Banken, Versicherungsgesellschaften, Kaufhäuser, Hotels, Clubs und sogar Kirchen bildeten das globale Netz des europäischen Handelsimperiums, das europäischen Kaufleuten freien Zugang ermöglichte und ihnen neue Märkte mit Massen von Kunden erschloss." Wo man sich dem Freihandel widersetzte, wurde auch gewaltsam aufgeschlossen. **Europäische oder ehemals europäische Kolonien**, also die ehemals kolonialen amerikanischen Staaten, kontrollierten 1800 35% der Landoberfläche der Erde, 1878 67%, 1914 84% und noch mehr mit der Aufteilung des Osmanischen Reiches nach 1918 (S. P. HUNTINGTON 1998).

Ausreichend "weiße Flecke" bestanden noch um 1900 im Inneren etlicher Kontinente und unerreicht waren bis dahin große Teile der Polarregionen. Die unbekannten Regionen zu erschließen hatte es im 19. Jh. regelrecht ein "Zweites Zeitalter der Entdeckungen" gegeben. In Nordamerika waren Siedler nach dem Westen vorgerückt, Afrika war zuerst von Forschern durchzogen worden wie Teile von Zentralasien. Forscher und Männer, die durch - oft ungleiche - Verträge Kolonialherrschaft begründeten, verschmolzen oft miteinander, ob bei dem Engländer H. M. STANLEY, dem Deutschen wie HANS MEYER und mehr CARL PETERS oder dem 1873 bei Hanoi gefallenen französischen Mekong-Erforscher FRANCIS GARNIER. Andererseits haben diese zum Teil politischen Erschließungen zu **vielem weiteren Wissenszuwachs** geführt, zu Entdeckungen in Pflanzen- und Tierwelt oder in der Geologie. Das erweitere gewaltig, was im "ersten Zeitalter der Entdeckungen" und den großen Ozeanreisen ders spätern 18. Jh. schon angelegt war. Koloniegründung etwa in Afrika war zuerst wie im 16. Jh. für das von Spanien angeeignete Zentralamerika Privatgründung und dann zog der Staat nach, was zum Schutz der kolonialen Erwerbungen nötig erschien. 'Kolonialisierung' - das war möglich durch Ausnutzung eines Entwicklungsunterschieds" (W. REINHARD 1990, S. 203) - wie er schon bei den mit Pferden und Feuerwaffen ausgerüsteten Spaniern des CORTEZ bestand. Besetzt wurden Länder, wurden weite Regionen, zur Vorsicht vor späterer Konkurrenz schon lange bevor diese Gebiete ausreichend bekannt wurden geschweige denn vernünftig genutzt werden konnten. Das galt für

Brasilien in der Besitznahme durch Portugal im 16./17. Jh., für Sibirien durch Rußland, für Teile Afrikas durch europäische Mächte im 19. Jh. (a. W. REINHARD 1990, S. 204/205).

Statt nur Handelsstützpunkte einzurichten, strebten die europäischen Mächte im späten 19. Jh. danach, sich weite Gebiete auch juristisch-staatlich anzueignen und kamen dabei in mache Auseinandersetzungen miteinander und mit den bisherigen Einwohnern. Es kam in den späten **1880-er-Jahren** das Zeitalter des bewußten **'Imperialismus**', der auf Konferenzen und in Verträgen geregelten Aufteilung der noch nicht unter der Herrschaft von europäischen stehenden Teile der Erde, und in einigen Fällen auch kriegerische oder nahezu kriegerische Auseinandersetzungen zwischen den kolonialisierenden europäischen Mächten. Etwa im späteren Kanada und in Ostindien, um Südafrika und etwa die Insel Mauritius hatte es das zwischen England und Frankreich schon nach der Mitte des 18. Jh. so etwa wie Kolonialkriege gegeben. Nunmehr wurde das auf bisher den Europäern bisher unerschlossene 'weiße' Gebiete ausgedehnt. Aber in den meisten gravierenden Fällen, so der Erschließung des **chinesischen Marktes**, wurden zwischen den europäischen Mächten Konzessionen gefunden, gab es ab 1842 für die meisten europäischen Staaten gleiche Handels- und Konsularrechte (J. DARWIN 2010, S. 219). In China konnte keine europäische Macht ein geschlossenes Territorium für sich erobern. Großbritannien aber erzwang in zwei Kriegen 1839 - 1842 und 1856 - 1860 die Einfuhr von Opium aus Indien, um seine Schulden zu bezahlen. Viele Chinesen konnten dem Opiumrausch nicht widerstehen. Große Teile **Chinas**, an der Küste bis Nanking und Tientsin, wurden auch von morderische **Aufständen** erfaßt, bis 1864 von dem unter einem sich christlich gebenden Visionär HUNG HSIU-CH'UAN geführten **Taiping-Aufstand**, sowie von der Nien-Rebellion weiter nördlich, dann 1862 - 1873 von Revolten muslimischer Völker im Westen (J. DARWIN 2010, S. 262). Ein weithin ruiniertes China war wieder aufzubauen, und auch Technik wurde dazu ins Land geholt. Die europäischen Mächte neutralisierten sich am Ende des 19. Jh in China gegenseitig und konnten sich nur Interessenzonen sichern, aber der einheitliche Bestand es Chinesischen Reiches war bedroht.

Für europäische Siedler blieben in Klima und geographischen Bedingungen Europa ähnliche Regionen um 1880 noch "die kanadischen Prärien, die argentinischen Pampas, die gemäßigteren Regionen Südbrasiliens und Sibirien" (J. DARWIN 2010, S. 240). Oft ließ man nur bestimmte Siedler ins Land. Sollen all diese europäischen Besiedlungen nun heute verdammt, ja durch in dem Denken des 19. Jh. fremde Schuldgefühle aufgegeben werden? Etwa die USA wieder Indianerland werden? Weder die europäischen Ankömmlinge und ebensowenig die besetzten oder gar besiegten Einheimischen und vor allem ihre Oberhäupter waren in vielen Fällen moralische Vorbilder. Das westafrikanische **Königreich Dahomey** zeich-

nete sich durch Grausamkeit und bis zu Menschenopfern führendem Aberglauben aus, was den Herrscher nicht davon abhielt, für Waffenllieferungen mit den weißen Sklavenhändlern zusammen zu arbeiten. Das in vielen Teilen von Europäern wegen des Tropenklimas kaum besiedelbaren Afrika kam die Aufteilung ab 1889 (W. REINHARD 1990, S. 38). Privatkolonisatoren waren vorangegangen und dann wurde von den Regierungen im Mutterland die militärische Sicherung verlangt. Indem der Staat die von Privaten, ob nun Compagnien oder im Kongo der belgische König gegründeten Kolonien übernahm entstand das, was im engeren Sinne als '**Zeitalter des Imperialismu**s' zu bezeichnen ist (a. Y. N. HARARI 2015, S. 397). So war das bei **Deutschland** mit dem Kaufmann ADOLF LÜDERITZ im späteren Deutsch-Südwestafrika und mit CARL PETERS Erwerbung von Deutsch-Ostafrika. Mit der Phrase von der notwendigen Zivilisierung und Christianisierung wurde von Seiten der Europäer vieles gerechtfertigt, was Unrecht war. Aber in der Endbilanz ist auch viel an Fortschritt in kolonialisierte Länder gekommen. War 'Afrika' vorher das Paradies, nur gestört durch den entsetzlichen Sklavenhandel? Ein Parasie für die Viehzüchterstämme in Deutsch-Südwest? Das von den Deutschen besetzte Ostafrika war zersplittert in zahlreiche Stämme mit eigenen Sprachen, und in einer letztlich unglaublich kurzen Zeit wurden Schulen errichtet, eine für die afrikanischen Menschen neue Religion, der Christentum, verbreitet, mit dem Suaheli in Wörterbuch und Grammatik eine hier überall verstehbare Sprache eingeführt und gelehrt. Missionare lehrten die christliche Religion in Afrika als in Europas Wissenschaftswelt oft Zweifel an der Religion aufkamen. Afrikaner selbst haben etwa mit den Deutschen zusammengearbeit und trotz alle Härten auch die Errungernschaften anerkannt (s. z. B. YouTube Das Weltreich der Deutschen, z. b. Phönix 2010). Von den bisher ganz anders lebenden Afrikanern wurden binnen kurzem Dinge und Leistungen verlangt, die so nicht üblich waren, obwohl man sich auch vorher um Pflanzenanzucht und Viehhaltung sorgen mußte. Vom Wald, wo vorhanden, konnte man nicht endlos leben. Die Kelten, Germanen, Daker haben unter den Römern in den ersten Jahrhunderten n. Chr. wohl einen ähnlichen Wandel erlebt, bevor auch sie zur Herrschaft kamen. So wie die Römer mit ihrem kulturellen Einfluß auf die Gallier und Germanen und andere zunächst Unterworfene deren Aufstieg einleiteten und mit hinzugekommenen Fremden außerhalb der Grenzen schließlich Roms Alleinherrschaft beendeten, so schufen die Missionsschulen in Afrika die Grundlage für den Weg in die Unabhängigkeit von ohne Kolonialherrschaft niemals zustandegekommenen Staaten (s. a. W. REINHARD 1990, S. 212). Was noch vor wenigen Menschenaltern ab etwa 1885 durch Europas Kolonialpolitik gewonnen wurde, ist teilweise nach 1945 und vor allem um 1960 großenteils und oft nicht nur zum Wohl der Anwohner wieder zerronnen. Das Zerrinnen geschah zu einer Zeit, da die Kolonialmächte vielerorts ein milderes, gerechteres Regime und mit mehr Beteiligung der früheren Bewohner einführten.

Erscheint es einerseits als müßige Frage, doch auch als interessante: Was wäre aus all den noch in der Mitte des 19. Jh. bestehenden und den Feudalstaaten ähnlichen Staatsgebilden wie in Westafrika ohne die Europäer geworden? Hätten sie einen eigenen Entwicklunsgweg zu einer Art 'Moderne' beschritten? Wären sie zu landwirtschaflichen Reformen, zu besseren Verkehrswegen gekommen? Was wäre ohne Druck von Europäern einst aus Japan, aus China geworden? Wenn die Europäer und Nordamerikaner alle in ihrer Heimat geblieben wären, hätten die kolonialisierten Staaten sich die europäische Technik geholt, die Eisenbahn? Wären ohne Europäer in Afrika Eisenbahnen zustandegekommen? Führende Kreise der außereuropäischen Welt konnten ihre Söhne ja durchaus zum Studium nach Europa schicken. Hätten ohne Europa Japan und dann China irgendwann von sich einen neuen, von neuer Wissenschaft und Technik bestimmten Weg begonnen? Wäre der Weg Japans und China auch in mehr Regionen möglich gewesen, der in Thailand, in Vietnam, in Zentralasien, ja Westafrika? Die Indigenen in Teilen Brasiliens sind bis heute interessiert am Erhalt ihrer bisherigen Lebensweise. Der Staat muß sie schützen. Stößt die Regenwald-Indianer am Amazonas die oft furchtbare Lebensweise ihrer sie bedrohenden Nachbarn ab? Welcher andere als der moderne technologisch geprägte Lebensstil ist angesichts der Bevölkerungszunahme akzeptabel? Fragen über Fragen!

Viele Regionen, ganze bestehende Staaten, wurden von einzelnen europäischen Staaten als ihre Ländereien besetzt. Weit voran ging **Großbritannien** (s. B. NASSON 2007), das im '**Victorianischen Zeitalter**' ein riesiges Empire besaß, das den Ersten Weltkrieg überstand und danach noch einmal größer wurde. Erstaunlich war, mit wie wenigen britischen Beamten regiert wurde. In **Indien** lösten sich diese wenigen nicht in der riesigen indischen Bevölkerung auf, aber es gab auch einen dauernden Wechsel der Leute aus dem Mutterland, "Metropole und Kolonie" waren stets getrennt und nur ein geringer Teil der Briten kam mit Indien und vielen Indern direkt in Berührung (W-REINHARD 1990, S. 207). **Indien** stand zunächst unter der Ostindien Company. 1857 gab es einen großen Aufstand der indischen Soldaten, der Sepoy, und der Kampf wurde von beiden Seiten mit großer Härte und Grausamkeit geführt. Gefangene indische Aufständische wurden von den Briten vor Kanonenrohre gebunden und durch die herausgeschleuderte Kugel zerfetzt. Nach dem britischen Sieg kam Indien unter britische Herrschaft, unter die von Krone und Parlament, und wurde Königin VICTORIA **Kaiserin von Indien**, mit seinen etwa 600 Füstenstaaten (B. NASSON 2007, S. 139/140). Um 1900 gab es in Indien etwa 250 Millionen Menschen und der Indian Civil Service regierte mit etwa 1300 höheren Beamten (S. 141). Teilweise wird die britische Zeit bis zur Gegenwart (erfuhr ZIRNSTEIN 1999 in Indien) nicht nur verdammt. Billige Arbeitskräfte erlaubten in Indien **Bauten** von Rathäusern oder Bahnhöfen, die **an Größe** die in Großbritannien **übertrafen**. Die britische Regierung sorgte auch mit

Festlegung 1904 für den Denkmalschutz historischer Bauten wie dem Tadh Mahal, nachdem hier wie anderswo manches weggeschleppt werden sollte. Es gab, gerade auch in Afrika, für die Europäer wunderschöne Kolonialstädte oder Teile von Städten. Immerhin können sie als Muster auch für neuere Städte dienen. Singapur hat die gegenüber den gewaltigen neuen Hochhäusern wie Vorstadthäuser wirkenden Kolonialbauten denkmalpflegerisch erhalten. Länder wie Malaysia oder auch Indonesien und China haben in der zweiten Hälfte des 20. Jh. Europäerbauten im Vergleich zu ihren Hochhäusern wie Kleinbauten aussehen lassen. Und ein Subkontinent wie Indien mit zahlreichen auch in den Sprachen unterschiedlichen Ethnien erhielt auch eine für viele in Indien verwendbare **gemeinsame Sprache**, das **Englische**. Und die Kolonialpolitik mit ihrer Einführung europäischer Sprachen, namentlich auch Französisch, hat zur möglichen Vereinigung bisher mehr getrennter Völker beigetragen.

Die schließlich von weißen Siedlern bestimmten Gebiete, erhielten für die Weißen mit dem britischen Recht gleiche Rechte, wurden später Dominions. **Australien** (R. HUGHES 1992), zunächst vor allem Sträflingskolonie und dann auch Siedlerland, wurde abgesehen von ausgeschlossenen Stämmen der Aborigins völlig britisch und bis in die 1880er-Jahre gab es in Australien 2,25 Millionen Siedler in jenen Regionen, welche landwirtschaftlich genutzt werden konnten, vielerorts für die Schafzucht. Dazu kamen Bergbauorte, auf Gold etwa. Die in Stammesgemeinschaften lebenden Aborigins erschienen keiner besonderen politischen Beachtung wert. In das klimatisch für Europäer so günstige **Neuseeland** kamen Siedler seit 1840 und wurden die einheimischen, etliche Jahrhunderte vorher nach Neuseeland gekommenen **Maori** auch in harten Kriegen zurückgedrängt. FITZ-ROY (A. DESMOND et al. 1994, S. 384). der einstige Kommandeur auf dem Schiff 'Beagle' wurde 1842 Gouverneur von Neuseeland und scheiterte wegen seiner aristokratischen Haltung schon nach 4 Jahren 1846. und zeigte wie Neuseeland nicht zu regieren war. Mit eingeführten und später als invasive Waldschädlinge massenweise getöteten Rothirschen, mit Singvögeln aus Europa und Bienen und Hummeln sollte Neuseeland ein '**Neo-Europa**' werden (B. KEGEL 2014, S. 380) und und viele neo-phytischen Pflanzen kamen hinzu. Neuseeland und Australien wurden für **Schafe** erschlossen, mit Grünpflanzen aus Europa.

Neuseelands Natur wurde völlig verändert und nur der Naturschutz des 20. Jh. konnte manches bewahren. J. DARWIN (2010, S. 29) meinte von Neuseeland: "Die tristen Kühlhallen mit ihren düsteren Schornsteinen, die nach 1880 entlamg der Küste Neuseelands aus dem Boden schossen, waren das industrielle Gesicht der Kolonialisierung." Aber doch auch Nein: Große Teile der Küsten Neuseelands blieben großartige Natur, sind heute. so 2001, geschützt, können mit den modernen Verkehrsmitteln von Touristen aus aller Welt besucht und bewundert wer-



Abbildung 1451: Neuseeland im britischen Grün.

den. Der Milford-Sound ist nur einer dieser Küstenteile. Die Maori sind heute gleichberechtigte Staatsbürger. Von irgendwelchem Bedauern über das Geschehen spürt man als Tourist in dem sich britisch und sozial zu Recht besonders fortschrittlich fühlendem Neuseeland nichts, immerhin dem ersten Land mit Frauenwahlrecht. In **Nordamerika nördlich der USA** sammelten sich die aus den USA geflohenen Anhänger der britischen Krone, die Loyalisten, und erstand neben dem französischen Quebec die Provinz Ontario und behauptete sich 1812 - 1814 in einem nochmaligen Krieg zwischen Großbritannien und den USA. Am Pazifik gründete Großbritannien **1849** die **Kronkolonie Vancouver Island**, mit der um 1843 als Provinzhauptstadt aufsteigenden **Stadt Victoria** und dann Hauptstadt der Kronkolonie. Um 1860 im Zusammenhang mit der Einwanderung durch den 'Goldrausch' und 1887 Anschluß an die transkontinentale Eisenbahn erstand die **Stadt Vancouver**, die heutige Hauptstadt der kanadische Provinz British Columbia. **1867** war der sich selbst verwaltende Staatenbund **Kanada** zustandegekommen.

In vielen Gegenden Südost-Asiens und Schwarzafrikas bestanden nach manchen vergangenen Großreichen den europäischen mittelalterlichen **Feudalstaaten ähnliche Herrschaften**, Sultanate etwa und teilweise auch mit Sklaverei. Die zahlreichen Kleinterritorien im alten Deutschland kann man zum Vergleich wohl heranziehen, wenn man die übergeordnete Instanz des Kaisers außer Acht läßt. Mit den einheimischen Potentaten wurden Übereinkommen gefunden oder gegen sie auch Gewalt angewandt.

1819 hatte im Auftrag der Ostindien-Kompanie Sir THOMAS STAMFORD RAFFLES (Wikipedia 2015) die britische Niederlassung **Singapur** gegründet, an der Stelle eines malayischen Fischerdorfes und kaufte die ganze Insel 1821 dem Sultan von



Abbildung 1452: Brit.Columbia. Haus in Victoria 19. Jh. 2006.



Abbildung 1453: 1858 Goldsand: Fraser River. 2006.



Abbildung 1454: Randständig: Indianer, Vancouver.



Abbildung 1455: Migranten-Millionenstadt Vancouver 2006.

Johor ab. 1867 wurde Singapur britische Kronkolonie. 1824 wurde auch **Malakka**, der Südteil der Malayischen Halbinsel, britisch und England hatte in Malaya Hoheitsrechte. 1839 besetzte Großbritannien an der Südküste der Arabischen Halbinsel **Aden**. Es wurde wichtiger Kohlenstützpunkt.

**Afrika** war kein unbewohntes Urwald- und Wüstengebiet. Die kleineren Herrscher Afrikas hatten schon lange eigenen Handel auch mit Europäern betrieben, und als Ware auch Massen von Sklaven verkauft. Diese Handel beschränkte auf den Küstenbereich. Erst um **1884** war Afrikas Inneres so durchdrungen, daß an weiße Kolonialherrschaft über ganz Afrika zu denken war. Die Aufteilung Arikas unter europäische Mächte hat also kein hohes Alter. Für Deutschland dauerte die Kolonialzeit 30 Jahre oder wenig mehr, für andere Mächte etwa 75 Jahre, bis um 1960,

Was auf späteren Atlanten als **wohlbegrenzte Kolonien** erschienen, waren es **lange** Zeit **nicht** und wurden es auch teilweise niemals ganz. Es begann etwa in Afrika mit **Küstenstützpunkten**, die oft eher **für Handel** als militärische Unterwerfung standen und **erst mit der Zeit** wurde i**n die Hinterlande** eingedrungen. Die runden lexikalischen Jahreszahlen der Koloniegründungen sind also so nur erste Anhaltsdaten für das, was noch zu geschehen hatte. Die Kolonialmächte bauten Truppen aus Einheimischen auf, die Deutschen in Ostafrika die auch von weither geholten Askaris. Wie England in Indien sollten auch in Afrika Afrikaner den Kolonialstatus sichern. Auf der von BISMARCK initiierten Berliner Konferenz oder **Kongo-Konferenz** vom 15. November **1884** bis zum 16. Februar **1885** unter Beteiligung von 10 europaäischen Staaten, den USA und dem Osmanischen Reich (Internet 2019) sollten die Kolonialfragen geklärt werden und wurden es damals ohne Krieg.

Die britische Kolonie an der **Goldküste**, dem heutigen Ghana, hatte in den 1860-er-Jahren schwere Kämpfe mit den im Inneren gelegenen Königreich Ashanti zu bestehen. Im Malaria-verseuchten **Nigergebiet** konnte zuächst nur von der Küste aus mit Schiffen Handel mit den einheimischen Händlern berieben werden, aber 1862 erklärte Großbritannien die Stadt **Lagos** zum Protektorat und bald zur Kronkolonie (Wikipedia 2017). Die in Teilen des südlichen Afrika herrschenden Briten führten 1879 einen harten Krieg mit den Zulu. In **Südafrika** setzten sich die vor den Briten im Süden zurückweichenden Burentrecks auf dem Wege nach Norden durch. Auch hier wurden inerhalb eines Jahrhunderts riesige Regionen verändert. Die Buren kämpften hart mit afrikanischen Ethnien.

Die **Niederlande** konnten ihr **südostasiatisches Kolonialreich** behalten. Nordöstliche Teile auf der Rieseninsel **Borneo**/Kalimantan wurden von einem reichen britischen Abenteurer, JAMES BROOKE (Wikipedia 2015), 1846 zu einem bis 1946

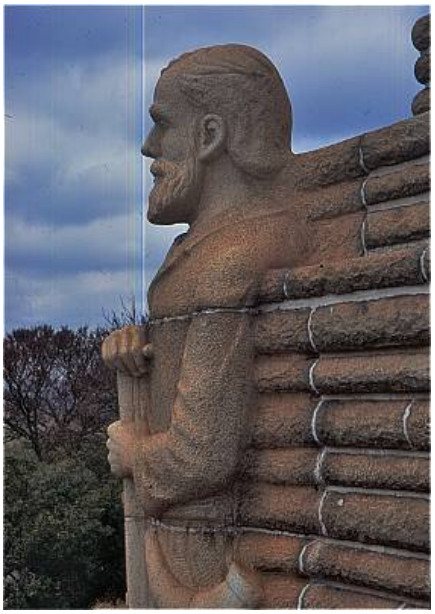

Abbildung 1456: Buren im Treck: PRETORIUS.

bestehenden Privatreich im Nordosten Borneos, **Sarawak**. Unter Einsatz eines ihm gehörenden bewaffneten Schiffes hatte BROOKE für den dort herrschenden Sultan einen Aufstand niedergeschlagen, wurde von dem Sultan mit einem Gebiet belehnt und machte sich dann souverän.

Seit etwa 1830 hatte **Frankreich Algerien** unterworfen und gerade fruchtbare Regionen, etwa an der Küste, auch mit französischen Siedlern besetzt. Das Hinterland war schwierig zu erobern. Im Namen des Kaisers NAPOLEON III. wurde in der Südsee durch AUGUSTE FEBVRIER-DESPOINTES am 24, September **1854 Neukaledonien** (Wikipedia 2018) für Frankreich in Besitz genommen. Neukaledonien, mit 18.576 qkm nur ein weniger größer als das heutige Sachsen, diente bis 1922 als Strafkolonie, auch für führende Communarden von 1871. Seuchen hatten unter den vorangegangenen Einwohnern schwer gewütet.

Im **tropischen West-**Afrika **(**folg. Wikipedia u. a. im Internet 2018) kam es zu großen **geschlossenen Kolonialgebieten Frankreichs** erst ganz am Ende des 19. Jh., Es gründete Frankreich 1838 erste Stützpunkte in **Gabun,** aber die Expansion ins Innere kam erst in den 1880-er-Jahren. Am Kongo gründete in französischen Diensten der italienische Adlige DE BRAZZA auf einem vertraglich erworbenem Gebiet 1883 die Handels- und Missionsstation Brazzaville. 1891 war der gesamte **Senegal** französisch. Bei der versuchten Ausbreitung nach Osten stieß Frankreich **1898** bei **Faschoda**, heute Kodok, etwa 660 km südlich von Khartum am Weißen Nil auf die Briten, die nach einem geschlossenen Nord-

Süd.Kolonialgebiet von Kairo bis Südafrika strebten und der West-Ost-Expansion Frankreichs hier Halt geboten. Seit 1880 rückte die französische Kolonialarmee gegen heimische Herrscher in **Mali** vor und 1899 war ganz Mali französisch. 1904 war die Eisenbahn nach Dakar fertiggestellt. Das südlich gelegenere tropische Afrika war 1910 - 1958 die Kolonie **Französisch-Äquatorialafrika**, mit dem 1898 zur Hauptstadt erhobenen **Brazzaville**. Frankreich suchte weitere neue Herrschaftsgebiete in **Südost-Asien**. 1858 waren französiche Kriegsschiffe plötzlich vor Da Nang an der Küste **Vietnams** erschienen (J. DARWIN 2010, S. 248), Seine Herrschaft über **Vietnam**, den Lao-Staaten und **Kambodscha**, konnte Frankreich aber erst in den 1880-er- und 1890-er-Jahren festigen. Thailand/Siam konnte sich zwischen britischen Interessen im Westen und den französischen Besetzungen im Osten als souveränder Staat bewahren. Frankreichs Kolonialbestrebungen irgendwo der Erde sah das Deutsche Kaiserreich nicht ungern, da es Frankreich anderswo beschäftige als Revanche für 1871 in Europa zu suchen.

Im Deutschen Kaiserreich war BISMARCK lange kein Anhänger von Kolonien. Handelsstützpunkte entsprächen dem Handel. Zu fürchten war natürlich etwa englsiche Konkurrenz und so schien Kolonialbesitz den deutschen Kaufmann am besten zu sichern.

In der späteren Kolonie **Deutsch-Südwestafrika** ließ der Bremer Kaufmann ADOLF LÜDERITZ durch HEINRICH VOGELSANG am 1. Mai 1883 die Lüderitzbucht kaufen, wobei die Nama mit englischen Meilen gerechnet hatten und das die Deutschen in die viel längeren deutschen Meilen umwandelten und sich den Zorn der niedergehaltenen betrogenen Verkäufer zuzogen. BISMARCK stellte am 24. April **1884** telegrafisch Deutsch-Südwest unter den Schutz des Deutschen Reiches. Hier gab es für Europäer geeignetes Siedlungsland und die Vertreibung der Einheimischen, so der Herero, führte zu einem grausamen Kolonialkrieg, der Deutschland heute noch belastet. 1884 wurde das Jahr der Kolonialbildung in Afrika und dann in der Südsee. Die Kolonie **Deutsch-Ostafrika** (u. a. Wikipedia 2018) begann, 1885, mit Schutzverträgen mit einheimischen Herrschern durch CARL PETERS. Es gab Konflikte mit dem Sultan von Sansibar, 1886 gab einem großen Aufstand der Küstenbevölkerung. Dem Sultan wurde unter Zuziehung Großbrianniens Souveränität zugesichert. Am 1. Juli 1890 verzichtete Deuschland auf Sansibar und erhielt dafür von den Briten die Insel Helgoland. Immer weiteren Vertragschließungen durch PETERS, bis 1890, wurde schließlich Einhalt geboten. Das 'Schutzgebiet' des Deutschen Reiches war schließlich mit 995.000 qkm, und das ohne Sansibar, 2-mal so groß wie das Deutsche Reich, hatte um 1891 etwa 7, 75 Mill. Einwohner. **Togo** wurde 1884 deutsch. Im Gebiet vom Kamerun gab es ab 1860 Handel mit Palmöl. Für **Kamerun** (Wikipedia 2018). gründete das Hamburger Handelshaus WOERMANN Handelsniederlassungen und am 14. Juli 1884 schloß

G. NACHTIGAL Schutzverträge mit regionalen Herrschern, sollten aber zunächst nur Wirtschaftliches sichern. Zentrum der Schutzmacht im Inneren wurde **Jaunde/Yaounde**, wo RICHARD KUND eine wissenschaftiche Forschungsstation und ein Basislager für den Elfenbeinhandel anlegte. Hier verwaltete 1889 - 1895 der Zoologe und Botaniker GEORG ZENKER, der in Polygamie mit mehreren afrikanischen Frauen mehrere Kinder hatte, die er wohlerzog und ausbilden ließ. Die Hafen- und Küstenstadt Douala konntw aus Gesundheitsgründen als Regierungsitz nicht gehalten werden und der Regierungsitz wurde nach Buea am Kamerunberg verlegt. Die volle Integration im Inneren war bis 1914 nicht abgeschlossen. 1911 war von Frankreich neu Neukamerun hinzugekommen. Gegen willkürliche Vertreibungen und viele Ungerechtigkeiten wandte sich der Dualachef RUDOLF MANGA BELL in einem offenen Brief an den Deutschen Reichstag und an andere Stellen und wurde wegen angeblichen Komplotts mit England und Frankreichmit seinem Sekretär am 8. August 1914 hingerichtet. Es wandte sich die Mehrheit der Duala bald den Engländern und Franzosen zu,

Am 3. und 4. November gab es deutsche Flaggenhissung auf dem westpazifischen Archipel, der ab 1885 **Bismarck-Archipel** hieß Die 1884 gegründete deutsche **Neuguinea-Kompagnie** erhielt 1885 einen kaiserlichen Schutzbrief und **Deutsch-Neuguinea** kam **1899** an das Deutsche Reich, und dazu gehörten auch etliche Inseln und Inselgruppen. Auf dem **Samoa-Archipel** wurde das kostbares Öl liefernde **Kopra**, das getrocknete Innere der Kokosnüsse, wichtiges Gut und nach vielen Streitereien wurde der Archipel 1889 zum formal unabhängigen Königreich und **1899** zwischen dem **Deutschen Reich und den USA** geteilt. Nach der Niederlage Deutschlands im Ersten Weltkrieg rückte Neuseeland an dessen Stelle und dieser Teil des Samoa-Archipels wurde 1962 unabhängige Republik, der USA-Teil blieb, wie seit 1929, Außengebiet der USA. Nach Verträgen mit den Häuptlingen bekam Deutschland die **Mashall-Inseln**, mehr als 1000 Inseln, darunter der Bikini-Atoll. Das **Deutsche Kaiserreich** sicherte sich als Kolonien also **Deutsch-Südwest-Afrika**, **Deutsch-Ostafrika**, **Kamerun**, **Togo** und bekam etliche Besitzungen in der Südsee, **Deutsch-Neuguine**a, einen Teil des **Samoa-Archipels**, und etliche Inselgruppen nordwestlich von Australien. Die deutschen Kolonien wurde Schritt für Schritt, von der Küste nach dem Inneren, mit mehr unehrlichen oder ehrlichen Schutzverträgen mit örtlichen Herrschern aufgebaut.

Von **China** eignete sich Deutschland als "erste weiße Macht mit Kriegsschiffen und Landungstruppen" (J. R. VON SALIS 1980, I, S. 109) als Antwort auf die Tötung von 2 Missionaren **1897** das Gebiet um **Kiautschou** in der Provinz Schantung als Pachtgebiet an.

Den größten Landbesitz eignete sich **Rußland** an. Nach der Inbesitznahme von Sibirien schon im 16./17. Jh., der Aneignung im Südwesten, etwa mit Odessa, unter

Zarin KATHARINA II., wurde noch unter dieser Zarin ein großer Teil **Polen** an Rußland gebunden und ebenso das dafür bereitwillige **Finnland.** Von Persien hatte Rußland durch Graf I. E.F. PASKEVICH 1828 nordwestliche Provinzen Persiens, Eriwan, Nachitschewan okkupiert. Vergeblich versuchten die Polen 1830/1831 wieder unabhängig zu werden und ebenso vergeblich 1860/1861. Rußland reagierte mit einem seit dem Altertum angewandten Verfahren, der Deportation gefährlicher Bevölkerungsteile, so von vor allem intellktuellen Polen nach Sibirien, etwa nach Irkutsk. Polen wurden dann hier auch Naturforscher, etwa für den Baikalsee. Rußland half den Habsburgern bei der Niederschlagung des Ungarn-Aufstandes. Voll von Rückschlägen verlief die Unterwerfung des **Kaukasus**, wo auch russische Dichter wie PUSCHKIN, LERMONTOW, TOLSTOI als Offiziere gedient hatten und Sujets für ihre Dichtungen fanden. Auch nach der Kapitulation des Moslemführers SCHAMIL 1859 war kein dauernder Friede im Kaukasus möglich. Das Osmanische Reich schien vor dem Zerfall zu stehen. Die Mächte fürchteten, daß Rußland Konstantinopel und die Meerengen sich aneignen könne, jenes Rußland, das für England in Zentralasien und auch auf den Weltmeeren schon in Konkurrenz erschien (W. B. LINCOLN 1981, bes. S. 450). Die Mächte des Westens, namentlich Frankreich und England traten wiederum an zur Rettung der Türkei, deren Flotte im beginnenden Krieg mit Rußland m 13. November 1853 in Sinope durch die russische Flotte unter Admiral NAKHIMOV vernichtet wurde. Am 3. Januar 1854 lief eine anglo-französische Flotte durch die Meerengen ins Schwarze Meer. Rußland verweigerte dennoch die ultimativ geforderte Räumung der Donaufürstentümer. Am 28. März 1854 erklärten Großbritannien und Frankreich Rußland den Krieg, es kam zum **Krimkrieg**. Ausgetragen wurde er auch in Kamtschatka. Am 18. Februar 1855 starb Zar NIKOLAUS I. Das in der Bewaffnung unterlegene Rußland hatte auch Erfolge, aber auf der Krim verlor es, das stark befestigte Sewastopol fiel im September 1855. Der Sohn, Zar ALEXANDER II. (H. TROYAT 1991), leitete nach dem Friedensschluß nötige Reformen ein, so nach langem Hin und Her die Aufhebung der Leibeigenschaft, die für Land zu zahlen hatten. Ohne Adel konnte der Staat weiterhin nicht bestehen. Und die auch aus anderen Schichten sich zusammensetzende Bürokratie litt unter dem Kommando von oben. Industrie, moderne Landwirtschaft - das war das Gebot der Stunde. 1804 war die Universität in Kasan gegründet worden, 1834 die in Kiew, und 1865, erst, folgte die in Odessa, die 'Neurussische Universität', heute Ilja Metschnikow-Universität.

Unter ALEXANDER II. wurde das Zarenreich nach verschiedenen Seiten gewaltig erweitert. Russische Soldaten waren in den 1850-er-Jahren schon weit in Asien vorgedrungen, vorwiegend auch in das in das islamische Zentralasien, '**Turkestan**'. N. N. Graf MURAVYOV führte ab 1854 Unternehmen **nördlich des Amur**, und China erkannte 1858 dort den russischen Besitz an. 1860 schloß der dem Panslawismus besonders ergebene Graf N. P. IGNATYEV mit dem durch englische und



Abbildung 1457: Odessa, Ilja Metschnikov-Universität. 1988.



Abbildung 1458: Hinein nach Chiwa. 1972.

französische Truppen geschlagenen China den Vertrag von Peking, der alles Land links des Amur sowie zwischen Ussuri und Pazifik Rußland überließ. In Zentralasien, '**Turkestan'**, wurde **1865 Taschkent** russisch, General K. P. KAUFMANN war 1867 erster Generalgouverneur von **Turkestan**, okkupierte 1868 **Samarkand**, machte das **Khanat Buchara** zum russischen Protektorat, okkupierte 1873 das **Khanat Chiwa**, 1875 das **Khanat Kokand.** Der extrem panslawistische General M. D. SKOBELEV, der 1876 Kokand endgültig niedergeworfen hatte, wandte sich ab 1880 auch unter Begehung von Grausamkeiten gegen die **Turkmenen**.

Das Zarenreich errichtete also sein Kolonialreich vor der Haustür, aber auf die Dauer konnte das die Souveränitästbestrebungen nicht verhindern. Bei starker Vermehrung der moslemischen Bevölkerung kam nach 1991 die sowjetisch-russische Herr-



Abbildung 1459: Chiwa: ehemaliger Khan-Palast. 1972.



Abbildung 1460: Am Schipka-Paß alles ruhig. 1968.

schaft im islamischen Zentralasien zu einem Ende. In **Afghanistan** war es in der Mitte des 19. Jh. zur Konfrontation mit Großbriannien gekommen. Rußland war noch nicht einmal hochindustrialisiert und litt kauim unter Absatzschwierigkeiten. War es Bevölkerungswachstum, Rohstoffhunger, der Abbau innerer Spannungen, militärische Ruhmsucht, was den Antrieb für Eroberungen bot? Rußland baute gewiß auch Eisenbahnen. Ab 1875 gibt es Aufstand gegen den Sultan, 1877 in **Bulgarien**, von grausamer Reaktion der Türken wird berichtet. Rußlands Öffentlichkeit fordert Eingreifen zugunsten der slawischen Brüder. Zehntausende Tote muß die eingreifende russische Armee bei der Belagerung von Plewna hinnehmern, bis am 10. Dezember 1877 die Festung fällt. Am Balkangebirge gibt es zwischen Sommer 1877 und Frühjahr 1878 schwere Kämpfe am Schipka-Paß,

Aber wieder verhinderten die europäischen Großmächte, allen voran Großbritan-

nien unter Premierminister DISRAELI, vor allem auf der Berliner Konferenz, daß sich Rußland Istanbul aneignete. Klar, der Bosporus in türkischem statt in russischen Besitz engten den Koloß Rußland ein. Bulgariens Aneignung des noch osmanischen Ostrumelien ließ Rußland sich zurückziehen. Eine besondere durch Härte geprägte Politik wurde gegen den von Rußland okkupierten Teil von Polen ausgeübt.

Viele, besonders Gebildete, auch Adlige, die '**Intelligenzia**' (H. TROYAT 1991, S. 107 ff.), verlangten ein Parlament wie in England. Führende Köpfe von ihnen lebten und schrieben im Ausland. So ALEXANDER HERZEN in London, wo er die in Rußland verbotene Zeitschrift 'Kolokol'/'Die Glocke' herausgab, die immer wieder nach Rußland geschmuggelt wurde. Anarchist war der viel gereiste BAKUNIN. In Rußland drucken heimlich TSCHERNYSCHEWSKI, DOBROLJUBOW, PISSAREW. Der Dichter IWAN TURGENJEW, der die Zeit im Roman 'Väter und Söhne' beschreibt, nennt sie '**Nihilisten**'. Der Philosoph FEUERBACH und auch die Hinwendung zu den Naturwissenschaften helfen ihnen bei ihrer Überwindung der Religion. Auch viele Begüterte verlangten Besitz für alle, man schwelgte manchmal in einem Altruismus. Die Eltern TURGENJEWs waren reiche adlige Gutbesitzer, die mehrere 1000 Leibeigene hatten, die der Sohn dann freigab (Wikipdedia 2020). ALEXANDER II. (H. TROYAT 1991) lehnte bei manchen Zugeständnissen ein Aufgeben der Autokratie ab. Attenttate erschütterten Rußland immer wieder. Die Attentäter, die immmer erneut Zuwachs erhielten, wurden immer wieder bewundert. An der Eisenbahnstrecke, an welcher der Zar vorbeifahren sollte, wurden von gemieteten Häusern aus unterirdische Gruben angelegt und dort ließ man Dynamit explodieren. Auch hier entging der Zar dem Tod, wie auch am 5. Februar 1880 (S. 188), als die von einem Handwerker gelegte Sprengladung im Speisesaal im Winterpalais explodierte, aber der Zar noch vor dem Eintreten in den Saal ohne Ahnung des Kommenden wartete. Ein Bombenattentat gelang am 1. März 1881 und ALEXANDER II. starb schwerverletzt im Winterpalais, tief betrauert von seiner damals 41-jährigen neuen Gattin KATHARINA DOLGORUKIJ.. Sein Sohn Thronfolger ALEXANDER III. wollte nur straffes Anziehen der Zügel, um mit der Krise fertig zu werden.

Attentate gingen auch im 20. Jh.weiter. Rußland war immer durch sie immer wieder beunruhigt und selbst nach der Oktoberrevolution hatte LENIN, auf den am 30.August 1918 auch ein Attentat verübt worden war, den Anarchismus, die Sozialrevolutionäre, niederzuringen. Gewalt, das schien noch lange Rußlands Erbe zu sein.

Fast russisch wurde die **Mandschurei**. Aber Japan sah seine Interessen in Ostasien gefährdet und setzte dem russischen Vordringen Rußlands 1904/1905 ein Ende, im **Russich-Japanischen Krieg**, dem ersten Sieg einer asiatischen Macht über eine

europäische.

## Das nicht kolonialisierbare Japan: Die erstaunlichste Aufholung und Industrialisieung sowie vollen Anschluß auch in der Wissenschaft

Einige europäische Staaten und auch die USA öffneten fremde Märkte mit Waffengewalt oder wenigstens Waffeandrohung. **Japans** Regierung hatte das Land seit dem späten 17. Jh. vor allem vor Europäern abgeschlossen und es war nur vor Nagasaki, auf der Insel Deshima, eine kleine holländische Handelsstation zugelassen worden. Von hier aus kam auch einiges europäisches Wissen in japanische Gelehrtenkreise. Später mußten die Japaner begreifen, daß Holländisch keine Weltsprache ist. Bei allem Fleiß stieß die landwirtschaftliche Produktion bei der im Frieden wachsenden Bevölkerung auch an Grenzen und nach ungünstigem Wetter gab es in den 1780-er-Jahren und wieder in den 1830-ern Hunger (J. DARWIN 2010, S. 211). 1792 kam eine russische Expedition nach Hokkaido, 1808 erschien ein britische Kriegsschiff vor Nagasaki. Öfters erschienen Walfänger (S. 212). Man konnte die Fremden nach Erfüllung von Proviantforderungen wieder loswerden. Am 8. Juli **1853** aber erschienen in der Bucht von Tokio 4 US-amerikanische Kriegsschiffe unter Commodore MATTHEW CALBRAITH PERRY und läuteten das Ende der Abschließung des bedeutenden Staates Japan ein. Bei zwei von den amerikanischen Kriegsschiffen entstieg vor den erstaunten Japanern Rauch aus Schornsteinen. 6 Tage später betraten die Amerikaner mit großem Pomp die Küste. Andere Mächte versuchten dem zu folgen. Mit 7 Kriegsschiffen erschien PERRY am 13. Februar 1854 wieder und zeigte auch etliche technische Errungenschaften. Japan, das sich von der übrigen Welt völlig isoliert hatte, unterzeichnete am 31. März **1854** den **Vertrag von Kanagawa**, der unter anderem amerikanische Handelsprivilegien vorsah. Völker, die den Produkten der Industrie eigene gleichwertige und ebenso billige entgegensetzen wollten, mußten die "industrielle Revolution" nachvollziehen. Ein Weg war die legale oder auch mehr oder weniger illegale Übernahme der fremden Errungenschaften. Dem gegenüber standen immer die Versuche der schon industrialisierten Länder, den Aufstieg der anderen, die sich etwa mit Schutzzöllen für ihre sich erst entwickelnde Industrie umgaben, zu verhindern. Bis heute! Japan hat von den nicht-europäischen Völkern den Weg zur Industrialisierung wie auch zur entwickelten europäisch-nordamerikanischen Naturwissenschaft zuerst am erfolgreichsten gemeistert. Das namentlich seit 1867, als der Kaiser MEIJI den Thron bestieg und die kaiserliche Macht mit Tokio als Hauptstadt wiederherstellte. Alles nicht ohne auch gewaltige Auseinandersetzungen in der Gesellschaft mit ihrer lange bestehenden Struktur (J. W. HALL 1998). Schon vor der Reform hatte man einige

westliche Ratgeber eingeladen. 1875 standen etwa 500 - 600 westliche Experten im Dienste der japanischen Regierung (J. W. HALL 1998, S. 280). Und bald zogen junge Japaner als Studierende ins Ausland. Das mit am stärksten abgeschlossene Land offnete sich am schnellsten (A. DEMANDT 2008). Und das mit einer Bevölkerung oder wenigstens Spitzen dieser Bevölkerung, welche von Kindheit mit der Abschließung hatten leben müssen und bei Nichteinverständnis eigentlich nichts anderes kannten als vielleicht stillen Widerstand gegen ihre Oberherren. **Was** also setzt die 'Kräfte' **eines politisch unterdrückten**, ausgeschlossenen **Volkes in kurzer Zeit frei?** Japan war immerhin hoch alphabetisiert gewesen (J. DARWIN 2010, S. 271). Daß ein Land wie **Japan** sich ab der letzten Jahrzehnte des 19. Jh. ziemlich rasch industrialisierte erweist, welche Potenzen, welche geistigen Fähigkeiten bei wenigstens einem Teil der Menschen in einer Gesellschaft vorhanden sind, die bisher von konservativen und gleichzeitig ausbeuterischen Eliten regiert wurde. Junge Japaner, die in Europa Medizin studieren, wurden bald, etwa bei PAUL EHRLICH, selbst erfolgreiche Forscher (s. u. ) (G. BASALLA 1967). Um 1880 wurde diskutiert, um man im Interesse der Modernisierung auch den religiösen Glauben der Westländer annehmen müsse, das Christentum (J. W. HALL 1998, S. 284). Japan hat dann erkannt, daß die Modernisierung nicht das Aufgeben der japanischen Kultur benötigt. Und zur Industrialisierung waren die Westländer aiuch erst etwa 50 - 100 Jahre vorher gekommen, also ein aufholbarer Rückstand (J. W. HALL 1998, S. 280).. Kaiser MEIJI wurde aber auch noch zum Eroberer wurde. Besiegt von Japan wurden 1894/1895 China und 1904/1905 das nach Ostasien vordringende Rußland.

**Korea** wurde 1910 als zu Japan gehörend erklärt. Bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges 1945 stand Korea unter japanischer Kolonialherrschaft. Es gab, im japanischen Interesse, auch eine stark verbesserte Infrastruktur. Aber wer hätte bis dahin jene gewaltige Entwicklung des kapitalistischen Südkorea vorhersagen können, das um 2010 an Wirtschaftsstärke 40mal Nordkorea übertreffen soll? Ebenfalls große Konzessionen holte sich Japan im 20. Jh auch in der **Mandschurei.** Die weitere Eroberungen des immer volkreicher werdenden Japan endeten dann 1945 zunächst einmal in der Katastrophe.

## Aufholende Entwicklung in Rußland

In Staaten, die in der **Industrialisierung** zurückgeblieben waren, versuchten außer in Japan auch anderswo vor allem später machtvolle Staatsmänner auch "**von oben**", die industrielle Revolution anzukurbeln.

In **Rußland** vollzog sich manche Modernisierung erst im beginnenden 20. Jh., so durch Graf WITTE noch unter Zar NIKOLAUS II., wobei es um Förderung von



Abbildung 1461: Mexico-City: Unabhängigkeitsdenkmal. 1902.

Privatunternehmen ging. Rußland war gegen Japan schwer angeschlagen und ihm drohte auch nach 1918 die militärische Niederlage. STALIN hat mit fast unvorstellbarer Härte, und Ausbeutung der Bauern, die ihm als Gegengewicht gegen die industrialisierten Staaten des Westens rasch nötig erscheinende Industrialisierung durchgesetzt, und man kam schließlich bis zum Weststand der 50er- und 60-ger Jahre des 20. Jh. An den weiteren Schritten der Modernisierung scheiterte die Sowjetunion.

## Die spätere 'Dritte Welt'

Die **lateinamerikanischen Staaten** hatten sich von Spanien befreit, 1811 erhoben sich die Einheimischen gegen die spanische Herrschaft in **Mexico** unter den Priester MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA, der gefangengenommen von den Spaniern erschossen wurde und dessen Kopf in der "Silbeminenstadt Guannajuato zur Schau gestellt wurde, hier, wo wenige Jahre vorher ALEXANDER VON HUMBOLDT gewesen war (A. GOLDSCHMIDT 1985, S. 268/269, original 1927). Aber der Unabhangigkeitskampf war nicht zu Ende. Mexico (H. W. TOBLER 1984/1992) hatte Ende der 1820-er-Jahre eine Wiedereroberung durch Spanien abgewehrt und die "Europaspanier" ausgewiesen.

1846 - 1848 nahmen die USA in einem Krieg riesige Gebiete Mexico weg. Auch



Abbildung 1462: Mexico-City: Am Unabhängigkeitsdenkmal von 1902.

die nach manchen Wirren (P. J. VANDERWOOD 1981/1992) und durch versuchte Schuldeneintreibung unter dem Willen NAPOLEON III. und geschützt durch französische Truppen versuchte Einnetzung des österreichischen Erzherzogs MAXIMILIAN VON HABSBURG als 'Kaiser' von Mexico endete trotz manchem erstrebtem Guten unter dem mexikanischen Führer BENITO JUAREZ kläglich, sogar mit der standrechtlichen Erschießung von MAXIMLIAN I. von Mexico am 18. Juni 1867 bei Queretaro.

In Südamerika entstand als eigenständiger, von seinem Mutterland Portugal unabhängiger Staat 1822 **Brasilien,** und wurde Kaiserreich unter dann PEDRO II. (R. J. BARMANN 1999). Für etwa 1825 werden für Brasilien etwa 3,5 Millionen Bewohner genannt, davon etwa 1/3 Sklaven afrikanischer Herkunft (S. 2),

Heute mit Millionenstädten aufwartende überseeische Länder hatten damals für uns erstaunlich **geringe Einwohnerzahlen**: Das seinerzeit kleinere **Chile** um 1820 bevölkerten etwa 1 Million Menschen, und dabei vielleicht 200. 000 Indianer, die Araukaner. 1875 lebten in Chile nach dem Sieg über Bolivien 2.076.000 Bewohner. **Paraguay** war 1864 Heimat für 406.646 Bewohner und nach einem blutigen Krieg 1872 noch 231.000 (nach L. BETHELL 1985)..

**Das Innere Afrikas** wurde erst nach 1870, ja 1880 aufgeteilt. 1873 war als Privatbesitz des belgischen Königs der Kongo-Freistaat entstanden, mit seiner entsetzlichen und vor "Straf"-Verstümmelungen nicht zurückschreckenden Ausbeu-



Abbildung 1463: BENITO JUAREZ. Tlascala.

tung Einheimischer für das Kautschuk-Sammeln aus Wildlianen. CECIL RHODES suchte in einem anfänglichen Privatunternehmen und unter grausam geführten Kriegen ein einheitliches "Britisch-Südafrika" (J. DARWIN 2010, S. 297), ja einvon Ägypten bis Südafrika reichendes britisches Kolonialland zustandezubringen.

Die politische Weltherrschaft, die Kolonialherrschaft europäischer Mächte endete eher als einst vermutet - und nun redet man von "Menschenrechten". Welche Welt hatten die europäischen Kolonialmäche und hatte namentlich auch Großbritannien vorgefunden, als sie anfingen die Welt zu regieren und zu beherrschen und Großbritannien sie mit ihrem Handel, dem Rohstoff-Import und dem Export der Industrie-Erzeugnisse manchmal fast überschwemmte? War die unter den Kolonialeinfluß gebrachte Welt vorher besser, friedfertiger, menschlicher gewesen? Vielfach kaum! Elend in Indien gab es auch vorher! Aber **die über die Welt gebrachte Technik hat sie** bis fast zu den letzten Inseln **irreversibel verändert!** Immerhin gab es auch technische Fortschritte zugunsten der einst Kolonialisierten.

## Wissenschaft: 'Konzepte'. Grundkonzepte, Basiskonzepte - wie eignet man sich die Fülle der neuen Erkenntnisse an?

Die immer neuen Einzelheiten kann kein normales menschliches Gedächtnis aufbewahren. Aber es gibt Grundkonzepte, die sich auch der Gymnasiast und auch

der sich **in ein Fach einarbeitende Studierende** aneignen sollte. So muß der **Fachmann** für Geologie viele der einzelnen Sedimentschichten in seinem Arbeitsgebiet kennen. Der Normalgebildete sollte aber wissen, was die Sedimentschichten bedeuten, wie sie interpretiert werden. Oder zur Pharmakologie sollte zu Recht auch in der Schule im Chemie-Unterricht gelehrt werden, wie man im 20./21. Jh. nach neuen Heilmitteln/Pharmaka sucht, auf Grund der bekannt gewordenen Beziehungen zwischen der Struktur von Substanzen und ihrer Wirkung sowie der abgeänderten Wirkung der Derivate solcher Substanzen, also sollte etwa das "Basiskonzept" vermittelt werden (A. SIOL et al. 2013).

**Basiskonzepte** sollten **in der Geschichte der Naturwissenschaften** im Mittelpunkt stellen, ihr Zustandekommen erforscht und gelehrt werden. Das kann sehr beitragen zum Verständnis für das Werden der großen wissenschaftlichen Ideen. Das "Hormon-Konzept" im Unterschied zu den einzelnen spezifischen Hormonen. Und die vielen vielen Einzelheiten in den oft immer weniger beachteten wissenschaftshistorischen Fachzeitschriften sollten in die Gesamtkonzepte eingeordnet werden und würden so ihren manchmal fast lächerlichen Einzelcharakter verlieren!

## Wissenschaft und gelehrte und systematisierte Technik

Die großen **Fortschritte der Technik** und Industrie **im 19. Jh.** und namentlich in dessen zweiter Hälfte waren in viel stärkerem Maße als bisherige Gewerbe-und Industrieentwicklung **von neuen naturwissenschaftlichen Entdeckungen bestimmt** (N. ROSENBERG und L. E. BIRDZELL jr. 1991). Von der Naturwissenschaft abhängig waren die beiden wichtigen "Wachstumsindustrien" **Elektro-Industrie** und **chemische Industrie**, zu denen die **optische Industrie**, auch die **Kältetechnik** traten. Auf wissenschaftlicher Basis Industrien zu entwickeln schloß nicht aus, daß auch Erfinder, die nicht naturwissenschaftlich ausgebildet worden waren, durch konstruktives Denken bedeutende Erfindungen zuwegebrachten, so EDISON in den USA. Noch niemals in der Geschichte der Menschheit, so durfte man am Ende des 19. Jh. feststellen, war theoretisches Erkennen in eine so grandiose Praxis umgesetzt worden. Es gab nicht ein fast nur quantitatives Wachstum des Vorhandenen wegen Zunahme der Bevölkerung, sondern kamen ganz neue, bisher ungeahnte Produkte auf den Markt, wurden damit auch neue Bedürfnisse geweckt. Ein Ende dessen gab es nicht. Es wurden Gewinne auch in Unternehmen investirert, die keineswegs sicheren Erfolg versprachen und die aber in etlichen bedeutenden Fällen schließlich doch gelangen, wie bei der industriellen Erzeugung von Indigo. Zur **Pioniererfindung** des einzelnen oder dessen Pionieridee trat die **Entwicklungsforschung** (s. K.-H- LUDWIG 1978, S. 157), bei der systematisch und mit

steigender Mitarbeiterschar ein Projekt angegangen wurde, in Laboratorien oder ähnlichen Einrichtungen. Auch EDISON stand schließlich einem großen Team vor. Innerhalb weniger Jahrzehnte wurde mit den Errungenschaften ein großer Teil der menschlichen Gesellschaften verändert. Um 1900 war das einzige bisher entstandene globale **Wirtschaftssystem**, das **kaum eine Gegend der Erde**, unter Einschluß auch der Wale der Antarktis, ausließ, fertig (J. M. ROBERTS 1989), das des liberalen Kapitalismus. In den manchen Regionen der Erde blieben allerdings bis heute gewaltige Unterschiede zwischen den einzelnen. Man reitet auf dem Maultier neben dem vorbeirauschenden Luxusauto. Und viele haben nicht einmal ein Maultier zum Reiten, sondern leben erbärmlich im Slum.

Andererseits:**Alle Erleichterungen namentlich der schweren körperlichen Arbeit wie** von geisttötenden **Routine-Tätigkeiten** sind Ergebnis technischer Errungenschaften. Schließlich, vornehmlich ab der Mitte des 19. Jh. und dann auch im 20. Jh, auch in der Landwirtschaft. Telegraf und Telefon erstzten den reitenden Boten, Dampfschiffe die Galeere, das gefährliche Segelsetzen und den Bootszieher, neue Verkehrsmittel den Sänftenträger. Sklavenarbeit wurde vielfach obsolet, obwohl sie keinesfalls verschwand. Und aller häusliche Komfort kommt aus der Technik. Mögen nie mehr, dank Technik, Menschen mit gebücktem Rücken Pflüge über Äcker ziehen müssen!

Entscheidend waren nicht nur die aufsehenerregenden Entdeckungen, die grundlegenden neuen Errungenschaften, sondern **die vielen schrittweisen, kleineren Verbesserungen**. Erst dadurch wurden viele Produkte nutzbar. Die Prototypen von Fahrrad und Automobil waren kaum jene, die sich viele Freunde erwerben konnten. Erst nach zahlreiche und fortdauernden Verbesserungen wurden sie auch technisch weniger begabten, an eigenen Reparaturen nicht so interessierten Leuten eine Freude. GOODYEAR entdeckte 1839 den Grundprozeß der Vulkanisation von Kautschuk, dessen Umwandlung durch Schwefel in Gummi. Aber viele Dinge waren nötig, Vulkanisationsbeschleuniger etwa, Füllmataterialien, die "Vulkanisate" mit verschiedenen Eigenschaften entstehen ließen und jene Gummireifen, die Autofahrer im 20. Jh. erwarteten (M. BÖGEMANN 1938). Auch kleine Verbesserungen konnten große Denkarbeit benötigen.

Enttäuschender mochte für harmlose Geister sein, wenn die Wissenschaft nicht nur sagte, "was man machen kann", sondern auch: "dies geht sicher nicht" (W. OSTWALD 1894, S. 421). Kohle in Gesteinen erbohren zu wollen, in denen keine Pflanzen fossiliert wurden, war Geldverschwendung. Gewiß konnte es auch vorkommen, daß die Wissenschaft etwas als unmöglich hinstellte, was dann doch ging, wie im Falle der kontinentenweiten Ausbreitung der Radiowellen.

Aber mit Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Substanzen konnten fast

ungeheuer viele Substanzen ganz neu erzeugt werden, ob Heilmittel oder Farbstoffe. Und das Energie-Gesetz ließ es als unmöglich erscheinen, mit wenigen Fischen bibelgemäß Tausende zu ernähren!

Die gerade im 19. Jahrhundert aufgefundenen Dinge in den verschiedenen Naturwissenschaften **übertrafen alles, was bisher geleistet worden war**, bei Hochachtung vor den bisherigen schwierigen Anfängen. In wenigen Jahrzehnten, ja Jahren, wurde ein großartiges 'Gebäude' der Physik, der Chemie, der Geologie und der Biologie aufgeführt, vor dem etwa in der Geologie das Vorangegangene nur wie ein vorsichtiges Gestammel erschien, bei aller Anerkennung der vorher gelegten Grundlagen. Die durch eingehende Beobachtung und in anderen Wissenschaften experinemtellen Befunde hatten bleibenden Bestand, auch wenn bis in unsere Zeit ein ungeheures weiteres Material hinzukam. Wenn im 19. Jh.von Enzymen gesprochen wurde, dann war das ein bleibender, auch meistens experimentell begründeter Anfang, hoch über allen Spekulationen von PARACELSUS, VAN HELMONT über 'Archaeus' oder dergleichen. Die vielfach ungeheure Erweiterung, siehe Enzyme, kam dann vor allem im 20. Jh.

In wenigen Jahren erscheinen die **Lehrbücher** der verschiedenen Fachgebiete auf einem Niveau, mit dem man auch heute noch vieles lernen kann, aber im 20. Jh. manchmal unter dem alten Autorennamen. wie in der Botanik der 'Straßburger', ungeheuer erweitert und verbessert. In England fällt dieser Aufschwung in die von 1840 bis 1901 dauernde Regierungszeit der 1819 geborenen Königin VICTORIA und die Rede ist hier vom "**Victorianischen Zeitalter**" als einer regelrechten Kulturepoche, belastet von sozialen Problemen wie weiterer Verelendung, die vielerorts bis heute nicht gelöst sind.

Gerade in England gab es auch so etwas wie '**Wissenschaftswissenschaft**', die Feststellung der **Wege zu neuen Erkenntnissen**, ob nur von Einzelbeispielen zu Theorien oder einer Idee am Anfang. Vertreter solcher allgemeinen Überlegungen zur Wissenschaft waren vor allem JOHN HERSCHEL und vom Trinity College-Cambridge der von Ideen am Anfang ausgehende WILLIAM WHEWELL, der für einen Mittelweg von "Baconian introducion"" under "Cartesian deduction" stand (D. KNIGHT 1986, S. 44/45). Von WHEWELL stammt auch der Terminus 'scientist' (S 44). Zu wenig **Mathematik** in den Wissenschaften beklagte, in Cambridge, CHARLES BABBAGE (S. 46), Konstrukteur einer Rechenmaschine. Von Wissenschaftswissenschaft in Frankreich kann COMTE genannt werden.

Immer wieder diskutiert wurde auch in Großbritannien wie in Deutschland und anderswo, welche Rolle die **Wissenschaften** in der **allgemeinen Bildung** einnehmen sollten (S. 48).

Die abendländische Wissenschaft war zunehmend nach '**dem "allen"** ausgegangen



Abbildung 1464: Königin VICTORIA. London.

– **alles, was irgend möglich zu finden und zu bezwingen**. Hatte man etliche Hunderte oder Tausende Pflanzen-Arten auch beschrieben, und so wenige waren es in der Antike schon bei DIOSKORIDES um 200 n. Chr. nicht, so wollte man nun unbedingt auch jene noch finden und einordnen, die noch fehlten und so wurde die ganze Erde botanisch untersucht. Das betraf Nutzpflanzen wie Heilpflanzen, aber auch die durchaus auch geschäftlich erträglichen Ziergewächse aus aller Herren Länder. Botaniker wie "Pflanzenjäger" im Auftrag auch von Gartenunternehmen scheuten auch vor gefährlichen Regionen nicht zurück, aber Ziel war letztlich auch die Erfassung aller Arten und Varianten aus zunächst oft rein wissenschaftlichen Gründen, denen oft Möglichkeiten der Nutzung folgten.

Hatten die Chemiker etliche Elemente oder organische Stoffgruppen untersucht, so ging das Bestreben dahin, **auch die noch unbekannten, und die möglichst vollständig**, zu finden und ihre Eigenschaften festzustellen. Und immer wieder schienen auch wirtschaftliche Erfolge diesen Bestrebungen recht zu geben. Als man die ersten Farben aus dem Steinkohleteer herstellte, waren bald Hunderte Forscher in Dutzenden von Laboratorien dabei, auch die weiteren zu finden und alle übrigen Derivate der Kohlenstoff-Verbindungen ebenso (N. ROSENBERG et al. 1991) - letztlich bis heute. Hatten jene in anderen Ländern, die mit Farbstoffen aus Pflanzen durchaus ein abwechslungsreiches Farbsortiment auf ihrer Kleidung besaßen, auch bewußt probiert oder war alles Zufall? Aber in der Chemie der Neuzeit: nicht nur die Substanzen als solche, auch deren Reaktionen, deren

Nachweisreaktionen zur Identifizierung von verschiedener Herkunft, alles wurde immerfort erweitert, verbessert, erneuert. Das setzte sich fort: Waren etwa im 20. Jh. etliche gefährliche hohe Berggipfel bezwungen, so mußte unbedingt der Rest auch noch bestiegen werden – und das schien der Ruhm zu verlangen. War das nun das notwendige "Faustische" in manchem Europäer, der ihn, wenigstens zunächst, vor anderen auszeichnet?

Wissenschaftliche Theorien sollten, und das zu Recht, alles berücksichtigen müssen, was in ihren Geltungsbereich fiel, ungeachtet ob häufig wie Eisen oder selten wie Technetium.

Der rasante Fortschritt wurde möglich, weil nicht nur einzelne Dinge gefunden wurden, sondern weil **aufeinander aufbauend stetig angefügt** und **einander zugeliefert** wurde. Waren einmal neue organische Substanze gefunden, so gab es jetzt doch ausreichend Chemiker, um darauf bald weiterzubauen. So entstand etwa das Gesamtgebäude der Organischen Chemie.mit ihren Hunderttausenden bekannten Verbindungen, die für die verschiedensten Zwecke geeignet waren.

Auch in der Industrie wurde in verschiedensten Bereichen einander zugeliefert. Zu Auffindung von chemischen Verbindungen trat die Technik des Anlagenbaues, und die Anlagen waren wiederum abhängig von Metall-Legierungen, die wiederum etwa zur Herstellung Elektrizität und mittels Kältetechnik erzeugten Sauerstoff errforderten. Gutes Porzellan stellten auch die Chinesen her. Aber auch in Europa bedeuteten die ersten Porzellan-Manufakturen noch keinen industriellen Wandel. Erst die verschiedenen Industrien, die Metalle, Transport, Betriebsbedingungen für chemische Prozesse lieferten und alle die kleinen Dinge dazu machten die moderne Welt möglich.

Diejenigen, welche die einzelnen Handgriffe in der neuen Technik, etwa an Maschinen, ausführten, **übersahen aber immer weniger das Ganze**. Sie wurden winziges Glied in einem immer umfassenderen Prozeß. Das Wissen über die Dinge und auch von Zusammenhängen konzentrierte sich bei den Ingenieuren, Physikern und Chemikern. Sie zu entlassen konnte den Arbeitern, die nach MARX die 'Produktionsmittel' übernehmen sollten, auf längere Dauer nicht helfen. Wer wollte wissen, welche Heilmittel hergestellt werden können und wie?

Mit der Spezialisierung bildeten die einzelnen Fächer auch ihre **Terminologie**, ja fast "Sprache" aus. Beim Lesen eines Textes erkennt man meistens bald, ob der Verfasser aus dem Fache stammt. Die Termini glichen sich zunehmend unseren an. Man schrieb zwar um 1830 noch von Verwandtschaft zwischen chemischen Elementen und meinte da die 'Affinität', die Reaktionsfähighkeit zueinander. Später, namentlich mit dem Periodensystem der chemischen Elemente, war "Verwandtschaft" von Elementen Ähnlichkeit, so wie man von "Verwandtschaft" bei

Organismen sprach, beispielsweise den Fröschen, die mit Salamandern näher "verwandt" sind als mit Krokodilen oder gar Gürteltieren. Statt von "Naturkörpern", "Körpern" manchmal sogar, sprach der Chemiker dann lieber von Substanzen. Der Terminus "Assimilation" meinte in der Botanik das, war heute eher unter "Photosynthese" eingeordnet ist. In der Geologie und Gesteinskunde erstand auch der Begriff "Assimilation", die Wiederaufschmelzung und Wiedereinbeziehung schon gebildeter Gesteine in aufsteigendes Magma.

Auch Hygiene-Probleme, so die Vorbeugung gegen Epidemien, gegen Wurmparasiten, die Trinkwasserversorgung, wurden auf wissenschaftlicher Grundlage zu lösen versucht. Erhofft wurde, daß der weitere zu erwartende wissenschaftliche Fortschritt, die bestehenden sozialen Probleme löst.

Große Gelehrte, etwa LYELL und DARWIN in England, PASTEUR und BERTHELOT in Frankreich, wurden nach ihrem Tod teilweise mit fast fürstlichen Ehren in nationalen Gedenkstätten beigesetzt, die britischen in die Westminster-Abtei und die französischen in Paris in das Pantheon, überführt.

Mit dem Blick aus dem Jahre 2000 zurück, erscheint es fast wunderbar, daß die Anfänge vieler der technischen Errungenschaften der modernen Welt kaum 150 Jahre zurückliegen. Jedoch neben Wohlstand und Luxus blieben vielerorts noch grenzenloses Elend, ja Hunger, bestehen, ja kamen erst etwa mit der Übervölkerung zustande.

Das 19. Jh. brachte auch entscheidende Fortschritte in der Erschließung der **Geschichte der Menschheit, der Menschen-Gesellschaft**, ja wurde die Fülle der schriftlichen und auch gegenständlichen historischen Quellen erst erschlossen. Mit aufwendigen Ausgrabungen kamen umfangreiche Kenntnisse über die nur unzureichend bekannten **Reiche des Altertums**. Statt der eher nur legendären Darstellung auch etwa der deutschen Geschichte, wie noch in der Romantik, wurden die überlieferten Zeugnisse herangezogen, wurden seit der 1819 gegründeten 'Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde' die Quellen in den '**Monumenta Germaniae Historica**' und anderswo in den Originalsprachen und manchen hochdeutschen Übersetzungen zugänglich gemacht. Und das in vielem innerhalb eines einzigen Menschenalters.

Eine daraus entspringende und nur angenähert zu definierende historische Denkrichtung ist der **Historismus** (u. a. Wikipedia 2017), der die Geschichtlichkeit des **Menschen**, seine **Verankerung in der Tradition**, sein **von der Vergangenheit geprägtes Bewußtsein** betont und die **Individualität der einzelnen Epochen** und Geschehnisse hervorhebt. und auf den Quellen aufbaut, nach RANKE (Wikipedia 2017) wissen will, "wie es gewesen ist'. Wer völlig Neues will, mit jeder Tradition brechen möchte, denkt anders. Das erfreuliche Ergebnis all der hi-

storischen Studien ist nach JAKOB BURCKHARDT (so ib 1921, S, 67): "Wenn wir nun die Kultur des 19 Jahrhunderts als Weltkultur betrachten, so finden wir sie im Besitz der Traditionen aller Zeiten, Völker und Kulturen, und die Literatur unserer Zeit ist eine Weltliteratur," Trotzdem (ZIRNSTEIN) haben sich erfreulicherweise die Nationen nicht aufgegeben, behielten ihre nun, seit 1880 durch den 'DUDEN' des KONRAD DUDEN standardisierte Nationalsprache. Ob eine allgemeine und nicht nur durch grenzübergreifende Eheschließungen Krieg und sei es Bürgerkrieg hätte verhindert werden können, bleibt offen. Staatsgeschichte ist für RANKE Zentrum der Geschichte und Unterschichten erscheinen am Rande, außer den Bauern im Bauernkrieg. Der Historismus prägt sich aus auch in all den die Vergangenheit nachahmenden oder sie auch kombinierenden Stilen, die in Wörlitz schon ins 18. Jh. zurückreichende **Neo**gotik, die Neoromanik, Neoklassik, Neorenaissance oder gar an noch ältere archtektonische Überlieferung anknüpfende **Architektur**.

**Technikgeschichte** stand eher am Rande. An der Technischen Hochschule Karlsruhe wirkte als Historiker FRANZ SCHNABEL (s. 1988).

In der Geschichtsdarstellung für die normalen Bürger und die Schulbücher wurde sehr bewußt **Nationalgeschichte und Regionalgeschichte** geschrieben, etwa durch VON TREITSCHKE für Preußen. Über außerdeutsche Nationen wurde in Schulbüchern nur ziemlich randlich und summarisch berichtet. Selbst für die Vorgeschichte in Deutschland wird es 1912 bei GUSTAF KOSSINA heißen 'Die deutsche Vorgeschichte eine hervorragend nationale Wissenschaft'.

Aber auch in kleineren Nationen, die sich neu formten und auch nach Souveränität strebten, wie die Tschechen, wurde durch eigene Historiker die **eigene nationale Geschichte** nahegebrachte, ein kultureller Kern der Nationenbildung. Für die Tschechen schrieb FRANTISEK PALACKY (CHR. UNGER 2009) die Geschichte des tschechischen Volkes in Böhmen und Mähren', der 1. Band in Deutsche erschienen 1836, 1848 die Bände auch in Tschechisch, Den Anschluß Böhmens an die Frankfirter Nationalversammlung lehnre PALACKY ab. Er hoffte auch einen starken Kaiser, der die **Unabhängigkeit der Nationen** im österreichischen Vielvölkerstaat sicherte. Und die Tschechen besannen sich mit PALACKY stark auf die Geschichte der Hussiten, als sie die vor allem auch von den Deutschen geprägten Kreuzfahrerheere immer schlugen, tief in deutsche katholische Territorien eindrangen und ein oft grausamer hussitischer Heerführer wie ZISKA wurde nun hoch verehrt und in Denkmalen die Erinnerung an ihn wiedererweckt (s. a. Wikipedia 2019). Die Deutschen wollten ihren Einfluß in Böhmen nicht aufgeben und weitere Konflikte waren angesagt.

Auch wenn gewußt wird, 'wie es gewesen ist', möchten geschichtsphilosophisch In-

teressierte wissen, welche **Faktoren, 'Kräfte'**, den Geschichtsverlauf bestimmen, und das führt zum **Historizismus** (Wikipedia 2017). Für ihn steht etwa HEGEL, mit dem wirkenden 'Weltgeist', im 20. Jh. O. SPENGLER. und der '**Historische Materialismus**', vertreten von MARX und ENGELS. Sich auf bestimmte historisch wirksame Kräfte gebunden festzulegen, etwa gegenüber dem ökonomischen Faktor mentalen Faktoren nur eine Randrolle zuzugestehen. hat Gegnerschaft hervorgerufen, etwa POPPER, mit der 'Offenen Gesellschaft'. Die 'Ideologie', die 'Weltanschauung', die Religion haben wohl in der Tat viele Menschen mehr beherrscht als die Ökonomie wie sie in der Praxis die Bankiers mindestens seit den MEDICI vertraten. Und was im voranschreitenden 19. Jh. **unter den Sozialisten/Kommunisten von MARX, ENGELS, BEBEL** und vielen anderen und im 20. Jh voll übernommen zur gesellschaftlichen Zukunft der Welt als sicher vorausgesagt wurde, ist ab **1989** erst einmal **zusammengebrochen** und selbst ein sich noch kommunistisch nennendes Land wie China ist vom einst gemeinten Kommunismus nun weit entfernt.

# Organisatorisches, Stätten der Wissenschaft

## Organisation der Wissenschaft und wissenschaftliche Vereinigungen und Gesellschaften

Im 19. Jh entstanden sowohl Vereinigungen, die sich um die Integrierung der auseinandertriftenden Fächer bemühten und alle Naturforscher, Mediziner und sogar Techniker unter einem Dache vereinigen wollten, wie auch selbständige Fachvereine. Eine landesweite fächerübergreifende Gesellschaft mit jährlichen Tagungen erstand zuerst **1815** in Genf mit der **Schweizerischen Naturforschende Gesellschaft**, die wie die bald folgenden ähnlichen Gesellschaften anderer Länder ihre möglichst alljährlichen "Wanderversammlung" jedes Jahr an einen anderen Ort durchführte. Die 56. Jahresversammlung fand 1872 in Schaffhausen statt.

Im Jahre 1823 wurde auf Initiative namentlich von LORENZ OKEN in Leipzig die erste Versammlung der **"Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte"** zusammengerufen, die alle Territorien mit deutscher Sprache berücksichtigen sollte. Es gelang in wenigen Jahren die jährlich an einem anderen Tagungsort zusammentretende Versammlung an den Tagungsorten zu einem bedeutenden gesellschaftlichen Ereignis zu gestalten, mit Girlandenschmuck in den Straßen und nahezu Volksfestcharakter. Trotz all der Furcht gekrönter Häupter vor zu viel Selbständigkeit irgendwelcher Gruppen gelang es, daß auch Könige der Territorialstaaten und der Kaiser in Wien den Versammlungen der Naturforscher und

Ärzte ihre Gunst zuzuwenden. Der einmal in hohen geistlichen Ämtern wirkende und dann als reicher Privatforscher tätige, hochangesehene böhmische KASPAR Graf VON STERNBERG (K. STERNBERG 1868, darin a.: F. PALACKY´ 1868, S. 220) hat erfolgreich dafür gesorgt, daß die verschiedenen deutschen Regionen und auch Österreich und ungeachtet er selbst eher Tscheche war auch Böhmen in den Bereich der 'Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte' einbezogen wurden. Auf VON STERNBERGs Initiative fand nach Verschiebung im Vorjahr wegen Cholera die 10. Versammlung 1832 mit 400 Teilnehmern in Wien (S. 157), die 15. Versammlung 1837 in Prag statt. Über VON STERNBERG (S. 190) wurde gesagt: "Oken hat die Versammlungen geschaffen, Sternberg hat sie erhalten." Über Fachvereine hinaus in einer gemeinsamen Gesellschaft zusammenzuführen war auch Ausdruck für die Bedeutung der Naturwissenschaften, die man zunehmend als auch für den Mediziner unabdingbar sah (L. ASCHOFF 1940, S. 83). Der Spezialisierung wurde durch neben Plenarveranstaltungen abgehaltene Fachsitzungen Rechnung getragen.

Auf den Versammlungen wurde auch Politik betrieben. Wenn die Naturforscher und Ärzte in möglichst in einer Grenznähe liegenden großen Städten tagten, sollte das auch der Markierung der Grenzen in einem einheitlichen Deutschland dienen und diese Einheit auch politisch wurde manchmal neben den Fachausführungen angeführt.

In **Italien** wurde die Jahresversammlung der Wissenschaftler durch den im Kirchenstaat lebenden, zum Ornithologen gewordenen CARLO BONAPARTE und den Florentiner Physiker VINCENZO AMINORI initiierte (A. ZORSI 1990; S. 80).. 1847 gab es unter Teilnahme von mehr als 800 "Gelehrten und Forschern" den 9. Kongreß italienischer Wissenschaftler in **Venedig**, wo politisch "subversive Reden" etwa von CARLO BONAPARTE gehalten wurden

In Großbritannien lud im Jahre 1830 die **"British Association for the Advancement of Science"** zu ihrer ersten Wanderversammlung in York ein. Die immer bedeutungsvoller werdende Ansprache des für jedes Jahr neu bestimmten Präsidenten der British Association, die "President Address", wurde oft zu einem wichtigen Fortschritts- und Rückschaubericht der Naturwissenschaft in aller Welt. Weder in Deutschland noch in Großbritannien ging die Initiative zur Begründung dieser meist allen Interessierten offenstehenden Versammlungen von den schon lange bestehenden, altehrwürdigen Akademien aus.

In den USA folgte am 20. September 1848 die **"American Association for the Advancement of Science"**. Nch deutschem Vorbild trafen sich führende Naturwissenschaftler und Mediziner in Rußlan 1867 in St. Petersurg zum 1. Kongreß der **Russischen Naturforscher und Ärzte** (A. VUCINICH 1970, S. 80). Es

folgten die Kongresse 2. 1869 in Moskau, 3. 1871 in Kiew, 4. 1873 in Kasan, 5. 1876 in Warschau, 6. 1879 St. Petersburg, 7. 1889 Odessa, also wurden die verschiedensten der weiten Regionen Rußlands einbezogen. In **Frankreich** lud die "**Association francaise pour l'avancement des sciences**" im Herbst 1872 zu ihrer Eröffnungsversammlung in Bordeaux ein, an deren Zustandekommen der Chemiker WURTZ großen Anteil hatte.

Schon vor der Schaffung dieser von den bisherigen Akademien unabhängigen nationalen Wissenschaftlervereinigen hatten sich **Fachvereine** gegründet. Schon 1788 hatte sich die **"Linnean Society"** von der Royal Society getrennt, zur besonderen Förderung der botanischen Forschung. Innerhalb der Royal Society konstituierte sich 1808 die "Society for the improvement of Animal Chemistry" (J. S. FRUTON 1972), die auch zur Beseitigung des Hungers beitragen sollte. Als ein wichtiger Fachverein gilt die 1807 in England gegründete **"Geological Society of London"**. Zum Mißfallen des Präsidenten der Royal Society, BANKS, trafen sich am 12. Januar 1820 die führenden Astronomen wie JOHN HERSCHEL und F. BAILY zur Gründung einer eigenständigen "**Astronomical Society**", die sich ab 1831 auch "Royal ..." nennen durfte (G. BUTTMANN 1965, S. 46). 1828 erstand eine "**Zoological Society**". 1839 wurde gegründet eine "**Microscopical Society** of London", die spätere "Royal Microscopical Society" (R. T. HEWLETT 1839). Am 30. März 1841 konstituierte sich mit GRAHAM als Präsidenten die **"Chemical Society** of London". In Deutschland wurde 1845 eine **Physikalische Gesellschaft** in Berlin gegründet, während die "Physical Society of London" erst 1874 zustandekam. In Berlin erstand 1848 die "**Deutsche Geologische Gesellschaft**" und wurde deren "Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft" gegründet. Immerhin fanden sich die Vogelkundler, die Ornithologen, 1850 in der "**Deutschen Ornithologischen Gesellschaft**" zusammen. Es folgte 1867 die "**Deutsche Chemische Gesellschaft**" mit der Zeitschrift "Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft", Universität Berlin. Die '**Deutsche Botanische Gesellschaf**t' wurde 1882 gegründet. ihre Veröffentlichung sind die "Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft", Durch EYTH und SCHULTZ-LUPITZ wurde 1885 die "**Landwirtschafts-Gesellschaft"** ins Leben gerufen (P. GEHRING 1942, S. 1659. 1890 erstand die "**Deutsche Zoologische Gesellschaft**" mit der Zeitschrift "Zoologischer Anzeiger". In den **USA** liegen die Anfänger einer American Chemical Society 1876, dann 1884.

Für Naturwissenschaft und Medizin bestanden zahlreiche **lokalere Vereine**, in Deutschland etwa in Heidelberg der "Naturhistorisch-medizinische Verein", in Bonn die "Niederrheinische Gesellschaft", in Königsberg die 'Physikalisch-ökonomische Gesellschaft", in Dresden der Verein "Isis". Und es ging auch immer spezieller, so 1834 mit dem 'Botanischen Verein am Mittel- und Niederrhein' (Wikipedia bei

WIRTGEN).

Für die **Landwirtschaft** werden um 1847 (C. FRAAS 1847, S. 78) über 300 Vereine geschätzt.

Am Ende des 19. Jh. gab es I**nternationale Kongresse** selbst für solche Spezialgebiete wie die **Ornithologie**, mit etwa dem 2. Internationalen Ornithologischen Kongreß in Budapest 1891, dem 3. in Paris 1900, dem 4. 1905 in London (CHR. E. JACKSON 2004).

Gesellschaften/Societies ähnlichen Charakters oder auch unterschiedlich, im nationalen Rahmen oder darüberhinaus, und auch Akademien, verbanden sich, meistens locker, zu **Assoziationen/Associations** zusammen.

Einige **wissenschaftliche Zeitschriften** hatten schon bisher **mehrere Gebiete** erfaßt, so POGGENDORFFs berühmte "Annalen der Physik und Chemie" für die gesamten anorganischen Naturwissenschaften, durchaus mit Blick auch in Geologie und Biologie. Ein neuer Typ von Zeitschrift erstand **1869** mit der von dem Astronomen LOCKYER gegründeten "**Nature**", die auf hohem Niveau für die Forscher verschiedenster Disziplinen verständliche Überblicksarbeiten wie auch Originalbeiträge über neue Entdeckungen und Befunde, Rezensionen, kurze Mitteilungen brachte. In Deutschland sollte eine ähnliche Zeitschrift die 1889 gegründete "Prometheus" werden, aber die führende zusammenfassende Zeitschrift wurde erst 1913 die Zeitschrift "**Die Naturwissenschaften**", auch Mitteilungsorgan der 1910 entstehenden Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. In den USA wurde die Zeitschrift "Science" begründet. Für mehr populärwissenschaftliche Zwecke entstanden ähnliche Zeitschriften auf etwas bescheidenerem Niveau.

Dazu kamen Zeitschriften von Akademien, mit vor allem Beiträgen über neue Entdeckungen. FLOURENS, der in Paris 1833 auf Wunsch des 1832 gestorbenen CUVIER beständiger Sekretär der Akademie geworden war begründete mit dem Präsidenten ARAGO die Zeitschrift "**Comptes rendus**".

So wie für die Naturforscher und Ärzte gab es die 'Wanderversamlungen', also **Versammlungen** jährlich an einem anderen Ort, für die '**deutschen Land- und Forstwirte**' (z. T. aus C. FRAAS 1847, S. 79): 1837, erstmals in Dresden, mit 145 Teilnehmern, 1838 in Karlsruhe, 1839 in Potsdam, 1840 Brünn, 1841 Doberan, 1842 Stuttgart, 1843 Altenburg, 1844 München, 1845 Breslau, 1846 Graz, mit 1509 Teilnehmern, 1855 in Cleve.

## Religionskritik und auch noch Fanatismus - die allgemeine Säkularisierung

**Verloren haben die Legenden der Religion**! Als großes Wunder beschrieb die Bibel, daß Christus Wasser in Wein verwandelte. Aber Wasser, H2O, konnte nicht den Kohlenstoff enthaltenden Alkohol im Wein entstehen lassen.

Außer der Unmöglichkeit, Bibelberichte mit der modernen Wissenschaft verbinden zu können, hat die historische Forschung durch die "**historische Bibelkritik**" die allmähliche Entstehung der christlichen Religion, auch in Konkurrenz zu anderen Religionen der Antike, aufgeklärt und auch damit den göttlichen Ursprung zweifelhaft werden lassen. Letzten Endes halfen dagegen auch nicht alle Zensurgesetze für das "kirchlich und religiös Heilige' (V. TITEL et al. 1998, S. 15). Der Abstammungslehre hat es für diese Kritik nicht bedurft. DARWIN ist nicht der einzige Böse am Agnostitzismus oder gar Atheismus, und hat sich gegenüber anderen zu relgiösen Fragen nur ungern und zurückhaltend geäußert, Das liberale England verweigerte DARWIN auch nicht die Beisetzung in der Londoner Westminsterabtei.

In viel späterer Zeit, am Ende des 18. Jh., klagte der eine von DARWINs Großvätern, ERASMUS DARWIN: "Die Leichtgläubigkeit wird nun in den Rang einer Tugend erhoben und als völlig unverzichtbare angesehen. Und es gilt schon als Schuld, sich einmal Nachforschungen zu erlauben oder in diesen Dingen überhaupt vom Verstand Gebrauch zu machen, bisweilen wird dies strenger bestraft als jedes moralische Vergehen" (zit. aus P. GOODMAN 2001, S. 310). Der Historiker GREGOROVIUS wird im 19. Jh. einmal schreiben: "Die christlichen Symbole, nur vom Leiden und dem Tode hergenommen, waren abstoßend häßlich" (P. GOODMAN 2001, S. 391).

Sachlich **historisch-quellenkritisch die Entstehung des Christentums** zu erforschen wurde von kirchlicher Seite nie recht erwünscht, ungeachtet aller akademischen "Neutestamentler". Das Neue Testamtent weist - wie das Alte - amüsante und auch bittere Erzählungrn auf, weder seine historische noch soziologische noch sprachwissenschaftliche (A. DEISSMANN 1923) Erforschung **bringen für den Skeptiker irgendwelchen Einfluß eines Gottes zutage**, so wenig wie bei "Ilias" oder "Nibelungenlied"**. Wer sollte das glauben:** Der Aufstand resp. Putsch des gefallenen Erzengels Luzifer gegen den Herrn Zebaoth, den Adam und Eva aus dem Paradies vertreibenden Erzengel Gabriel und dessen viel späteres Erscheinen bei Maria zur Verkündigung ihrer Schwangerschaft mit dem Menschheitserlöser Christus - und nochmals reichlich 600 Jahre später dessen Auftreten bei Mohammed, und der Ritt Mohammeds von Jerusalemer Tempelberg zu Allah in den Himmel. Verächtlichmachung wurden immer wieder verfolgt, gab es oft schwere Strafe

für "Blasphemie"! Vor Tiefgläubigen sollte man wohl doch vor allem schweigen, weil Konvertierungsversuche meistens scheitern und sie oft wertvolle, hilfsbereite, an andere denkende Menschen sind, wie die Krankenschwestern in diakonischen Krankhenhäusern..

**Kritisches Herangehen an die kanonische Texte** war schon ein Werk der Aufklärung gewesen, in Deutschland etwa betrieben bei SPITTLER in Göttingen und SEMLER in Halle. Da kritische Geister die Geschehnisse etwa im Neuen Testament nicht anerkennen wollten, kam also das Bemühen um eine mehr verinnerlichte, fast philosophische Religion und sollte auch der Christ nicht mehr alles aus der Bibel glauben müssen, wenn er denn hoffentlich Anhänger eine Kirche blieb. Der Berliner Theologieprofesser FRIEDRICH SCHLEIERMACHER (s. E. HEILBORN 1927, S. 163 ff.) war in jüngeren Jahren der Übersetzer der Werke von PLATON gewesen (Wikipedia 2018). "Wahre Religion ist Sinn und Geschmack für das Unendliche", wird SCHLEIERMACHER zitiert. Für ihn "gab es kein "Diesseits" und kein "Jenseits", sondern nur "eine Welt" (so bei E. HEILBORN 1927, S. 164), rechnete auch mit dem Entzug seines Amtes (S. 179). Landschaft wurde manchem zum quasireligiösen Erlebnis (S. 166), Landschaft, wie sie CASPAR DAVID FRIEDRICH malte und CARL SPITZWEG sogar auf die alte Stadt übertrug.

Eine Gruppe von protestantischen Theologen betrieb die später von Gläubigen bedauerte '**Bibelexegese**'. Im Jahre 1837 untersuchte etwa der Theologe FERDINAND CHRISTIAN BAUR, seit 1817 im Evangelisch niederen Seminar in Blaubeuren und später in Tübingen nach etlichen Vorgängern eingehend welche Unterschiede die neutestamentlichen Evangelien aufweisen, wie unterschiedlich auch die anderen Bibeltexte zu sehen sind, wie PAULUS mit seinem die 'Heiden' einschließenden Christentum gegen das jüdische Christentum steht und betonte, was manchem schon klar war, daß hier nur Menschenwerk vorliegen kann und mit göttlichem Einfluß kaum zu rechnen ist – was viele Menschen bis heute dennoch nicht an ihrem Glauben zweifeln läßt. Auch für BAUR und die anderen kritischen Theologen der Zeit sollte dennoch Kirche bestehen bleiben. Die "Obrigkeit" habe es dann nicht ungern gesehen, wenn der in die Praxis eintretende Pfarrer die biblische Textkritik wieder 'verschwitzte', "denn mit Textkritik kommt man nicht aus, um dem Bürger und Bauer die Hölle heiß zu machen (A. BÜCHNER 1900, S. 112).

Der abtrünnige, 1842 aus dem Lehramt in Bonn entlassene Theologe BRUNO BAUER (W. BUFF 1953) hat gar die Geschichtlichkeit Jesu bestitten, sah in Jesu eine fiktive Gestalt, in der sich hellenistisch-jüdische Philosophen verkörpern, ja BAUER wollte den Sturz der Religon. Was im Neuen Testament steht sollte ein einzelner Urevangelist, eventuell ein Markus, zur Zeit des Kaisers HADRIAN erdacht und niedergeschrieben haben. Andere bestritten, daß ein einzelner den

ganzen Mythos formulieren konnte und sah in den Bibelberichten das Ergebnis eher kollektiven Wirkens.

Der BAUR-Schüler DAVID FRIEDRICH **STRAUß** (s. z. B. E. ZWINK 2008), geboren 1808 in Ludwigsburg und dort auch gestorben 1874, stellt nach manchen Wendungen das Bild **des nur als Menschen zu sehenden Jesus** vor, in das 'Leben Jesu, kritisch bearbeitet', zuerst erschienen **1835**. Einen großen Teil schrieb er in einer Maronitenhütte im Libanon, wo seine geliebte Schwester an seiner Seite starb (O. CHADWICK 2000, S. 219). Keine bleibende akademische Karriere ist dem Tübinger Stiftsschüler STRAUß möglich. Eine solche dem Religiösen abträgliche Darstellung von Jesus hat STRAUß in den Strudel von Meinungskämpfen, von Zustimmung und Ablehnung bis hin zu tragischen Ereignissen geworfen. Der dänische Theologe HANS LASSEN MARTENSEN, Bischof von Seeland, der STRAUß auch besuchte, erinnert sich (1891, S. 80 ff. ): Das "Werk machte ein ungeheures Aufsehen, man darf wohl sagen, in der ganzen Christenheit. ... das Leben Chisti ... nur eine Mythe, eine Dichtung. Was weit über tausend Jahre der Mittelpunkt des Lebens und der Geschichte gewesen war, sollte sich jetzt als ein zerfließendes Nebelbild erweisen. Viele meinten, jetzt müsse die christliche Kirche fallen, nachdem ihre Grundveste fortgerissen sei." Geschichtlicher Kern nach STRAUß mag gewesen sein, daß "wohl ein Mensch, Namens Jesu, gelebt haben" kann, "welcher durch sein Leben und seine Lehre einen großen Eindruck hervorgebracht habe" (S. 82). Eine große Rolle spielte wie auch bei anderen Bibelkritikern das Auffinden von Abweichungen der Evangelien voneinander. MARTENSEN meinte jedoch, daß STRAUß nicht als großer spekulativer Denker gelten könne, und "welche Bedenken man auch gegen Einzelheiten in der heil. Schrift erheben möge, ein Totaleindruck von ihr ausgehe, der stärker sei, ..." Daß Theologen STRAUß ablehnten verwundert sicher nicht. Der württembergische Staatsmann ROBERT VON MOHL (in 1902, S. 210) hat STRAUß in Heidelberg kennengelernt, "als er, ein noch ganz junger Mann, sein Leben Jesu und, wenn ich mich recht erinnere, auch schon seine Streitschriften wenigstens teilweise geschrieben, damit aber nich bloß die theologische, sondern die ganze gebildete Welt in Aufruhr und Kriegsgetümmel versetzt hatte." Und VON MOHL schildert als seinen Eindruck: "Das große Werk habe ich mit Staunen, wenn auch mit Mißbehagen gelesen, die Streitschriften mit ungemischter Bewunderung des Talentes und der Kunst der Darstellung." Gegen STRAUß sollten nun Maßnahmen ergriffen werden, aber "Die Studenten nahmen selbstverständlich Partei für Strauß, es gärte gewaltig unter ihnen, und schließlich wurde beschlossen. öffentliche Kundgebungen zu seinen Gunsten zu machen, Fackelzüge und dergleichen." ROBERT VON MOHL als seinerzeitiger Rektor, mußte STRAUß überzeugen, solche Dinge abzulehnen und nach mancher Debatte kam dieser dem entgegen. In weitere Auflagen seines Buches von 1835 hat STRAUß auch manches geglättet.



Abbildung 1465: Für D. F. STRAUß. Ludwigsburg.

Tragisch war, was STRAUß in Zürich auslöste. STRAUß wurde 1839 von den Freigeistigen in Zürich als Professor der Dogmatik und Kirchengeschichte nach Zürich berufen. Die Konservativen und für sie herbeigerufene Bauern eröffnen Straßenkämpfe. Der Botaniker und Mediziner HEGETSCHWEILER (R. LAUTERBORN 1934, S. 144) will den Protesterenden den Rats-Beschluß der Zurücknahme der Berufung von STRAUß verkünden und wird, 50 Jahre alt, durch einen Kopfschuß am 9. September tödlich verwundet Nach seiner DARWIN-Lektüre weiter radikalisiert schildert STRAUß 1872 (s. Ausgabe um 1925, auch F. W. GRAF in U. KÖPF 1992, S. 217) in 'Der alte und der neue Glaube' nun die wahrscheinliche Umwelt von Jesus mit "Das Leben in den Dörfern und kleinen Srädten Galiläa's zu jener Zeit können wir uns nicht schmutzig und armselig genug voratellen" (S. 51), um jene Religion der Armut und Bettelei hervorzubringen, welche dem nötigen ökonomischen Geschäfssinn des 19. Jh. so total und sinnlos widerspricht. Einen eventuellen der Wissenschaft auch entgegenkommenden "neuen Glauben" lehnt STRAUß ebenfalls ab. In zerrütteter Ehe, mit einer Opernsängerin, und dann allein lebte der auch 1848 hervortretende STRAUß in verschiedenen Orten, stets schriftstellerisch tätig (Wikipedia 2018).

ROBERT VON MOHL, wohl nicht unkirchlich, urteilte später, "nie für richtig gehalten zu haben", was die Baursche Schule vertrat, "daß Theologie wie jede andere Wissenschaft, namentlich ihre geschichtliche Grundlage, denselben Regeln der Kritik unterworfen sei, wie Urkunden überhaupt ..." (S. 211). Der religiöse

Glaube kann so nicht gesichert werden, man solle also "verschlossen in der Hand" halten, was BAUR und seine Schüler boten.

Eine '**Geschichte der Hexenprozesse**' lieferte **1843** als erster deutscher Historiker WILHELM GOTTLIEB SOLDAU, der zuletzt Gymnasiallehrer in Gießen war. Die Opferzahl an verbrannten Hexen wurde schließlich, auch als übertrieben angesehen, auf 9 Millionen geschätzt (Wikipdia 2018).

**In Frankreich** schloß sich ERNEST **RENAN** der historisch-kritischen Bibelexegese an, Geboren 1823 wuchs RENAN in seiner bretonischen Geburtsstadt Treguier in festem katholischen Gauben auf und war zum Priester ausersehen. Bein Stidium in Paris wurde er mit der deutschen historisch-kritischen Methode der Bibelexegese bekannt und verlor seinen Glauben. 1863 erschien RENANs Buch 'Das 'Leben Jesu' (dtsch. o. J.), der Mann, der eine neue, das alte Heidentum überwindender Religion hervorbrachte, "Mann, der allen Zeitgenossen überlegen war und durch kühnes Beginnen und durch die Liebe, die er einzuflößen wußte, den Gegenstand des künftigen Glaubens der Menschheit ..." (E. FRIEDELL 2009, S. 1368 ff.) oder wengstens eines Teiles der Menschheit bestimmte. **Jesus** war **ein wegen seiner Lehren verehrenswerter, aber normaler Mensch**, Abtrünniger des Judenglaubens (E. RENAN dtsch. S. 182). Jesus schuf aber, für RENAN (S. 92): eine "absolut neue Idee, die Idee eines Kultur, der auf Herzensreinheit und allgeneine Brüderlichkeit begründet ist , ... die so erhaben ist, daß die christliche Kirche in diesem Punkte Verrat an seinen Absichten üben sollte, und daß in unserer Zeit nur wenig Seelen fähig sind, sie anzunehmen." Als wirklich Gottes Sohn (S. 103) wurde Jesus von anderen bezeichnet, zunächst galt es ihm selbst wohl nur im Sinne von 'wir sind alle Gotteskinder'. Johannes der Täufer (S. 102), der die Taufe einführte, war ein eigener Reformer und Jesus, der später Gottessohn wurde, stand, was man später als möglichst unbedeutend beachtete, zuerst in dessen Nachfolge. Die Auferstehung war Phantasie. RENAN war mit der Landschaft des Vordernen Orient vertraut, hatte eine wissenschaftliche Expedition zur Erforschung des alten Phönizien geleitet. Sein Buch rief großes Aufsehen hervor und kostete ihn, noch lebte man im Zweiten Französischen Kaiserreich, die Professur des Hebräischen am College de France. RENAN bewunderte die deutsche Kultur und war von Frnnkreichs Niederlage 1871 dennoch tief erschüttert, Im Verlust des französichen Adels nach 1789 sah der politisch konservative RENAN eine Ursache der Niederlage (Internet, Jungefreiheit 7. 7. 2018). Die Pariser Kommune von 1871 entetzte ihn. Es gibt hierzu manches einzuwenden: NAPOLEON siegte auch ohne den alten Adel. RENAN starb 1892.

Die **Entstehung der Religion** wurde auch erforscht von Histoikern wie MICHELET (O. CHADWICK 2000, S. 200). Es wurde der Kirche unheimlich,wenn die vergleichende Religionsforschung deutlich machte, daß es auf der Welt noch man-

che andere Religion gab. Vom Islam kannte man es längst.

Die Konflikte enstanden vor allem aus den Ungereimtheiten der religiösen Lehren mit den zunehmenden Erkenntnissen der Naturwissenschaft und am Ende erstand die "Säkularisierung des europäischen Geistes" (O. CHADWICK 1975/2000). Naturforscher wie VOGT und materialistische Philosophen wie LUDWIG BÜCHNER und dann der Biologe HAECKEL waren in Deutschland, im religiöseren England von seiten der Abstammungslehre HUXLEY. Der USA-Physiker JOHN WILLIAM DRAPER publizierte 1874 das in viele Sprachen übersetzte Buch 'History of the Conflict between Religion and Sciene', das 1876 auf den vatikanischen Index kam. Den Konflikt führt DRAPER zurück bis ins spätantike Alexandria.

An den Zeus der Antike sollte der Christ selbstverständlich nicht glauben und das gab es auch nicht mehr. Als aber der Komponist OFFENBACH in seiner Operette 'Orpheus in Unterwelt' den Göttervater Zeus sehr lächerlich machte, sollen bedenkliche Geister befürchtet habe, daß sich solche Satire auf einen Gott vielleicht nicht auf Zeus beschränken ließe und Gottesachtung in Gefahr kam. Zeus zeugte auch Kinder mit Geliebten, als Goldstaub schwängerte er die eingesperrte Danae und machte sie zur Mutter des Perseus, als Schwan kam er zeugend zu Leda. Gottessöhne - etwa Unbekanntes waren sie in den Mythen der Antike nicht. Und nun im Neuen Testament? Juden und Moslems erkennen das auch nicht an. 'Gott kann keinen Sohn haben", weiß schon der 12-jährige Türkenjunge. Ein Jenseitsgericht gab es auch im alten Ägypten - als so christliche neu erwies die Forschung also manches nicht,

Die Verquickung von Politik und Religion und Kirche bestand in Preußen etwa im Amt des 'Hofpredigers' (E. HEILBORN 1927, S. 175).

Es wurde gerade von Religiösen gern betont, daß auch Wissenschaftler sich irren. Aber **Irrtümer in der Wissenschaft machen Religion nicht wahrer**! Und in der Wissenschaft lassen sich Hypothesen und Theorien ersetzen. Der Papst kann neue Dogmen setzen, aber sie haben keine wissenschaftliche Begründung.

## Neue Ausbildungsstätten im 19. Jahrhundert

Während alte und teilweise bedeutende Universitäten wie Frankfurt an der Oder nach ihrer Schließung nicht wieder eröffnet wurden, im Unterschied zu Halle, wurde mitten in der französischen Besetzung am 18 August **in Berlin** gegründet die 'Friedrich Wilhelm Universität', die nach der Aufahme des Lehrbetriebes ab 10. Oktober 1810 zu einer führenden Universiät wurde, die das nahe Frankfurt an der Oder durchaus ebenso überflüssig machte wie die an Stelle eines seit 1702 bestehenden Jesuitenkollegs **1811 in Breslau** begründete 'Schlesische Friedrich Wilhelm-

Universität. In **Bonn** wurde am 18. Oktober **1818** die 'Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität' gegründet.

In der **Habsburger Monarchie** gründete Kaiser FRANZ JOSEPH im Kronland Bukowina 1875 die deutschsprachige Franz-Josephs-Universität **Czernonwitz**,

Die noch geringen Studentenzahlen im frühen 19. Jh. zeigen wie schmal der Anteil des **Bildungsbürgertum** in der Gesamtheit der Einwohner ist. Am Anfang des 19, Jh. gab es an der Universiät Heidelberg bei 25-30 Lehrstühlen etwa 400 Studenten, 1830 etwas über 800. In Freiburg stieg bei etwa 24 Lehrstühlen im ersten Drittel des 19. Jh. die Zahl der Studenten von 200 auf 800 (Wikipedia 2018). Im frühen 19. Jh. /H.-U. WEHLER 1989, S. 121) "besteht die große Mehrheit der Bildungsbürger aus der beamteten Intelligenz in der Staats- und Stadtverwaltung, in der Justizbürokratie, im Kirchen- und Schuldienst..." Auch "die literarische Intelligenz ist fast vollständig beamtet, jedenfalls in der Regel nebenberuflich als Schriftsteller tätig:" Das traf auch für die meisten Schaffensjahre von GOETHE zu, wobei seine Theaterdirektion immehin seinem literarischen Wirken nicht widersprach. Ebenso schrieb STORM seine Novellen nebenberuflich als Jurist und sein Beruf gab ihm die Anregungen. Viele aus dem Bildungsbürgertum, vor allem Ärzte, aber auch Rechtsanwälte, Notare wie Architekten waren **freiberuflich** tätig und konnten ihr Zeitbudget besser selbst einteilen. Weitere Kleinbürger als die schon Genannten nehmen Verhaltensweisen des Bildungsbürgertums an (H.-U. WEHLER 1989, S. 198) und mancher Handwerker wurde auch verdienstvoller Heimatforscher. **Aus dem Bildungsbürgertum** kamen die meisten **die meisten Wissenschaftler** der Zeit, auch die großen Mediziner. Bis durch die Industrialisierung ganz andere Leute gefordert wurden, ob als Inhaber von Kleinbetrieben, in der Chemischen Industrie, in der Elektifizierung und dann auch in Forschungsinstituten. Es gab, etwa in Tübingen, Auseinandersetzungen um die Zulassung von Studenten ohne 'humanistische Vorbildung', also jene vom klassischen Gymnasium, um Universitätsstudium (F. HARS 1999, S. 89).

Nach dem Vorbild der Pariser Ecole Polytechnique wurden im deutschsprachigen Raum in Begleitung der technischen Entwicklung höhere Gewerbeschulen gegründet, **Polytechnika**, die später, namentlich ab etwa 1880 teilweise zu **Technischen Hochschulen** aufgewertet wurden, später auch Technische Universitäten. Im **deutschsprachigen Raum** gab es solche Polytechnika in Berlin, 1745 resp. 1835 in Braunschweig, es bestanden solche 1806 Prag 1814 Graz, 1815 Wien, 1850 Brünn, ab **1825 in Karlsruhe**, 1827 München, 1821, 1828 Dresden,, 1829 Stuttgart 1831 Hannover, 1836 Darmstadt, 1854/1855 Zürich. 1870 wurde in **Aachen** eine Technische Hochschule eingerichtet statt nur eines Polytechnikums. 1877 gab es die Technische Hochschule **München**. Das 1745 in **Braunschweig** gegründete

'Collegium Carolinum' hieß ab 1862/1863 Polytechnische Schule, ab **1878** Technische Hochschule. 1884 wurde die Technische Hochschule **Charlottenburg** eingeweiht, mit der Eingliederung Charlottenburgs in Berlin die Technische Hochschule Berlin. 1882 ertstand die Technische Hochschule **Darmstadt** (Wikipedia 2020) gegründet, mit dem weltweit ersten Lehrstuhl für Elektrotechnik und 1883 mit der weltweit ersten Fakultät für Elektrotechnik, und dem weltweit ersten Studiengag für Elektrotechnik. 1885/1886 wurde die Polytechnische Schule **Karlsruhe** umbenannt in Technische Hochschule.Und hier gelang 1886 HERTZ der Nachweis elektromagnetischer Wellen. In **Hannover** gab es 1831 die Höhere Gewerbeschule, die ab 1847 zur Polytechnische Schule firmierte und ab 1. April **1879** Kgl. Technische Hochschule hieß (Internet). In **Dresden** wurde die Technische Bildungsanstalt 1851 Kgl. Polytechnische Schule und 1890 Techische Hochschule. Am 11. Oktober **1899** verlieh Kaiser WILHELM II. der Technischen Hochschule Charlottenburg, bei Berlin, das **Promotionsrecht** (bes. Wikipedia 2020, H. STEIGER 1999), das damit auf Technische Hochschulen überhaupt übertragen war. Man ging mit Vorsicht heran, um den Titel bewährungsfest zu machen. An Universitäten technische Fakultäten einzurichten kam im Interesse der Technischen Hochschulen nicht zustande, wohl aber kamen manche technisch nutzbaren Dinge, wie die Braunsche Röhre, aus Universitäsinstituten.

In **England** wurde in der Industriestadt **Manchester** aus dem Testament des reichen Kaufmann JOHN OWENS 1851 (J. NAVARRO 2006) ein nach ihm benanntes College, eine Universität, gegründet, die namentlich auch Ingenieure ausbilden sollte und an der Chemiker, besonders der Praxis zugewandte, wirkten, EDWARD FRANKLAND, dann ROSCOE und SCHORLEMMER. Um jüngere Leute an diese Ausbildung heranzuführen wurde eine junior school angeschlossen, wo etwa der 14-jährige später führende Physiker J. J. THOMSON eintrat. Auch in Cambridge aber wurde die naturwissenschaftliche Ausbildung verändert. In den USA wurde 1865 das **Massachusetts Institute of Technology** in Cambridge.

Für die Vermittlung wissenschaftlicher Kenntnisse und für die Anwendung von Wissenschaft, auch für Forschung, die Aufklärung auch weiterer interessieter Kreise wurde in London die **Royal Institution 1799** durch BENJAMIN THOMPSON Graf RUMFORD ins Leben gerufen.

Der als Graf RUMFORD bekannte BENJAMIN THOMPSON wurde am 26. März 1753 auf einer Farm in der kleinen Stadt Woburn in Massachusetts im Nordosten der späteren USA Kaufmannslehrling, Lehrer, gesellschaftlich aufgestiegen durch Heirat mit einer reichen, 14 Jahre älteren Witwe. Offizier der britischen Armee, blieb er im Unabhängigkeitskrieg zahlreicher amerikanischer Kolonisten auf britischer Seite und gab dorthin auch Informationen. Wegen einer Veröffentlichung über Versuche mit Schießpulver 1781 wurde er mit 27 Jahren Mitglied der Roy-



Abbildung 1466: RUMFORD-Gedenken München.

al Society und wurde Unterstaatssekretär für die Kolonien. Bei einer Reise nach Deutschland wurde er mit MAXIMILIAN, designierter Regent von Bayern, bekannt, nach dessen frühem Tode er die Gunst von CARL THEODOR, Kurfürsten von Bayern, fand und hier von München aus ein großes Reformwerk erfolgreich durchführte, auch als Kriegsminister und Polizeiminister. Er unterstützte Reformen in der Landwirtschaft sowie schrieb und wirkte für die Ernährung der Armen, veranlaßte die Anlage der Englischen Gartens an der Isar. Vor allem reformierte er die Armee. Er erhielt geadelt 1792 den Titel eines Grafen RUMFORD.

Er konnte 1796 blutlos einen Kampf um München zwischen der französischen und der habsburgischen Armee verhindern, was sein Ansehen steigerte. Im Rahmen seiner Armee-Reformierung prüfte er die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien zur Herstellung geeigneter Soldatenkleidung, wobei Baumwolle für den Sommer und Wolle für den Winter empfohlen wurde, und kam dadurch zu Wärme-Untersuchungen und legte durch Reibungsversuche, durch fortgesetzte Kanonenrohr-Bohrung nahe, daß Wärme keine Substanz ist.. Wegen der Wärmeabstrahlung kleidete sich Graf RUMFORD in auffällig weiße und verspottete Kleidung. Graf RUMFORD verbesserte auch die Argand-Lampe, schuf ein Photometer zum Vergleichen der Leuchtstärke von Beleuchtungsapparaturen, konstruierte Kamine und Öfen mit Heizungsersparnis, Küchengeräte mit geringerem Wärmeverbrauch, auch eine Feldküche für die Armee, nachdem bisher jeder Soldat sein Mahl individuell zubereitete. Auf ihn geht die "Rumford-Suppe" als Armenspeisung zurück. Auch



Abbildung 1467: Universität Zürich 1990.

dem Wasser gab er allerdings Nährwert. Dann wieder tätig in England gründete er in London die Royal Institution. Bei einer Frankreich-Reise hatte er die Witwe des hingerichteten Chemikers LAVOISIER kennengelernt und heiratete die nunmehr 43-jährige Frau 1805. Die Ehe mißriet. Graf RUMFORD, Prototyp einer Menschenfreundlichkeit von oben (B. PÖHLMANN 1991), starb am 21. August 1814.

Bedeutende Forscher waren mit der Royal Institution verbunden, DAVY wie FARADAY. DAVY war bis 1812 Chemie-Professor an der Royal Institution und in dieser Stellung folgte ihm WILLIAM THOMAS BRANDE (F. J. L. JAMES 2004), der nicht als großer Entdeckter, aber Verfasser bedeutender **Lehrbücher**, auch zur Pharmazie, hohes Ansehen genoß. Die Forscher wirkten auch als Vortragende für die öffentlichen Veranstaltungen. FARADAY hielt 1825 die erste Weihnachsvorlesung. Es wirkte an der Royal Insttution auch etwa TYNDALL.

## Universitäten in aller Welt

Weitere Universitäten wurden anderswo begründet: **1832/1840 Athen**, **1833 Zürich**, **1834 Brüssel** -belgisches liberales Gegengewicht zum katholische Louvain, **1865 Odessa**, **1888 Tomsk** - erste Universität in Sibirien.

Bis heute wurden überall auf der Erde immer neue Univesitäten geschaffen, In den

britischen Gebieten der Südhalbkugel (Wikipedia) wurde **1850 in Sydney** die älteste Universität Australiens gegründet, **1853 folgte Melbourne**, **1869** im Zusammenhang mit dem dortigen Goldrausch auf der Südhalbkugel Neuseelands die Universität der Provinz Otago in **Dunedin, 1890** wurde auf Tasmanien die **University of Tasmania** in der tasmanischen Hauptstadt Hobart und Launceston gegründet.

# Allgemeine Vorstellungen namentlich im 19. Jahrhundert

## Anregungen für Forschungen aus der Natur und aus der Technik

**Phänome der freien Natur** waren nach wie vor Ausgang für manche Forschung. GAY-LUSSAC, A.VON HUMBOLDT und LEOPOLD VON BUCH nahmen Umwege auf einer Italien-Reise in Kauf, um Quellen mit angeblich besonders eigenwilligen und eigenartigen Eigenschaften oder zwischen Florenz und Bologna 1805 die immerwährenden Flammen in Pietra Mala zu besuchen (F. ARAGO 1855). Andere, SCHÖNBEIN etwa, untersuchten später das Vorkommen von Ozon, Stickstoff-Verbindungen, Wasserstoffsuperoxid in der Natur.

Immer neue Überlegungen provozierten die **vulkanischen Erscheinungen**. GAY-LUSSAC dachte sie hervorgerufen durch die Reaktion von möglicherweise aus dem Meere stammenden Wasser auf Substanzen in der Tiefe der Erde. BUNSEN dachte auf einer Reise nach Island über die Ursache der **Geysir-**Ausbrüche nach, fand eine Erklärung und und konnte im Laboratorium einen Geysir nachahmen.

Gase aus Vulkanen oder wenigstens aus heißen Quellen wurden untersucht, um vielleicht einen Blick in die Vorgänge in gewissen Tiefen der Erde zu werfen. Im Jahre 1822 veröffentlichte GAY-LUSSAC Ideen über die Ursache des **Schwebens der Wolken** (F. ARAGO 1855, S. 38/39) und es folgten etwa bei CLAUSIUS, TYNDALL, RAYLEIGH die Untersuchungen zum wechselnden Himmelslicht.

Viele physikalische und chemische Probleme wurden bei der Arbeit **im Laboratorium** oder **in der Technik** deutlich, etwa, wenn durch die Dampfmaschine die Untersuchung der Arbeitsleistung eines bestimmten Quantums Wärme angeregt wurde. Mehr als vorher erzeugten namentlich Physik und Chemie Zustände, "die in der Natur keine Parallelen haben". "Die Natur" kennt, wie W. GERLACH 1964 schrieb (c, S. 302) "keinen elektrischen Vorgang der Art, den wir als Strom be-



Abbildung 1468: BUNSEN erklärte Geysire/Island.

nutzen", "... kann nicht beliebige Frequenzen ungedämpfter elektrischer Wellen herstellen", in der Natur gibt es keine achromatischen Linsen, keine flüssige Luft, keine bis an den absoluten Nullpunkt herangehenden Temperaturen. Neue Kultur- und Haustierrassen setzten jene Züchtung fort, die allerdings schon im Altertum vielversprechende Anfänge aufwies. Auf Erden gibt es andererseits in der Natur vieles nicht, das im Weltall erfahren werden konnte, wobei letzteres namentlich im 20. Jh. zum Tragen kam.

## "Kräfte" und in der Natur wirkende "Prinzipien" - aufgestellt vor allem auch von den Naturphilosophen im engeren Sinn

In der "**romantischen Naturphilosophie"** wurde nach allgemeinen Prinzipien gesucht und diese wurden auch recht alltäglichen Beobachtungen abgeleitet, wie bei SCHELLING. Es bestand dabei nicht unbedingt die Anerkennng einer Religion und wurde eigenmächtig interpretiert. Auch manche Naturforscher schlossen sich dem an, etwa im Vokabular.

Mit der Anerkennung des **durchgängigen Kausalitätsprinzip** wurde versucht, alle Vorgänge auf Ursachen zurückführen, die, wie schon im 17. und 18. Jh., "**Kräfte**" genannt wurden. Wurde ein bisher unbekannter Vorgang gefunden, wurde hinter ihnen öfters eine bisher nicht bekannte "Kraft" vermutet. Die Lebensvorgänge, die mit der Bildung komplizierterer chemischer Substanzen verbunden waren, wurden auf eine "**Lebenskraft**" oder gar auf "Lebenskräfte" zurückgeführt. BERZELIUS schrieb von einer "**katalytischen Kraft**". Statt von Kräften sprach

man im 20. Jh. oft vorsichtiger von "**Faktoren**". Allerdings war im 20. Jh. durchaus auch die Rede von "Atomkraft", von "Bindungskräften" im Atom usw.

Der Chemiker F. F. RUNGE 1820 (S. 51) meinte etwa, daß alles in der Natur in "wechselseitiger Beziehung und Wechselwirkung" steht, wodurch auch die chemischen Reaktionen zustandekommen. An anderer Stelle schrieb RUNGE (S. 55) von der "egostischen Tendenz" jedes Körpers, der ihn veranlaßt, "das ihn Umgebende sich gleich zu machen, sich zu assimilieren", wodurch das Wasser viele Stoffe löst.

Im religiös geprägten England sprach man noch lange von der "first cause", dem Gott, der alles geschaffen hatte, und den "secundary causes", die nun die geschaffene Welt funktionieren lassen. Das erlaubte bei weiterer Religiosität etwa die Evolution als "secundary cause" für die Organismenentstehung anzuerkennen.

Manche Naturforscher **blieben** auch **religiös**, nicht unbedingt orthodox, bedauerten jedoch auch die Hinwendung zum 'reinen Empirismus'. In Bern hatte der eigenwillige MAXIMILIAN PERTY (1879, S. 685) gewünscht, daß "die Begeisterung des Dichters und Künstlers" auch den 'Gelehrten' ' erfülle', und neue Erkenntnis, wie sie BACO wünschte, solle stehen in Anerkennung einer letzten Ursache, der Alles verbindenden Macht eines unendlichen Geistes", und "denn ich fand bei jedem Schritt der fortschreitendem Erkenntniß Anlaß zur Bewunderung der Schöpfung und ihrer unergründlichen, geheimnißvollen Tiefe." '**Tiefe**' war natürlich oft ein sinnloses Schlagwort, mit dem man Gegner, die angeblich nicht 'tief' genug gingen, abwimmeln konnte. Nicht nur das Allgemeine wollte PERTY betrachtet sehen, sondern auch **das Individuelle**, denn (S. 455): "Die große Zahl der Formen und Vorgänge in der Natur zeugt vom großen Reichthum der schöpferischen Ideen, die von Ewigkeit in Gottes Wesen enthalten in Zeit und Raum offenbar werden." PERTY (1879, S. 385) bedauerte, daß sein Wollen und Mahnen "in den Herzen der Berner Jugend kaum Widerhall gefunden hat; sie schien mit wenigen Ausnahmen auch nicht für Philosophisches , sondern hauptsächlich nur für das Empirische und Technische Sinn zu haben. ... in den folgenden Dezennien wurde ja die ganze Naturwissenschaft immer atheistischer und trostloser bei glänzendem äußerlichem Fortschritt."

## Einheitlichkeit der Grundprinzipien in der Natur?

Die Welt und sowohl Materie wie Geist oder wenigstens die gesamte Materie sollten auf allen **gemeinsamen Prinzipien** beruhen. Das sollte etwa die **mechanistische Einrichtung** der Welt mit ihren sich bewegenden Atomen und überhaupt kleinsten Teilen sein. Der Jenaer Biologe ERNST HAECKEL hat die Auffassung

von der 'Einheit in der Welt' **Monismus** genannt, stützte die Auffassung auch auf die seiner Ansicht nach alles umfassende Evolution. Der Sache nach waren vorhergehende und zeitgenössische Forscher auch ohne Verwendung dieses Terminus gleicher oder ähnlicher Ansicht. Etwa der Bonner Physiologe EDUARD PFLÜGER meinte einmal (zit. u. a. bei E. HEISCHKEL 1950, S. 259): "... wenn auch die Natur und ihre Taten unendlich seien, doch die allgemeinen Gesetze mit dem Voranschreiten der Wissenschaften immer einfacher werden würden." So wollte er auch die weitere Zersplitterung der Physiologie, etwa durch Abspaltung der Physiologischen Chemie, aufhalten. Da "ja die Einzelheit nur in der Allgemeinheit ihren wahren Wert erlangt." Wie es der Physiologe MAX VERWORN, damals Göttingen, 1905 (S. 6) ausdrückte, kann für die Naturwissenschaften eine Weltanschauung nur dann als geglückt betrachtet werden, "wenn es gelungen ist, die gesamte Welt der Erfahrungen aus einem einheitlichen Prinzip herzuleiten, das auf allen Einzelgebieten das gleiche ist. Ein Pluralismus oder auch nur ein Dualismus widerstreitender Prinzipien in verschiedenen Erfahrungskreisen ist keine Endpunkt der Erkenntnis." Das war sicherlich leichter philosophisch gefordert als in den Einzelbereichen klar genug ausgeführt. Dualistisch waren die Ansichten, daß, der Vitakismus, sich Anorganisches prinzipiell vom Lebendigen unterscheidet und ebenso psychische Vorgänge anderer Art sind als körperliche.

## Differenzierte Betrachtung der Natur

Mag die Erkenntnis von allgemeinen Gesetzen die Weltanschauung befriedigt und auch die Erfassung der Naturphänomene erleichtert haben, gerade für praktische Zwecke war die Kenntnis der unterschiedlichen, der **spezifischen Eigenschaften** ebenfalls unerläßlich. Unter den verschiedenen Legierungen ist oft nur eine die am besten geeignete, und die muß der Metallurg und Ingenieur herausfinden. Jedes chemische Element hat spezifische Spektrallinien und die noch unterschiedlich unter verschiedenen Bedingungen, und das mußte in mühsamer Arbeit herausgefunden werden – Lebensarbeit, die nicht weniger wichtig war als die eher 'genial' wirkende Erfassung der Allgemeingesetze. Auch gibt es eben unterschiedliche Krankheiten und ihnen muß mit spezifischen Medikamenten begegnet werden.

Aber auch hinter der Untersuchung des einzelnen wurde auch **das Allgemeine,** die **"Einheit", selbst im vielfältigeten einzelnen** gesucht, etwa bei dem Mikrobiologen A. J. KLUYVER in der "Einheit in der Biochemie" 1926, in einem einheitlichen Zersetzungsprozeß beim Stoffabbau in den Organismen.

## Messung

Messungen, ob bei der Untersuchung von elektrischen Phänomenen oder bei Entdeckungen in der Chemie, führten auch zu Neuentdeckungen, etwa, wenn aus Differenzen bei Substanzuntersuchungen bisher unbekannte Elemente deutlich wurden. Lord KELVIN hatte 1871 in Edinburgh geäußert (zit. nach D. GILL 1908, S. 4): "Accurate and minute measurement seems to the non-scientific imagination a less lofty and dignified work than the looking for something new. But nearly all the grandest discoveries of science have been the reward of accurate measurement and patient, long-continued labour in the minute sifting of numerical results."

## Die Suche nach dem Analogen

War für bestimmte Körper, ob anorganischer Natur oder Lebewesen, ein bestimmte Phänomen festgestellt worden, dann wurde bald nach derselben Erscheinung, demselben Phänomen, **auch anderen Objekten gesucht**. Es galt also die Weite des Vorkommens eines Phänomens und dessen evenuelle Variabilität festzustellen. Gerade dieses "Wo noch?" eines Phänomens war ein bevorzugtes Thema für zahlreiche Doktorarbeiten, aber auch für ganze Untersuchergruppen. Auch Überraschendes war dabei aufzufinden.

Hatte man also die vorhandene Wirkung von Licht auf wenige Metalle festgestellt, wurde das auf möglichst viele andere Substanzen und in Differenzierung der Länge der Lichtwellen geprüft. Gab es interessante Phänomene bei Substanzen in tiefen oder hohen Temperaturen oder hohem Druck wurden möglichst viele Körper gleichen oder noch verstärkten solchen Bedingungen ausgesetzt. Hatte man die Befruchtung bei Pflanzen ermittelt und war dabei auch von Besonderheiten überrascht worden, wurden also möglichst zahlreiche Pflanzen aus den verschiedensten systematischen Gruppen daraufhin der mikroskopischen Prüfung unterzogen. Zeigten etliche Elemente radioaktive Strahlung wurde die Natur nach weiten Substanzen mit dieser Eigenschaft durchforstet. Festzustellen war auch das Vorkommens eines Phänomens, etwa der magnetischen Deklination oder der Intensität der Kosmischen Strahlung in den verschiedenen Regionen, etwa den verschiedenen Breiten, der Erdoberfläche.

Solche Untersuchungen konnten in **Forschungsprogrammen** folgen, waren – wenn nicht gerade ein Forschungsschiff im Packeis eingeschlossen wurde – mehr oder weniger planbar. Das Ergebnis war natürlich so nicht voraussehbar.

Begonnen hatten solche Untersuchungen schon im 17. Jh., etwa mit den Himmelsdurchmusterungen oder hinsichtlich der magnetischen Deklination bei HALLEY.

Daß man mit solchen Durchmusterungen der Natur weiterkam zu neuen Einsichten war ein Ergebnis bisheriger Wissenschaft – müssen also planmäßige Untersuchungen als ein reifes Stadium wissenschaftlicher Entiwicklung gesehen werden. Aufwand, materiell-finanziell wie intellektuell, lohnte sich – das war deutlich geworden.

## "Bilder", Analogien über die Naturphänomene

Theorien über die Naturphänomene waren oft "Bilder", Analogien. Die Licht"**wellen**" waren eine Möglichkeit, Eigenschaften des Lichtes zu beschreiben. Der **elektrische Strom** wurde als etwas "Fließendes" dargestellt und vieles wurde damit beschreibbar. Die Phänomene wenigstens etwas zu erfassen ist oft nur in Bildern möglich, im Mikro- und Makrobereich auf jeden Fall. Zu Ende des 19. Jh. sah WILHELM OSTWALD (1895 / 1904, S. 60) in der Theorie der chemischen Verbindungen ein "widerspruchsvolles Konglomerat fossiler Bestandtheile aller früheren Theorien", so der Überreste der Attraktionstheorien, Reste der elektrochemischen Theorien und der stark von mechanischen Vorstellungen bestimmte Stereochemie. OSTWALD betrachtete die "Analogien" als eher hemmend als fördernd, obwohl sich viele Menschen gerade aus ihnen ihr naturwissenschaftliches Weltbild zusammenzimmern.

## Entwicklung - "Evolution"

Nachdem im 18. Jh. IMANUEL KANT die Herausbildung des Sonnensystems diskutiert hatte, sah man die Bildung der **Erdkruste** und dann auch der **Lebewesen** als einen Entwicklungsprozeß, für den immer längere Zeiträume, schließlich Jahrmillionen angesetzt wurden. Eine Umbildung, also durchaus eine Art 'Evolution', wurde auch für die **Sprachen** angenommen. Das wurde deutlich als das altindische Sanskrit in England bekannt wurde und in Deutschland FRANZ BOPP (A. LESKIEN 1876), ab 1821 Professor in Berlin, namentlich die indogermanischen Sprachen unter starker Einbeziehung des Sanskrit miteinander verglich. Noch weitere Sprachen zog sein Freund WILHELM VON HUMBOLDT heran.

Die **"Evolution" der Lebewesen** wurde schließlich neben der **Erdgeschichte** die am besten aufgeschlossene Evolution von Naturgegebenheiten, wenn diese auch nur ein **Ausschnitt**, eben der bestbekannte, **aus dem** anzunehmenden **großen Evolutionsgeschehen** sind, und nicht alles so wie bei den Organismen, mit Variabilität und Selektion, ablief. In der Zeit DARWINs war es in England der oft als simpel betrachtete, aber auch viel verallgemeinernde Philosoph HER-

BERT SPENCER (dtsch. 1905), der für **Evolution als alles Sein umfassendes** Konzept sah: "Mein Bestreben aber ging dahin, eine allgemeine Theorie der Entwickelung darzulegen, wie sie sich in allen Daseinsformen offenbart" (S. 60), der "als Außenstehender ... die Erscheinungen des organischen Lebens als Spezialfälle der Evolution betrachtete, ..." (S. 60). Selbst also, wenn der 'Darwinismus' "für die Welt des Unbelebten- etwa der Kosmologie – nicht unmittelbar gilt", erweitere er das "Bewusstsein auch in jenen Bereichen, die außerhalb seiner eigentlichen biologischen Domäne liegen" (R. DAWKINS 2008, S. 157). Schließlich wurde im 19. Jh. schon erörtert, ob die **chemischen Elemente** etwa auseinander entstanden (s. etwa G. RUDORF 1904). Der britische Astronom NORMAN LOCKYER etwa legte das 1900 dar in seiner "Inorganic Evolution".

Die zunehmend verbindliche Erkenntnis: **Geschichte, Entwicklung, 'Evolution', auch der Gesellschaft, also allüberall.**

Bei der Ausweitung des Begriffes 'Evolution' konnte verkannt werden und war dies nach seinerzeitiger Kenntnis verständlich, daß die **Grundlagen für Entwicklung,** die Voraussetzungen des Phänomens 'gerichtete Veränderung' **verschieden** waren. In C. F. von WEIZSÄCKERs Worten (1970, S. 55). "Die Frage nach den bwegenden Kräften ist die krönende, aber eben darum nicht die erste der Fragen, welche eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchtung stellen muß." Die **Evolution der Lebewesen** ruht nach postdarwinischen Erkenntnissen auf den Veränderungen in der Erbsubstanz und dann der Selektion der deshalb entstandenen unterschiedlichen Varianten. Auf die Enwicklung der Himmelskörper, der Erdkruste oder der chemischen Elemente war das **nicht zu übertragen**. Biologie war eben nicht eiufach in die Physik zu integrieren und MAYR betonte etwa 1982 den Unterschied (R. LEWIN 1982 a). **Völkergeschichte,** etwa im Sinne SPENGLERs, kann nicht mit dem von innen her programmierten Ablauf des Lebens eines Menschenindividuums gleichgesetzt werden (C. F. VON WEIZSÄCKER 1970, S. 77).

## Weitertreiben der Untersuchungen bis in möglichst die letzten Einzelheiten

Erfassung möglichst aller chemischen Substanzen mit ihren Eigenschaften, Beschreibung aller Vorgänge etwa in der Embryonal-Entwicklung der Tiere, aller Muskeln und Nerven bei vielen Tieren – dem Außenstehenden wird es immer schwerer, das zu verfolgen. Es geschieht eine Trennung zwischen dem auf die großen Linien ausgehenden Interessenten, wie es auch die Wissenschaftsgeschichte noch festzuhalten sucht, und dem Spezialisten. Daß Spezialdinge wichtig sein können, auch

als regelrechte Paradigmen bedeutender Zusammenhänge erscheinen können, ist dabei zweifellos gegeben. Der Anatom BARDELEBEN schrieb im Nekrolog über den auf Einzelheiten gehenden Anatomen KARL KUPFFER (1903, S. 714): "In unserer Zeit wird jetzt an der Detailgestaltung des Gebäudes gearbeitet und dabei sind die Grenzen des Arbeitsfeldes für den einzelnen enge gwworden und mit Sehnsucht denkt man wohl an den Genuss, mit dem in früherer Zeit der Forscher den Entwurf des Gesamtplanes sich ausdenken durfte." Das Erkennen neuer großer Sachverhalte, so der Plattentektonik in der Geologie der zweiten Hälfte des 20. Jh., wurde dann begrüßt.

## Szientistisches Weltbild

In dem mit den Fortschritten der Naturwissenschaften einhergehenden **szientistischem Weltbild** wurden **religiöse Erklärungen obsolet**, sollten die Anschauungen der Menschen nur auf Wissenschaft, speziell Naturwissenschaften begründet werden, also allenfalls so etwas wie eine Naturreligion bestehen. Gerade in England gab es ungeachtet aller deistischen Traditionen des 17./18. Jh. lange noch viel reglementierende Religiosität, waren selbst bedeutende Forscher geweihte Geistliche. Aber etwa DAVY hatte die Unsterblichkeit der Seele, des menschlichen Geistes in Vergleich gesetzt zur Unzerstörbarkeit der Materie (D. KNIGHT 1986, S. 193). Mit Bibelglauben war es kein Wunder, wenn dann die Lockermassen etwa im nördlichen Mitteleruopa zunächst, bei BUCKLAND, als Produkt einer großen Wasserflut gedeutet wurden, also der biblischen Flut wenigstens nicht widersprachen. Aber der englische Wissenschaftsphilosoph WILLIAM WHEWELL forderte 1841 (S. 659/660) in aller Vorsicht: "... besonders dürfen metaphysische oder theologische Rücksichten, deren Werth auf ihrem Felde noch so groß sein mag, wenigstens keinen unmittelbaren Einfluß auf unsere Physik oder auf unsere Geologie haben. Versuche solcher Art haben die Astronomen in den älteren und die Geologen in den neueren Zeiten schon oft in große Irrthümer geführt." In England waren auch in Reden und Schriften mit ihrer szientistisch-materialistischen Anschauung hervortretende Exponenten TYNDALL (W. H. BROCK 2004) und TH H. HUXLEY, in Deutschland HAECKEL und der Chemiker WILHELM OSTWALD. Der vielseitige TYNDALL stammte aus einer aus England nach Irland übersiedelten Familie, lernte mit FRANKLAND bei BUNSEN in Marburg, beeindruckte 1853 mit einem Vortrag vor der Royal Institution in London. Hier wirkte er harmonisch mit FARADAY und wurde nach dessen Tod 1867 FARADAYs Nachfolger an der Royal Institution. TYNDALL war auch Gletscherforscher und Alpinist. TYNDALL vertrat ähnlich TH. H. HUXLEY den "wissenschaftlichen Naturalismus", ein **szientistisches Weltbild**, das die Anschauungen der Menschen auf Wissenschaft, speziell Naturwissenschaften, und nur auf diese zu begründen suchte. Etwa

auf dem Meeting der British Association in Belfast 1874 forderte TYNDALL die volle und freie Diskussion aller religiösen Fragen. TYNDALL war mehr Pantheist als Ahteist. Er sah beispielsweise Evolution als "the manifestation of a Power absolutely inscrutable to the intellect if man" (zit. b. D. KNIGHT 1986, S. 191). Die englischen religionsskeptischen agnozistischen Forscher wie TYNDALL und HUXLEY vereinten sich im 'X-Klub', die auch die Naturwissenschaft nach außen vertraten (S. 190). Der Zoologe und katholische Naturphilosoph ST. G. MIVART, der Sympathien mit dem Darwinismus gezeigt hatte, wurde in Anwendung des Modernisteneides von 1870 in England aus der römisch-katholischen Kirche exkommuniziert (S. 191).

## Erdgeschichtsforschung nach 1800

Die Fragen nach der Vergangenheit der Erde, die Geologie, waren namentlich in der ersten Hälfte des 19. Jh. ein viele interessierendes Terrain.

Um 1800 wurde deutlich, daß gleichartige Gesteine, etwa Kalk oder Sandsteine, in unterschiedlichen Perioden der Erdgeschichte entstanden sein müssen, also Gesteine nicht Zeitmarken sind. In England fand sich etwa roter Sandstein unter Kohlenlagern (Old Red) und mindestens noch zweimal war in England Sandstein in jüngeren Zeiten abgesetzt worden. **Zeitgebunden** erschienen nicht Gesteine, dafür aber **Fossilien**. Viele Arten, etwa von Ammoniten, fanden sich nur in bestimmten Schichten, was zuerst namentlich der Leiter etlicher Kanalbauten in England WILLIAM SMITH (J. CHALLINOR 1970, J. M. EYLES 1967, S. WINCHESTER 2001), "The father of English Geology", ab 1799 erkannte. Fossilien erwiesen sich als die zeitgebundenen "Denkmünzen der Erdgeschichte". In Deutschland hatte der höhere Gothaer Staatsbeamte ERNST FRIEDRICH VON SCHLOTHEIM Ähnliches bemerkt und schrieb etwa 1813 (S. 5) in seiner vorsichtigen Art: "Offenbar kann uns das Vorkommen der Versteinerungen die wichtigsten Aufschlüsse zur nähern Bestimmung des relativen Alters mehrerer Gebirgsarten, und der gleichzeitigen oder ungleichzeitigen Bildugn derselben und ihrer untergeordneten Schichten verschaffen; ..." Fossilien waren unbedingt schichtenweise aufzusammeln. Die Schichtgebundenheit von Säugetieren des Tertiär im Pariser Becken hatte um 1800 GEORGES CUVIER, Autorität in der vergleichenden Anatomie wie in der Paläontologie, gefunden. Während im allgemeinen erwartet wurde, die bisher nur fossil bekannten Formen eines Tages doch noch in lebenden Exemplaren irgendwo auf der Erde entdeckt würden, fossile Meeretiere etwa in der Tiefsee, wies CUVIER um 1800 nach, zuerst bei fossilen Elefanten, daß **manche Formen ausgestorben** sind, was auch etwa BLUMENBACH schon aussprach.



Abbildung 1469: CUVIER.Montbeliard.

Die Erdgeschichtsforschung kam von der "**rock** (Gesteins-)**-geology**", der Nutzung allein der Gesteine zur Aufstellung einer Zeitfolge der erdgeschichtlichen Ereignisse, **zur** "**fossil-geology**", mit der **Leitfossil-Methode**, der Nutzung der Fossilien, um in einem Sedimentgestein dessen Stellung in der Gesteinsabfolge festzustellen.

Für etliche Zeit rückte im Denken über die Erdgeschichte die **Katastrophen-** oder Kataklysmen-**Theorie** in den Vordergrund, gemäß der die Erdoberfläche mehrfach von alle Festländer umfassenden Katastrophen betroffen wurde (S. TOULMIN et al. 1985). Begründet haben die Auffassung namentlich GEORGES CUVIER und der Paläobotaniker ADOLPHE THÉODORE BRONGNIART.

CUVIER war am 23. August 1769 in der damals zu Württemberg gehörenden, in der Burgundischen Pforte liegenden Stadt Mömpelgard als Sohn eines Offiziers geboren worden.

Die Stadt kam 1793 als Montbéliard zu Frankreich. CUVIER hatte die Hohe Karlsschule in Stuttgart besucht und war hier im Unterschied zu SCHILLER ein ausgezeichneter Schüler. Wegen der prekären Finanzlage seiner Familie ging CUVIER als Hauslehrer auf das Schloß von Fiquainville bei Caen in die Normandie und, an Naturgeschichte stark interessiert, begann hier Meerestiere zu untersuchen. Vermittelter Briefwechsel mit dem Pariser Naturforscher ÉTIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE führte zu seiner Einladung nach Paris. Während

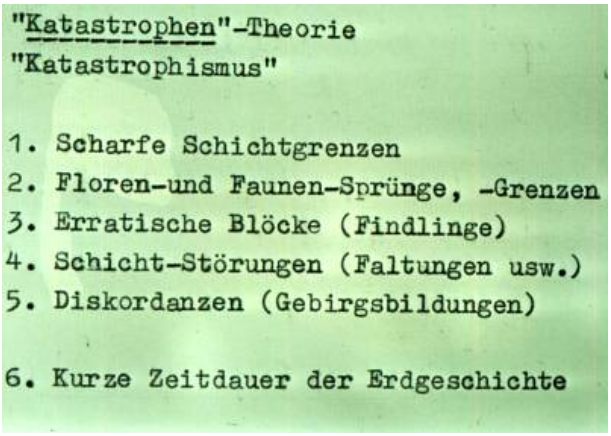


Abbildung 1470: Scheinbarer Erklärungswert der Katastrophen.

É. GEOFFROY SAINT-HILAIRE General NAPOLEON BONAPARTE nach Ägypten begleiten mußte, konnte CUVIER am Naturkundemuseum emporsteigen, wurde einer der führenden Gelehrten Frankreichs in seiner Zeit, unter NAPOLEON wie danach unter den Bourbonen. CUVIER war schließlich für den Unterricht der nichtkatholischen Bevölkerung in Frankreich zuständig, wurde Baron und Pair. Als ihn 1832 der junge, ständig arbeitende Schweizer Fischforscher LOUIS AGASSIZ besuchte, sagte CUVIER zu ihm: "Seien Sie vorsichtig und bedenken Sie, daß Arbeit tödtet." Am nächsten Tag, dem 13. Mai 1832, fiel CUVIER "vom Schlage gerührt" von der Tribüne der Abgeordnetenkammer nieder (E. AGASSIZ-CARY 1886).

**Alle Erscheinungen der Erdkruste** sollten **durch die kurzzeitigen erdweiten Katastrophen erklärt** werden: die Faunen- und Florensprünge ohne Annahme von längerer Ablagerungsunterbrechung, die Schrägstellung und Zerbrechen von einmal zweifellos waagerecht abgelagerten Schichten, Faltung von Schichten, Gebirgsbildung, Talbildung, Transport der großen "erratischen" Blöcke. Ergebnis der letzten Katastrophe sollten die ortsfremden Riesenblöcke, "Findlinge" etwa der norddeutschen Tiefebene, sein.

Nach jeder Katastrophe sollte immerhin eine neue, den gegenwärtigen Formen näherstehende Organismenwelt auf der Erde erschienen sein, habe also eine "**Progression**" der Organismenwelt stattgefunden (W. HOPKINS 1854), aus nicht bekannten Gründen und jedenfalls nicht durch Transformation. Katastrophen und Progression waren also eine Verbindung eingegangen.

Die letzte Katastrophe sollte etwa 5000 bis 6000 Jahre zurückliegen. Erst danach habe es Menschen gegeben. Wie WERNER seine Auffassung aus territorial beschränkten Erfahrungen in Sachsen ableitete, so CUVIER aus der Abfolge der



Abbildung 1471: Gefalteter alter Sandstein. Lausitz.



Abbildung 1472: Schräggestellte Schichten, Insel Wight.



Abbildung 1473: Katastrophen-Phantasie 1855.

fossilen Säugetiere im Pariser Becken. Andererseits: So wie seefahrende und reisende Menschen die Grenzen der Räume der Erde überschritten hatten, geschah es mit den erdgeschichtlichen Erkenntnissen in Grenzüberschreitung für die Zeit (G. CUVIER 1830, S. 2), auch wenn man das zunächst in einem begrenzten Gebiet versuchte.

Der 1802 geborene Sohn eines Arztes von Santo Domingo, ALCIDE D' ORBIGNY (H. TOBIEN 1974), der 1826 bis 1834 im Auftrage des Pariser Muséum d' Histoire Naturelle in Südamerika sammelte und forschte, unterschied in Auswertung von 18000 fossilen Spezies 27 scharf getrennte, durch Katastrophen hervorgerufene "étages" in der Schichtabfolge.

Einer von Frankeichs weiteren führenden Geologen, ÉLIE DE BEAUMONT, nach geologischen Forschungen in England und Frankreich 1827 Professor der Geologie an der École des Mines und ab 1835 Generalinspektor der Bergwerke, ermittelte aus unregelmäßig übereinanderliegenden Gesteinsschichten, aus **Diskordanzen**, die **früheren Gebirgsbildungen**. So liegen in Mitteleuropa die ziemlich flach liegenden Schichten des Obercarbon sowie des Perm und die des Erdmittelalters, so die der Trias, auf einem stark gefalteten Untergrund, der auch vielerorts aus plutonischen Gesteinen besteht. Die stark gefalteten, veränderten Schichten unter dem Obercarbon, die einst flach liegende, ja im Meer abgelagerte Schichten waren, wurden in einem Gebirgsbildungsprozeß, einer Orogenese, unterworfen. Auf dieses dann wieder abgetragene Gebirge von unbekannter Höhe lagerten sich dann die späteren flachen Sedimente.

Damit ist auch die Zeit dieser Gebirgsbildung eingegrenzt, muß jünger als die

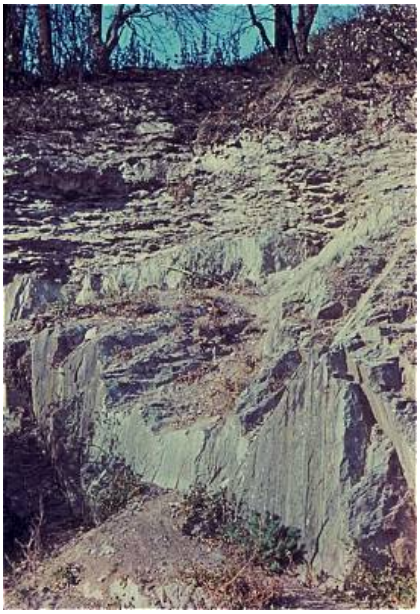

Abbildung 1474: Diskordanz. Bei Gera.

jüngsten mitgefalteten Schichten und älter als die ältesten aufgelagerten flachen Schichten sein. In den Alpen gibt es sehr viel jüngere gefaltetet Sedimente und die südeuropäischen Gebirge sind somit wesentlich jünger als das "varistische Gebirge" Mitteleuropas, das im Untercarbon enstand. In Diskordanzen das Ergebnis von Gebirgsbildungen zu sehen und die offensichtlich nur periodischen Gebirgsbildungen in die Erdgeschichte einzuordnen gehört zu den großen Leistungen in der Geologie der ersten Hälfte des 19. Jh. Zwischen den gefalteten oder gestörten Schichten und erneuten, diskordant darüberliegenden Ablagerungen konnten natürlich längere Zeiträume ohne Zeugnisse liegen. Auch im 20. Jh. kennt man nur wenige geologische Profile, in denen das Alter eines orogenetischen Vorganges zeitlich hinreichend eingegrenzt werden kann, weil die nächstfolgende Sedimentation relat6iv kurzzeitig auf die Gebirgsbildung folgte (H. STILLE 1924). In Niederschlesien gibt es gefaltetes junges Untercarbon und diskordant darauf folgt tiefstes Obercarbon. Somit konnte hier eine Gebirgsbildung auf die Grenze von Untercarbon und Obercarbon gelegt werden, womit die sudetische Phase der variscischen Gebirgsbildung festgelegt war. Später wurde auch gefunden, daß außer den Diskordanzen Störungen am Rande von Gebirgen über das Alter von Gebirgshebungen aussagen, so am Nordrand des Harzes und am Riesengebirge die Steilstellung von Kreideschichten, die von der Heraushebung der Mittelgebirge nach der Kreide künden.

ELIE DE BEAUMONT stand zunächst auch auf dem Boden der Hebungstheorie der Gebirge und Berge, wonach nach oben steigendes Magma die Gebirge empor-

hob. Überzeugender fand er dann seine Erklärung, daß die Gebirge vor allem durch **seitlichen Druck** entstehen, und dieser zustandekommt durch fortlaufende **Kontraktion ("Schrumpfung")** der Erde infolge ihrer ständigen **Abkühlung**, durch **Wärmeverlust** ans Weltall, von ELIE DE angedeutet 1829, ausführlich dargelegt 1852. Während das noch warme Erdinnere schrumpfte, wurde dem Erdkern die abgekühlte und daher nicht mehr schrumpfende äußere Kruste, "sein Kleid...zu weit". Wie auf der Außenhaut eines austrocknenden Apfels sollten auf der Erdoberfläche Schrumpelungen, eben die Gebirge, entstehen. Eine von ELIE DE BEAUMONT berechnete Verkürzung des Erdradius um 1500 bis 7000 Meter sollte dabei für die Gebirgsbildung ausgereicht haben. Trotz des als ziemlich kontinuierlich anzusehenden Wärmeverlustes habe **Gebirgsbildung** jedoch **episodisch** stattgefunden, also an **Phasen**, weil die durch die Schrumpfung bewirkten Spannungen sich etliche Zeit anstauten und dann sich relativ ruckartig in Orogenesen entluden.

ELIE DE BEAUMONT verband die periodisch stattgefundenen Gebirgsbildungen, die immer verschiedene Teile der Erde betrafen, mit den von CUVIER aus Faunensprüngen abgeleiteten **Katastrophen.** Katastrophen, wenn sie denn stattgefunden haben, wurden somit immerhin auf naturwissenschaftlicher Grundlage erklärt, wurden von allem eventuell Mystischem entkleidet.

DE BEAUMONTs **verband** die schon bei BUFFON angenommene **Erdabkühlung mit Erdschrumpfung und Gebirgsbildung**, brachte so eine weitere verschiedene Phänomene zusammenfassende, synthetisierende Betrachtung in die Erdgeschichte, später fortgeführt etwa von EDUARD SUESS.

Eine weitere Präzisierung in die Vorstellung von der Gebirgsbildung brachte der US-amerikanische Paläontologe Geologe 1857 JAMES HALL, nachdem er in den nördlichen Appalachen festgestellt hatte, daß die entsprechenden Sedimente in den Kettengebirgen sehr viel mächtiger sind als in den Vorländern, die Gebirge offensichtlich aus einem sich über lange Zeiträume abtiefenden Sedimentationstrog entstanden, wofür DANA 1873 den Terminus "**Geosynklinale**" prägte (R. TRÜMPY 1955). Gebirgsbildung war also an noch nachträglich andersartige Zonen gebunden.

Die Katastrophentheorie wurde von der schon von HUTTON vertretenen Auffassung vom **Uniformitarismus** oder **Aktualismus** ab etwa 1830 zunehmend abgelöst. Alle Veränderungen auf der Erdkruste sollten stets nur durch auch heute sich abspielende und damit beobachtbare, erforschbare Vorgänge zustandekamen. Nachdem der Gothaer Staatsbeamte KARL ERNST ADOLF VON HOFF ab 1822 das zu begründen begann, hat CHARLES LYELL (G. ZIRNSTEIN 1980) ab 1830 mit seinem mehrfach aufgelegten, mehrbändigen Hauptwerk "Principles of geology: being an attempt to explain the former changes of the earth's surface by



Abbildung 1475: Tempelsäulen Pozzuoli 1990.

reference to causes now in operation" das begründet. Geboren am 14. November 1797 auf dem Familienbesitz Kinnordy in Schottland, studierte Jura, lernte LYELL als Jugendlicher auf Familienausflügen die Alpen und Italien kennen, studierte Jura, wirkte kurz an der neugegründeten Londoner Universität, unternahm dann als materiell gesicherter Privatgelehrter und führender Geologe zahlreiche Studien-Reisen, 1841 / 1842 auch erstmals in die USA. Als er am 22. Februar 1875 starb, wurde die Geologie im wesentlichen vom Aktualismus bestimmt. LYELL suchte durch seine Tatsachenfeststellung nachzuweisen, daß in der Millionen von Jahren umfassenden Zeit der Erdkruste etwa die Meeresbrandung immer tiefer in die Festländer einbrach und sie zerstörte, andererseits Erdbeben der heute geläufigen Stärke Gebirge wie Alpen und Himalaja und damit neue Kontinente emporsteigen ließen. Steter Tropfen höhlt den Stein. Ein Zeugnis für langsame Senkungen und Hebungen sollten nach LYELL die erhaltenen Säulen des Tempels von Pozzuoli nördlich Neapel bieten. In gewisser Höhe haben sie Bohrmuschelspuren. Wenn man davon ausgeht, daß der Tempel auf Festland erbaut wurde, sank er offensichtlich eine Zeit lang ab und stieg dann wieder empor.

Allerdings ist um Pozzuoli, unweit der Phlegräischen Felder, die Erde recht aktiv und die Absenkung und das erneute Herausheben der Tempelsäulen mag viel lokaler zu deuten sein als es LYELL tat, also nicht Modell für kontinentenweite Auf- und Abwärtsbewegungen sein. Im Klima sollte die Erde stets etwa der Gegenwart vergleichbare Verhältnisse aufgewiesen haben, modifiziert durch manchmal mehr Feuchtigkeit je nach Lage und Größe der wechselnden Festländer. LYELLs Bild von der Erdkrusten-Entwicklung sicherte weitgehende Stabilität abgesehen von begrenzten destruktiven Ereignissen, versprach relative Sicherheit und Durchschaubarkeit. DARWIN beobachtete auf seiner Weltreise eine etliche Meter be-

tragender Landhebung bei einem Erdbeben an der Küste von Chile. Da LYELL die Erde abgesehen vom Zerfall und Aufstieg der Festländer die Erdkruste sich in prinzipiell stets dem gleichen Zustand vorstellte, sollte es keine Progression der Organismen und keine Abkühlung der Erde geben. Das mußte doch später revidiert werden. DARWIN nahm an, daß die Vorgänge, die in der Evolution der Organismen stattfinden, in LYELLs aktualistischem Sinne ebenso heute stattfinden und deshalb untersucht werden können, was den bedeutenden Einfluß LYELLs auf DARWIN bedeutet. Der irreversible Wandlung der Lebewesen mußte entgegen LYELLs früher Annahme zu immer einer wieder anderer Welt der Organismen und der durch sie bedingten Erscheinungen, wie der Bodenbildung, führen. Man sprach auch vom "Evolutionismus".

**Trotz allem Aktualismus**, von dem kaum ein Geologe mehr Abschied nehmen wollte: Die Annahme der durch das Schrumpfen bewirkte Kontraktion der Erde blieb eine beherrschende Theorie in der Geologie bis ins 20. Jh., die **Kontraktionstheorie** wurde immer wieder auch unter weiteren Gesichtspunkten diskutiert, sollte eben gerade die Gebirgsbildung, wie immer die Einzelvorgänge verliefen, ob Faltung oder gar weiträumige Massenüberschiebung und auch verschiedene Formen des Vulkanismus, hervorbringen. **Eine schrumpfende Erde, bedingt durch ihre Abkühlung, war aber eine** sich in einer Richtung, also sich **irreversibel verändernde Erde**. Mit der Entdeckung der Radionaktivität änderten sich allerdings auch die Vorstellungen über die Abkühlung in der Erde.

Mit der Annahme von Kosmos-Entwicklung – Erd-Entwickung – Organismen-Evolution und der Ur-und Frühgeschichte sowie mit der Erforschung der alten Kulturen wurde eine allgemeine Vorstellung der **allseitigen Entwicklung** auf rationaler und nicht mehr biblisch beeinflußter Grundlage möglich

# Astronomie ab etwa 1800 in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts

## Doch Materie aus dem All auf die Erde: Meteore

Meteore, aus dem Weltall auf die Erde fallende Gesteinsbrocken, waren trotz Berichten aus alten Zeiten im Gefolge der Aufklärung im 18. Jh. in den Bereich des Aberglaubens verwiesen worden, galten als nicht mehr als die ebenfalls nun veworfene Astrologie. Sternschnuppen wurden als elektrische Erscheinungen in der Atmosphäre gedeutet. In Deutschland sammelte der als Physiker bekannte ERNST CHLADNI vorhandene Beobachtungen über Meteore, also mit Resten bis

auf die Erde gelangten "Sternschnuppen", und reiste, um gesammelte Meteoriten in Augenschein zu nehmen. Ausgehend von der von dem Naturforscher PALLAS entdeckten Eisenmasse veröffentlichte CHLADNI 1794, daß Meteore aus dem Weltall stammen. In Göttingen hat der Student JOHANN FRIEDRICH BENZENBERG (BRUHNS 1875, H. GOLLWITZER 1955, B. STICKER 1970) 1798 die Bahn von den etwa in einigen Augustnächten regelmäßig und reichlich fallenden Sternschnuppen mit dem in 10 bis 15 km Entfernung gleichzeitig beobachtenden Studenten HEINRICH WILHELM BRANDES (BRUHNS 1876) zu bestimmen gesucht. CHLADNIs Annahme der außerirdischen Herkunft erschien als bestätigt. BENZENBERG führte die Meteore allerdings auf Mond-Vulkane zurück. Seine weiteren gesammelten Befunde über Fälle von Feuer-Meteoren stellte CHLADNI 1819 zusammen, wobei er sich auch auseinandersetzte mit von oben herab niedergefallenen Haaren, blauer Seide und anderem, was davon zeugt, wie sehr es galt, die außerirdische Herkunft der Meteore zu beweisen. Für außerirdische Herkunft zeugten ihm wenigstens indirekt die Unabhängigkeit des Fallens von Meteoren von der Jahres- und Tageszeiten, von Weltgegend, Wetter und anderem. Etwa die Oberfläche der Meteoriten zeugte ihm von starker Erhitzung. In England wurde BANKS, ansonsten Botaniker, auch Präsident der Royal Society, ein Sammler auch von Meteoriten. In Frankreich wurde ein Meterorit in l'Aigle im Department Orne vom 26. April 1803 gemeldet. Der Minister des Inneren in Frankreich, der Chemiker CHAPTAL, nahm sich der Sache an und beauftragte den Naturforscher und Physiker JEAN-BAPTISTE BIOT mit der Prüfung von Augenzeugenberichten und dem Aufsammeln von Proben (M. P. CROSLAN 1970). BIOTs Bericht am 18. Juli 1803 vor der ersten Klasse des Institut markierte den Beginn der allgemeinen **Anerkennung der Existenz der Meterorite** in Frankreich. Auf der Oberfläche der Meteoriten auffällige bandartige Strukturen wurden 1808 nach ALOYS VON WIDMANSTATTEN genannt. CARL von SCHREIBERS beschrieb 1820 unter anderem den Meteorfall von Stammern in Mähren.

In jener Zeit, da man möglichst alles chemisch analysierte, was angetroffen wurde, wurden auch Meteorite chemisch analysiert, das namentlich in England durch EDWARD CHARLES HOWARD 1799 - 1802 (S. F. MASON 1991). Besonders starkes Interesse fanden Meteoriten mit Kohlenstoff, gefunden etwa etwa durch THENARD und VAUQUELIN um 1806 in frisch gefallenen Meteoriten und durch BERZELIUS um 1834. Kohlenstoff und Kohlenstoff-Verbindungen konnten Zeugnisse von außerirdischem Leben sein.

Mit der Anerkennung der außerirdischen Herkunft der Meteore war also deutlich, daß **die Erde mehr aus dem Weltall empfing als Licht und Wärme**, so reichlich und allein lebensstützend sie einflossen. Daß auch noch magnetische Stürme, ausgehend von der Sonne, hinzukommen, sollte sich noch im 19. Jh. erge-

ben, und das 20. Jh. trug die kosmischen Strahlen und auch Röntgenstrahlen aus dem All hinzu.

Der kleine Planet **Erde**, so wurde zunehmend deutlich, war also **in ein vielseitiges Geschehen im All eingebunden**. Es gab also auch eine vielseitige 'Ökologie' der Erde insgesamt.

## Gibt im Sonnensystem auch manche kleinen Himmelskörper: Planetoiden

Die Entdeckung des Uranus hatte bewiesen, daß selbst im Sonnensystem noch besonderes Neues zu finden war. Nicht nur vielleicht irgendwelche Kometen. Kurz nach 1800 überraschte die Auffindung von Kleinplaneten zwischen Mars und Jupiter, **Planetoiden** genannt. Schon KEPLER hatte bemerkt, daß die Planeten in bestimmten Entfernungen von der Sonne kreisen, Entfernungen, die sich durch die Zahlen 4, 7, 10, 16, 52, 93 darstellen ließen. Zwischen Mars und Jupiter jedoch klaffte eine Lücke, die beachtlich größer ist als zwischen den anderen Planeten üblich. JOHANN DANIEL TITIUS (TIETZ), 'der Naturlehre Professor auf der Universität Wittenberg', schob in seiner Übersetzung von BONNETs Werk über die "Contemplation de la Nature" 1772 ein später auch von JOHANN ELERT BODE (B. STICKER 1970) an der Sternwarte in Berlin aufgegriffenes vermutetes Gesetz ein, daß die Planeten in bestimmten Entfernungen voneinander stehen und ihnen fiel ebenfalls eine zu große Lücke zwischen Mars und Jupiter auf. Zwischen Mars und Jupiter wäre deshalb nach einem noch unentdeckten Planeten zu suchen, der vielleicht auch zerstört und lediglich noch in Resten vorhanden sein könnte. Unter jenen, die wegen der Hypothese suchten, war GIUSEPPE PIAZZI in Palermo. Er fand am 1. Januar 1801, also in der Neujahrsnacht, einen **ersten Kleinplaneten**, der "**Ceres**" genannt wurde (G. ABETTI 19 , D. BREWSTER 1851, J. PIAZZI 1822) und BODE in Berlin frohlockte 1802 (S. (3)): "Er sey höchstwahrscheinlich der von mir seit bereits 30 Jahren angekündigte, zwischen Mars und Jupiter befindliche, bisher noch nicht entdeckte achte Hauptplanet des Sonnensystems,..." PIAZZI war Theatinerpater, seit 1781 Professor für Physik und Astronomie in Palermo und seit 1817 Direktor der Sternwarten Siziliens (G. BUTTMANN 1965, S. 54). BODE (1804), der bei der Auffindung des ersten Kleinplaneten wenigstens als Anreger wirkte, war ansonsten Physikotheologe. Planeten müßten einen Zweck haben, und der wäre, daß sie bewohnt sind. Die ferneren Planeten, die großen also, würden sich als gewissen Ausgleich für ihre größere Entfernung von der Sonne viel schneller als die Erde um ihre Achse drehen, um so öfter den herrlichen Anblick und die segnenden Wirkungen der Sonne zu genießen. Um sie drehen sich wegen der wegen ihrer Größe nötigen besseren

nächtlichen Beleuchtung mehrere Monde (S. 103 / 104). In Berlin begrenzt in seinen Beobachtungsmöglichkeiten, trug BODE viel von anderswo veröffentlichtem astronomischen Material zusammen, und in seiner "Uranographia stellte er, andere übertreffend, über 17.000 Sterne vor. Was den Kleinplaneten **Ceres** (H. C. UREY 1952, S. 193) betrifft: mit einem viel später festgestellten Radius von 400 km, nunmehr durchschnittlicher Äquatordurchmesser 964 km (Wikipedia 2018), blieb er **der größte** dieser noch in größerer Zahl gefundenen, nun zu den Asteroiden gerechneten Himmelskörper. Der Ceres ging allerdings noch einmal aus dem Beobachtungsfeld verloren und am 31. Dezember 1801 entdeckte ihn HEINRCICH WILHELM OLBERS wieder, Bei der Suche nach weiteren "Planetoiden" fand der Bremer Astronom Arzt und Astronom OLBERS am 28. März 1802 den Kleinplaneten "Pallas", HARDING am 2. September 1804 3. Planetoiden den "Juno". Nach der Entdeckung der "Juno" hat OLBERS noch einmal unterstrichen, daß es sich bei diesen Planetoiden wohl um die Reste eines zerplatzten größeren Planeten handelt. Der Gedanke vom **möglichen Untergang eines ganzen Planeten** hat zum Nachdenken über das Schicksal von Himmelskörpern ähnlich der Erde und über himmlische Katastrophen überhaupt angeregt (D. BREWSTER 1851). OLBERS überlegte, daß alle diese Bruchstücke von einem Punkt aus weggeschleudert worden sein müssen und daher an bestimmten Teilen des Himmels zu suchen sind. Am 29. März 1807 fand OLBERS den Planetoiden "Vesta". Weitere Planetoiden-Entdeckungen kamen verzögert, waren: 1845 HENCKE die "Astraea", 1847 HENCKE die "Hebe", 1847 HIND die "Iris" und die "Flora" und bis 1854 insgesamt 10 Kleinplaneten, 1848 GRAHAM die "Metis", 1849 GASPARIS die "Hygeia", 1850 die "Parthenope". An der von BENZENBERG gegründeten und der Stadt Düsseldorf vererbten Privatsternwarte wurden bis 1875 noch 20 kleine Planeten gefunden. Um 1890 waren über 300 der nun mit einer Größe von unter 1000 km liegenden Asterioden bekannt. Die Kleinplaneten, Planeoiden, nunmehr Asteoiden galten zuerst als vollwertige Planeten und der 1846 entdeckte Neptun war deshalb zunächst der 13. Planet (Wikipedia 2018). Wegen seine Größe blieb der Neptun Planet. Die Bahnen der kleinen Planeten und von Kometen berechnete etwa JOHANN FRANZ ENCKE (A. KOPFF 1959), seit 1832 Direktor der Berliner Sternwarte. Für einen 1816 entdeckten Kometen fand er die kurze Umlaufzeit von 3,3 Jahren, die sich zudem noch änderte und das schien ihm auf Hindernisse im Weltall hinzudeuten. In diesem "Enckeschen Kometen" blieb sein Name erhalten.

Entdeckt wurden schließlich auch weitere **Trabanten anderer Planeten** des Sonnensystems.

Der Schweizer Astronom CHARLES DE LOYS diskutierte schon im 18. Jh. und nun OLBERS um 1820, daß bei einem unendlichem Weltall ein gleichmäßig heller

Himmel existieren müßte, da bis in die "unendlichen" Tiefen "unendlich" viele Sterne leuchten und zu einem gleichmäßig hellem Sternenhimmel beitragen müßten. Man sprach vom "Olbersschen Phänomen".

## Die Fixtstern-Parallaxe

Lange gesucht wurde die **Parallaxe von Fixsternen**, Winkelunterschiede in der Stellung von Sternen bei veränderter Stellung der Erde im Verlauf ihrer jährlichen Umkreisung um die Sonne. Aus der Parallaxe konnte auch auf die Entfernung der Gestirne geschlossen werden. Am stärksten mußte eine Parallaxe nach jeweils einem Halbjahr auffallen, wenn also die Erde auf ihrer Bahn zwei am weitesten voneinander entfernte Punkte besetzte. Daß die schon im 17. Jh. gesuchte Parallaxe bei keinem Fixtstern gefunden wurde, erklärte man bei Annahme der ansonsten anerkannten Bewegung der Erde um die Sonne damit, daß die Entfernung der Fixsterne zu gewaltig ist, um meßbare Winkelunterschiede an den verschiedenen Stellen der Erdbahn zu bieten.

THOMAS HENDERSON, 1832 / 1833 royal astronomer am Kap in Südafrika, glaubte dort eine Parallaxe bei einem Fixstern, bei Alpha Centauri, gefunden zu haben (D. GILL 1908), veröffentlichte das jedoch erst nach anderweitiger Bestätigung 1839. Unterdessen berichtete WILHELM VON STRUVE von einer Parallaxe bei dem Stern Alpha Lyra. STRUVE war Direktor der Sternwarte in Dorpat gewesen und wurde 1839 Direktor der nach seinen Plänen erbauten Sternwarte von Pulkowa (Pulkowo) bei St. Petersburg.

Den **gesicherten Nachweis einer Fixstern-Parallaxe** lieferte 1838 FRIEDRICH WILHELM BESSEL (H. STRASSL 1946). Geboren am 22. Juli 1784 in Minden als Sohn eines kleinen Regierungsangestellten, mußte er wegen Schwierigkeiten in Latein das von ihm besuchte Gymnasium seiner Heimatstadt verlassen. BESSEL wurde Lehrling in einer Bremer Handelsfirma, träumte aber von Reisen und befaßte sich unter anderem mit Mathematik und Astronomie.

Mit einer Abhandlung über Halley's Komet beeindruckte er den Astronomen OLBERS so, daß dieser ihn mit Erfolg dem privaten Observatorium von J. H. SCHRÖTER in Lilienthal bei Bremen empfahl. BESSEL, der energisch weiter gearbeeitet hatte, wurde 1810 Professor der Astronomie in Königsberg, wo unter ihm das erste große deutsche Observatorium eingerichtet wurde. Er bestimmte die exakte Position Tausender Sterne.

Der Nachweis einer Parallaxe durfte am ehesten erwartet werden bei einem erdnahen Fixstern, und als solcher durfte einer angesehen werden, der eine besonders große Eigenbewegung aufwies. Das traf zu für den Stern 61 Cygni. An ihm konnte



Abbildung 1476: BESSEL-Memorial Bremen.

BESSEL die Parallaxe bestimmen. Daraus ergab sich die Entfernung dieses Sternes auf 10,3 Lichtjahre. Die riesigen Tiefen des Weltenraumes wurden auch in Zahlenangaben deutlich. Licht, das von Sternen auf der Erde eintrifft, berichtet also je nach der Entfernung von zurückliegenden Ereignissen. Kleine Bewegungsstörungen bei den hellen Sternen Sirius und Procyon führte BESSEL auf unsichtbare Begleitsterne zurück, sah in ihnen also Doppelsterne. Im Jahre 1881 wurde eine allgemeine Suche nach Fixsternparallaxen am Kap der Guten Hoffnung begonnen.

# Die Suche nach den physikalischen "Naturkräften" und der Weg zum "Energiesatz"

## Die Physiker - unterschiedlich

Physik wirkt oft mit mathematischen Formeln überlastet. Mathematik ist ein ganz wichtiges Werkzeug der Physiker. Mancher schnallt vor so viel Mathematik ab. Es finden sich durchaus verschiedene Typen von Physikern, vor allem zwei: die einen haben zwar auch mathematische Ausbildung, aber bevorzugen eher Bilder, Anschaulichkeit, physikalische statt mathematische Einsicht. Zu ihnen gehören im 19. Jh. FARADAY und TYNDALL. Für Vertreter anderes naturwissenschaftli-

chen Diszplinen ist diese Seite noch verständlich und wird deshalb geschätzt. Die anderen sind eben die mathematisch orientierten, FOURIER oder MAXWELL etwa. Die mathematisch orientierten schätzten sich oft höher. OLIVER LODGE habe 1902 TYNDALLs Witwe sogar beleidigt, indem er deren verstorbenen Mann als "poor physicist" bezeichnete (W. H. BROCK 2004, S. 793). In Deutschland spitzte sich die Auseinandersetzung zu, zwischen etwa LENARD mit der "Deutschen Physik" und den angeblich jüdisch abstrakten. DE BROGLIE (dtsch. 1944, S. 14) schrieb über "das lange Duell, das in der Entwicklung der modernen Physik die Physiker von abstrakter und formaler Begabung mit denjenigen ausgefochten haben, die anschaulich konkrete Vorstellungen vorziehen." DE BROGLIE wollte den Versuch, "beiden Teilen gerecht zu werden:" Aber in HITLER-Deutschland hatte sich schon die Politik eingemischt, gegen die absrakte als jüdisch-undeutsch geschmähte Richtung, griffen in das "Duell" also inkompetente Sekundanten ein." Hier im Folgenden geht es um die nicht-mathematische, die phänomenologische Richtung - aber bei aller Hochachtung gerade für die Mathematischen, auf die man schließlich auch in Nazideutschland nicht verzichten konnte!

## Physik - die Phänomene, die nicht unbedingt stoffspezifischs sind

Physik befaßt sich mit Phänomenen, die auch an Stoffe gebunden sind, manche auch verändert je nach der Spezifität des Stoffes, aber eben vielfach nicht stoffspezifisch. Elektrische Phänomene sind an alle Atome und Moleküle gebunden und auch Licht, gewiß in den Quantitäten stoff-spezifisch. Auch die Physiker rechneten wie die Chemiker schon seit längeren mit kleinsten Teilchen, Partikeln, aber untersuchten sie **nicht** so **spezifisch an bestimmte Substanzen** gebunden wie die Chemiker. Gasgesetze wurden für alle Gase gesehen. Auch die Kinetische Gastheorie, der viele Eigenschaften erklärende Gasdruck. Und auch bei Eigenschaften von gelösten Substanzen in Lösungen, die durch die gelösten Teilchen bedingte Beeinflussung von Siede- und Erstarrungspunkt sowie dem osmotischen Druck, spielt die Art der Teilchen keine Rolle, Man wird im späten 20. Jh. sprechen von "**Kolligativen Eigenschaften**" (P. W. ATKINS 1990, S. 177).

## Grundsätzliches zur Struktur der Materie resp. zum Wesen der Welt – Ponderabilien und Imponderabilien

KANT vertrat eine "**dynamische Theorie**" **der Materie**, einen "**Dynamismus**", gemäß dem die Materie ein Produkt "attractorischer und repulsiver Kräfte" bei

unendlicher Teilbarkeit ist. Selbst der kleinste Teil wäre immer wieder Materie. Am Anfang des 19. Jh. lehnte BERTHOLLET den Atomismus ab und sprach von gegenseitiger vollständiger und gleichmäßiger Durchdringung der Körper, die zu homogenen Verbindungen führen (J. WISLICENUS 1893). Vorherrschend wurde jedoch die **atomistische** Theorie.

Am Ende des 18. Jh. wurden die später eindeutig zur Physik gerechneten Phänomene, also Elektriztität, Magnetismus, Wärme, Licht, auf Grundstoffe zurückgeführt, als stofflicher Natur gesehen, ob sie nun "ponderabel", also wägbar waren, oder nicht (J. FRERCKS 2006). Damit bestand keine scharfe Trennung zwischen Physik und Chemie, mußten durch die Hineinmengung von Licht und Wärme die stofflichen Prozesse komplizierter gesehen werden als es in der Chemie dann der Fall war. Später wurden dann Licht- und vor allem Wärme-Erscheinungen bei chemischen Reaktionen unter neuer Betrachtung einbezogen..

Mit der Anerkennung der nicht auf der Waage wägbaren "**Imponderabilien**", der "Unwägbaren", also Elektrizität, Magnetismus, Licht, Wärme, die aber in anderer Weise auch quantifiziert, also in Mengen festgestellt wurden, erhielt die Physik ihren Gegenstand. Die verschiedenen Phänomene wurden in eigenen Spezielgebieten untersucht, so daß sich also Elektrizitätslehre, Optik, Wärmelehre/Kalorik herausbildeten, und auch noch die Mechanik bestand. In der Fassung des Begriffs der physikalischen "**Kräfte**" und dann der "Energie" wurde das manifest. Im 20. Jh. war dann wieder die Brücke zwischen Stoff und Energie zu errichten, wie es in der berühmten Formel E = mc2 Ausdruck fand.

Ein eigenes Forschungsgebiet wurden die **Nachwirkung** (F. HARS 1999, S. 48), Erscheinungen "bei denen die Vorgeschichte das Verhalten eines Systems beenflusste."1835 beschrieb WILHELM WEBER solche Nachwirkung bei der Verdrillung dünner Seidenfäden, die nach langer starker Belastung nicht in entgegen dem Hookeschen Gesetz nicht "in ihre ursprüngliche Ruhelage" zurückkehren. Das wurde etwa bei CLAUSIUS und KOHLRAUSCH auf das Verhalten der Moleküle unter den Belastung zurückgeführt. Mit der Nachwirkung befaßten sich so beutende Physiker wie MAXWELL, LORD KELVIN, EMIL WARBURG, EMIL COHN. BRAUN fand sie bei der unipolaren Leitung.

Von Frankreich ausgehend und dann auch in England und anderswo übernommen, erfolgte die **'große' Mathematisierung** der physikalischen Wissenschaften. Für England forderte das J. HERSCHEL, der darauf verwies, wie in der Chemie durch das Wägen bei LAVOISIER und Anhängern die STAHLsche Phlogistonhypothese (s. d.) zu Fall gebracht wurde (C. SMITH 1989, S. 28 und ff.).

In Deutsch wurden viele Forschungen, auch als Übersetzungen aus dem Französischen und Englischen, in "POGGENDORFFs Annalen der Physik und Chemie" geboten.

Bedeutende Physiker waren sowohl beschlagen in Mathematik wie in Experimentalphysik, andere, wie FARADAY, TYNDALL und CROOKES, beherrschten die Mathematik eher nur in den Grundzügen (A. FLEMING 1919), oder wollten eben die Anschaulichlichkeit der Physik. Am Ende des 19. Jh. stand die **Experimentalphysik** noch **höher** und anerkannter **als die theoretische Physik** wie sie ARNOLD SOMMERFELD vertrat (M. ECKERT 2018, S. 57).

WILLIAM CROOKES (D. KNIGHT 1986, S. 198 ff.) war 1832 geboren, arbeitete am Royal College of Chemistry, war in Oxford und Chester, dann wieder in London, trat in die Wissenschaft ohne Studium in Cambridge, holte keinen akademischen Grad, war in vielem selfmade-man, entdeckte aber vieles und wurde sogar President der Royal Society zur Zeit des Ersten Weltkrieges. Er gehörte zu der vielleicht letzten Generation von erfolgreichen Forschern, wie WALLACE und LOCKYER, die ihren eigenen Weg gemacht hatten. CROOKES war Eigentümer und Herausgeber von Journalen, startete mit dem Liverpooler Unternehmer JAMES SAMUELSON das 'Quarterly Journal of Science' und gab dann bis 1906 heraus das wöchentliche 'Chemical News', war Besitzer einer Goldmine, forschte in seinem eigenen Laboratorium, war wenigstens zeitweise auch Anhänger des Spiritualismus. J. J. THOMSON (zit. b. D. KNIGHT 1986, S. 198) meinte über CROOKES "... was very quick to observe anything abnormal and set to work to get some explanation, ... like an explorer in an unknown country, examining everything that seemed of interest." Unter den wissenschaftlichen Zeitschriften setzte sich dann aber die nicht von CROOKES edierte 'Nature' durch.

## Wellen nicht nur im bewegten Wasser - auch bei Schall und Licht: Wellenlehre

Wellen wurden außer etwa auf der Wasseroberfläche oder beim Rütteln eines an einer Seite befestigten Seiles in unterschiedlicher Erscheinung auch bei anderen Vorgängen postuliert, bei Schall und Licht zumal. Saiteninstrumente fundierten auf Wellen. Begründet wurde eine **allgemeine Wellen-Lehre**. TH. YOUNG, der die Wellentheorie des Lichts mit erneuerte, benutzte 1802 die mit Wasser gefüllte **Wellenwanne**, in der er bei der Erzeugung von Wasserwellen die **Interferenz** fand (K. H. WIEDERKEHR 1962), ein für das Verständnis der Eigenschaften von Wellen grundlegendes Phänomen.

Angeregt von CHLADNI mit seinen Klangfiuren haben sie geschaffen vor allem die Brüder WILHELM EDUARD WEBER (K. H. WIEDERKEHR 1962), der als seit dem 23. Lebensjahr als Professor für Anatom und Physiologie wirkende ERNST HEINRICH WEBER und deren Bruder ERNST. Der Vater der WEBER-

Brüder, zu denen noch und weitere auch überlebende Geschwister gehörten, war Theologie-Professor in Wittenberg. Nach dem Verlust ihres Hauses bei der Beschießung des von den Franzosen besetzten Wittenberg durch die Preußen und der Aufhebung der Universität Wittenberg siedelte die Familie schließlich nach Halle über. Quecksilber, das in regelmäßigen Abständen auf Quecksilber tropfte, erzeugte nach ERNST WEBERs Beachtung auf der Oberfläche, wohin es tropfte, spezifische Figuren. Auf Experimenten gegründet veröffentlichten die WEBER-Brüder ERNST HEINRICH und WILHELM EDUARD **1825** ihr Buch "Wellenlehre, auf Experimente gegründet oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen". Über die Saale bei Halle hatten sie ein '190 Fuß' langes Seil gespannt und bei Bewegung in ihm Wellenberg und Wellental erzeug, maßen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, untersuchten die "stehenden Wellen". Zu Untersuchungen über Wellen in Flüssigkeiten in kleinerem Maße bauten sie die **Wellenrinne**, mit den Seiten aus Glas. In der sehr schmalen Wellenrinne überdeckten aber teilweise Adhäsionskräfte die einfachen Wellenbewegungen. Keine Klarheit erhielten sie über die wellenglättende Wirkung einer Ölhaut, womit sich schon wegen der Erfahrungen von Seeleuten BENJAMIN FRANKLIN befaßt hatte. **Unklar** blieben die Beziehungen zu den **Wirbeln**, einem ebenfalls verbreiteten physikalischen Phänomen. ERNST HEINRICH WEBER in Leipzig untersuchte die von der Blutbwegung im Menschen und auch Tierkörper herrührenden **Pulswellen**, gesehen von ihm als elastische Schlauchwellen der Schlagadern. WILHELM EDUARD WEBER, der mit GAUß einen elektrischen Versuchs-Telegrafen innerhalb Göttingens eingerichtet hatte, gehörte 1837 zu den "Göttinger Sieben", Professoren, welche wegen einer Protesteingabe gegen den neuen König von Hannover, ERNST AUGUST, das Land verlassen mußten.

Die trotz ihrer Unterschiede bestehenden Analogien etwa von Schall- und Lichtwellen untesuchte später etwa auch RAYLEIGH (R. B. LINDSAY 1970). Lichtwellen wurden zurückgeführt auf einen allers durchdringenden **Äther**, manchmal als fast eine Art reales Element gehandelt. Der Äther wurde aber durch MICHELSON 1881 und dann dieser zusammen mit MORLEY 1887 in **Zweifel** gezogen, fiel also als die theoretische Begründung für die Licht-Phänomene aus.

## Mechanische Erscheinungen - Phänomene in den verschiedenen Aggregatzuständen

Einer der genialisten Naturforscher war PIERRE-SIMON LAPLACE, führend namentlich in der Zeit von NAPOLEON, der die Gravitation und die durch die bestimmte Bewegung der Himmelskörper in den Mittelpunkt seiner mathematischen Berechnungen stellte. Wie früher schon andere, so erörterte auch er, **ob** es

eine **einzige Attraktivkraft** in der Natur gibt, die sowohl die für weit voneinander entfernte Körper geltende **Gravitation** als auch die eine Flüssigkeit in engen Röhren hebende **Kapillarität** und im Mikrobereich die chemische Prozesse bedingende **Anziehung zwischen Partikeln** umfaßte – also ein weites "Empire" einheitlich umfaßte (M. CROSSLAND 2006). Eine solche Vereinheitlichung ließ sich nicht erhalten.

Auf der molekularen Struktur der Materie beruht die **Osmose**, untersucht von RENE-JOACHIM-HENRI DUTROCHET (V. KRUTA 1971), der vor allem Pflanzenphysiologe war. Wurden zwei miteinander prinzipiell mischbare Flüssigkeiten durch eine poröse Scheidewand, etwa die Haut einer tierischen Blase, getrennt, dann durchdrangen die beiden Flüssigkeiten die poröse Scheidewand mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, ja im Extremfall wurde die eine der beiden Flüssigkeit gar nicht durchgelassen. Auf der einen Seite der porösen Scheidewand gab dann einen Anstieg der durchgelassenen Flüssigkeit, etwa von Wasser. Entgegen bisheriger Ansicht spielte dabei Elektrizität nicht mit. Wie zwei durch eine poröse Scheidewand getrennte Flüssigkeiten verhalten sich zwei ebenso getrennte **Kochsalz-Lösungen von unterschiedlicher Dichte**.

DUTROCHET wollte selbst Erscheinungen des Lichtes auf Osmose zurückführen. Bedeutung erhielt die Osmose bei der Erklärung mit Flüssigkeitsaustausch zusammenhängender physiologischer Vorgänge, etwa bei der Flüssigkeitsaufnahme von Pflanzen.

Der erfindungsreiche französische Experimentalphysiker JEAN BERNARD LEON FOUCOULT fand 1851, daß ein **längere Zeit schwingendes langes Pendel** mit die Schwingungen aufzeichnender Spitze die Erdrotation nachweist. Von hohen Kirchenkuppeln, so im Invalidendom in Paris und in der Isaakkathedrale in St. Petersburg ließ man zur Demonstration solche langen Pendel in den Kirchenraum mit der Spitze bis zum Boden herabhängen.

STOKES untersuchte die **Viskosität** von Flüssigkeiten.

Mit der Wirkung von **höherem Druck**, von über 100 Atmosphären, experimentierte um 1819 in den USA JACOB PERKINS (A. BIELER 1953). Er fand keinen linearen Anstieg der Kompressibilität mit steigendem Druck. Mit der Kompressibilität von Flüssigkeiten war namentlich REGNAULT befaßt. E. H. AMAGAT experimentierte mit bis zu einigen tausend Atmosphären. C: M. DESPRETZ fand, daß sich die verschiedenen Gase auch bei geringen Überdrucken ungleich komprimieren lassen.

"Druck" ist zunächst einmal Gegenstand der Physik, aber angewandt wurde er auf Substanzen, zur Feststellung ihrer Eigenschaften unter neuen, andersartigen

Bedingungen, ist also in hohem Maße auch Chemie, zur Feststellung von **physikalischen Eigenschaften der Substanzen**, die sie auch charakterisieren.

## Der Gas-Zustand - Vakuum - Radiometer

Luftleere oder besser, gemäß den Möglichkeiten, wenigstens stark luftverdünnte Räume zu erhalten, blieb ein Ziel physikalischer Forschung. Eine wegweisende Apparatur war das **Radiometer**, die "Lichtmühle", vorgestellt von CROOKES (W. H. BROCK 2008) 1875. Heute mehr nur Spielgerät hat das Radiometer einst Wissenschafts- und Technikentwicklung bedeutet. Beim Radiometer wurden nicht nur verschiedene Phänomene für verschiedene Hypothesen erörtert, sondern es war auch Grundlage für technische Geräte mit Vakuum, also zuerst für die elektrische Glühlampe (incandescence light). dann für die Geräte der Elektronik des 20. Jh., die Radio- wie die Fernsehröhre.- Bevor diese Geräte erfunden waren, wurden Radiometer auch in Massenproduktion als Spielerei und Ausstellungsstück in Schaufenstern mancher einschlägiger Ladengeschäfte hergestellt und ihre auf einer Seite schwarzen Scheiben und auf der anderen spiegelhell drehen sich noch heute oft hinter dem Schaufenster von Optikern oder auch Apothekern (W. H. BROCK 20089. Die 'Lichtmühle' von CROOKES mißt die **Bestrahlungsstärke**, aber hier kommt es zustande durch die thermische Molekularbewegung auf der belichteten Seite. Den mechanischen **Lichtdruck** bewies 1900 der russische Physiker PJOTR NIKOLAJEWITSCH LEBEDEW, der auch bei KUNDT in Straßburg studiert hatte (Wikipedia).

Technische Voraussetzung für die Erzeugung von Vacua (Einzahl = Vacuum) waren Vakuumpumpen. Wenn CROOKES in seiner wissenschaftlichen Forschung über die Vorgänge im Vakuum, bei ihm namentlich im Radiometer, vorankommen wollte, waren immer bessere **Vakuumpumpen** Voraussetzung. Das war damals das Werk von dem auch CROOKES mit bedienendem GEISSLER in Deutschland und CROOKES' langjährigem englischen Assistenten GIMINGHAM. Von den Vakuumpumpen profitierte dann wiederum die Technik.

Nach den Untersuchungen mit dem Radiometer wandte sich CROOKES der in Deutschland schon benutzten Kathodenstrahlröhre zu, die ebenfalls in ihrem Inneren einen stark gasverdünnten Raum besitzt. Die noch eingehender zu behandelnden Leuchterscheinungen im gasverdünnten Raum der Kathodenstrahlröhre ließen den vorher dem Spiritismus zugewandten CROOKES an einen neuen **4. Materiezustand** denken, viel dünner als ein normales Gas. Auf den 3. Aggregatzustand, den bekannten gasförmigen, folgte also noch der eines stark verdünnten Gases. Nur in ihm waren dann die der Kathodenstrahlröhre eigenen Phänomene

zuzuordnen. Es war eine der vielen auch anregenden Hypothesen in der Entwicklung der Wissenschaften, die sich so nicht durchsetzten.

## Akustik

Der **Schall** gehört als Schwingung von Teilchen zu den mechanischen Erscheinungen, aber seine Besonderheiten wurden in der physikalischen Teildisziplin **"Akustik"** untersucht. Phänomene des Schalls wurden schon lange beachtet, so das **Echo**, das Zürückwerfen von Schallwellen an glatten Flächen wie Felswänden. **Schallgeschwindigkeiten** stellte auch in Zusammenarbeit mit anderen Forschern ab 1802 BIOT (M. P. CROSLAND 1970) fest. Gemessen wurde etwa die Schallgeschwindigkeit bei einem 951 m langen, allerdings aus mit Blei verbundenen Teilstücken bestehenden Gußeisenrohr, das beim Legen von Wasserleitungen in Paris verfügbar war. In der Luft erwiesen sich Temperatur und Druck als Faktoren von Einfluß auf die Schallgeschwindigkeit. CHRISTIAN DOPPLER, zuletzt Professor für Experimentalphysik an der Universität Wien, deutete 1842 die Änderung der Töne, wenn ein schallaussendender Körper, etwa ein Eisenbahnzug, sich einem Hörer nähert oder entfernt Körpern mit der sich ändernden Aufnahme von Schallwellen bei relativer Bewegung von Beobachter und Quelle der Wellen (J. THIELE 19). : "**Doppler-Effekt**". Der Effekt wurde sinngemäß auf Licht"wellen" angewandt. Durch die von FRANCIS GALTON konstruierte, nach ihm benannte 'Galton-Pfeife' waren Töne im oberen Hörbereich, also hochfrequenter Schall, erzeugbar und auch jenseits der von Menschen wahrnehmbaren Töne und wurde so der **Ultraschall** weiter bekannt. GALTON fand den Verlust der Wahrnehmung hoher Töne im Alter der Menschen und fand bei Untersuchungen an Tieren im Londoner Zoo, daß etliche höhere Schallfrequenzen als Menschen überhaupt wahrnehmen. Auch Hunde konnten Töne in höheren Frequenzen als die Menschen wahrnehmen und GALTON testeste das an der Reaktion von Hunden verschiedener Rasse in Londons Straßen (u. a. WIKIPEDIA 2018). Die **Sirene** konstruierte in einigen Versionen CHARLES CAGNIARD DE LA TOUR ((J. PAYEN 1971). HELMHOLTZ verbesserte sie.In dem 1866 von AUGUST KUNDT kontruiertem **Staubrohr** konnten **stehende Wellen sichtbar** gemacht werden, an der Anordnung von Korkmehl in dem Rohr. Der zu seiner Zeit mit führende KUNDT wurde 1870 Professor in Würzburg , 1888 in Berlin (Wikipedia 2018).

## Wärme

Das Wesen der Wärme wurde von zahlreichen Gelehrten am Ende des 18. Jh. als eine Art Substanz gesehen, was namentlich unter der Autorität von LAVOISIER

Anerkennung fand. Diese Art von Flüssigkeit, die "Wärme" war, sollte beim Erhitzen in einen Körper hineinfließen und beim Abkühlen heraustreten. Je heißer ein Körper war, desto mehr Wärmestoff sollten in ihm enthalten sein. Anders sah und bewies das der als Graf RUMFORD bekannte BENJAMIN THOMPSON (G. I. BROWN 1999, M. WILSON 19). Graf RUMFORD hatte in München Zugang zu Rüstungswerkstätten und 1797 (1798) führte er im Arsenal in München seine Untersuchungen beim Bohren von Kanonen durch, die zu der Ansicht führte, daß Wärme keine Substanz ist, sondern wohl Bewegung, was später die "kinetische Theorie" der Wärme hieß. Durch Reiben, auch in einem speziellen Apparat, konnte immer wieder Wärme produziert werden, was bei einer Substanz nicht denkbar erschien, schon, weil das Gewicht der geriebenen Körper sich so gut wie nicht veränderte. Später konstruierte er Apparate, um die Abgabe von Wärmestrahlung durch verschiedene Materialien festzustellen.

Für Wärme als **Bewegung kleinster Teilchen** sprach auch H. DAVYs Experiment, Eis zu reiben und so zum Schmelzen zu bringen. JOULE sprach von der Wärme als mechanischer Energie auf molekularer Ebene, bei jeder erhitzten Substanz. In FOURIERs Theorie der **Ausbreitung der Wärme** bestand das Problem, daß Atome "in die Entfernung aufeinander wirken", sich gegenseitig Wärme "senden", aber sich nicht anziehen (H. POINCARE´ 1921, S. 130).

# Licht und benachbarte Strahlung - Optik

## Licht - die rätselhafte Entität?

Es wurde wie im Zeitalter von NEWTON und HUYGENS weiter über das "Wesen" des Lichts debattiert, aber vor allem seine **Phänomene** beschrieben und auch in ihren Parametern zu erfassen gesucht: **Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Streuung - mit Reflexion, Beugung/Diffraktion, Beugung, Absorption, Fluoreszenz, Phosphoreszenz.** Die Phänomene waren das eine. Die zugrundeliegende Theorie, vor allem die Erkärung im Submikroskopischen, wurde gesucht. Noch lag in der fernen Zukunft: "Licht als Signal aus der submikroskopischen Welt" (W. SCHMIDT 2000, S. 192), "Signal", aus dem sich wenigstens bildhaft ableiten ließ die Struktur selbst der Atome.

## "Licht" – mehr als das Sichtbare - Wärmestrahlung und Ultraviolett

Außerhalb des sichtbaren Spektrums des Lichtes konnten sowohl beim Rot wie dem Violett mit dem Auge nicht sichtbare Phänomene festgestellt werden. Der durch MASKELYN zur Astronom geführte WILLIAM HERSCHEL (1800) ging seiner Beobachtung nach, daß es auch hinter dunklen Augengläsern warm wurde und bei der Beobachtung der Sonne durch farbige Gläser es hinter ihnen nicht gleichmäßig warm wird. HERSCHEL ließ nun systematisch Sonnenlicht durch verschieden gefärbte und deshalb immer nur für Teile des Sonnenspektrums durchlässige Gläser auf dahinter abgebrachte Thermometer fallen. Jenseits des Rot zeigte sich besonders starke Wärmewirkung. Das wurde zurückgeführt auf die dem Menschenauge zwar unsichtbare, aber durch die Thermometer nachweisbare Wärme, dem "Spektrum der Wärme", eventuelle "**Wärmestrahlen"** (caloric rays), unterschieden vom "Spektrum der Beleuchtung" (J. R. WHITE 2013, S. 49). Damals, am Ende des 18. Jh. und um 1800 gab es noch nicht die anerkannte Wellentheorie des Lichts und HERSCHEL mußte über das Wesen von Licht und Wärme ungewiß bleiben und beide waren ja als Materie, als Elemente gar, gesehen worden. **Licht-und Wärme erschienen** in Reflexion und Beugung **ihrem Wesen nach gleich** zu sein, mit gleitenden Übergängen zwischen ihnen, gemäß der "Regel einer gesunden Physik, dass zur Erklärung von Erscheinungen nicht zwei verschiedene Ursachen anzunehmen sind, wenn Eine ausreicht ..." (W. HERSCHEL1801, S. 146/147), aber HERSCHEL betonte auch ihre Verschiedenheiten. Von Infrarot-Licht wurde erst ab der 1880-er-Jahre gesprochen (J. R. WHITE 2013, S. 49).

Davon angregt, wurde auch **die violette Seite des Spektrum nach weiter außen** abgetastet. Schon SCHEELE hatte festgestellt, daß der violette Bereich des Sonnenspektrums das "Hornsilber", Silbernitrat, AgNO3, stärker als andere Spektralbereiche schwärzt. In den "Annalen der Physik" **1801** (Band 7, S. 527) teilten in 7 Zeilen nun die "Herren Ritter und Böckmann" mit, daß RITTER am 22. Februar "auf der Seite des Violetts im Farbenspektrum außerhalb desselben Sonnenstrahlen" gefunden hat, die Silbernitrat "noch stärker als das violette Licht selbst" reduzieren, womit durch JOHANN WILHELM RITTER, die **Ultraviolettstrahlung** nachgewiesen war. RITTER (A. HERMANN 1966), 1805 von Jena nach München gekommen, war romantischer Naturphilosoph, dessen experimentelle Ergebnisse also auf einem wissenschaftlich sehr wüsten Hintergrund standen. Zuletzt ird von ihm geschrieben, daß er in München in einem wüsten Zimmer wohnte, immer aufgeregt war, und hinterließ nach seinem Tod am 23. Januar 1810 im frühen Alter von 34 Jahren seine Familie in ungeregelten Verhältnissen. In Unordnung galt auch die ihm unterstehende physikalische Sammlung der bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Gerade diese Entdeckungen der infraroten und der ultravioletten Strahlung und letztere besonders deutlich zeigten, daß es **Naturphänomene** gibt, die in ihrem Wesen **nicht unmittelbar den menschlichen Sinnen zugänglich** sind, wenn auch bei Sonnenlicht Wärme mitempfunden wurde, aber es auch Wärmequellen ohne gleichzeitige Lichtaussendung gibt. Also eine Analyse bot aich an.

Namentlich mit der Erweiterung des Spektrums des sichtbaren nach dem nicht mehr sichtbaren, aber nachweislich noch bestehendem "Licht", Infrarot und Ultrarot, wurde bei Untersuchungen der **Wirkung** auch **von sichtbarem Licht auf** irgendwelche **Vorgänge** zunehmend **getrennt nach den verschiedenen Strahlungen** resp. dann **nach Wellenlängen**, Wellenlängenbereichen, untersucht- und kaum noch auf Licht als solches insgesamt. Etwa die Photosynthese der grünen Pflanzen oder Lichtzersetzung bestimmter Stoffe erwiesen sich als je nach Wellenlänge verschieden. Mit der Ausweitung des "Lichtes", wie immer man es deutete und noch war zu Anfang des 19. Jh. die Wellentheorie nicht begründet, mußte sich die Frage nach der weiteren **Ausdehnung des Spektrums** in noch unbekannte Bereiche stellen. Das kam am Ende des 19. Jh., und sichtbares Licht erschien nur noch als kleiner Bereich in einem viel umfassenderen Phänomen, von elektrischen Wellen bsi zu den der Höhenstrahlung, wobei es wohl nicht sehr glücklich war wie E. ZIMMER (1942, S. 65) bei der gesamten 'Wellenskala' von 'unsichtbarem Licht' zu sprechen.

## Polarisation

Wie sich zeigte, schwingen die Wellen eines Lichtstrahls nicht gleichmäßig nach allen Richtungen, sondern oft begrenzt. Dieses Phänomen der Polarisation des Lichtes fand im Herbst **1808** in Paris ETIENNE LOUIS MALUS (F. ARAGO 1855, K. M. PEDERSEN 19), der als Offizier an NAPOLEON Ägyptenfeldzug teilgenommen hatte und auf ihm eine schwere Infektion, wohl die Pest, überlebt hatte. MALUS befaßte sich mit der **Doppelbrechung des isländischen Kalkspates**, dessen merkwürdige Wirkung auf Licht bereits bekannt war. Ein natürlicher Lichtstrahl, der in einem solchen isländischen Kalkspat doppelt gebrochen wird, teilt sich in zwei Strahlen von genau gleicher Intensität, wie immer der Kristall liegt. Werden diese Lichtstrahlen durch einen isländischen Kalkspat von gleicher Lage geschickt, so wird der eine der beiden Strahlen, der „ordentliche", nur die gewöhnliche Brechung, der „außerordentliche" Strahl aber verhält sich innerhalb und bei seinem Austreten stets als außerordentlicher Strahl. Das natürliche Licht hat also beim Durchgange durch den Kristall seine Natur geändert. Wird bei dem zweiten Doppelspatkristall die Lage gegenüber dem ersten Kristall geändert, so ändert sich auch das Verhalten der Strahlen.

MALUS untersuchte von Glasscheiben des Palais Luxembourg zurückgeworfene Sonnenstrahlen beim Durchgang durch einen Kristall des isländischen Doppelspates und fand, daß dabei statt der erwarteten zwei Bilder nur eines erschien. Dasselbe zeigte dann das Licht einer Kerze, das unter einem Winkel von 36 Grad auf die Oberfläche von Wasser oder auf einen Glasspiegel gefallen und reflektiert worden war. Was bisher nur als Eigenschaft des Doppelspat beobachtet wurde, erwies sich also als eine viel weiter verbreitete Erscheinung, daß nämlich reflektiertes oder bestimmte Stoffe durchdringendes Licht irgednwie anders ist. Diese Polarisation des Lichtes untersuchte dann eingehend BIOT (M. P. CROSLAND 1970). Am 23. Oktober 1815 berichtete BIOT über die Ablenkung (rotation) der Ebene (plane) des polarisierten Lichtes in Flüssigkeiten beziehungsweise in Lösungen verschiedener Stoffe, so bei Lorbeer-(laurel) und bei Orangen-Öl. BIOT sah darin eine Eigenschaft der Moleküle ist. Verschiedene Flüssigkeiten drehten die Ebene des polarisierten Lichtes sogar in entgegengesetzte Richtungen. Mischung dieser Flüssigkeiten konnte die entgegengesetzten Effekte kompensieren. Die Ablenkung der Polarisationsebene in einer gegebenen Lösung erwies sich auch als proportional der Konzentration des gelösten Stoffes und ist bei gegebener Konzentration ändert sie sich proportional mit der Länge der vom Licht durchstrahlten Röhre. Das führte zur **Polarimetrie** (polarimetry), zu den **Polariskopen** (polariscops), in denen in einer Tube von Standard-Länge sich die Identität von Stoffen oder die Konzentration von Lösungen bestimmen ließen. Da BIOT 1816 fand, daß Lösungen gleicher Konzentration von Rohr-und Rüben-Zucker gleiche Wirkung auf polarisiertes Licht ausüben, galt die Identität beider als noch sicherer nachgewiesen. BIOT fand zusammen mit PERSOZ 1833, daß beim Erhitzen von Rohr-(resp. Rüben-) Zucker mit verdünnter Schwefelsäure eine chemische Reaktion stattfinden muß, weil die Ebene des polarisierten Lichtes nach links gedreht wird, was BIOT als "**Inversion**" bezeichnete und das in der Zerlegung des Rohrzuckers in seine Bestandteile Traubenzucker und Fruchtzucker besteht, zu dem Gemisch "Invertzucker". Wurde Stärke mit verdünnten Säuren abgebaut, erschien eine rechtsdrehende Fraktion, die Dextrin genannt wurde. Mit dem Polarimeter ließ sich in ausgeschnittenen kleinen Rübenstückchen der Zuckergehalt von Rüben bestimmen und das erlaubte dem Zuckerrüben-Züchter die zuckerreichsten Rüben zur Vermehrung auszulesen.

**Was ist Licht? - Der damalige Sieg der Wellentheorie**

In der in das 17. Jh. zurückgehenden **Kontroverse über die Natur des Lichts,** ob wie bei NEWTON aus **Korpuskeln** oder wie bei HUYGENS eine **Wellenschwingung** in einem hypothetischen, die Dinge durchdringenden Äther, siegte im 19. Jh. die Wellentheorie. Das für diesen Sieg der **Wellentheorie** (undulatory theory) entscheidende Phänomen war die **Interferenz**, untersucht durch THO-

MAS YOUNG in England und unabhängig in Frankreich AUGUSTIN FRESNEL (1828; R. H. SILLIMAN 1975) mit F. ARAGO (W. GERLACH 1973, 1976, R. W. POHL 1961). Licht wird durch nebeneinanderliegende enge Öffnungen geleitet und dahinter erscheinen bei dem sich nach den Seiten ausbreitenden Licht Stellen der Auslöschung und der Verstärkung, je nachdem ob Wellenberge sich treffen oder ein Wellberg trifft ein Wellental. Mit Transversalwellen des Lichts schien das erklärbar zu sein. Transversalwellen - was immer diese Wellen etwa im Vergleich zu den Wellen der Wasseroberfläche sind. Ebenso zeigte sich "das Princip der Interferenzen", in den farbigen Ringen, "wenn zwei Gläser gegen einaner gedrückt werden , und eine der in Berührung stehenden Flächen ein wenig convex ist, ..." und sich "offenbar" zwei Wellensysteme gegenseitig beeinflussen" (FRESNEL 1828, S. 197). Anscheinend für immerdar in ihrer Wellennatur geklärt stieß dann die Photonen-Auffassung vom Licht von EINSTEIN um 1900 erst einmal auf Widerspruch.

Unter den Begründern der Wellennatur des Lichts fiel YOUNG schon früh als Genie auf, sprach mit 13 Jahren 8 Sprachen, daruner orientalische. Er studierte Medizin, war mit 21 Jahren Mitglied der Royal Society, studierte aber noch in Göttingen, entzifferte viel später neben CHAMPOLLION die Hieroglypen auf dem mehrsprachigen Stein von Rosette. YOUNG untersuchte die Interferenzen, welche die "Newtonschen Ringe" hervorbringen, die "Farben dünner Blättchen", durch die dünne Luftschicht etwa zwischen zwei eng aufeinander gepreßten Gläsern oder auch auf der Oberfläche dicker eingestaubter Spiegel.

FRESNEL vereinigte zur Feststellung der Interferenz 1816 zwei Lichtbündel gleicher Herkunft mit Hilfe zweier Reflexionen. Auch die anderen Lichterscheinungen zog er in seine mathematische Theorie ein. Der ebenfalls als genialisch wirkende FRESNEL erschien ansonsten als eine melancholische und kränkliche Persönlichkeit, der bei seinem Tod am 14. Juli 1827 keine 40 Jahre alt war.

**Äther** – der sollte für die Lichtwellen zuständig sein. Was war nun dieses angeblich alles durchdringende Etwas, den manche für so gegeben hielten, das sie ihn wie eine Art chemisches Element betrachteten? Äther war ein hypothetisches Gebilde, das zu materialisieren nicht gelang, aber als gegeben galt.

Skepsis gegen die Wellennatur des Lichtes brachte etwa 1833 wiederum Sir DAVID BREWSTER vor. Er untersuchte den Durchgang von Licht in verschiedenen Körpern, etwa Flüssigkeiten, und die dabei oft auftretenden Farbänderungen, oder den Nichtdurchgang, die Absorption. Warum ändert das Licht in manchen Flüssigkeiten die Farbe, was geschieht mit dem Äther in diesen Substanzen?

Auch wenn die Wellentheorie vielleicht noch **nicht alles erkläre**, solle man sie doch als die immerhin **vieles erklärende Theorie** beibehalten, forderte etwa in Antwort an BREWSTER der Naturforscher AIRY (1833). Auch NEWTON konnte

seinerzeit nicht alle Anziehung, alle Attraktion, erklären. Aber die Gravitation wurde dennoch anerkennt – ein vielleicht nicht gelungener Vergleich, das es eben verschiedene Anziehungskräfte geben kann. Aber wie wäre das mit Licht?

## Neue Messungen der Licht-Geschwindigkeit - Lichtgeschwindigkeit in verschiedenen Medien

Die **Lichtgeschwindigkeit**, ermittelt aus Zeitunterschieden in der Verfinsterung der Jupitermonde, also im asronomischen Bereich, wurde nunmehr auf der Erde, mit **terrestrischen Methoden** bestimmt, wobei es auch galt die Lichtgeschwindigkeit in verschiedenen Medien, also verschiedenen Substanzen, festzustellen. Anregung gab ein 1833 von ARAGO und 1834 von CHARLES WHEATSTONE konstruierter Apparat, um mit rotierenden Spiegeln die Geschwindigkeit der Elektrizität zu messen (H. L. BURSTYN 19), wenn auch vergeblich. FOUCAULT nutzte den Apparat 1850 für die Messung der Lichtgeschwindigkeit. Später weiter ausgebaut erwies sich, daß die **Lichtgeschwindigkeit medienabhängig** ist (Werte s. Google 2019), in der bodennahen Luftschicht ist sie etwas geringen als im Vakuum, verliert in Wasser etwa 25%, ist dann = etwa 225.000 km/s, ist in Gläsern mit hohem Brechungsindex um etwa 47% geringe als im Vakuum, beträgt also etwa 160.000 km/s. Etwa nach 1908 hat ZEEMAN (A. J. KOX 2015), Universiät Amsterdam, die Lichtgeschwindigkeit in fließendem Wasser, in sich bewegendem Glas, interessiert verfolgt von EINSTEIN.

## Lumineszenz: Fluoreszenz, Phosphoreszenz

Als "**Lumineszenz**" wurde die Lichtaussendung eines Körper bezeichnet. Solche tritt auf etwa bei Erwärmung, aber auch durch Beleuchtung, Bestrahlung, durch eine andere Lichtquelle. Bei der nach Bestrahlung mit Licht entstehenden Emission wurden durch STOKES unterschieden die zwei zunächst als weitgehend unterschiedlich angesehene Formen der Strahlenaussendung:

1. die "**Fluoreszenz**", die während einer Bestrahlung an einem Körper, einer Substanz, stattfindende eigene Lichtemission, die mit der Erlöschung der Beleuchtung schlagartig aufhört.

2. die "**Phosphoreszenz**", die Lichtemission eines bestrahlten Körpers auch nach dem Wegfall der induzierenden Bestrahlung. Letzres war gefunden worden schon im 17. Jh. am erhitzten und wieder erkalteten Bologneser Leuchtstein, der aus Schwerspat besteht.

Beide Phänomene wirkten etwas geheimnisvoll und riefen schon deshalb das Interesse von Naturforschern hervor.

Die **Fluoreszenz** untersuchte ab 1852 besonders GEORGE GABRIEL STOKES, der von 1849 bis zu seinem Tode 1903 Lucasian Professor in Cambridge war und viel in der Öffentichkeit wirkte (E. M PARKINSON 1974, D. B. WILSON 2004). Sir JOHN HERSCHEL hatte 1845 beschrieben, daß die normalerweise farblose, durchsichtige Lösung des Sulfates von Quinin (quinine) in durchgehendem Licht bläulich aussieht. STOKES, auf den 1852 der Terminus "Fluoreszenz" (fluorescence) zurückgeht, deutete das damit, daß aus unsichtbarem Licht höherer Frequenz, also Ultraviolett- UV-Licht, beim Durchgang durch diese Lösung bläuliches Licht niedrigerer Frequenz wird (E. SABINE 1853). STOKES nutzte das Phänomen, um die unsichtbaren kurzwelligeren Spektralbereiche durch deren Umwandlung in sichtbares bläuliches Licht nachzuweisen.

Führend in der Erforschung der Fluoreszenz wurden der französische Physiker EDMOND BECQUEREL (L. BADASH 1965) und dann auch seine Nachkommen. E. BECQUEREL suchte das Zeitintervall zu ermitteln, in dem nach dem Abschluß der Bestrahlung ein fluoreszierender Körper aufhört Licht zu emittieren, und prüfte, ob das ofort nach dem Ende der Bestrahlung geschieht oder auch mit Verzögerung und damit ein Übergang zur Phosphoreszenz, dem Weiterleuchten nach Ende der Belichtung, besteht. Mit seinem "**Phosphoroskop**" ermittelte E. BECQUEREL 1858 die Phosphoreszenz bis zur Dauer von 10-4 Sekunden, wobei sich Übergänge von der nach der Bestrahlung endenden Fluoreszenz und der weiterwirkenden Phosphoreszenz zeigten. Als besonders interessanten phosphoreszierenden Körper stellte EDMOND BECQUEREL das Uran fest – jenes Element, an dem sein Nachkomme A, HENRI BECQUEREL die so großartige Entdeckung der zeitweise "Becquerel-Strahlen" genannten radioaktiven Strahlen machte. .

Körper zum Leuchten zu bringen – das bewirkte auch chemische Reaktionen, Wärme, Reibung.

Fluoreszenz und Phoshoreszenz – die fanden sich einige Jahrzehnte später auch durch die **Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen** hervorgerufen. Ja durch ihre Fluoreszenz-Wirkung wurden diese ansonsten unsichtbaren Strahlungen **nachgewiesen** und wurden auch die radioaktiven Strahlen erforscht. "Licht" erwies sich schließlich nur als ein Ausschnitt aus einem weitergehenden "Spektrum", dem er elektromagnetischen Wellen. Als wichtige flureszierende Substanzen, wegen ihrer Fluoreszenz für verschiedenste Zwecke geeignet, konnten eingeführt werden das mit einem anderen Metall versetzte **Zinksulfid**, ZnS, die Sidotblende von 1866, und das beim Auftreffen von Röntgenstrahlen und UV-Strahlen grünlich aufleuchtende Bariumtetracyanoplatinat (II)/ '**Bariumplatincyanür'**, das Material der

Leuchtschirme der Röntgenbeobachtungen.

Fluoreszenz und damit auch Phosphoreszenz – zunächst nur einfache Phänomene, waren dann auch ein Schlüssel zur Theorie über den Aufbau der Atome.

## Licht in der Erdatmosphäre: Streuung des Lichtes – Ursache des Himmelsblaues

RUDOLF CLAUSIUS suchte am Anfang seiner Forscherlaufbahn zu erklären, wie die **Himmelsfärbungen**, ob nun das Himmelsblau oder die rötlichen Färbungen am Morgen und am Abend, zustandekommen. Nicht mit bloßem Auge ist die gelbglühende Sonne am blauen Sommerhimmel anzuschauen und in größerer Dimension als hoch am Mittag geht sie abends rotglühend und weniger gefahrvoll für das Auge unter. Warum das und vieles andere?

Die verschiedensten Phänomene des Lichtes in der Erdatmosphäre studierte dann, veröffentlicht etwa **1869**, JOHN TYNDALL (W. H. BROCK 2004). Der Einstieg TYNDALLs in diese Probleme war die Absorption von Wärmestrahlen, also Infrarot, durch Gase, so Wasserdampf.

Nach TYNDALL benannt ist das durch Streuung bedingte Sichtbarwerden von Staub oder Nebelschwaden in Licht, Sonnenlicht etwa, auch von etwa in Wasser kolloidal gelösten Substanzen: der **Tyndall-Effekt**. Die **Streuung** (Scattering) des Lichtes bedeutet Ablenkung des Lichtstrahls resp. von einzelnen Frequenzen "von seinem geometrisch vorgeschriebenen Weg" (W. SCHMIDT 2000, S. 274) an kleinen und kleinsten Partikeln, und das in Abhängigkeit vom Verhältnis der Lichtwellenlänge zur Teilchengröße. Je nach Partikelgröße werden unterschiedliche Wellen-/Frequenzbereiche gestreut. Kurzwelliges Licht, also blaues und gar violettes Licht wird an kleinsten Partikelchen mehr gestreut als langwelligeres und wenn die Sonnenenergie ziemlich direkt auf die Erde trifft, werden weniger solche Partikel getroffen, die Rot abgeben. Das erklärt die **Bläue des Himmels** und auch die Polarisation des Lichtes an Sonnentagen, wie es 1871 und dann 1898 J. W. STRUTT / RAYLEIGH vertiefte und mathematisch ableitete, also der Entdecker des Zustandekommens von Himmelsblau und dem Morgen- und Abendrot. In dem der Öffentlichkeit zugänglichen Vorführsaal der Londoner Royal Institution wurden auch künstliche 'Wolken' erzeugt und die Dinge an ihnen vorgeführt (W. H. BROCK 2004). Es konnten, wie RAYLEIGH (R. B. LINDSAY 1970, S. 36) 1899 diskutierte, nicht nur Moleküle sein, welche das Licht streuten, denn dann müßte der Himmel ein tieferes Blau aufweisen, sondern es war auch "some macroscopic suspension ... involved." Rotfärbung bei Sonnentiefstand erschien als Ergebnis des Durchganges der Strahlen durch weitere, durch stärkere Atmosphärenschichten als



Abbildung 1477: Licht in der Atmosphäre.

bei Senkrechtstand der Sonne und ergibt die Rotfärbung.

Wenig Milch in klarem Wasser streut bläuliches Licht seitwärts und der rötliche Lichtanteil geht hindurch.

Wo es **keine Atmosphäre** gibt, **fehlen auch Brechung und Streuung**. Selbstleuchtende Himmelskörper wie die Sonne und die rein leuchtenden Fixsterne könnte man bei Direktsicht hell erblicken. Die etwa von der Sonne nach allen Richungen ausgesandte Energie, Teile des **elektromagnetischen Spektrums**, so jene, die Licht geben, geht durch den Raum wie Radiowellen. Es gibt im All selbst keine Sonnenstrahlen, weil kein Tyndall-Effekt stattfindet. Erst beim Auftreten der Sonnenenergie auf eine feste Oberfläche erscheint 'Licht'. Das bei einer Himmelskörperoberfläche wie der des Mondes oder der Erde und anderer Planeten, auch an viel kleineren Staubkörpern, oder an Raumflugkörpern, Ergebnis der Reflexion der Sonnenenergie an Körpern. Oder , etwa der Mondoberfläche, Aber erst ein Empfänger wie unser Auge macht die Energie sichtbar - ein Ausschnitt aus dem Spektrum der elektromagnetischen Wellen - oder eine Solarzelle nimmt die Lichtwellen mit Energieumwandlung auf. "**Das Weltall ist dunkel**, Genossen, sehr dunkel!" sollen Sowjetkosmonauten einst gemeldet haben, als sie über der Erdatmosphäre kreisten. Das Himmelsblau der Erdatmosphäre, an winzigen Partikeln gestreutes Licht, setzt sich nicht über die Erdatmosphäre hinaus fort. Weiter und weiter in das Himmelsblau fliegen zu können ist Fehlanzeige. Was also ist dann der 'Himmel' der Religiösen? Der atmosphärenlose Mond unserer Erde weist keinen blauen Himmel auf. Über ihm wölbt sich das Firmament, mit seinen Gestirnen und dem dunklen Hintergrund. Die Bilder der auf dem Mond gelandeten Kosmonauten zeigen das. Die Sonne sendet ihre Energie radiär in alle Richtungen und die im Weltall winzige Erde erhält nur einen ganz winzigen Bruchteil davon und dennoch

reicht das für den hellen Sonnentag und für das Leben mit seinem das Sonnenlicht verwertenden Grün. Von innen nach außen erhalten die Planeten auf Grund der radiären Ausstrahlung der von der Sonne kommenden Energie immer weniger von dieser Energie, der Mars schon weniger als die weiter innen liegenden Erde. Wegen ihrer Stellung, ihre Lage im Planetensystem ist die Erde in der Vorzugsstellung, die für das Leben nötigen Temperaturverhältnisse zu haben. Auf dem Mars wäre Leben vielleicht auch noch möglich. Nur auf dem winzigen Himmelskörper Erde konnte der von vielen angenommene Schöpfer seine Schaffung von Leben, dessen Entwicklung und schließlich des Menschen verwirklichen.

## Lichtstärke-Messung

Einen einfachen 'Lichtmesser', ein Photometer, zur Bestimmung der Lichtstärke, das **Fettfleckphotometer**, fand BUNSEN (M. BECKE-GOEHRING et al. 1986). .Zwischen 2 Lichtquellen befindet sich ein Bogen Papier mit einem Fettfleck. Die Lichtquellen wurden so lange vom Papier mit dem Fettfleck weg oder zum Papier hin verschoben, bis der Fettfeck nahezu unsichtbar war. Das bedeutete, daß von beiden Seiten eine gleiche Beleuchtungsstärke auf das Papier mit dem Fettfleck traf Aus der Entfernung der Lichtquellen vom Papier mit dem Fettfleck konnte auf unterschiedliche Lichtstärke, ja ihre quantitative Stärke, geschlossen werden.

BUNSEN und ROSCOE bestimmten, wie Intensität des Lichtes und Zeitdauer der Licht-Einwirkung zur photochemischen Chlorknallgas-Reaktion, der explosionsartigen Vereinigung von Chlor und Wasserstoff, führen.

## Die Spektralanalyse und der Weg zu ihr

Die Spektralanalyse entstand aus der Erforschung des durch Prismen erzeugten Spektrums des Sonnenlichtes und später auch anderer leuchtender Stoffe und und von Sternen. Es interessierte zunächst in der **Optik**, und erst später folgte ihre Interpretation, ihre Zuordnung zu bestimmten chemischen Elementen. Die Feststellung der Spektren von Himmelskörper war eine Randerscheinung der Astronomie (J. TEICHMANN 2014).

Im Jahre **1802** hat W. H. WOLLASTON etliche dunkle Linien im Sonnenspektrum und in einigen Fixsternspektren beschrieben hatte. Erfassung der Spektren lieferte JOSEPH FRAUNHOFER. Dieser (W. GERLACH 1963, 1967. A. HERMANN 1966, J. TEICHMANN 2017), geboren 1787 in Straubing, war Waisenkind, erhielt keinen Unterricht, lernte aber Spiegel schleifen. Im Alter von 14 Jahren wurde er 1801 aus dem eingestürzten Haus seines Meisters gerettet, und der zur

Unglücksstätte geeilte Kurfürst spendete ihm Geld. FRAUNHOFER wurde dem Unternehmer JOSEPH VON UTZSCHNEIDER anvertraut, kaufte sich Bücher, arbeitete sich in Mathematik und Optik ein, kam in die führende optische Werkstätte UTZSCHNEIDERs im säkularisierten Kloster Benediktbeuern (Benedictbaiern) nördlich von Kochel, wirkte seit 1819 mit UTZSCHNEIDER in München. Reines Glas wurde etwa benötigt für Theodolitenfernrohre für die Landvermessung. Zur Feststellung der optischen Konstanten von Glas benutzte der als Konstrukteur optischer Instrumente tätige FRAUNHOFER die zwei sehr hellen Linien in Flammenspektren als Quelle von monochromatischem (einfarbigen) Licht, um Linsen ohne sphärische Aberration und Koma zu schleifen. Er verglich diese Beobachtungen mit dem Sonnenspektrum ((R. V. JENKINS 1972) und fand in ihm, 1817, er war damals 30 Jahre alt, zahlreiche feine dunkle Linien, später "**Fraunhofersche Linien**" genannt, und bildete sie ab. FRAUNHOFER (J. TEICHMANN 2017, S. 55) zeichnete schließlich "über 350 dieser Linien und sah mehr als 500". Die Linien FRAUNHOFER bezeichnete die stärkeren Linien mit Großbuchstaben, wobei er im roten Bereich mit A begann und mit H am violetten Ende abschloß und bemerkte die Übereinstimmung von zwei hellen Linien des Sonnenspektrums mit denen vieler Flammenspektren. Die dunklen Linien gehörten für FRAUNHOFER zur "Natur" des Sonnenlichts (J. TEICHMANN 2017, S. 55). Die dunklen Linien und Streifen werden ihm nun die definierten Marken im Spektrum, um für jeden farbigen Strahl das Brechungsvermögen mit sehr großer Genauigkeit zu bestimmen. Festgestellt hat FRAUNHOFER die Linien auch im reflektierten Sonnenlicht von Planeten. Auch das Licht von **Fixsternspektren** erster größe konnte FRAUNHOFER untersuchen. Bei Sirius sah er 3 dunkle Streifen, aber an anderen Stellen des Spektrums und konnte annehmen, daß das Licht bei Sternen also unterschiedlich sein konnte. Betelgeuze/Betelgeuse hat FRAUNHOFER das 1823 beschrieben, aber nicht gezeichnet, das hier das Spektrum dem Sonnenspektrum ähnlich zu sein schien (J. TEICHMANN 2014). Für die Abstände zwischen den Linien im Sonnenspektrum fand sich keine mathematische Formel und manche sahen in den Linien nichts Wichiges (J. TEICHMANN 2017, S. 55). FRAUNHOFER wurde nur 39 Jahre alt, starb 1826 an Tuberkulose. Mit der Spekralanalyse 1859 wurde eine Erkärung gefunden, wurde die Analyse des Sternenlichtes eine wichtige Angelegentheit der Astronomie.

LAMONT mit hervorragender apparativer Ausstattung hat 1836 nach 5 Beobachtungsnächten erste **Skizzen** auch von **Spektren** von **Fixsternen** bis zur 4. Größe geliefert, das aber eher randlich behandelt (J. TEICHMANN 2014). BREWSTER zählte bereits etwa 2000 Linien im Sonnenspektrum und bemerkte in den frühen 30-er Jahren des 19. Jh. daß einige der FRAUNHOFERschen Linien dunkler werden, wenn die Sonne zum Horizont herabsinkt (J. MEADOWS 1984), wenn das Sonnenlicht einen längeren Weg in der irdischen Atmosphäre zurücklegt, was



Abbildung 1478: FRAUNHOFER. Straubing.

auf den Einfluß der Atmosphäre jedenfalls auf manche der Linien verwies, die möglicherweise überhaupt erst in der Erdatmosphäre entstanden.

Fraunhofersche Linien fanden sich dann auch im Ultraviolett/UV-,Bereich der Sonnenstrahlung.

## Linien – farbige helle und dunkle bei irdischen Elementen – Der Weg zur Spektralanalyse.

Irdische Untersuchungen ergaben, daß chemische Elemente charakteristische Linien erzeugen und wurde auf einem längeren Weg die Erforschung der Spektren zur "**Spektralanalyse**" ausgebaut. WILLIAM HENRY FOX TALBOT, Miterfinder der Fotografie, suchte 1835 nach Beziehungen zwischen den Spektrallinien und der chemischen Zusammensetzung einer Substanz. FOUCOULT legte nach 1848 das Spektrum von Sonnenlicht und das einer Lichtbogenlampe übereinander und fand die Identität der doppelt hellgelben Linie der Lichtbogenlampe mit den doppelten dunklen D-Linien im Sonnenspektrum und schlußfolgerte, daß die Bogenlampe dasselbe Licht absorbiert, das sie emittiert, verallgemeinerte seine Beobachtung aber nicht. Andere Forscher ordneten diese Linien dem Natrium zu. GEORGE GABRIEL STOKES diskutierte in der Korrespondenz mit WILLIAM THOMSON die Möglichkeit, aus dem Sonnenspektrum auf chemische Bestandteile auf der Sonne zu

schließen. Einer der bedeutendsten Mitbegründer der Erforschung der Spektrallinien, der Spektralanalyse wurde der schwedische Physiker und Astronom ANDERS JONAS ANGSTRÖM (C. I. MAIER 1970, J. STANNARD 19), Im Jahre 1853 berichtete ANGSTRÖM daß in dem Spektrum einer Metall-Legierung die Spektrallinien beider Metalle getrennt auftreten. Ein elektrischer Funken führte zu zwei einander überlagernden Spektren, dessen eine Linien von dem Metall der Elektroden und andere von dem Gas zwischen den einen Funken gebenden Elektroden stammen. ANGSTRÖM verglich auch irdische Emissions-Spektren mit den dunklen Linien des Sonnen-Spektrums und schloß darauis, daß ein irdisches Spektrum die Umkehr eines Teiles des Sonnenspektrums bzw. von dessen dunklen Linien ist. ANGSTRÖM zog die Schlußfolgerung auf die Beziehung zwischen den Emissions- und den Absorptions-Spektren eines und desselben chemischen Elementes. 1867, also in der großen Zeit der Spektrlanalyse, prüfte ANGSTRÖM auch als erster des Nordlichtes/aurora borealis (C. L. MAIER 1979). Er führte auch ein bal d allgemein angenommene Wellenlängen-Einheit ein, nach ihm 'Angström' benannt, trotzdem ROWLAND zwischen 1887 und 1893 sie noch einmal leicht korrigierte, da das Standard-Meter von Uppsala etwa niedriger war.

Schon mit dem große Hitze liefernden Bunsenbrenner untersuchte WILLIAM SWAN (1857) die Spektren von Öllampen und Talgkerzen.

Die Verallgemeinerung der Erkenntnisse über die Spektren namentlich der metallischen Elemente war, **1859**, das Werk von GUSTAV ROBERT KIRCHHOFF und ROBERT W. BUNSEN (1861), die damit die **Spektralanalyse** begründeten (M. BECKE-GOEHRING et al. 1986). BUNSEN (T. CURTIUS 1900), hauptsächlich Chemiker, war als Professorensohn 1811 in Göttingen geboren worden, studierte in Göttingen, hielt sich studienhalber auch etwa in Paris und Wien auf, folgte 1836 auf die Stelle von WÖHLER an der Gewerbeschule in Kassel, wurde Professor in Marburg, reiste 1846 nach Island, war 1851 für ein Jahr Professor in Breslau, wurde 1852 Professor in Heidelberg, aufgesucht von zahlreichen Schülern, lebenslang unverheiratet.

BUNSEN war Chemiker und untersuchte mit ROSCOE die Wirkung von Licht auf chemische Reaktionen, namentlich auf die Reaktion zwischen Chlor und Wasserstoff, war also ein hauptsächlicher Begründer der Photochemie und kam von dorther zu seinen optischen Untersuchungen. Der durch die leichte Regulierung der Luftzufuhr ausgezeichnete **Bunsenbrenner** mit der hellen, aber heißen Flamme war geeignet zum Erhitzen von Substanzen, etwa Natrium-und Kalium-Verbindungen, war also, konstruiert 1855. eine Voraussetzung für BUNSENs und KIRCHOFFs Spektralanalyse. KIRCHHOFF hatte vorgeschlagen, zur Analyse des Lichts Prismen zu verwenden, wie einst NEWTON bei der Analyse von Sonnenlicht. Gefunden wurde, daß bestimmte helle Linien im Spektrum einer Flamme zusam-

menfallen mit bestimmten dunklen Fraunhoferschen Linien des Sonnenspektrums. Auffallend war das für zwei besonders helle Linien beim Erhitzen von Kochsalz (NaCl) in einer Flamme. Diese Linien standen im Spektrum dort, wo sich die beiden dunklen Linien D des Sonnenspektrums (G. KIRCHHOFF 1860) befanden. BUNSEN berichtete darüber in einem Brief an seinen Freund ROSCOE in England am 15. November 1859. KIRCHHOFF schloß (1860 a, S. 150): "... dass farbige Flammen, in deren Spectrum helle, scharfe Linien vorkommen, Strahlen von der Farbe dieser Linien, wenn dieselben durch sie hindurch gehen, so schwächen, dass an Stelle der hellen Linien dunkle auftreten, sobald hinter der Flamme eine Lichtquelle von hinreichender Intensität angebracht wird, in deren Spectrum diese Linien sonst fehlen." In den Untersuchungen unter den Bedingungen von KIRCHHOFF und BUNSEN wurde deutlich, daß sowohl **die Emission wie die Absorption bestimmter Linien** eine **charakteristische**, also zur Identifikation geeignete **Eigenschaft** der chemischen metallischen Elemente (G. KIRCHHOFF 1860 b) ist, und zwar unabhängig davon, in welcher Verbindung ein metallisches Element, etwa Natrium, vorliegt. Die spezifischen Spektrallinien erschienen schon, wenn sehr geringe Mengen einer Verbindungen in die Flamme gehalten wurden und erschienen unabhängig von dem Material, das die Flamme lieferte. Zunächst war das aber nur für Natrium bewiesen. Dann wurden die Chloride der Alkali- und Erdalkali-Metalle (G. KIRCHHOFF u. R. BUNSEN 1860, 1861), so Lithium, Kalium, Strontium, Calcium, Barium geprüft etwa in den Flammen von Schwefel, Schwefelkohlenstoff, wasserhaltigem Alkohol, Leuchtgas, Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Knallgas u. a. Die Linien der verschiedenen Elemente in einem Gemisch erschienen getrennt, nebeneinander, was also die Feststellung der Zusammensetzung eines Gemischs erlaubte. Temperaturerhöhung gab ein intensiveres Spektrum. Gab Natrium eine starke gelbe Linie, so Lithium eine gelbe und eine scharf begrenzte rote glänzende Linie. Die flüchtigen Kalium-Verbindungen gaben ein ausgedehntes kontinuierliches Spektrum mit zwei charakteristischen Linien. Höhere Temperaturen und dabei Linien bei weiteren Elementen lieferte der **elektrische Funke**, und in ihm wurden Verbindungen geprüft in Glasröhren, wo die zu untersuchenden Proben an feine Platindrähte gebunden wurden. Mit verbesserter Reinheit des Spektrums und Vermehrung der Lichtstärke teilten sich manche Linien, änderten sich die Helligkeiten. Linien der dem Auge unsichtbaren Teile des Spektrums erschloß STOKES, weil sie bei von ihnen bewirkten Fluoreszenz bei verschiedenen Substanzen sichtbare Linien lieferten.

Die Spektralanalyse hat die verschiedensten Bereiche der Naturwissenschaften bereichert. Es war die bisher empfindlichste Nachweismethode für Linien liefernde chemische Elemente. Gefunden wurden (W. THOMSON 1872) bisher unbekannte Elemente (s. d.). Die Linien von Elementen traten wenigstens in Spuren bei den verschiedensten untersuchten Mineralien sowie in Mineralwässern auf, wobei zu-

erst die weite Verbreitung der Linien des Lithium nachgewiesen wurde, eigentlich in allen untersuchten Aschen (G. KIRCHHOFF / R. BUNSEN 1860 c). In Spuren waren die verschiedensten Elemente wohl überall vorhanden. Im 20. Jh. erkannte man die weitgehende **Allgegenwart der chemischen Elemente**, wenigstens in Spuren. BUNSEN und KIRCHHOFF empfahlen auch die **Analyse des Lichtes** von Himmelskörpern. Die Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum konnten damit erklärt werden, daß Linien aus dem vom Sonneninneren heraustretenden Licht in der Sonnenatmosphäre absorbiert oder wenigstens geschwächt werden und somit die dunklen Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspektrum erscheinen. Wie beispielsweise PIAZZI SMYTH bei spektroskopischen Beobachtungen auf dem Peak von Teneriffa zeigte, kann auch die Erdatmosphäre bestimmte Linien absorbieren und diese den dunklen Linien aus der Absorption in der Sonnenhülle hinzufügen.

Weitere Untersuchungen machten deutlich, daß die ursprünglichen Vorstellungen von BUNSEN und KIRCHHOFF und ebenso von ANGSTRÖM von den unter allen Bedingungen auftretenden denselben Linien der Elemente, daß die Annahme von "Ein Element – ein Spektrum", gleich ob allein oder in welcher Verbindung, allerdings nicht gilt. Außenbedingungen ändern das Spektrum. PLÜCKER und HITTORF demonstrierten **1865**, daß **das Spektrum derselben Substanz, desselben Elementes, bei niedrigerer Temperatur anders als bei höherer ist** (N. LOCKYER 1900). MITSCHERLICH zeigte **1864**, daß chemische **Verbindungen auch eigenständige Spektren** haben, die nicht die Linien ihrer freien Konstituenten sind. "Das optische Spektrum der elementaren Stoffe wird beim Einbau des elementaren Stoffes in eine Verbindung vollständig verändert" (K. L. WOLF 1954, S. 30). Daß Elemente mit ihren charakteristischen Spekten in Verbindungen nachgewiesen werden, setzte offensichtlich deren Zersetzung in der Flamme voraus. W. HITTORF (A. HEYDWEILER 1915) hatte 1863 und 1865 mitgeteilt, daß dieselben Gase unter verschiedenen Versuchsbedingungen völlig verschiedene Spektra ausbilden, wobei nicht zwei Linien gemeinsam sein müssen. Jod-Wasserstoff hat, wie sich zeigte, nicht dieselbe spektrale Absorption wie Jod-Dampf, ein Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff nicht die Absorption der salpetrigen Säure, die neben Wasserstoff den Stickstoff und Sauerstoff enthält. BUNSEN überlegte: Sollten in der heißen Bunsenflamme nicht die Salze zerfallen sein und die dann auftretenden freien Metalle die Spektrallinien liefern, aber unzersetzte chemische Verbindungen andere, eigene Linien aufweisen als deren einzelne Elemente (W. GERLACH 1967). Die Komponenten in einer Verbindung vermochten dann unterschiedlich stark miteinander verbunden sein.

LOCKYER untersuchte die Spektren im Laboratorium wie in den Himmelskörpern und verglich diese Spektren. Er fand in besonderem Maße die Unterschiede in den Spektren unter den verschiedenen Bedingungen.

Wie sich im 20. Jh. zeigte, bleiben in Röntgen-Spektren der Komponenten in den Verbindungen bis auf geringe Abweichungen erhalten.

Nach der Art, wie unter **verschiedener Temperatur** die Spektren von Substanzen gewonnen wurden waren zu unterscheiden **Flammenspektra, Bogenspektra, Funkenspektra** (u. a. G. RUDORF 1904). Es gab Substanzen, die in der Flamme etwa des Bunsenbrenners nicht auf die Temperatur zu bringen waren, daß sie ein Spektrum ergaben, aber auch durch BUNSEN **elektrischen Funken** ausgesetzt ergaben sie ein Spektrum, und das führte wurden zur **Funken-Spektroskopie** führte.

Nur ein Teil der Elemente ergab Spektren aus einzelnen Linien, **Linien-Spektren**, und dies auch nur bei höherer Temperatur. Es gab für andere Stoffe und je nach Bedingung **Kontinuierliche-Spektren** oder **Banden-Spektren**.

**Jedes Licht**, auch reflektiertes oder bei den verschiedenen Arten der Lumineszenz emittiertes Licht, wurde auf Spektren untersucht. ANTOINE CESAR BECQUEREL hatte 1844 die erste Zeichnung eines **Phosphoreszenz-Spektrums** veröffentlicht. Sein Sohn EDMOND beschrieb 1859 die **Emissionsbanden** bei **der Phosphoreszenz** von über 25 verschiedenen Festkörpern. und fand, daß jeder phosphoreszierende Körper stets dieselben, für ihn spezifischen Linien aussendet, unabhängig von welcher Wellenlänge er bestrahlt wurde. Im gleichen Jahre 1859 veröffentlichte JULIUS PLÜCKER über die **Elektrolumineszenz-Spektren von Gasen** (L. BADASH 1965), die beim Stromdurchgang durch mit ganz verdünnten Gasen gefüllten Röhren entstehen und erkannte daß die verschiedenen untersuchten verdünnten Gase spezifische Spektrallinien aussenden, sie somit als chemische Charakteristika für diese Gase benutzt werden können (W. BURAU 19, KARSTEN 18).

Wichtigstes Mittel für die **Aufzeichnung** und Dokumentierung der Spektren wurde bald die **Fotografie.** A. J. ANGSTRÖM veröffentlichte 1868 seine "Recherches sur le spectre solaire", worin er die Wellenlängen von etwa 1000 Spektrallinien des Sonnenspektrums niedergelegt hatte, angegeben in Einheiten von 1 / 10 millionstel eines Millimeters, eine Maß-Einheit, die als "**Angström**" Eingang fand. Mit diesem Standard wurde sich über die Spektrallinien verständigt. Unglücklicherweise entsprach das in Upsala benutzte Meter nicht ganz dem Standardmeter von 999, 81 mm und die zwischen 1887 und 1893 von HENRY AUGUSTUS ROWLAND publizierten Tafeln der Wellenlängern der Spektrallinien nach dem gültigen Meter ersetzten die Angaben von ANGSTRÖM. Nachdem 1885 der Baseler Gymnasiallehrer J. J. BALMER formelmäßige Beziehungen zwischen den Spektrallinien des Wasserstoffs festgestellt hatte, stellten zur Feststellung ähnlicher Beziehungen auch bei anderen Stoffen FRIEDRICH PASCHEN, RUNGE und mit ihnen

und allein HEINRICH KAYSER (R. FRERICHS 1941, W. GERLACH 1977, F. PASCHEN 1933) namentlich zwischen 1888 und 1893 die **genau vermessenen Spektren verschiedenster Stoffe** auf, eine bis dahin einmalige Leistung messender Physik. Selbst in Spuren sollten die verschiedensten Stoffe auch in Gemischen erkennbar sein, etwa Helium. Selbst schwache Spektrallinien von Gestirnen sollten erfaßt werden. Verschiedene Elemente können auch manche gleichen Spektrallinien aufweisen, weshalb also zur Feststellung eines Elementes nicht nur eine Spektallinie oder wenige Linien immer ausreichen. Mit der im 20. Jh. fortgesetzten Feinspektroskopie wurden wichtige Erkenntnisse über die Atome, ja über deren Inneres, gewonnen.

Die Spektrallinien und ihre Aufgliederung haben wohl mehr als vieles andere **großartige Erkenntnisse** gebracht, die ohne sie nie hätten gewonnen werden können. Das chemische Element Technetium besteht nur aus kurzlebigene radioaktiven Isotopen und iat auf der Erde nicht zu finden. Als Technetium 1952 in Spektrallinien großer roter Sterne gefunden wurde, galt das also ein besonder überzeugender Beweis, daß in Sternen die Elementenbildung , die 'Nucelosynthesis' (J. W. TRURAN 1973), weitergeht.

Die Sprache der Spektren - zuerst zeugte sie nur von der Existenz von Elementen überhaupt, wenn auch von der Existenz selbst in winzigen Mengen. Polarisiert diente Licht dem Erforscher der Struktur der Materie dann auch durch Drehung seiner Ebene zur Feststellung der Konzentration von Lösungen und dabei auch dem Verfolgen chemischer Vorgänge sowie dann auch der Erklärung von Molekülstrukturen durch unterschiedliche Richtung der Drehung. Licht - das war "Licht" für mehr als nur den bloßen Anblick der Dinge. Noch im Schoße der Zukunft verblieb eine Erklärung, wie Spektrallinien überhaupt zustandekommen.

## Wärme – der Nachbar des Lichts

Die **Leitung**, die Fortbewegung von Wärme durch feste Körper untersuchte und beschrieb 1824 JEAN BAPTISTE JOSEPH FOURIER, der auch als Mathematiker berühmt wurde. Geboren am 21. März 1768 in Auxerre als Sohn eines Schneiders, wurde er Zögling der dortigen Kriegsschule, wurde dort mit 18 Jahren Professor, wirkte bald an der Ecole Polytechnique in Paris, begleitete NAPOLEON BONAPARTE auf seinem Ägyptenfeldzug, war 1802 bis 1815 Präfekt des Isère-Departements, wurde 1808 Baron. In der Pariser Akademie der Wissenschaften war er Sekretär auf Lebenszeit. FOURIER schrieb 1824 und wieder 1827 über die Temperatur in der irdischen Atmosphäre, was bei HORACE BENEDICT DE

SAUSSURE mit seiner Heliothermometrie angefangen hatte. FOURIER beschrieb (J. R. FLEMING 1999), nicht so klar wie später behauptet, daß die Atmosphäre wie ein Glashaus funktioniert, in das Lichtstrahlung hineinkommt, aber aus ihr die an der Erdoberfläche daraus entstehende Wärmestrahlung nicht in gleichem Maße austreten kann und die so erwärmt wird (E. T. CRAWFORD 1996). Nur so kommen auf der Erde für das Leben erträgliche Bedingungen zustande. Die **Geschwindigkeit der Wärmeleitung** maß BIOT und ebenso die Ausdehnung von Körpern und Flüssigkeiten beim Erwärmen Die von NEWTON stammende Abkühlungsformel wurde durch BIOT und DELAROCHE etwas korrigiert.

Auf der Art der Wärmeleitung beruhte auch die um 1817 von HUMPHRY DAVY konstruierte und nach ihm benannte **Sicherheitslampe** (J. BERZELIUS 1822), die vermeiden sollte, "schlagender Wetter", also Methangas-Explosionen, in Kohlebergwerken auszulösen. TENNANT hatte beobachtet, daß die Flamme nicht durch ein Metall-Gewebe hindurchgeht, sie an dessen Drähten weggeleitet, unter den Entzündungspunkt herunter gekühlt wird. In DAVYs Sicherheitslampe brennt die Flamme unter einem Drahtgeflecht. DAVY zeigte, daß die Flamme nur in dem Maße leuchtet, als sie beim Brennen einen festen Körper aussscheidet und ihn in einen glühenden Zustand versetzt.

**Messung hoher Temperaturen** wurde gemeistert etwa mit Platin-Spiralen mit ihren mit den Temperaturen veränderlichen Widerstand und dann auch mit dem Porzellan-Luftthermometer (F. HARS 1999, S. 69).

JOULE und WILLIAM THOMSON, letzterer später Lord KELVIN, fanden 1852, daß Gase bei ihrer Ausdehnung sich abkühlen: "**Joule-Thomson-Effekt**". Für Wasserstoff und Helium tritt der nur bei sehr niederer Ausgangstemperatur ein. Der Effekt wurde Grundlage der Kälte-Industrie.

Zum Licht vermittelten die **Wärmestrahlen**, für das menschliche Auge unsichtbare, jenseits des Rot liegende Strahlen. Daß es sich hier um Wellen, "Strahlen", handeln muß, wiesen MACEDONIO MELLONI und JAMES DAVID FORBES (R. N. SMART 2004) nach. MELLONI verfolgte die Veränderungen der Wärmestrahlen beim Durchgang durch verschiedene Materialien, wie eben auch Licht unterschiedlich verschiedene Materialien durchläuft. FORBES fand 1834 die Polarisation der Wärmestrahlen.

Die Erzeugung bisher unerreichter und auch auf der Erdoberfläche nirgendwo vorhandener **tiefer Temperaturen** war das Lebenswerk von Sir JAMES DEWAR (H. M. ROSS et al. 2004).

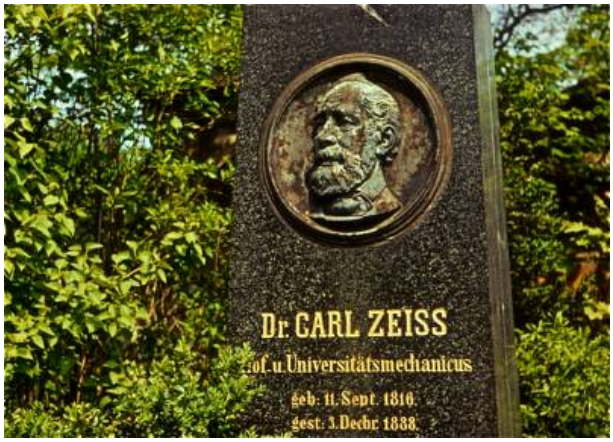


Abbildung 1479: ZEISS-Grab Jena.

## Optische Geräte – Optische Industrie

Die **Optische Industrie**, wissenschaftlich begründet, geht in vielem zurück auf ERNST ABBE (E. BRÜCHE 1965). Er wurde geboren am 14. Januar 1905 in Eisenach als Sohn eine Spinnmeisters, der sich zwar bis zum Fabrikaufseher emporarbeitet und so dem Sohn den Besuch der Realschule ermöglicht, aber Ärmlichkeit war zu Hause genügend vorhanden. Der wegen begabte Junge kann vorzeitig das Universitätsstudium in Jena aufnehmen, wo er durch Preise und Stipendien sein Leben verbessern kann. Hier in Jena hatte CARL ZEISS eine optische Werkstätte gegründet, die ABBE kennenlernt.

Nach dem Besuch auch anderer Universitäten wird ABBE in Jena Privatdozent für Mathematik und Physik, wird in Anerkennung von Untersuchungen 1870 a.o. Professor. Es gelingt ABBE die theoretische Vorausberechnung der Konstruktionselemente des Mikroskops und so den Mikroskopbau wissenschaftlich begründet durchzuführen. Die Zusammenarbeit mit ZEISS führt zu einem Vertrag zwischen diesem und ABBE am 22. Juli 1876. ABBE verzichtet auf eine ordentliche Professur und wird mehr und mehr Industrieller. Um das geeignete Glas zu bekommen, wird der junge Chemiker Dr. SCHOTT nach Jena geholt und werden unter Nutzung 1884 vom Preußischen Landtag bewilligter Mittel die Glaswerke Schott und Genossen errichtet. Im Jahre 1888 stirbt CARL ZEISS. Der Sohn RODERICH ZEISS ist für die Leitung des Betriebes nicht recht geeignet. ABBE übernimmt die volle Verantwortung. Wohl in Erinnerung an die Nöte seiner Jugend wird die von ihm initiierte Urkunde für die **Carl-Zeiss-Stiftung** unterzeichnet, die den Beschäftigten soziale Sicherheit, einschließlich Altersvorsorge, gewährt. ABBE hatte seine Gesundheit runiniert, auch von früh an viel geraucht, und trat daher Ende




Abbildung 1480: ABBE-Gedenken. Jena.

März 1903 erschöpft von der Geschäftsleitung zurück. Er starb am 14. Januar 1905 in Jena.

## Elektrizität

Im 18. Jh. erschien die Elektrizität noch als eine eher randliche Naturkraft. Am Ende des 19. Jh. war deutlich, daß diese Naturkraft Elektrizität die **gesamte Natur durchzieht**, **in jedem Atom** wirkt, an sehr vielen Vorgängen beteiligt ist. Mit der Entdeckung des Elektrons war das so gut wie gewiß geworden. Die Elektrizität wurde erforscht auf **Eigenschaften** und **Wirkungen,** woraus sich **Anwendungen** ergaben. Elektrizität erschien als ein Naturphänomen, mit dem verschiedenste Erscheinungen erklärt wurden, einstmals versuhcsweise auch das Phänomen Leben, und mit Elektrizität sollte sogar Urzeugung kleiner Wesen möglich sein (I. R. MORUS 1998). Für die moderne Welt wurde die Elektrizität jene Energieform, die sich am besten übertragen und in jedem Haushalt in mannigfachen Geräten verwerten läßt, wie der Physik-Popularisator ERNST ZIMMER etwa 1942 (S. 26) erläuterte: "Das ist eine Energieform, die besonders leicht in andere Formen überführt werden kann, so im Staubsauger oder der elektrischen Straßenbahn in Bewegungsenergie, im Heizkissen und Bügeleisen in Wärme, in der elektrischen Lampe in Licht oder strahlende Energie." Und wie vieles noch: in chemische Energie, Elektrostahl,

Fernsehen und Computer und anderes. Die Grundlagen für das Verständnis der Elektrizität gelegt zu haben ist eine der großen Leistungen der Wissenschaft des 19. Jh. Der seit 1871 in Leipzig wirkende GUSTAV WIEDEMANN **faßte es zusammen**, 1863 in dem Buch "Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus", in 2. Auflage 1874, dann unter dem Titel "**Die Lehre von der Elektrizität"**. Der 4, Band der 2. Auflage des letzteren, das Standard-Handbuch der Elektrizitätlehre, erschien 1898. Zum "erstenmal", würdigt in dem Nekrolog auf WIEDEMANN der Physiker KOHLRAUSCH (1899, in 1910, S. 1076) WIEDEMANNs Erstdarstellung, gelang es "die Leistungen" der Elektrizitäsforschung " 'zu sichten und als geordnetes Ganzes darzustellen', "die bei dieser ersten Bearbeitung besonders anerkennenswert ist, stand das ganze großartige Gebilde plötzlich vor unseren Augen." Die weiteren Auflagen bezeugen dann "eine unersetzliche Geschichte der Entwicklung der Elektrizitätslehre in unserem Jahrhundert" - dem 19. Jh. Damit wurde also auch derjenige gewürdigt, welcher nicht nur eine Einzelentdeckung zustandebrachte, sondern durch eine Zusammenfassung in besonderem Maße den Boden für die Nachkommenden bereitete.

**Erzeugt** wurde Elektrizität bis in die 30er Jahre des 19. Jh. allein aus der Voltasäule und anderen galvanischen Elementen. Die Volzasäule war die Urform der **Batterie.**

An auch für die Anwendung wichtigen **Wirkungen** wurden bekannt:

**1.** In stromdurchflossenen Leitern entstand **Wärme**, bis zum **Glühen** des Drahtes. THENARD (A. FÜRST 1926) brachte 1801 einen dünnen Draht zwischen den beiden Polen einer Voltaschen Säule bis zum Schmelzen. Die Erwärmung stieg, wie DAVY zeigte, mit dem **Widerstand** des stromdurchflossenen Leiters. **Das Glühen** stromdurchflossenen Leiter ließ an Nuzung für Beleuchtung und Heizung denken. Aber an Luft wurden die glühenden Metalldrähte rasch oxidiert, zerstäubten.

DAVY fand **1813** den **elektrischen Lichtbogen**, der zwischen zwei einander genäherten Kohleelektroden bei Stromfluß entsteht und ein sehr helles Licht, das hellste künstlich erzeugbare Licht, ausstrahlt.

Die Leitfähigkeit unter bestimmter Temperatur ist zwar ein charakteristisches Merkmal der Substanzen, aber erwies sich als stark beeinflußbar durch Verunreinigungen.

**2.** Fähigkeit zur **Elektrolyse**, zur Zerlegung von Substanzen. Mit starken Funken aus seiner großen Reibungselektrisierungsmaschine hatte MARUM in Haarlem schon chemische Wirkungen auf Substanzen erzielt (zit. b. K. H. WIEDERKEHR 1990, S. 166) Mit einzelnen oder zahlreichen aufeinanderfolgenden Entladungen

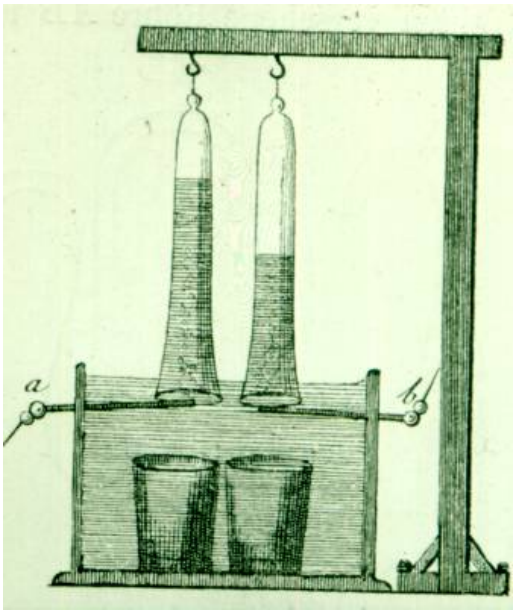


Abbildung 1481: RITTER: Wasser-Elektrolyse.

aus einer Leidener Flasche hatte im 18. Jh. BECCARIA Zink aus Zinkoxid und Quecksilber aus Zinnober (HgS) erhalten, hatte 1774 PRIESTLEY etwa aus Alkohol Wasserstoff freigesetzt, hatten 1789 PAETZ VAN TROOSTWYK und DEINMANN in den Niederlanden Wasser zerlegt (F. DANNEMANN 1911).

Unter Benutzung der neuen Voltasäule **zerlegten** noch im Jahre 1800 der Chirurg ANTHONY CARLISLE (A. THACKRAY 1971) und WILLIAM NICHOLSON ebenfalls **Wasser** in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff, wie der in seinen Lebensdaten umstrittene Militärchirurg WILLIAM CRUICKSHANK (K. D. WATSON 2004). Mit der Voltasäule, auch zahlreichen zusammengeschalteten, experimentierte dann besonders HUMPHREY DAVY (D. M. KNIGHT 19), der Natrium und Kalium darstellte und es zerlegte Substanzen mit Strom aus der Volta-Säule FARADAY.

**3.** Die Eigenschaft des elektrischen Stroms, eine Magnetnadel abzulenken.

## Umwandlung der Kräfte und neue Verfahren der Elektrizitäts-Erzeugung

## Annahme eines Zusammenhanges zwischen physikalischen Kräften

Der Zusammenhang verschiedener Naturkräfte wurde nicht immer vermutet. Etwa nach 1780 glaubte CHARLES AUG. DE COULOMB ungeachtet seines Nachweises der gleichen Anziehungsgesetze, daß Elektrizität und Magnetismus völlig wesensverschieden sind.

Elektrizität zersetzte Substanzen. Stromdurchflossene Drähte glühten auf und sandten damit Wärme und Licht aus. Glühen, also Wärme, war meistens mit Licht verbunden. Das spach für den **Zusammenhang der Naturkräfte**! ERMAN hatte 1818 in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften "Ueber den **wechselseitigen Einfluss von Electricität und Wärmethätigkeit**" veröffentlicht, wobei er meinte, "dass einiger Verkehr zwischen der elektrischen und der Wärmethätigkeit statt finde, scheint" sich "aus mehreren Analogien zu ergeben" (S. 123), so der Erfahrung, daß gute Wärmeleiter gleichzeitig gute Elektrizitätsleiter sind und Temperaturerhöhung die Elektrizitätleitung verbessert. Andererseits habe "freie" elektrische Tätigkeit keinen Einfluß auf die Wärmeausstrahlung. AMPÈRE um 1820 und später prononciert MACEDONIO MELLONI (J. Z. BUCHWALD 19) äußerten sich über die **Wesensgleichheit von Licht- und Wärmestrahlen**, die allerdings nicht dieselben Materien durchdringen. Beide sollten Ätherschwingungen sein, nur unterschiedlich polarisiert.

## Andeutungen oder auch Annahmen über Kräfteumwandlung, speziell zum Zusammenhang Elektrizität - Magnetismus

Völlig unabhängig voneinander schienen Elektrizität und Magnetismus zu sein (K. H. WIEDERKEHR 1990). Magneten hatten keine chemischen Wirkungen, brachten nicht Licht und Wärme (S. 175). Magnetismus erschien vielen ohnehin als geheimnisvolle Kraft, diente auch Medizinern, wie manchmal auch die so andere Elektriziät. Nach einem Zusammenhang auch von Elektrizität und Magnetismus zu fahnden mußte Herausforderung bedeuten. Es war bekannt, daß die Magnetnadel, etwa im Kompaß, auf verschiedene Außenereignisse reagiert. Offensichtlicht nicht mehr bekannt war, daß ein ANDREAS WIKSTRÖM, Lektor der Mathematik zu Kalmar, im Jahre 1758 in den Abhandlungen der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften seine Beobachtung veröffentlichte, daß unter zufällig durch die

Sonne erwarmtem und daher seiner Meinung nach elektrisch aufgeladenen Glas die Magnetnadel aus ihrer Stellung gebracht wurde. somit also elektrifiziertes Glas eine nahe liegende Magnetnadel ablenkt. Es war zwar kein fließender elektrische Strom, der die Magnetnadel ablenkte, aber immerhin war ein Einfluß von Elektrizität, hier stationärer, auf eine Magnetnadel beobachtet worden. Nach dem Erkalten des Glases "kam die Nadel wieder in ihre rechte Stellung" (S. 157). Der meteorologische Untersuchungen betreibende Wittenberger Physikprofessor JOHANN DANIEL TITIUS hatte am 25 April 1769 an den Görlitzer VON GERSDORF von einer ihm nun verfügbaren großen Magnetnadel geschrieben: "Es ist artig, wie sie" (die Magnetnadel) "bei Gewitter, Nordlichtern und anderen atmosphärischen Veränderungen sich verändert. Sie wird in Zukunft einer der wichtigsten meteorologischen Instrumente. wenn sie könnte nur noch etwas wohlfeiler gefertigt werden" (zit.b. E.-H. LEMPER 1974, S. 167). Der Italiener GIAN DOMENICO ROMAGNOSI (F. SEITZ 2005) in Trient, im Beruf Jurist, hatte die Magnetnadel-Ablenkung 1802 gefunden. Seine Priorität erkannte OERSTED 1830 an. Der einen Naturkräftezusammenhang ablehnende COULOMB hatte immerhin festgestellt, daß "die Fernwirkungen zwischen Magnetpolen dem gleichen Gesetz folgen wie die Fernwirkungen zwischen elektrischen Ladungen" (L. DE BROGLIE 1944, S. 256), also gleiche Abnahme der Anziehung mit der Entfernung und enge Beziehung von Elektrizität und Magnetismus lag nahe.

Auch Seeleute hatten bemerkt, daß bei einem Blitz die Kompaßnadel entgegengesetzt ausschlug. G**ehet auch geringfügigen Beobachtungen nach** - war eine **öfters erhobene Forderung** von Gelehrten! Und damit lag es nahe.dem Nachweis der Ablenkung einer Magnetnadel durch fließenden elektrischen Strom endlich sicher nachzugehen.

## Klarer Nachweis der Ablenkung einer Magnetnadel durch OERSTED 1820

Den ü**berzeugenden experimentellen Nachweis** der Ablenkung der Magnetnadel durch einen Stromfluß gelang dem dänischen Nachforscher HANS CHRISTIAN OERSTED. Am 21. Juli 1820 teilte OERSTED (D. CH. CHRISTENSEN 2013) in einer 4-seitigen lateinischen Flugschrift "Experimente circa effectum conflictus electrci in acum magneticam" seinen Befund von einer Ablenkung der Magnetnadel durch fließenden elektrischen Strom mit und erschloß ein neues Kapitel in der Elektrizitätlehre und der Physik überhaupt.

OERSTED (D. CH. CHRISTENSEN 2013, L. P. WILLIAMS 1974) war am 14. August 1777 in dem kleinen Hafenort Rudköbing auf der in Süden Dänemarks



Abbildung 1482: OERSTED, Kopenhagen.

gelegenen Insel Langeland geboren, Sein Vater, ein Pharmazeut, hatte dort ein Unternehmen zu Arzneimittelherstellung, aus Heilpflanzen vor allem, eingerichtet. Neben seinem Bruder studierte OERSTED ab 1794 an der Universität Kopenhagen naturwissenschaftliche Fächer, wurde beeinflußt von Schriften von KANT und erhielt 1797 einen Abschluß in Pharmazie. 1801 ging er auf Reise, lernte die Voltasäule kennen, kam nach Göttingen, zu dem ärmlich lebenden RITTER nach Jena, traf in Berlin die Naturphilosophen wie STEFFENS, BAADER, SCHELLING und blieb immerhin dann doch der Basis der Fakten zugewandt ungeachtet auch mancher eigener eher naturphilosophischen Ideen und abstruser Ideen in der Chemie. OERSTED weilte länger in Paris. 1804 wieder in Dänemark, wurde 1806 Professor in Kopenhagen. Spätere Reisen mit der Bejubelung seiner Entdeckung folgten, Am 9. März 1851 starb OERSTED 74-jährig in Kopenhagen.

Der Gedanke einer Umwandlung von Kräften und die Suche nach Beweisen war für OERSTED wesentlich. Das berührte eine Grundfrage in der der Auffassung von den Kräften, nämlich die Annahme von **eigenständigen imponderablen Fluida** für Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus, letztlich die Zurückführung der Kräfte auf Korpuskeln, wenn auch unwägbar. **Die Kräfte-Umwandlung mußte dem widersprechen**.

Im September 1801 hatte OERSTED mit dem "romantischen Physiker" RITTER experimentiert, der, in seinem "**romantischen Denken**", so mit der Wasserzerlegung durch elektrischen Strom, der von einer Beziehung von chemischer Affi-



Abbildung 1483: 19. Jh.-Darstell. OERSTED-Versuch.

nität und Elektrizität und auch zwischen Magnetismus und elektrischem Strom überzeugt war (KARSTEN 1889). Ebenfalls nun überzeugt vom Zusammenhang der Naturkräfte ließ der in Dänemark einflußreiche Naturforscher OERSTED 1809 von der Kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften die Preisaufgabe stellen, festzustellen, ob die Drehung der Magnetnadel und andere physikalische Kräften mit gewöhnlichen "milden" Kräften wie dem Wind, der atmosphärischen Elektrizität, dem Nordlicht und auch den ungewöhnlichen Äußerungen der Naturkräfte wie Blitze, Erdbeben, Hurrikane in Einflußnahme stehen (Aus dem Englischen von R. C. STAUFFER 1957). OERSTED war auch die Beobchtung der Seeleute über das entgegengesetzte Ausschlagen der Kompaßnadel bei einem Blitz nicht unbekannt geblieben,

Sein geplantes und apparativ vorbereitetes "crucial experiment" führte OERSTED im April 1820 vor seinem Auditorium durch - und o Glück - ein "gradliniges Stück" (1820, S. 297) eines stromdurchflossenen Drahtes "in horizontaler Lage über eine gewöhnliche, frei sich bewegende Magnetnadel" gestellt, "so dass er ihr parallel sey", ließ die Magnetnadel ausschlagen (J. CHR. OERSTED 1820,

Die Abweichung der Magnetnadel war abhängig von dem Abstand zwischen der Magnetnadel und dem Draht, auch von der Stärke des stromliefernden Apparates, ebenso war für ein Ausschlagen gleichgültig, an welcher Seite des stromdurchflossenenen Leiters die Magnetnadel war und nur das Ausschlagen geschah je nach der Seite in eine andere Richtung. Auch konnte die freibeweglich Magnetnadel über oder unter dem stromdurchflossenen Leiter sein oder beide standen vertikal. Nur parallel mußten Leiter und Magnetnadel verlaufen. Ringsum den stromdurchflossenen Leiter befand sich etwas, ein '**zirkumpolares elektrisches' "Feld"**, statt der korpuskularen Auffassung der Kräfte ergab sich ein "**dynamisches System**". Es wirkten Drähte aus verschiedenen Metallen und wirkten auch durch Glas, Me-

talle, Holz, Wasser, Harz hindurch, und die Magnetnadel etwa hinter Glas schlug auch aus. Mit fast lächerlich erscheinenden Ausschlägen von Magnetnadeln begann ein neues Kapitel im Verstehen der Kräfte der Natur, ja ein neues Kapitel der PhysikNaturforscher 48 erhielten noch 1820 vom Verfasser ein Exemplar von OERSTEDs lateinischer 4-Seiten-Abhandlung. Die Zeitgenossen erfaßten durchaus die Bedeutung der Entdeckung, die also heftig diskutiert wurde.

## Mit eher philosophisch vorgefaßter Idee zur Entdeckung - sollte das die induktive Wissenschaft überholen?

Die romantische Naturphilosophie, der OERSTED zugerechnet wurde, fiel - nicht zu unrecht - auch unter kritisches Urteil und sowohl manche Zeitgenossen wie nachfolgende Beurteiler sahen eine solche vorgefaßte Idee wie die von einem Zusammenhang der Naturkräfte suspekt, sahen "Metaphysik", und erwarteten von so etwas nicht viel, auch wenn es bei OERSTED zu etwas geführt hatte. WILHELM OSTWALD, der die romantische Naturphilosophie auch lange nach ihrem Verschwinden noch meinte verurteilten zu müssen, sagte sarkastisch, daß "die Natur ihre Geheimnisse sich gelegentlich auf den absurdesten Wegen ablauschen läßt" (zitiert nach A. HERMANN 1980). Aber die Idee vom allgemeinen Kräftezusammenhang hatte sich im Falle der Entdeckung der Magnetnadel-Ablenkung doch als fruchtbar erwiesen. Bei dem vielen Experimentieren mit der Volta-Säule und mit Magnetnadeln wäre das Phänomen der Magnetnadelablenkung in Stromnähe sicherlich auch einmnal durch Zufall gefunden worden, aber auf Grund seiner Erwartungshaltung war OERSTED beim geringen Zucken der Magnetnadel eben sofort "elektrisiert" gewesen. R. C. STAUFFER (1957, S. 34) faßte zu OERSTED zusammen: "This metaphysical factor in Oersted's motivation illustrates the general possibility that the intellectual environment can influence the evolution of science along with the basic influence of the internal logic of scientific ideas, and the influence of social, political, technological, and economic factors".

## Auf OERSTED wird aufgebaut

OERSTEDs Entdeckung war eine, welche irgendwie auf manche Physiker, namentlich auch auf AMPÈRE, wie eine Herausforderung wirkte, fortzusetzen (F. FRAUNBERGER et al. 1984) und zu erklären. Als ob sie in besonderem Maße den Nerv der Zeit in der Naturforschung getroffen hätte.

Der Hallenser Professor JOHANN SALOMON CHRISTOPH SCHWEIGGER konnte die Ablenkung der Magnetnadel stark erhöhen, wenn ein Draht **um** eine Ma-

gnetnadel oder um das Gehäuse einer Bussole gelegt wurde, eine Vorrichtung, die SEEBECK "**Multiplikator**" nannte**.** SCHWEIGGER fand auch die Isolierung der Drähte durch Seidenumspinnung und Wachsüberzug (O. MAHR 1941). Für die Erkenntnis der Stromleitung wichtig wurde das von GEORG SIMON OHM (VON FÜCHTBAUER 1939) **1826** gefundene **Ohmsche Gesetz** über die Beziehung von Stromstärke, Spannung, Widerstand, wobei er Strom aus einem stabilen Kupfer-Wismut-Thermoelement benutzte und seine Messungen an einer magnetischen Drehwaage ausführte. OHM war am 16. März 1789 im Handwerkermilieu seines auch als Handwerker um autodidaktisch Bildung bemühten Vaters in Erlangen geboren worden und eignete sich zuerst Mathematik im Selbststudium an. Er studierte ab Mai 1805 an der Universität Erlangen Mathematik, Physik, Phlisophie. Nach längerem Aufenthalt als Privatlehrer in Neuenburg/Schweiz wirkte G. S. OHM wie sein Bruder ab Ostern 1811 in Erlangen als Privatlehrer und Privatdozent, G. S, 1813 - 1817 in Bamberg, dann am Gymnasium in Köln, ab 1826 in Berlin, ab 1842 an der Nürnberger Polytchnischen Schule, auch als Rektor, ab 1849/1850 als zweiter Konservator der mathematisch-phsikalischen Sammlungen des bayerischen Staates und auch Professor an der Unicwesiät München. Am 6. Juli 1854 starb OHM an den Folgen eines Schlaganfalls.

Strom lenkt nicht nur eine Magnetnadel ab, er erzeugt auch Magnetismus im Eisen. Im Jahre 1820 fand DOMINIQUE FRANÇOIS ARAGO, daß bei einem stromdurchflossenen Leiter liegende **Eisen**nadeln für die Dauer des Stromflusses **magnetisch** werden. DAVY und ANDRÉ MARIE AMPÈRE fanden das verstärkt bei Eisen im Inneren einer stromdurchflossenen Drahtspule (E. FEYERABEND 1933). AMPÈRE (L. DE BROGLIE 1944, W. KAISER 1977) war der 1775 geborene Sohn eines im Seidenhandel reich gewordenen Bürgers von Lyon, der während der Revolution auch an der Justiz teilnahm und weil offensichtlich an der Hinrichtung des führenden Lyoner Revolutionärs CHALIER entscheidend beteiligt nach der Niederlage der Feinde des Konvents in Lyon selbst hingerichtet wurde. Der Sohn AMPÈRE blieb lebenslang davon geprägt. Vielseitig begabt wurde AMPÈRE, auch nach einer unglücklichen Ehe, 1808 Professor am Polytechnikum. Neben der Chemie wurde dann die Elektrizitätslehre seine zeitweilige Leidenschaft.

1820 war AMPÈRE durch ARAGO mit dem OERSTED-Versuch der Ablenkung der Magnetnadel durch einen fließenden elektrischen Strom bekannt geworden und AMPÈRE ging es um die nähere Aufklärung der Beziehungen von Elektrizität und magnetischen Erscheinungen, vor allem um die Fasssung in mathematischen Formeln. AMPÈRE brachte eine erste **Hypothese über den Magnetismus**, die besagt, daß im Magneten jedes Molekül von ringförmigen Strömen umgeben ist und diese in ihrer Summe den makroskopisch feststellbaren Magnetismus etwa von Eisenmagneten ergeben. Die Eigenschaft des Magneten gründeten sich also

auf "die Existenz geschlossener elektrischer Ströme in der Masse der magnetisierten Substanz", rührte von "Bewegungen der Elektrizität" her, von "in der Masse der magnetisierten Materie verborgenen elektrischen Teilchenströmen" (L. DE BROGLIE 1944, S. 258/259), hatte nichts mit Elektrostatik zu tun. AMPÈRE hatte die Wechselwirkung zweier stromdurchflossener Leiter aufeinander gefunden, wobei sich gleichgerichtete Ströme anziehen, entgegengesetzt gerichtete abstoßen. Das begründete die **Elektrodynamik**. Elekrizität war für AMPÈRE das Primäre, Stromwirkung auf eine Magnetnadel beruhte auf der Wechselwirkung zweier Ströme, dem im stromdurchflossenen Leiter und den Strömen im Magneten. Die Stärke eines Stromes durch die Wirkung auf eine Magnetnadel zu messen führte zum **Galvanometer**.

Zum **Elektromagneten** führte 1822 AMPÈREs Konstruktion des **Solenoids,** bei dem ein in Spiralen aufgewickelter Draht beim Durchfließen eines elektrischen Stromes zum Magneten wird. Ein leistungefähiher Elektromagnet wurde **1825** von WILLIAM STURGEON (B. S. FINN 1976, K. J. LAIDLER 1998) vorgestellt. Sohn eines Schuhmachers in Lancashire, lernte STURGEON selbst Schuhmacher, wurde Artillerie-Soldat, bildete sich im Selbststudium zum Lehrer der Wissenschaften am Military College in Addiscombe (Surrey). Ein in Hufeisenform gebrachtes Stück Eisen umwickelte STURGEON mit 18 Windungen von starkem blanken Kupferdraht und leitete Strom hindurch (O. MAHR 1941). Dieser durch Stromfluß entstandene Magnet konnte dann das 20-fache seines Gewichts tragen, beim Eigengewicht von 200 g also 4 kg Eisen. JOSEPH HENRY (W. F. M. 1960) in Albany in den USA verbesserte den Elektromagneten 1828. Wie FARADAY stammte auch der 1797 in Albany geborene HENRY aus ärmlichen Verhältnissen mit unzureichender Schulbildung und erhielt eher durch Zufall Zugang zu naturwissenschaftlichen Büchern, durch die er seine Anfangsbildung erwarb, ehe er Zugang an der Albany Academy erhielt. Hier wurde er 1826 Professor für Mathematik und Naturphilosophie. HENRY war dann ab 1832 Professor der Naturphilosophie am College von New Jersey, der späteren Princeton Universität. Etliches, was FARADAY entdeckte, fand unabhängig und teilweise vorher HENRY, der meistens mit der Publikation im Verzug war. HENRY war ab 1846 erster Sekretär und Direktor der Smithsonian Institution in Washington und wurde hochgeehrt nach seinem Tod 1878 als einer der ersten führenden US-amerikanischen Wissenschaftler.

FARADAY erreichte, daß **Strom eine Magnetnadel in Rotation versetzt**. Daß **elektrischer Strom eine mechanische Bewegung hervorruft** war der Grundvorgang des **Elektromotors**.

Zu weiteren Eigenschaften des elektrischen Stromes wird zusammenhängend bei FARADAY berichtet.

## Erzeugung von Elektrizität - von der Voltasäule aus und der Kräfteumwandlung:

1. **Von der VOLTA-Säule her** wurden verschiedene "**galvanische Elemente**", "Zellen", hergeleitet, die auch praktische Bedeutung, etwa in der elektrischen Telegrafie erhielten. Die Volta-Säule wat die Urform der **Batterie**, mit der Elektrizität auch orts-ungebunden erzegt werden kann, in einem gerät wie im 21. Jh. dem tragbaren Computer.

DAVYs Säulen hatten etwa auch Pole von Holzkohle und Zink, auch mit zwei Flüssigkeiten und einer Metallkomponente. Eine **Trockensäule** (dry pile), bei der zwei Metallscheiben durch eine Schicht von Salzpaste getrennt waren (J. PAYEN 19), konstruierte zwischen 1801 und 1804 CHARLES-BERNARD DESORMES, 1812 GIUSEPPE ZAMBONI. JOHN FREDERICK DANIELL (J. MERTENS 1998) beschrieb 1836 eine besonders wirkungsvolle, lange gleichbleibenden Strom liefernde "Zelle". Bei der wirkungsvollen Batterie des meist als Jurist tätigen Sir GEORGE GROVE ragte als +-Pol Zink in verdünnte Schwefelsäure und, in einem besonderen Gefäß Platin in konzentrierte Salpetersäure. BUNSEN veränderte 1841 die GROVEsche Batterie, indem er das teure Platin durch eine besonders zubereitete Kohle und später die Salpetersäure durch Chromsäure ersetzte. Dieses "**Bunsen-Element**" oder die "Bunsenbatterie" lieferte, allerdings immer nur wenige Stunden lang, vor der Einführung der Dynamomaschine (1866) die stärksten Ströme. Mit seinem "Element" hat BUNSEN elektrolytisch Alkali- und Erdalkali-Metalle sowie reines Chrom, Aluminium, Magnesium u. a. hergestellt (S. G. SCHACHER 19). Etwa E. RUTHERFORD (1936) hatte als junger Physiker in Neuseeland noch jeden Morgen die "Grove cells" neu zu präparieren. GEORGES LECLANCHÉ fand um 1865 das nach ihm benannte **Leclanché-Element**, namentlich die Kohle-Braunstein-Salmiaklösung-Zink-Zelle. Sie konnte bei Nichtbenutzung wartungsfrei aufbewahrt werden, bei der Anwendung in der Telegrafie von großem Wert (E. PREISLER 1980). Um 1867 waren etwa 20.000 Batterien im Gebrauch (J. MERTENS 1999).

2. Im Gefolge von OERSTEDs Befund einer Kräfteumwandlung zwischen Elektrizität und Magnetnadel entdeckte THOMAS JOHANN SEEBECK (L. STIEDA 1881) **1821** unerwartet die **"Thermoelektrizität",** von ihm "Thermomagnetismus" genannt, denn er fand auch nur die Ablenkung der Magnetnadel bei seiner Apparatur, nicht den fließenden Strom. SEEBECK, Kaufmannssohn aus Reval, hatte in Berlin und Göttingen Medizin und Naturwissenschaften studiert, war Privatgelehrter in Bayreuth und Nürnberg und ging dann an die Berliner Akademie der Wissenschaften. Er hatte gefunden, daß die Magnetnadelablenkung durch fließenden Strom auch von der Beschaffenheit der Stromquelle abhängt, wo-

bei von der magnetischen Effizienz ("magnetischen Spannung") gesprochen wurde. Bei Forschungen dazu unter Benutzung eines "Multiplikators" fand er, daß dann, wenn sich zwei verschiedenen Metalle an zwei Stellen berühren und eine dieser Berührungsstellen erwärmt oder gegenüber der anderen Berührungsstelle abgekühlt wird, Elektrizität fließt, wobei die "magnetische Spannung", wie SEEBECK schrieb (1825, S, 274), "um so stärker" war, je größer die Differenz der Temperatur an den beiden Berührungspunkten ist." Die Spannung war fernerhin davon abhängig, welche verschiedenen Metalle sich berührten, war also bei verschiedener Kombination verschiedener Metall unterschiedlich, und es ließ sich eine Spannungsreihe aufstellen. Der "Thermomagnetismus" schien SEEBECK den Erdmagnetismus zu erklären, wenn man das Aneinanderstoßen verschiedener Metalle im Erdinneren annahm und große innerirdische Feuer an Erzadern aus verschiedenen Metallen dabei bestimmte Orte des Zusammenstoßens erhitzten. Bei Erdbeben, die von Verschiebungen im Erdinneren begleitet sein sollten, sollte es daher Veränderungen beim Ausschlag der Magnetnadel geben, wie sie A. v. HUMBOLDT 1799 bei der Inklination der Magnetnadel beim Erdbeben von Cumana nachgewiesen habe.

ANTOINE CESAR BECQUEREL nutzte erstmals die Thermoelektrizität zur **Temperaturmessung**, indem er die eine Lötstelle der beiden an zwei Stellen verbundenen Metallstücke ( - drähte) in den auf seine Temperatur zu messenden Körper führte. Es war die erste nicht auf der Ausdehnung von Flüssigkeiten, Gasen oder Festkörpern beruhende Temperaturmessung, anwendbar bis um 1300° C. Schob man, wie es viel später geschah, die Spitze eines Thermoelementes beispielsweise unter Baumrinde, ließ sich die Temperatur des Saftstromes darunter messen.

3. Die zukunftsträchtigste Elektrizitäterzeugung, die Umwandlung von Bewegung, von mechanischer Energie in Strom, fand FARADAYMICHAEL mit der **elektromagnetischen Induktion**.

## Die elektromagnetische Induktion und das Werk von MICHAEL FARADAY

FARADAYs Vater war ein armer Schmied (blacksmith), der erst kurz vor FARADAYs (H. PIPER 1967) Geburt, als das der 22. September 1791 angegeben wird, mit seiner Familie aus North Yorkshire nach einem nunmehr zu London gehörenden Dorf gewandert war. Die Familie gehörte der den Unitariern nahestehenden, um 1730 gegründeten religiösen Sekte der Sandemanians an und FARADAY blieb ihr auch später zugehörig. Es wird vermutet, daß auf die von der Sekte geprägte

Überzeugung von der Einheit der göttlichen Dinge FARADAYs wichtige Ideen von der Einheit (unity) und der Wechselbeziehung (interconnection) aller Phänomene in der Welt zurückgehen. Von den unter Aufsicht der Kirche stehenden Schulen ausgeschlossen, wurde der zunächst völlig unzureichend gebildete FARADAY mit 13 Jahren zunächst Lauf- und Zeitungsjunge bei einem Buchhändler und dann, in einer 7-jährigen Lehrzeit, bei ihm auch das Buchbinden erlernte. Lesen gelernt, las FARADAY ihm in die Hände gekommene wissenschaftliche Bücher, so auch LAVOISIERs 'Elements of chmeistry'. Das regte ihn zu eigenen Experimenten an, wofür er auch eine kleine Elektrisiermaschine erwarb. Ein Kunde seines Meisters vermittelte dem nun an Naturwissenshaften interessierten FARADAY den Besuch von Vorträgen DAVYs in der Royal Institution. FARADAY wurde in seiner Begeisterung auch durch die zu Hause sorgfältig ausgearbeiteten, auf beinahe 400 Seiten niedergeschriebenen Vorlesungen von DAVY von diesem erkannt und wurde 1813 dessen Assistent und damit fast auch Diener. FARADAY konnte 1813 - 1815 das Ehepaar DAVY auf den europäischen Kontinent begleiten. In Paris lernte er die führenden Naturforscher kennen. FARADAY wurde von seinem Meister DAVY jedoch auch hintenangesetzt und beim Besuch bei VOLTA in Como durfte FARADAY nicht am Mittagessen teilnehmen, obwohl ihn namentlich die dabei geführten Gespräche über wissenschaftliche Dinge brennend interessiert hätten. Andererseits hat DAVY einmal FARADAY als seine wichtigste Entdeckung bezeichnet. Eine mathematische Ausbildung konnte FARADAY nicht nachholen. Zeitlebens schrieb er nie eine mathematische Formel (A. HERMANN 1970). Naturphänomene sah er eher bildhaft. Nur in den Anfängen einer Wissenschaft ist es möglich, ohne vorausgehende langjährige Ausbildung grundlegende Entdeckungen zu vollbringen. Zurück in London hat FARADAY bald selbst wissenschaftliche Vorträge an der Royal Institution gehalten, als zuerst mehr Chemiker seine Weihnachtsvorlesungen für Kinder mit der berühmten "Naturgeschichte einer Kerze". Um seine Ausdrucksfähigkeit zu verbessern begrünete FARADAY 1818 mit 4 Gleichgesinnten einen Zirkel, um Essays zu schreiben (zu A. JENKINS ed. 2008). Als Chemiker erwies FARADAY sich auch etwa in der Herstellung erster metallischer Hochqualitätslegierungen und der 1823 der gelungenen Verflüssigung von Chlor und anderen Gasen sowie der Entdeckung des Benzol. Bald fand FARADAY entscheidende Grundvorgänge der Elektrizität, entscheidend für die weitere Nutzung der Elektrizität, die Elektrotechnik.

Im Jahre **1831**, protokolliert am 29. August, fand FARADAY die **elektromagnetische Induktion**. Gegenüber der Ablenkung der Magnetnadel durch elektrischen Strom prüfte FARADAY, ob die Bewegung eines Metalls in einem ruhenden Magnetfeld Wirkung hat. Bewegung eines Metalls in einem Magnetfeld erzeugte, wie erwartet Stromfluß, ein als "Induktion" bezeichneter Vorgang (O. MAHR 1941). Unabhängig von FARADAY und etwas vorher entdeckte die elektromagnetische

Induktion auch JOSEPH HENRY in den USA, publizierte das jedoch später als FARADAY. Damit war das auch für kommende Elektrotechnik wohl wichtigste Phänomen gefunden.

FARADAY fand fernerhin jene elektrische **Induktion**, die darin besteht, daß wenn in einem Stromkreis der elektrische Strom geöffnet oder geschlossen, ja auch nur geschwächt wird, in einem in der Nähe befindlichen geschlossenen Leiter ein momentaner elektrischer Strom hervorgebracht, "induziert", wird. FARADAY publizierte 1835 die auch von HENRY etwa vorher gefundene "**Selbstinduktion**", die Hervorrufung eines kurzzeitig entgegengesetzt fließenden Stromes beim Unterbrechen eines Stromes in einem Leiter.

FARADAY wies auch endgültig nach, daß die auf verschiedene Weise erzeugte Elektrizität, hervorgebracht durch Reibung, Voltasäule, magnetelektrische Maschine, dieselben Eigenschaften und Wirkungen besitzt, es also nur **eine** Elektrizität gibt.

Daß bewies ihm etwa die aller Elektrizität zukommende Zersetzung des Wassers.

Indem FARADAY die Zersetzungen bei der **Elektrolyse** maß, fand er 1833 die Proportionalität zwischen dem aufgewandten elektrischen Strom und der Menge zersetzter Substanzen (W. F. G. SWANN 1931), das erste Gesetz der Elektrolyse. Die Strommenge war aber genau zu bestimmten nur durch die von einem Strom zersetzte Quantität einer Substanz, also wenn FARADAY das ableitete, ging er von einer eher vagen anderweitig bestimmten Elektrizitätsmenge aus, wobei er einmal davon ausging, daß zur Zersetzung von 1 Gran angesäuerten Wassers man 1,75 Minuten elektrolysieren muß mit einem Strom, der einen Platindraht von 1/104 Zoll Durchmesser in Luft eben diese Zeit in Rotglut halten kann (F. SZABADVÁRY 1991).

Das zweite FARADAYsche Gesetz besagt, daß gleiche Strommengen chemische Äquivalente abscheiden. Das legte nahe: Elektrische Ladungen mußten in Multiplen einer fundamentalen Einheit bestehen. Es zeigte sich auch, daß die Zersetzung von Substanzen durch elektrischen Strom schon bei geringstem Stromfluß einsetzt, was fragen ließ, ob ganz geringe Ströme die chemische Bindung wirklich aufbrechen oder nicht vielmehr bereits vorhandene oder ganz leicht auftretende geladene Teilchen bewegt und abgeschieden werden. Allerdings nahm FARDAY völlig freie geladene Teilchen nicht an.

FARADAY prägte die Termini **"Elektroden"** (electrodes) für die Pole der elektrischen Spannung, dabei **"Anode"** für den positiven, den + Pol, **"Kathode"** für den negativen, den - Pol. **"Ionen"** (ions) ("wanderers") wurden die zu den Polen

wandernden Teilchen genannt, **Anionen** (anions) die zum positiven (+ ) Pol ziehenden, **Kationen** (kations) die zum negativen (-) Pol ziehenden. Zersetzung von Substanzen durch elektrischen Strom legte die elektrische Natur der chemischen Bindungskraft nahe (K. T. COMPTON 1937).Wenn Strom in Elektrolyten geleitet wird, weil sich Anionen und Kationen bewegen, dann war also Elektrizität an elektrisch geladene Teilchen gebunden, eben an die Anionen und Kationen gebunden, war **Elektrizität offenbar eine an Teilchen gebundene Eigenschaft**, gibt es Elektrizitätsteilchen, **bestand in elektrisch geladenen Teilchen das Wesen der Elektrizität**. Noch ließ sich allerdings die rasche Leitung in allen Metallen nicht erklären.

Dieser atomaren Auffassung der Elektrizität steht fast entgegen das auf FARADAY zurückgehende Konzept **elektrischer und magnetischer Felder**. Um Magneten oder stromdurchflossene Drähte ordnen sich Eisenfeilspänen ringsum wie in Linien an. Für FARADAY wies da auf rings um Magneten oder stromdurchflossene Leiter geänderte Materiezustände, "Felder". Damit schien Materie allen Raum zu füllen, gab es keinen unützen leeren Raum, keine Atome (G. CANTOR 1998). Die "Kraftfelder" erschienen weniger leicht verständlich als die materialistische Realitätsvorstellung der Atomphysik, und sie brachte ein Element von Abstraktheit und Unanschaulichkeit in das sonst so einleuchtende Weltbild (W. HEISENBERG 1973, S. 113). Man konnte die Kraftfelder natürlich als von den Atomen hervorgerufen auffassen (S. 114).

FARADAY fand, daß es keinen absoluten Nichtleiter gibt, sondern Leiter und "Nichtleiter" sich nur graduell unterscheiden. Entgegen bisheriger Ansicht fand FARADAY, daß bei elektrischen Erscheinungen das Zwischenmedium entscheidend beteiligt ist. Es gibt nach FARADAY keine Kraftwirkung in die Ferne ohne Vermittlung des Zwischenstoffes (H. PIPER 1967).

Wegen seiner durch die anstrengende Arbeit untergrabenen Gesundheit mußte sich FARADAY schließlich zwei Jahre in den Schweizer Alpen erholen. Anschließend wandte er sich Nachweisen zu, die wechselseitige Umwandlung und **gegenseitige Beeinflussung weiterer Naturkräfte** nachzuweisen, etwa auch von Magnetismus und Licht, und nach langer Suche konnte er die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in einem Magnetfeld, den "Faraday-Effekt" nachweisen. Er fand, daß Körper in Abhängigkeit von den beiden Magnetpolen sich para- oder diamagnetisch verhalten.

Der in Armut Geborene und Aufgewachsene und mittlerweile Hochgeehrte starb am 25. August 1867 in seiner Ehrenwohnung in Hampton Court Green.

## Entgegengesetzte Effekte – Seebecks 'Thermomagnetismus' und Peltier-Effekt

OERSTED hatte gefunden, daß fließender Strom eine Magnetnadel ablenkt. FARADAY fand umgekehrt, daß Bewegung einer Magnetnadel gegen Eisen Strom erzeugt. SEEBECK hatte gefunden, daß 2 sich an 2 Stellen berührende unterschiedliche Metalle "Magnetismus" leifern, später erkannt als Folge von Stromfluß. Floß **durch sich an 2 Stellen berührende unterschiedliche Metalle**, etwa Antimon und Wismut, **elektrischer Strom**, dann zeigte die eine Stelle **Erwärmung, die andere Abkühlung**: Das war der 1834 von JEAN-CHARLES-ATHANASE PELTIER, einem Uhrmacher, gefundene **Peltier-Effekt**. Im 20. Jh. wurden unter Benutzung dieses Effektes Kühlapparate konstruiert.

## Brennstoffzelle

Eine weitere Möglichkeit der Stromerzeugung fand 1838, veröffentlicht 1839 SCHÖNBEIN mit dem Prinzip der Brennstoffzelle. als er 2 Platindrähte in Salzsäure mit Wasserstoff/H2 und Sauerstoff/O2 umapülte und zwischen den Drähten eine elektrische Spannung feststellte (Wikipedia 2018). GROVE sprach vom 'batterisierten Knallgas, es war die Umkehr der Elektrolyse. Die Dinge wurden dann aber nicht weiterverfolgt, da die Elektrizitätserzeugung durch das Dynamoprinzip das nicht nötig machte. Der Begriff 'Brennstoffzelle' ist zurückzuführen auf die Versuche mit 'Mondgas' bei LUDWIG MOND und CHARLES LANGER. Strom zu erzeugen wo kein Anschluß besteht, das ließ die Brennstoffzelle im 20. Jh. wichtig werden bei alleinstehenden Gebäuden, wie es England erstrebte auf U-Booten und bei Weltraumflugkörpern. Im Knallgebläse entsteht bei gleichartger Umsetzung wie in der Brennstoffzelle nur Wärme.Bei der Brennstoffzelle müssen Oxydation der Wasserstoffs und die Reduktion des Sauerstoffs räumlich getrennt geschehen, Statt Wasserstoff können auch andere Kohlenwasserstoffe, besser speicherbare, auch Stadtgas, Benzin, Methanol, auch Ammonik benutzt werden.

## Anwendung der elektromagnetischen Induktion für die Stromerzeugung. - Das Dynamoprinzip

Eine erste auf der elektromagnetischen Induktiuon beruhende **magnetelektrische Maschine** zur Stromerzeugung bauten unter des Vaters Anleitung die Söhne des Pariser Instrumentenmacher HIPPOLYTE PIXII, worüber 1832 vor der französischen Akademie der Wissenschaften berichtet wurde. Gedreht wurde der hufeisenförmige

Dauermagnet innerhalb einer Drahtspule. Abgeleitet wurde Wechselstrom. WILLIAM RITCHIE baute 1833 eine Maschine, in der der Magnet stillstand und das Metallstück, der "**Anker**", gedreht wurde. Schon weil man zunächst keine gleichmäßige Spannung ableiten konnte, waren die magnetelektrischen Maschinen zuerst Demonstrationapparate und Spielzeug. JOHN STEPHAN WOOLRICH in Birmingham bewegte den Anker von magnetelektrischen Maschinen nicht mehr von Hand, sondern durch Dampfkraft. Magnetelektrische Maschinen der Gesellschaft "L'Alliance" lieferten zuerst 1863 Bogenlicht auf Leuchttürmen.

Eine wesentliche Erweiterung dieser Stromerzeugung geschah durch das **dynamoelektrische Prinzip.** Der erzeugte Stromes wurde genutzt, um von einem permanenten Magneten unabhängigen Magnetismus zu erzeugen und dabei verstärkten sich Strom und Magnet wechselseitig. Dem dynamoelektrischen Prinzip nahe kamen unabhängig voneinander etwa der Däne SÖREN HJORT und der englische Elektroingenieur HENRY WILDE Ebenso unabhängig voneinander kamen zur Dynamomaschine die Engländer ALFRED VARLEY (B. J. HUNT 2004) sowie WHEATSTONE und in Deutschland WERNER SIEMENS **1866.** Der begnadete Physiker wie Unternehmer WERNER SIEMENS (E. BRÜCHE 1966) wurde am 13. Dezember 1816 als drittes Kind auf dem vom Vater gepachteten Gut Lenthe im Hannoverschen geboren. Die Familie zog später auf das Pachtgut Menzendorf in Mecklenburg. Auf dem Lübecker humanistischen Gymnasium erfuhr SIEMENS seine Neigung zur Mathematik. Er entschloß sich schon wegen seiner finanziellen Lage statt zum Studium zum Eintritt in das preußische Ingenieurkorps und wurde 1834 Offiziersanwärter in Magdeburg bei der Artillerie. Er fand, daß er rasch begriff, was anderen Mühe bereitete. Im Herbst 1835 kam das Kommando zur Vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule in Berlin. Er war dann mit Explosivstoffen beschäftigt. Im Jahre 1840 wurde SIEMENS in die Garnisonsstadt Wittenberg versetzt, wo er elektrochemische Untersuchungen durchführte. Weil er bei einem Duell als Sekundant wirkte, kam er in Festungshaft, setzte dort seine Versuche fort. Er schloß, nunmehr wieder in Berlin, 1842, 25 Jahre alt, mit einer Neusilber-Firma einen Vertrag über Vergoldung auf Grund seines Patentes. In den Jahren 1846 / 1847 verbesserte er den Zeigertelegraphen von WHEATSTONE entscheidend, konstruierte 1847 die Guttapercha-Presse zur nahtlosen Ummantelung von Kabeln und tätigte bald weitere Erfindungen. Noch im aktiven Dienst gründete er 1847 mit dem Universitätsmechaniker GEORG HALSKE eine eigene elektrotechnische Werkstatt, die entscheidend zu der 1848 zwischen Berlin und Frankfurt/M. gebauten eine Telegrafenleitung beitrug. SIEMENS schied 1849 aus der preußischen Armee aus. HALSKE verließ 1868 das immer größer werdende Unternehmen.

SIEMENS war sich der mit der Dynamomaschine gegebenen Möglichkeiten hoher

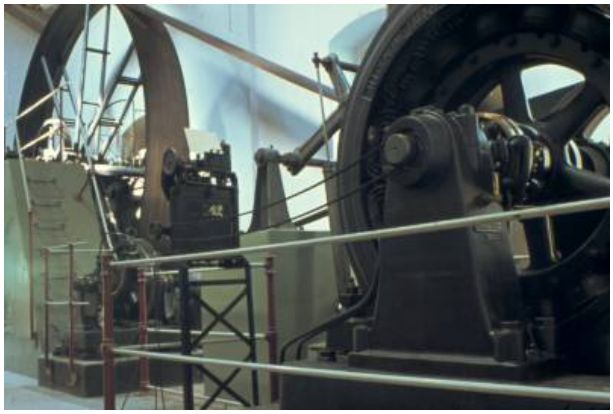

Abbildung 1484: Dynamomaschine, Ziegenrück.

Stromerzeugung und dessen Anwendung bald bewußt. Wegen des im feststehenden Elektromagneten zurückbleibenden Restmagnetismus konnte man die Maschine nach Stillstand immer wieder in Betrieb nehmen. Schwierig war die Kühlung des Ankers. Eine der ersten Maschinen, ein relativ kleines kastenartiges Gebilde auf einem Tisch und angtrieben von einer Dampfmaschine, diente zum Betrieb eines Bogenlampen-Scheinwerfers auf einem Truppenübungsplatz zur Nachtübung. Bald wurden, so 1867, größere Dynamomaschinen gebaut, war der Weg der **Starkstromtechnik** gegeben. Größere Mengen reines Kupfer konnten nun elektrolytisch gewonnen und durch Drähte aus Reinkupfer die Elektrotechnik befördert werden. Als W. SIEMENS am 6. Dezember 1892 in Charlottenburg starb, waren die Siemens-Werke und die von SIEMENS-Brüdern wie WILHELM und FRIEDRICH aufgebauten Werke mit die größten Industrieunternehmen in Europa, in Berlin entstand eine eigene "Siemensstadt"

Vor allem lieferte der elektrische Strom wie der Verbrennungsmotor eine Energie, die im Unterschied zur Dampfmaschine auch im Kleinbetrieb angewandt werden konnte und so diese konkurrenzfähiger machten, wie SIEMENS ausführte 1886 in seinen Vortrag: Das naturwissenschaftliche Zeitalter, auf der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin vom 18. bis 24. September 1886, S. 92 - 96.

Neben der grundlegenden Entdeckungen der Stromerzeugung gab es Meßmethoden und Meßinstrumente. CHARLES WHEATSTONE konstruierte 1843 auf Vorschlag des Mathematikers SAMUEL CHRISTIE die "**Wheatstonesche Brücke**" zur Messung des Widerstandes eines Drahtes.

Daß auch **Licht** elektrischen Strom erzeugen kann, in der Selenzelle, wurde erst später deutlich.

# Einheit in der Natur - Suche nach den Beziehungen zwischen den verschiedenen Kräften

## Überlegungen zur Einheit in der Natur

Der Gedanke allgemeiner **Zusammenhänge zwischen den Naturphänomenen** durchzog die **romantische Naturphilosophie**, war bei OERSTED, SEEBECK und anderen zur Festellung gekommen, aber bewegte auch Naturforscher danach. ALEXANDER von HUMBOLDT feierte 1828 das tiefe Fühlen für die Einheit der Natur (s. G. HOLTON 1998, S. 25) und gab als wichtiges Ziel seines Werkes "Kosmos" "die Erscheinung der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhang, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes aufzufassen" (zit. aus: O. KRÄTZ 1977, S. 18). Bei dem Wissenschaftspopularisator J. G. FISCHER hieß es 1853 (S. 8): "... dieses Wiederzusammenfügen enthält erst die Sühne für jene unnatürliche Zerstückelung: die Natur besteht nicht aus Einzelheiten, aber wir können sie nur aus Einzelheiten erkennen!" Eine ganze Philosophie des **Monismus**, einer Einheitsauffassung, suchte am Ende des 19. Jh. der Biologe ERNST HAECKEL auszubilden. Die Erkenntnis von Zusammenhängen im Naturgeschehen wurde oft als besonders große Errungenschaft der Naturforschung gefeiert. So geschah es auch im Falle der Entdeckung des Energiesatzes. RUDOLF CLAUSIUS meinte 1884 (1885, S. 27), daß die Erkenntnis der Verbindung der "Agentien" in der Natur dazu führte, "dass das Studium der Physik trotz des durch immer neue Erfindungen und Entdeckungen fortwährend wachsenden Materials, doch nicht schwerer, sondern eher leichter als zuvor geworden ist..."

### Von der Vorstellung der Kräfte-Umwandlungen zum Gesetz von der Energieerhaltung

Am 21. Juni 1834 hielt FARADAY (A. HERMANN 1970) den Vortrag "Relations of Chemical Affairs, Electricity, Heat, Magnetism and other Powers of Matter" vor der Royal Institution und in seinem Notizbuch hatte FARADAY zu dem Verhältnis zwischen den verschiedenen Kräften festgehalten: "Wir können nicht sagen, daß eine die Ursache der anderen ist, sondern nur, daß alle zusammenhängen und von einer gemeinsamen Ursache herrühren. Was den Zusammenhang betrifft, beobachte die Erzeugung von einer Kraft aus der anderen, oder die Umwandlung von einer in die andere" (zitiert aus A. HERMANN 1980, S. 129). Umwandlungen von Kräften waren ihm auch die Wärme-Entwicklung bei zahlreichen chemischen Vorgängen, die Elektrizitätserzeugung bei den offensichtlich chemischen Vorgängen in der Volta-Säule, von Elektrizität in Wärme in stromdurchflossenen Drähten, der

Lichtfunken bei elektrischen Entladungen. Im November 1845 berichtete FARADAY über seine Entdeckung, daß ein Magnet die Polarisationsebene eines Lichtstrahles um einen gewissen Winkel dreht (J. TYNDALL 1948) und hatte damit einen lange mühsam gesuchten Zusammenhang zwischen Magnetismus und Licht erwiesen. Damit war die Sache nicht erledigt, denn ZEEMAN fand später die Wirkung eines Magnefeldes auf Spekrallinien, deren Verbreiterung und eröffnete neue theoretische Deutungen über die Atome.

Es ergab sich andererseits eine klare Trennung zwischen zwei offenbar grundlegenden Wesenheiten in der Natur, den 1. seinerzeit 54 bekannten **chemischen Elementen** und 2. den "**Kräften**", der "**Kraft**". "Kräfte" sollten im Unterschied zu den Substanzen "immaterieller Natur" sein, "**Imponderabilien**" (die Nicht-Wiegbaren), entsprechend der Auffassung der den "Atomismus" ablehnenden "**Dynamisten**". Die Substanzen hießen die "Ponderablen", "**Ponderabilien**".

RUMFORDs Kanonenbohrexperiment hatte schon nahegelegt, daß Wärme kein Stoff ist. "Kraft" und "Kräfte" wurden zunächst qualitativ verglichen und betrachtet. Der Chemie und anderen Naturwissenschaften tätige CARL FRIEDRICH MOHR (R. HASENCLEVER 1900) legte 1837 dar, daß es außer den chemischen Elementen "in der Natur der Dinge nur noch ein Agens" gibt, und dieses heisst "Kraft". Diese könne sich in verschiedener Gestalt äußern, nämlich als Bewegung, chemische Affinität, Kohäsion, Elektrizität, Licht, Wärme, Magnetismus. MOHR beanspruchte deswegen später, als er seine eigene Veröffentlichung nahezu vergessen hatte, sogar die Priorität als Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Energie (F. SZABADVARY 1974). MORITZ HERMANN VON JACOBI, Erbauer eines in St. Petersburg konstruierten elektrisch betriebenen Bootes, hatte für die elektrischen Batterien (K. J. LAUDLER 1998), noch eine dauernde Kraftlieferung angenommen. JACOBI war auch Architekt und wurde 1837 nach St. Petersburg berufen,

Bei JACOBI wie anderswo wurde deutlich, daß **"Kraft" weder aus dem "Nichts" entstehen** kann, **noch ins Nichts verschwindet**. Der Begriff 'Kraft' wurde später ersetzt durch "Energie".

**Der Satz von der Erhaltung der "Kräfte", der Energie**

Wurden Umwandlungen von "Kräften", wie 'Energie' zunächst benannt wurde, zunächst qualitativ gesehen, wurde ab 1842 erfaßt, daß sich bestimmte Mengen, bestimmte Quantitäten einer Kraft in eine andere umwandeln.

Mit die ersten Gedanken zu dem Gesetz von der **Erhaltung** der 'Kraft', **der Energie** lieferte JULIUS ROBERT MAYER (J. J. WEYRAUCH 1893). Geboren am 25. November 1814 als Sohn des Besitzers der Apotheke "Zur Rose" in

Heilbronn, studierte MAYER nach dem Besuch des evangelisch-theologischen Seminars Schönthal von 1832 bis 1837 Medizin in Tübingen. Als Schiffsarzt fuhr er 1840/41 auf dem Hunderttausend Backsteine befördernden niederländischen Schiff "Java" nach Südost-Asien. Als er in der Tropenzone einen Mann 'Ader lassen' mußte, überraschte MAYER daß aus der angeschnittenen Vene auffallend rotes Blußt floß. Als Grund erfaßte er, daß im warmen Tropenklima offenbar weniger Körperwärme erzeugt werden muß und so weniger Sauerstoff im Körper verbraucht wird. Das hellrote Blut der Arterien verliert weniger Sauerstoff im Körper und das Venenblut bekommt mehr Sauerstoff als in kalten Zonen mit. MAYER dämmerte der Zusammenhang zwischen Wärme und mechanischer Arbeit. "Kräfte", die zweite Wesenheit der Natur, erschienen bei ihren Umwandlungen ebenso konstant zu verhalten wie die "Materien", wie die Substanzen. MAYER schrieb an den Psychologen WILHELM GRIESINGER (zitiert nach: J. J. WEYRAUCH 1893, S.180): "Fallkraft (d. h. räumlicher Abstand der Materie), Bewegung, Wärme, Elektrizität (d. h. elektrische Differenz) und chemische Differenz sind ein und dasselbe Objekt, aber freilich unter ganz verschiedenen Formen. Da es dem Sprachgebrauch gemäss ist, die Ursachen der Bewegung "Kräfte" zu nennen, so verdienen diese Objekte alle den Namen "Kräfte". Will man die Eigenschaften der Materien auch noch Kräfte nennen, so muss man diese letzteren von ersteren sorgfältig trennen, sonst entsteht eine jammervolle Begriffsverwirrung; ..." Was eine "Kraft" wie Wärme ihrem Wesen nach ist, diskutierte MAYER, der mathematischen Beziehung verpflichtet, nicht. Wegen der Imponderabilität der Energie glaubte MAYER, etwa in einem Briefe von 1871, einen "antimaterialistischen Standpunkt" begründet zu haben.

Eigene überzeugende Experimente zur quantitativen Feststellung von Kraftumwandlungen führte ab 1843 in England JAMES JOULE (K. J. LAIDLER 1998) durch. JOULE war der 1818 geborene Sohn eines begüterten Brauers in der Nähe von Manchester und DALTON hatte ihn in seiner Jugend privat unterrichtet. Irgendein wissenschaftliches Amt hat JOULE niemals eingenommen. Er begann mit Untersuchungen über die Verbesserung elektrischer Motoren, die Beziehungen zwischen den chemischen Veränderungen in der den elektrischen Strom liefernden Batterie und der mechanischen Leistung. Er fand, 1840, die Proportionalität zwischen dem in einem Draht fließenden elektrischen Strom und der entstehenden Wärme, abhämgig vom Widerstand des Drahtes. Experimentell überprüfte er, publiziert 1843, die Beziehung von Wärme und mechanischer Energie. In einem seiner als "klassisch" bezeichneten Experimente ließ JOULE durch ein fallendes Gewicht ein Schaufelrad in einer Flüssigkeit sich drehen und maß die dabei auftretende Wärme. Als JOULE das 1847 auf der Jahrestagung der British Association in Oxford vortrug, war der noch junge, etwa 23-jährige WILLIAM THOMSON aufmerksamer Zuhörer war. Daß er ein allgemeinstes Naturgesetz gefunden habe



Abbildung 1485: R. MAYER. Heilbronn.

sagte JOULE nicht (E. R. NESWALD 2006).

Der manchmal am höchsten geschätzte Begründer des Gesetzes von der Erhaltung der Energie ist HERMANN HELMHOLTZ (H. RAMSER 1989, H. RECHENBERG 2011), der noch auf anderen Gebieten der Physik wegweisende Leistungen vollbrachte.

HELMHOLTZ war am 31. August 1821 als Sohn eines Gymnasiallehrers in Potsdam geboren worden und studierte, um Studiengeldfreiheit zu haben, Medizin an der Berliner "Pépinière", der militärmedizischen Akademie. Er konnte aber auch dem an der Berliner Universität wirkenden führenden Physiologen JOHANNES MÜLLER und den um ihn versammelten jungen Physiologen begegnen. HELMHOLTZ war 1843-1848 Militärarzt in Potsdam, wurde, ohne vorherige Habilitation, 28 Jahre alt, 1849 Professor der Physiologie in Königsberg, 1855 in Bonn, 1858 auf dem neugeschaffenen Physiologie-Lehrstuhl in Heidelberg, 1871 Professor der Physik in Berlin.

Seine Arbeit "Über die Erhaltung der Kraft" trug er am 23. Juli **1847,** also noch als Militärarzt**,** vor der Berliner Physikalischen Gesellschaft vor. Entstanden war die Arbeit vornehmlich aus Überlegungen zur Lebenskraft; auf letztlich mechanische Art sollten dann alle Kräfte der Natur erklärt werden, auf unveränderliche anziehende und abstoßende Kräfte, deren Intensität von der Entfernung abhängt. Zunächst fand auch HELMHOLTZ, wie MAYER, vor allem Ablehnung, jeden-



Abbildung 1486: HELMHOLTZ.Berlin.

falls in POGGENDORFFs 'Annalen der Physik und Chemie', und HELMHOLTZ mußte seine Arbeit als selbständige Schrift erscheinen lassen.

**Physiologie und Physik - Physiologische Beobachtungen bringen neue Erkenntnisse in der Physik**

**Beobachtungen**, welche der **Physiologie** angehörten, haben manchen **Fortschritt in der Physik** zuweggebracht. Medzin wurde sogar studiert, Physiologie betrieben, in der Physik gelandet. MAYERs Beobachtung von der roten Farbe auch des Venenblutes in den Tropen, HELMHOLTZ Untersuchungen zur 'Wärmeentwicklung bei der Muskulatur' von 1848, Beobachtungen des einen WEBER zur Welenbewegung in den Blutgefäßen, die Erfassung des Osmotischen Druckes durch den Botaniker PFEFFER sind einige der hierher gehörenden Stationen. Der Physiologie schuf dann Physik. Ging wie HELMHOLTZ auch stellenmäßig in die Physik über.

Der Energiesatz erwies sich **auch für Lebewesen** als **gültig**. LIEBIG betonte, daß kein Tier mehr Wärme erzeugt, als durch die Verbrennung seiner Nahrung entsteht (H. E. ROSCOE 1887).

## Auslösungs-, Anstoß-Kausalität

Es gibt aber, und gerade auch MAYER fand das später, auch "**Ursachen**", bei denen **keine Proportionalität zwischen Ursache und Wirkung** besteht, also das Energiegesetz das nicht beschreibt. So ist es mit dem Funken, der eine große Ladung Pulver zur Explosion bringt. Der Funke liefert nicht die Energie für den chemischen Vorgang der Explosion, bei der gebundene chemische Energie freigesetzt wird. MAYER schrieb 1876 von "**Auslösung**", auch 'Anstoß' und 'Anlaß', von "Auslösungskausalität" (A. MITTASCH 1940). Solche Vorgänge sind weit verbreitet. Der Knall, der die ein Dorf vernichtende Lawine zum Rutschen bringt. Das geöffnete Tor in der Staumauer, das gespeicherte Wassermassen herausbrausen läßt. In der Chemie entspricht das der Katalyse, dem Anstoß einer Reaktion durch einen sich nicht einmal verbrauchenden Stoff in kleinen Mengen. Im 20. Jh. hat der Chemiker und namentlich Katalyse-Forscher ALWIN MITTASCH das ausgebaut.

## Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre, "Entropie"

Energie-Umwandlung erschien aber nicht nach jeder Richtung möglich. Wärme strömt nur von einem wärmeren zu einem kälteren Körper, nicht umgekehrt. RUDOLF CLAUSIUS drückte das aus im **Zweiten Hauptsatz der Wärmelehre**. Mit dem Ausgleich der Wärmedifferenzen kam es zu einem Zustand des Ausgleichs, ohne Struktur, einer Zunahme dessen, was CLAUSIUS **1865** "**Entropie**" nannte. Der Begriff, die Vorstellung der Entropie, wurde ohne den mathematischen Apparat zu einem in vielen Kreisen diskutiertem Phänomen, der Begriff bis in die Neuzeit angewandt, um Zerfall von Ordnung und Sturktur, Vermassung, die zunehmende Unordnung in der menschengemachten Umwelt, etwa mit der Zerstörung von Wäldern und damit Zerstörung komplexer Pflanzenvereine, der zunehmenden Strukturlosigkeit der Städte und anderes in einem höheren Prinzip zusammenzufassen. Namentlich WILLIAM THOMSON, Lord KELVIN, betonte als Folge der Verwandlung aller Energie schließlich in Wärme und den zunehmenden Wärmeausgleich ein kommendes Ende aller Bewegung, des Lebens, die zunehmende Verlangsamung der Naturprozesse, den "**Wärmetod**". Wegen der ständigen Abkühlung der Erde gegenüber dem Weltenraum bezweifelte er schon die langsame Umbildung der Erdoberfläche und die langsame schrittweise Evolution im Sinne DARWINs und verkündete ab er 1860-er-Jahre auch Laien seine dem Ende zugewandte Kosmologie, immerhin eine 1-lineare **unumkehrbare Entwicklung**, "agressiv" (E. R. NESWALD 2006). Der Jenaer Physikprofessor FELIX AUERBACH schrieb 1902 über die "Die Weltherrin und ihr Schatten" - die "Energie" mit ihrem bösen Schatten "Entropie". "Wärmetod", Zunahme der Entropie – das wies

auf das von der Natur bestimmte natürliche Ende der Welt, das sich aber auch mit dem religiös gepredigten Weltende verbinden ließ. Denkt man daran, daß die Sonne nach aller erdgeschichtlichen Erkenntnis Hunderte von Jahrmillionen die Erde mit Licht und Wärme versorgte und ein Ende noch lange nicht abzusehen war, dann erscheint das weltschmerzliche Gerede von Wärmetod nahezu absurd, absurd namentlich im Angesicht der drohenden Rohstoff-Krisen, der Erderwärmung, der Bevölkerungszunahme – den nahen oder schon eingetretenen Drohungen. Es wird vermutet, daß **nicht** der nach aller wissenschaftlichen Erkenntnis weit weit entfernte Wärmetod, sondern die in England schon in der Mitte des 19. Jh. drohende Kohle-Verknappung, der Verknappung des Rohstoffs der Industrialisierung, und die drohenden sozialen Probleme in der Wärmetod-Erörterung eine Reflexion fand (E. R. NESWALD 2006). Sah England auch seinen Verlust als Weltmacht voraus?

Was den "Wärmetod" betrifft, so hätte, wie auch argumentiert wurde, bei einem wirklich "ewigen" Weltall der Wärmetod schon längst eintreten müssen. Was das. "Leben" angeht, das in der grünen Pflanze Sonnenlicht zum Aufbau komplizierterer Stoffe ausnutzt, so schafft dieses "Ordnung", gegen die Entropie. Leben exisitert allerdings auf Kosten der Entropiezunahme in der Umgebung, wird ja das Licht der Sonne ausgenutzt. Lebewesen sind "Inseln" der Entropieabnahme (L. E. STRONG 1971).

**Pessimistische wissenschaftliche Hypothesen, Untergangs-Hypothesen,** hatte es schon manche gegeben (E. R. NESWALD 2006): Die "**neuen Sterne**" **gegen** die vermeintliche Unveränderlichkeit und **Unvergänglichkeit** jenseits der Mondsphäre, die nicht mehr existierenden vollendeten **Kreisbahnen** der Planeten hinsichtlich der elliptischen Bahnen KEPLERs, die sich **verlangsamenden Kometenbewegungen** angezeigt beim Enckeschen Kometen mit dem anzunehmenden Annähern der Körper des Sonnensystems an die Sonne und dem dortigen Verbrennen, später auch WILHELM OSTWALDs ständige Energieverluste. "Wissenschaftlicher Wärmetod" und theologische Lehren widersprachen sich, wie etwa der Physiologe ADOLF FICK bemerkte, nicht. Dem Weltende gegenüber stand die "Menschwerdung des Affen" und standen der technische und wissenschaftliche Fortschritt noch immer und im 20. Jh. nach 1945 für Progress und Optimismus – bis zum Bewußtwerden so mancher ungelösten Probleme nach besonders der Ölkrise 1973.

Die Dinge sind wie sie sind. Ihr Sein zu erforschen ist Aufgabe der Wissenschaft. Schlußfolgerungen sollten aber nicht ausbleiben. Ob man aus den Diskussionen über den Wärmetod und anderem ableiten kann, daß Erkenntnisse "gesellschaftliche Konstrukte" sind, erscheint auch bei allen Problemen der Objektivierung zahlreicher Erkenntnisse zweifelhaft.

## Weitere Gedanken zur Energie

Wenigstens mathematisch wurden die **Analogien** zwischen den verschiedenen Energieformen behandelt und die verschiedenen Gebiete der Physik in Zusammenhang gebracht, Wärme, Theromodynamik, Mechanik, Hydrodynamik, Magnetismus, Elektrizit, durch WILLIAM THOMSON aus Belfast, 53 Jahre Professor in Glasgow, 1892 ernannt zum Baron KELVIN of Larg. Baron KELVIN entwickelte etwa die mathematische Analogie zwischen Wärmeleitung in festen Körpern und Elektrizitätsleitung in Leitern.

In der technischen Nutzung von Energie war, was W. RAMSAY 1911 (1912, S. 16) hervorhob, deren **Konzentrierung** wichtig. Die Spitze eines Pfeils konzentriert die mechanische Energie des menschlichen Körpers auf einen Punkt und erhöht daher seine Wirkung. Die geballte Arbeiterfaust konnte wirksamer sein als die Flachhand es Gymnasiallehrers. DAVY konzentrierte die elektrische Energie einer mächtigen Batterie auf die Spitze eines dünnen Drahtes und konnte so im Lichtbogen Alkalimetalle präparieren.

Wenn die früheren Bürger des nordsächsischen Städtchens Schilda, die 'Schilbürger', verspottet wurden, daß sie Sonnenlicht in Säcken in ihr fensterloses Rathaus tragen wollten, dann verspottete man auch den wertvollen Gedanken des Energie-**Transsports und der Energiespeicherung** allgemein, und darunter fiele **das** die Speicherung von Elektrizität betreffende **Akkumulatoren-Problem**. Gelöst werden mußte es, aber von der Physik, und das verlachte angebliche Mittel der Schildbürger für Nutzung von Solarenergie durch Einfangen in Säcken war nicht einmal vor-physikalisch. Kohle-.oder Erdöl-Bunkerung ist eine Energiespeicherung, ist also Sonnenenergie, Mit wärmespeichenden Öfen wurde Wärme wenigstens für eine gewisse kurze Zeit gespeichert. **Eis** im Eiskeller war auch eine Form von Speicherung eines kalorischen Zustandes. Aber nun galt es auch für die Energieform Elektriziät eine Speicherung zu finden. Das auch von elektrischer Energie, die vielleicht irgendwo fern erzeugt wird. Vom Hochpumpen von Wasser durch Elektrizität in höherliegende Wasserbecken und der Rückgewinnung der Elektrizität beim Herabstürzen des gespeicherten Wassers aus der Höhe war man bei den geringen Anwendungen von Elektrizität noch weit entfernt.

Die Speicherung von Elektrizität ermöglichte der **Blei-Säure-Akkumuator**, von dem der hauptberuflich als Militärmediziner tätigen WILHELM JOSEF SINSTEDTEN (Wikipedia 2018) **1854** einen Prototyp entwickelte, mit dessen aus der Speicherung entnommen Elektrizität er Funken erzeugen und Drähte schmelzen konnte. Auf dem von SINSTEDTEN gefundenen Prinzip konstruierte. **1859** der Pariser Physikprofessor GASTON PLANTÉ seinen zur weiteren Anwendung gebrachten **Blei-Akkumulator**, Blei und Bleilegierungen waren zunächst das einzig geeig-

nete Material. Den Wirkungsgrad, das Verhältnis der hineingeladenen Elektrizitätsmenge zur gewonnenen 'Stromarbeit', konnte noch im 19. Jh. auf 70-80% gebracht werden (alte Lexikonangaben).

## Das Rätsel der Sonnenenergie

Aus dem Energiesatz ergab sich die Frage, wieso die **Sonne** mit ihrer doch begrenzten Masse **über Jahrmillionen** Licht und Wärme in das Weltall sendet. Mit Verbrennung, wie überhaupt mit einer bekannten Energiequelle war das nicht zu erklären. Etwa WILLIAM HOPKINS dachte an ständig von außen der Sonne zugeführte Energie, so 1853 (1854, S. Iiii) in seiner Ansprache vor der britischen Naturforschervereinigung: "the sun cannot continue for an indefinite time to emit the same quantity of heat as at present, unless his thermal energy be renovated from some extraneous source". Der etwas außerhalb des Wissenschaftsbetriebes stehende JOHN JAMES WATERSTON (C. N. BROWNE 2004) spekulierte über fortwährend auf die Sonne einfallende Meteroriten, eine damals nicht verifizierbare und nicht widerlegbare Hypothese. WILLIAM THOMSON, also Lord KELVIN und HELMHOLTZ nahmen die Hypothese wenigstens zeitweise auf. RANKINE äußerte, daß das physikalisches Weltall begrenzt wäre und von einem absoluten Vakuum umgeben ist, das die wegströmende Energie in das physikalische Weltall zurückreflektiert (W. HOPKINS 1854). An eine noch unbekannte Energieform wurde immerhin auch gedacht.

## Weiteres zu Beziehungen zwischen verschiedenen Kräften im 19. Jahrhundert

1839 fand ALEXANDRE EDMOND BECQUEREL, daß Sonnenlicht die Leistung von Batterien verstärlt und das kann als erste Auffindung von nutzbarer Solarenergie gelten (Wikipedia 2019),

HEINRICH HERTZ (1927, S. 173/174) wird genannt vor allem als Entdecker der elektromagnetischen Wellen, aber 1887 sah er als eine ebenso bedeutsame Entdeckung seinen Befund an, daß **Ultraviolett-Licht den Überschlag der Funken** über eine Lücke in einem stromleitendem Drahl **erleichert**. Nachdem FARADAY 1835 gefundenn hatte, daß Elektrizität die Polarisationsebene dreht, war also eine Beziehung zwischen Elektrizität und Licht bekannt. Das Umgekehrte, ein Fall von Wirkungen des Lichts auf Elektrizität, fehlte noch, wenn davon abgesehen wird, daß Licht den Widerstand im Selen etwas ändert. Aber hier war unklar, ob

nicht erzeugte Wärme oder chemische Veränderungen im Selen, also eine photochemische Reaktion, eine indirekte Lichtwirkung, diese Widerstandsänderung im Selen hervorrufen. Somit sah sich HERTZ als Entdecker einer ersten klaren Wirkung eines kleinen Teiles des Lichtes, im Umltraviolett, auf einen Vorgang mit Elektrizität. Auch schien sich ein weiterer Weg zur Erforschung des Ultraviolett eröffnet zu haben. Bald wurde die Einwirkung von Licht auf die elektrische Ladung in Metallen genauer untersucht und eröffnete ein neues Feld der Physik, noch 1888 durch HALLWACHS, damals in Leipzig (H. HERTZ 1927, S. 174).

**'Im Wandel das Bleibende' (HEISENBERG) - Gibt es das und was ist das?**

Hinter allen Wandlungen der Substanzen in chemischen Reaktionen blieb die "Erhaltung der Masse" (LAVOISIER) und hinter allen Wandlungen der speziellen Energie eine bleibende Menge an Energie. Was ist immer das Bleibende? Die Atome wiesen sich im 20. Jh. auch als wandelbar aus. Sind es die Elektronen? Ist nun die gemäß EINSTEIN mit Energie verknüpfte Masse und umgekehrt unwandelbar? Sind die grundlegenden Naturgesetze unwandelbar (M. STÖTZNER et al. 1994)? Und was in dem Wandelbaren ist nun 'Evolution', im Sinne von gleichgerichteter Entwicklung? Die Evolution der Elemente im Sinne von Aufbau neuer Atome aus den Atombestandteilen. In der 'Evolution' zum Wärmetod? Was ist Entwicklung zum 'Höheren'? Sicherlich sinnlos im anorganischen Bereich, bei der Umbildung von Fixsternen oder der Umbildung der Erdkruste. Und selbst bei der 'Höherentwicklung' der Organismen ist der Begriff anthropomorph belastet.

# Chemie im 19. Jahrhundert

## Mensch und Chemie

Die Dinge sind wie sie sind! Hätten noch die Physikotheologen des 18. Jh. geschrieben, hätten sie wohl hervorheben müssen, wie die 'gütige' Natur **Substanzen, einschließlich Metalle und Legierungen, mit den verschiedensten Eigenschaften für die verschiedensten Verwendungen**, die verschiedensten 'Zwecke' lieferte. Es erscheint fast als wunderbar, was da alles möglich wurde.

## Zu den äußeren Umständen der Chemie

Frühere Chemiker hatten oft als **Apotheker**, zunächst als Lehrbuben, begonnen. Manche wurden dann Besitzer von Chemikalien produzierenden, meist klei-

neren Unternehmen. Es gab auch Apotheker, die ihre Laboratorien fast selbstlos auch für Forschungen nutzten, wie SCHEELE und TROMMSDORFF. Unter den zuerst Chemikalien produzierenden Apothekern war JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER (R. ZAUNICK 1959), um 1810, der wegen seiner Veröffentlichungen als "ao. Professor der Chemie, Pharmazie und Technologie" nach Jena berufen, nachdem er in geschäftlichen Unternehmen eher gescheitert war. Um 1820 waren Paris und zeitweise Stockholm Zentren der Chemie. Bei BERZELIUS in Stockholm lernten aus Deutschland CHRISTIAN GOTTLOB GMELIN, EILHARD MITSCHERLICH, HEINRICH und GUSTAV ROSE, WÖHLER, GUSTAV MAGNUS.

JUSTUS LIEBIG war am 12. Mai 1803 in Darmstadt geboren. Sein Vater unterhielt eine Materialienhandlung, was etwa einer Drogerie entsprach. JUSTUS LIEBIG lernte bei einem Apotheker in Heppenheim an der Bergstraße. Bei auf dem Boden gegen Mitternacht durchgeführten Experimenten erfolgt eine heftige Explosion. Lehrling LIEBIG muß gehen. Er studiert bei KARL WILHELM GOTTLOB KASTNER in Bonn Chemie und geht mit seinem Lehrer zur Fortsetzung des Studiums nach Erlangen. Im Zusammenhang mit Studententumulten wird auch LIEBIG verfolgt bis nach Darmstadt, jedoch kann er 1822 mit einem hessischen Regierungs-Stipdendium nach Paris gehen. Dort weilt damals ALEXANDER VON HUMBOLDT, auf dessen Empfehlung LIEBIG auch in das Privatlaboratorium von GAY-LUSSAC eintreten darf. LIEBIG richtete ab 1824 in **Gießen**, wo er 1826, kaum 23-jährig, Ordinarius wurde, ein weithin ausstrahlendes chemisches Laboratorium ein. Aus zahlreichen Ländern kommen Studenten, um namentlich auch praktisch unterrichtet zu werden. Im Jahre 1852 folgte LIEBIG einer Berufung an die Universität München, wo er allerdings kein Laboratorium einrichtete und eher allgemeine Fragen namentlich der Agrarchemie behandelte. Er starb am 18. April 1873. Der 1800 nahe Frankfurt a. M. geborene FRIEDRICH WÖHLER (A. W. HOFMANN 1882/1888, H. WOLTER 1958) wechselte in Heidelberg vom Medizinstudium zur Chemie, weilte zu lernen und zu arbeiten bei BERZELIUS in Stockholm, lehrte ab 1825 Chemie und Mineralogie an der Städtischen Gewerbeschule in Berlin, ab 1831 an der in Kassel, war auf Grund seiner Forschungsergebnisse von 1836 bis zu seinem Tode 1882 Ordinarius für Chemie an der Universität Göttingen. Für LIEBIG wurde 1890 feierlich ein Standbild in Gießen enthüllt, für WÖHLER wenige Tage später in Göttingen Noch waren die meisten Chemiker nicht stark spezialisiert, waren in den verschiedensten Teilen der Chemie tätig. Was die Laboratorien und die Studierenden betrifft, so wurden zunehmend größere Laboratorien für immer mehr Studierende eingerichtet und es war wieder einmal ein neues Laboratorium das größte in Deutschland. BUNSEN konnte sein neues und damals als größtes und bestausgestattetes Laboratorium in Deutschland mit 50 Arbeitsplätzten in Heidelberg Ostern 1855 beziehen (G.

LOCKEMANN 1955). Aber nach der Berufung von HERMANN KOLBE an die Universität Leipzig entstand hier am 16. November 1868 feierlich eingeweihtes Laboratorium mit 132 Arbeitsplätzen, nunmehr das größte in Deutschland, und bald war auch das voll besetzt (B. HELFERICH 1960).

Die Entfaltung der Einzeldisziplinen in der Chemie wurde auch deutlich in der Entstehung von **Zeitschriften**. In Deutschland begründete 1828 OTTO LINNÉ ERDMANN, der 1827 an der Universität Leipzig Professor der technischen Chemie geworden war, das "Journal für technische und ökonomische Chemie", das 1834 zum "Journal für praktische Chemie" wurde (J. BREDT et al. 1934), später herausgegeben von den polemischen KOLBE, dann von E. VON MEYER. Unter dem Herausgeber STAUDINGER erhielt es ab 1940 den Untertitel "Unter Berücksichtigung der makromolekularen Chemie". LIEBIGs begründete 1832 die "**Annalen der Pharmacie**", in denen besonders die Entdeckungen der organischen Chemie veröffentlicht wurden, und das ab 1840 "Annalen der Chemie und Pharmacie" hieß, herausgegeben von WÖHLER und LIEBIG. Für die Landwirtschaftswissenschaften gab es ab 1853 das 'Journal für Landwirthschaft' (W. BÖHM 1984, S. 233). Speziell für analytische Chemie erschienen ab 1862 die "**Zeitschrift für analytische Chemie**" von FRESENIUS und für den englischen Sprachraum der "**Analyst**" ab 1876. Ab 1887 erschien die "**Zeitschrift für physikalische Chemie**", ab 1896 das US-amerikanische "**Journal of Physical Chemistry**".

## Zur Stellung der Chemie unter den Naturwissenschaften

Die Chemie wurde im 19. Jh. wie kaum eine andere Wissenschaft weiterentwickelt und viele Fortschritte anderswo, so in der Physiologie oder Astronomie, waren an die Chemie gebunden. Die Chemie erlangte im 19. Jh. eine **Selbstständigkeit**, die sie einst in ihrer starken Physik nicht besaß und später, mit der Atomphysik, wieder verlor. Im 19. Jh. aber hatte die Chemie etwa ihre eigene **Atomtheorie**, die sich zu dem Bild der Bindungsarme an den Atomen ausbildete. "Kraft und Stoff", um den berühmten Buchtitel des verbreiteten populärwissenschaftlichen Buches von LUDWIG BÜCHNER zu benutzen, waren mit der Auffindung des "Energiesatzes" getrennte Wesenheiten geworden, die auch stark unabhängig voneinander erforscht wurden. Immer wieder haben Chemiker versucht, aus den Eigenschaften von Verbindungen Aussagen über die Atome zu gewinnen. Aber mit der Atomphysik wurden alle diese Bemühungen obsolet.

Trotz der Erschließung einer riesigen Menge an Substanzen meinte etwa VICTOR MEYER am Ende des 19. Jh. nicht zu Unrecht, daß die Chemie als **hinter der Physik** zurückgeblieben, als noch in ihrer "Kindheit" stehend, zu betrachten sei,

da es in ihr an vereinheitlichenden Theorien noch fehlte (V. MEYER 1892). Als im 20. Jh. das Wesen der chemischen Bindung aus der Atomtheorie, aus den Elektronen, abgeleitet wurde, etwa durch ERICH HÜCKEL, wurde festgestellt, daß die Chemie vorher "ohne Einblick in die Natur der chemischen Bindung mit Hilfe heuristisch abgeleiteter Modelle eine unglaubliche Fähigkeit entwickelt hatte, die materielle Umwelt auf molekularer Ebene einzuordnen und mit Hilfe von empirischen Regeln gezielt zu verändern." Man konnte "eine Wissenschaft erfolgreich anwenden ..., ohne ihre Grundlagen zu kennen" (G. FRENKING 1997, S. 29).

Chemie sollte nach mancher Ansicht die grundlegende Wissenschaft sein, die eben all die stofflichen Veränderungen, auch Erscheinungen im **Weltall,** erklärt (H. KRAGH 2000), wo die Chemie ebenso gelte, wie es etwa NEWTON für die physikalischen Gesetze festgestellt hatte. Die Chemiker zeigten, wie JOHN HERSCHEL (1836, S. 42) schrieb, das "was der gemeine Mann Verderbniß, Zerstörung u.s.w. nennt, nichts" ist "als eine Veränderung in der Anordnung der Bestandtheile, eine Zusammenfügung derselben Stoffe in andere Formen, ..." Aber die normale Chemie erwies sich später doch eher als ein Sonderfall im Weltall insgesamt, wo Kernchemie jene der äußeren Elektronenschalen übertrifft.

Gab es zum einen die **Spaltung** der Chemie **in zahlreiche Einzelzweige**, ob Agrarchemie, organische Chemie, Kolloidchemie usw., so war namentlich ab dem Ende des 19. Jh. bewußt, daß es eine **gemeinsame theoretische Grundlage** für alle Chemie geben müsse.

Eine die Chemie durchziehende **Leitlinie**, die man durchaus auch als 'Theorie' bezeichnen kann, war und blieb, und das sogar verstärkt, auch wenn es zunächst fast ausschließlich '**trial and error'** war: **Jede Substanz mit jeder anderen zusammenbringen,** und **stets kann man Unbekanntes**, kann in vielen Fällen ein Reagieren, **erwarten**.

Und für jede neu gefundene Substanz wurden die physikalischen Werte bestimmt, **Schmelzpunkt und Siedepunkt** vor allem, und namentlich auch die **Löslichkeit** in den verschiedensten flüssigen Substanzen und das bei verschiedener Temperatur, in kaltem und heißen Wasser, in Alkohol, in Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform. Wie in Botanik und Zoologie die Arten **diagnostiziert und identifiziert** wurden, so galt das **auch** für **alle chemischen Substanzen**, die irgendwo in das Gesichtsfeld von Chemikern kamen, ob Substanzen **aus der Natur oder,** was bei Organismen noch wegfiel, Substanzen **gefunden ausschließlich im Laboratorium**.

# Grundlagen der Chemie - chemische Atomtheorie – ab Ende des 18. Jahrhunderts

## Proportionen zwischen sich verbindenden Substanzen - Auf dem Wege zur chemischen Atomtheorie

Die weitere große Errungenschaft der Chemie war die Zurückführung der chemischen Elemente auf ihnen spezifische, im Gewicht unterschiedene Atome, die "Atomisierung" der Elemente.

Über die Struktur der **Materie** gab es verschiedene Auffassungen. KANT hatte angenommen, daß die Materie nicht aus diskreten Teilchen besteht, sondern ein **Kontinuum** ist. Diese "**dynamische Theorie**" mußte aber der atomistischen Theorie weichen, die aus der Feststellung der Gewichtsverhältnisse, in denen chemische Substanzen miteinander reagieren, abgeleitet wurde.

Proportionen der Substanzen in Verbindungen, etwa von Schwefel und Quecksilber, waren schon beachtet worden (s. d.). Neues kam hinzu. Mehr qualitativ war die Feststellung, daß miteinander reagierende Gase, so Methan oder Wasserstoff mit Luft/Sauerstoff, bei verschiedenen Mischungsverhältnissen unterschiedlich heftig reagieren.

Für das **Bleichen der Textilien mit Chlor** resp. Chlorwasser galt es nicht zu viel und nicht zu wenig Chlor in den zum Bleichen genutzten Wasser zu haben, damit die Faser nicht zerfressen wurde und doch ausreichend gebleicht war. Die Konzentration des Chlor in dem zum Bleichen benutzten Wasser wurde ermittelt durch HENRI DESCROIZILLES durch die Entfärbung gelösten Indigos (F. SZABADVÁRY 1966), Bleichen einer Lösung des Indigo in Schwefelsäure durch BERTHOLLET (M. CROSLAND 1973 b). Das ist als frühes Beispiel einer **volumetrischen Analyse** zu sehen.

In den Niederlanden wurde von den Chemikern um den von der Medizin herkommenden und auch mit botanischen Versuchen befaßten vielseitgen JOHAN RUDOLF DEIMAN 1793 berichtet, wie sie Schwefelpulver und Metallfeilspäne vermischt erhitzten und sich ergab, daß die j**eweils heftigste Reaktion bei einer** angenähert **bestimmten Mischung** stattfand, so, wenn 40 g gefeiltes Kupfer und 15 g Schwefel gemischt sind, 45 g gefeiltes Eisen und 15 g Schwefel, 45 g gefeiltes Zink und 15 g Schwefel, ebenso 45 g gefeiltes Zinn mit 15 g Schwefel.

In Deutschland untersuchten ab 1791/1792 JEREMIAS BENJAMIN RICHTER (a. P. WALDEN 1931) Freiberg, wie CARL FRIEDRICH WENZEL die **quantitativen Verhältnisse bei der Reaktion zwischen Säuren und Basen**, be-

stimmten die Gewichtsmenge von Basen wie Kalk, Soda, Baryt, Pottasche, die bestimmte Gewichtsmengen von bekannten Säuren neutralisieren. Der 1740 als Buchbindersohn in Dresden geborene WENZEL (mit etwas abweichenden Biogaphien OPPENHEIMER 1896, C. SCHIFFNER 1940, S. 139/140) reiste als aufsässiger junger Mann nach Grönland und wurde Schiffswundarzt in holländischen Diensten. Ab 1766 studierte WENZEL Chemie in Leipzig, ging 1780 als 'Chymist' in die kürfüstl. Sächsische Schmelzadministration, wurde 1785 Oberhütten-Amtsassesor in Freiberg und 1786 wurde er auch Arkanist in der Porzellanmanufaktur Meißen, WENZEL starb 1793. Er fand auch, daß die chemische Wirkung eines Körpers porpotional und abhängig ist von dessen reaktiver oder wirksamen Menge, damit seiner Konzentration, was schon als Massenwirkungsgesetz verstanden werden kann.

RICHTER (H. A. M. SNELDERS 1975) war der 1762 in Hirschberg/Schles, geborene Sohn eines Breslauer Kaufmanns, studierte nach manchen Umwegen bei KANT in Königsberg, war überzeugt von der Gültigkeit der Mathematik auch in der Chemie wurde 1789 Doktor der Mathematik und Chemie, war dann tätig im Oberbergamt in Breslau, ab 1798 im Farbenlaboratorium der Kgl. Porzellanmanufaktur in Berlin. Mit nur geringem Ruhm und geringer Anerkennung zu Lebzeiten und Anhänger Phlogiston-Theorie starb RICHTER 1807. RICHTER prägte für die Untersuchungen der Verhältnisse, Proportionen, in denen sich chemische Substanze miteinander verbinden, den Terminus "**Stöchiometrie**". Seine Ergebnisse veröffentlichte RICHTER in den drei Bänden der "Anfangsgründe der Stöchyometrie oder Messkunst chemischer Elemente" in den Jahren 1792 bis 1794 und in den 11 Teilen von "Ueber die neuren Gegenstände der Chymie" (H. GUERLAC 1961 b). RICHTER veröffentlichte die erste Tafel der Äquivalentgewichte. RICHTER hatte schon die **Vereinigung von Basen und Säuren** in konstanten Verhältnissen festgestellt durch die zur Neutralisation von Alkalien oder Erden nötigen Säuremengen, den Umschlag bestimmt durch einen Indikator. Die Untersuchungen von RICHTER und WENZEL wurden auch in Frankreich beachtet. DALTON kannte RICHTERs Werk,

Bekannt geworden war, daß sich manche aus 2 Elementen bestehende Verbindungen dadurch unterscheiden, daß in ihnen das **eine** Element in unterschiedlicher Menge, in dem einen weniger, im anderen reichlicher vorhanden ist, aber, daß sich die Elemente nicht in willkürlichen Mengen, sondern in sprunghaften Proportionen (P. WALDEN 1910) miteiander verbinden. Sauerstoff in zwei oder mehr Verbindungen mit demselben Element zeigte klar definierte unterschiedliche Proportionen, wie etwa der Vergleich zwischen schwefliger Säure und Schwefelsäure, von salpetriger Säure und Salpetersäure, von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid ergab. Der in Madrid als Professor wirkende Franzose JOSEPH LOUIS PROUST

(S. MAUSKOPF 1975) formulierte, daß es ein Naturprinzip der Ordnung (natural principle of order), einen pondus naturae gibt, gemäß dem alle chemischen Verbindungen, ob in der Natur gefunden oder im Laboratorium hergestellt, sich zusammensetzen, in bestimmten, konstanten Gewichtsverhältnissen. Besonders nach 1797 zeigte PROUST, daß die meisten Metalle zwei verschiedene Oxide in jeweils konstanten Proportionen zwischen dem Metall und dem Sauerstoff bilden, so Kupfer, oder drei Oxide bei Blei. Es erstand so das **Gesetz von den konstanten Proportionen** (definite proportions) in denen sich Elemente miteinander verbinden,. Es wurde auch als das "erste Fundamentalgesetz der Chemie" bezeichnet (R. FITTIG 1895), daß sich chemische Elemente nur in bestimmten Gewichtsverhältnissen miteinander verbinden. Ist von dem einen Element ein Überschuß vorhanden, bleibt der Überschuß unverbunden. Erst zu dieser Zeit wurde zunehmend **zwischen** bloßer **Lösung und chemischer Verbindung, "Auflösung", unterschieden** (P. WALDEN 1910). In **Gemischen, etwa Lösungen**, gibt es diese festen Proportionen nicht, wenn auch etwa bei Lösung von Salzen in Wasser eine "Sättigung" auftritt, was auch eine gewisse chemische Bindung, etwa als "Hydrate", diskutieren ließ. Wirkliche (true) chemische Verbindungen von Gemischen zu unterscheiden war ein Kardinalpunkt in der Ausbildung der chemischen Theorie.

## Begründung der chemischen Atomtheorie durch namentlich DALTON

Als der eigentliche Begründer der chemischen Atomtheorie gilt JOHN DALTON (M. BOAS HALL 1966, H. GUERLAC 1961, A. THACKRAY 1966, 1971). Geboren wahrscheinlich ungefähr im September 1766 in der Familie eines zu den Quäkern gehörenden Webers, hat DALTON früh unterrichtet, arbeitete als Farmarbeiter, bildete sich autodidaktisch. Ein an Meteorologie interessierter Gönner war maßgeblich beteiligt, daß der 27-jährige DALTON 1793 in der aufstrebenden Industriestadt Manchester an der dem "Dissenting New College" lehren konnte in Mathematik und Naturphilosophie. Das "New College" war eine von den in Richtung Sozianismus und Unitarismus orientierten "Dissenters" gegründete Bildungsstätte. Bald kamen von DALTON wissenschaftliche Arbeiten. Zuerst über meteorologische Beobachtungen. 1794 las DALTON in der Literary and Philosophical Society of Manchester eine viel beachtete Arbeit über **Rot-Grün-Farbenblindheit**, die erste wissenschaftliche Beschreibung dieses Phänomens, das noch heute auch als 'Daltonismus' bezeichnet wird.

Von der Meteorologie kam DALTON zu den Gasen in der Atmosphäre. Er fand, daß der Wasserdampf in der Atmosphäre keine chemische Verbindung eingeht, ja in

einem Gas-Gemisch **sich** überhaupt **jedes Gas unabhängig von den anderen Gasen verhält**, jedes eine unabhängige "Entität" (independent entity) besitzt, ausgedrückt schließlich in dem **Gesetz der Partialdrucke der Gase** (Law of partial pressures). Aus der Tatsache, daß jedes Gas jedes andere durchdringen kann, in freier Diffusion und dann aus den Unterschieden der Löslichkeit der Gase in Wasser schloß DALTON, in Anerkennung der auch von NEWTON vertretenen Vorstellung von kleinsten Partikel, ebenfalls auf kleinste Partikel, "Atome", aus denen die Gase bestehen. Die Teilchen desselben Gases stoßen einander ab, die Teilchen verschiedener Gase nicht, ja wie DALTONs Freund WILLAM HENRY (F. GREENAWAY 2004) formulierte: Jedes Gas ist für jedes andere Gas ein Vakuum (zit. aus F. KOBER 1982). DALTON erforschte experimentell den Anteil der verschiedenen Gase in der Atmosphäre. HENRY untersuchte das Verhalten von Gasen in Wasser und fand, daß bei einer gegebenen Temperatur die in einem gegebenen Volumen Wasser gelöste Quantität an Gas dem Druck proportional ist, was als **Henry's Gesetz** in die Wissenschaft einging**.** HENRY war ein begüterter Apotheker in Manchester, der wegen eines Jugendunfalls litt und sich mit etwa 62 Jahren in seiner Privatkapelle erschoß. DALTON ermittelte, daß sich die verschiedenen Gase in Wasser unterschiedlich stark lösen, was für ihn wie die Erkentnis über die Gase in der Luft für Unterschiede in deren kleinsten Partikelchen und deren Gewicht sprach.

Die Vorstellung von den Atomen baute DALTON aus zur "**chemischen Atomtheorie**". Im Unterschied zu bisherigen Annahmen, etwa einer Gleichheit aller Atome, die durch unterschiedliche Gruppierung und Bewegung die verschiedenen Körper zustandebringen, oder den Atomen auch der Säuren und von Verbindungen überhaupt und den Partikeln in Fluida wie Elektrizität, sollte gemäß DALTON jedes chemische Element aus einer spezifischen Art von Atomen bestehen. Es gibt **so viele verschiedene Atomarten wie** es **chemische Elemente** gibt. Alle Atome eines Elementes wären gleichartig, die Atome verschiedener Elemente verschieden. Das entscheidende spezifische Merkmal jeder Art von Atomen sollte das **Gewicht, die Masse**, sein. Das (relative) Atomgewicht galt als das wesentlichste Kennzeichen eines Elementes. **Atome** wurde also statt der unsicheren und unverbindlichen und nicht nur auf Elemente bezogenen Vorstellungen der Physiker **auf die Chemie**, auf die zu unterscheidenden, der 'Scheidung' unterliegenden elementaren Substanzen, die chemischen Elemente, **zugeschnitten**. Die eher naturphilosophischen bisherigen Partikel- und Atom-Vorstellungen führte DALTON in die experimentelle Natuwissenschaft. Die Atome konnten zu Verbindungen zusammentreten, wobei der Molekülbegriff zunächst nicht benutzt wurde. Die chemische Synthese und Trennung brachte keine Neuentstehung und keine Zerstörung der Atome. Die Atome mußten als die letzten Einheiten der Materie angesehen werden, die unverändert alle chemischen Reaktionen überstanden. Das Zahlenverhältnis, die Proportion,

in der sich Substanzen und auch chemische Elemente verbinden, sollten auch bei immer kleineren und nicht mehr wägbaren Mengen der reagierenden Substanzen bestehen bleiben. Und das sollte gedacht werden bis hinab zu den Atomen. Für PROUSTs **Gesetz von den konstanten Proportionen** war damit eine theoretische Erklärung gefunden. Für die Unmöglichkeit der Wägung einzelner Atome war also ein Ersatz gefunden worden, war, jedenfalls nach DALTON, eine indirekte Wägung (J. NAVARRO 2012, S. 87) möglich. Zunächst nahm DALTON an, daß sich immer nur 1 Atom eines Elementes mit 1 Atom eines anderen Verbindung, also 1 Wasserstoff/H-Atom mit 1 Sauerstoff/O-Atom verbinder und daraus die Formel HO und für Sauerstoff ein Atomgewicht von 8 abgeleitet.

DALTON begründete seine Atomtheorie dann namentlich durch das 1805 von ihm formulierte **Gesetz von den multiplen Proportionen**/Law of multiple proportions: Gehen zwei chemische Elemente miteinander mehrere verschiedene Verbindungen ein, stehen die Gewichtsmengen in einem einfachen Zahlenverhältnis stehen, also 1 : 2, 2 : 3 usw. DALTON untersuchte das Gesetz von den multiplen Proportionen an Gasen, und das an nur an wenigen Beispielen. DALTON wußte, daß sich **Sauerstoff mit Stickstoff** zu **zwei verschiedenen Verbindungen** vereinigen kann, und die eine Verbindung zweimal so viel Stickstoff enthält wie die andere, jedoch keine im Gewicht dazwischenliegende Verbindung besteht (M. BOAS HALL 1966, S. 345). DALTON verglich 1804 die Gewichtsverhältnisse von Kohlenstoff und Wasserstoff in den beiden damals bekannten nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden gasförmigen Verbindungen, dem Methan (methane, carburetted hydrogen) und dem 1795 in den Niederlanden gefundene Äthylen (später: C2H4). Zerlegt im elektrischen Funken, ergab Methan gegenüber dem Wasserstoff genau zweimal so viel Kohlenstoff wie Äthylen. In der town hall von Manchester malte FORD MADOX BROWN wie DALTON in Begleitung seines Sohnes in einem Sumpf herumstochert und das dabei aufgewühlte Gas in einem Gefäße auffängt. Ein weiterer Fall für die Verbindung zweier Elemente in mehr als einem Gewichtsverhältnis boten die **verschiedenen Stickstoffoxide**, von denen schließlich 5 verschiedene bekannt wurden.

DALTONs Überlegung war: Dachte man sich die Mengen der miteinander in bestimmten Quantitäten vereinigenden chemischen Elemente immer kleiner, dann war die Schlußfolgerung möglich, daß sich eben letzte kleinste Einheiten, "Atome" miteinander verbinden, von denen jede Art sich im Gewicht unterscheidet Ganz zwingend war diese Schlußfolgerung sicherlich nicht. Die Idee von **spezifischen** und **im Gewicht unterschiedenen Atomen der einzelnen chemischen Elemente** hatte DALTON wohl gefaßt, bevor er das Gesetz von den multiplen Proportionen zu ihrer Bestätigung anführte. DALTON rechnete mit so vielen chemischen Elementen, wie sie LAVOISIER zuletzt angab. Er begann selbst, die

Gewichte der Elementaratome zu bestimmen. Wie bei manchem Forscher konnte auch bei DALTON erst durch die mühsame Entzifferung von Laboratoriumsaufzeichnungen mehr Einblick in die Entstehung seiner Ideen gewonnen werden. Es gibt keine Zeugnisse, daß DALTON von dem Werke von PROUST beeinflußt wurde (S. MAUSKOPF 19). Die erste ausführliche Beschreibung der Atomtheorie von DALTON lieferte THOMAS THOMSON, Glasgow, 1807 in seinem Buche "System of Chemistry" (H. GUERLAC 1961), nachdem er im Sommer 1804 mit DALTON darüber gesprochen hatte, wobei THOMSON auch PROUSTs Gedanken mit aufnahm. DALTON selbst veröffentlichte dann 1808 den ersten Teil von seinem "New System of Chemical Philosophy". DALTON veranschaulichte seine sich miteinander verbindenden Atome von zwei sich miteinander vereinigenden Elementen in schwarzen und weißen Kreisen, in die er Buchstaben oder Symbole eintrug. Diese die Atome repräsentierenden Kreise schrieb er recht beliebig nebeneinander, dachte also nicht an spezifische strukturelle Anordnung der Atome bei ihrem Verbinden. Verschiedenartige Atome sollten anziehen, gleichartige abstoßen (E. HEILBRONNER et al. 1998). Wenn BERZELIUS die aus Abkürzung der Elementnamen gebildeten Buchstaben für die Elemente einführte, war das eine große Lernerleichterung.

DALTONs Deutung der Gesetze der konstanten und multiplen Proportionen schlossen sich manche Chemiker und das noch lange ungern oder gar nicht an. Die Gesetzte der konstanten und multiplen Proportion waren unbezweifelbare **Phänomene**. Ihre **Deutung**, ihre Interpreation war etwas anderes, viel offener. Waren Atome Partikel, war etwa ihre Unteilbarkeit kaum vorstellbar. W. H. WOLLASTON, Privatgelehrter in Chemie, sprach deshalb vor seinem dann erfolgenden Bekenntnis zu winzigen Partikeln nur vom "chemical equivalent" oder "equivalent weight", "**Äquivalentgewicht**", in denen sich Atome oder andere Stoffe miteinander verbinden. Noch unabhängig von DALTON hatte WOLLASTON die **multiplen Proportionen bei** der Reaktion bei der Entstehung von **Salzen** erhalten. Bei Carbonaten und Bicarbonaten/Hydrocarbonaten, etwa CaCO3 und Ca(HCO3)2, stand der Basenanteil, Ca, zum Säure-Anteil, im Verhältnis 1 : 2. Aus der Reaktion der Oxalsäure mit dem Kalium erhielt WOLLASTON 3 Salze, wobei dieselbe Menge von Alkali sich mit 3 Quantitäten Säure im Verhältnis 1 : 2 : 4 verband.

WOLLASTON (R. H. CRAGG 1966) war dann mit der wichtigste Advokat für DALTONs Atomtheorie, überzeugte auch den zunächst abweisenden DAVY, der gegenüber Hypothesen generell kritisch ebenfalls statt des Terminus "Atom" nur von "Atomgewichten", nur von "proportional numbers" sprechen wollte.

Gemäß WOLLASTON, 1822, wurden Himmelskörper im All nicht abgebremst und deshalb müßte die Atmosphäre der Erde eine obere Grenze haben. Dann aber konnte die **Atmosphäre** nicht aus einem diffusen, sich in die Weite verflüchtigenden

Material bestehen, sondern **aus Partikeln**, "i. e. true atoms", und schien auch hier die Atomtheorie bewiesen zu sein (G. WILSON 1849, S. 79). Aber von GEORGE WILSON (1849, S. 85) wurde diese Annahme zurückgewiesen, wir wüßten nicht, wie viele Atome oder Moleküle von den Gasen der Atmospäre zusammentreten könnten.

## Zweifel an der Stöchiometrie - BERTHOLLET - Das Problem der Legierungen

**Bezweifelt** wurden sogar die konstanten Proportionen überhaupt jedenfalls für viele Verbindungen von CLAUDE LOUIS BERTHOLLET (S. C. KAPOOR 1970), einem der bedeutendsten Schüler LAVOISIERs. Geboren 1748 in einer edlen, wenn auch in finanziellen Schwierigkeiten stehenden Familie in dem Dorf Talloires nahe dem See von Annecy im damaligen Herzogtum Savoyen wurde BERTHIOLLET einer der führenden französischen Chemiker seiner Zeit, tätig in etlichen Kommissionen der Revolutionszeit, so 1793 für die Pulverherstellung, 1794 in der für Agrikultur und Künste und war Professor der Ecole Normale und 1795 eines der ersten gewählten Mitglieder des Institut de France. BERTHOLLET konnte sich dann der besonderen Gunst von NAPOLEON erfreuen, den er 1798 nach Ägypten begleitet hatte. 1822 starb der NAPOLEON-Freund zurückgezogen in seinem Landhaus in Arcueil.

BERTHOLLET meinte, daß sich chemische Stoffe nur innerhalb bestimmter Grenzen, nicht aber in wirklich festen Proportionen vereinigen. BERTHOLLET konnte dabei verweisen auf die **Metall-Legierungen**, alloys, die Vereinigungen von **Metallen mit Metallen**, für die es in der Tat keine festen Gewichtsverhältnissen gibt und auch bei Mineralien waren feste Verhältnisse nicht immer zu finden.

**Metalle** ließen sich, wie schon Kupfer und Zinn zu Bronze in verschiedenen Verhältnissen zeigten, in **verschiedenen Verhältnissen** nicht nur **mischen**, sondern dabei offensichtlich auch **verbinden**, und dadurch die **Legierungen** in ihren Eigenschaften auch beeinflussen. Kleine Zusätze konnten weitere Werkstoff-Veränderungen bringen. Die Chemiker der Folgezeit widmeten sich eigentlich nur den Verbindungen in stöchiometrischen Verhältnissen. Die Metallurgie blieb in der Chemie lange außen vor (C. S. SMITH 1968, S. 641).

Eine Pionierleistung BERTHOLLETs war fernerhin die Untersuchung des Vorgangs einer **chemischen Reaktion** (s.d.).



Abbildung 1487: BERTHOLLET. Annecy.

## Verbindung und Gemenge

Mit der von BERTHOLLET angeregten und dann vor allem mit PROUST geführten Diskussion wurde **klar zwischen "Gemenge" und "Verbindung" unterschieden**. Eine **chemische Verbindung** wurde definiert (A. LADENBURG 1908) als ein Stoff mit spezifischen, nur ihm zukommenden Eigenschaften, aber auch **mit bestimmter Zusammensetzung,** mit bestimmten Proportionen der beteiligten Elemente. Daß nur bestimmte Atomgrupierungen zustandekommen war Voraussetzung für die **Individualität der Stoffe**, die Existenz **voneinander abgrenzbarer und abtrennbarer** Substanzen. Es gibt sehr viele, Millionen chemische Substanzen, aber eben auch nur eine begrenzte mögliche Zahl und nicht alle Atomkombinationen sind möglich, was Ordnung in der Chemie überhaupt möglich macht, so wie es der Schweizer Petrograph und Mineraloge PAUL NIGGLI später, 1949 (S. 145), in bezug auf die oft variablen Kristalle formulierte: "Mit bestimmten Atomarten sind oft nur bestimmte Bautypen verträglich, die Teilchen können sich nicht in völlig beliebiger Weise ersetzen ..."

Die größere Zahl der Elemente, die man schon zu DALTONs Zeiten kannte, widersprach manchen gegen die Annahme von etwas ganz Einfachem als Grundbaustein in der Natur. Der Mediziner PROUT veröffentlichte 1815 anonym die Hypothese, daß alle Atome aus Wasserstoff-Atomen zusammengesetzt sind, daß alle Atome mit höherem Atomgewicht als ein Vielfaches des Wasserstoff-Atoms enthalten und das

Wasserstoff-Atom demgemäß der Grundbaustein aller Materie wäre. Das konnte an die griechischen Naturphilosophen erinnern, die einen Urstoff, ein Urprinzip, etwa das Wasser oder das Feuchte, wie THALES, als Urstoff ansahen.

Zum Wesen der nunmehrigen, auf den Elementen aufbauenden Chemie schrieb die später eines Plagiats beschuldigte Chemie-Historikerin ELISABETH STRÖKER (1968, S. 753): "... der Chemiker das insgesamt seiner Forschungsobjekte nur als Element oder als Verbindungen aus Elementen aufzufassen habe und als nichts anderes, daß somit die Frage, wie die stofflichen Substanzen beschaffen seien für den Chemiker keine andere ist als die Frage nach den Zusammensetzungen aus den Elementen."

Klare **Unterscheidung zwischen Gemenge und Verbindung** wurde mit dem Fortgang der Chemie **wieder schwieriger**. Eisen- und Schwefelkörnchen gemischt kann man gewiß als Gemenge sehen. Die Eisenkörnchen lassen sich mit einem Magneten leicht herausziehen. Aber wie verhält es sich bei dem unter höherer Temperatur aus dem Gips austretendem Wasser, das scheinbar 'erklärt', als "**Kristallwasser"** bezeichnet wurde, offenbar lockerer angelagert? Oder wenn sich Gold oder Platin in Königswasser, dem Gemisch von Salpetersäure und Salzsäure, löste? Überhaupt bei Lösungen? Wie **frei und unabhängig waren die "gelösten Teilchen**" in dem Lösungsmittel? **Gold oder Platin im Königswasser** - das mußte schließlich doch als eine Art der Verbindung anerkannt werden, als Komplexbindung.

## Legierungen - die Verbindungen von verschiedenen Metallen miteinander und eher außerhalb der eigentlichen Chemie

Verbanden sich Metalle mit anderen Metallen - oder war es überhaupt eine Verbindung? - galt die konstante Propotion nicht. Da gab es keine Stöchiometrie. BERTHOLLET hatte in Betonung der Grenzen des Gesetzes von den konstanten Proportionen darauf verwiesen. Legierungen wurden die Domäne der **Metallurgen**, und die waren Chemie-Spezialisten. Die verschiedenen 'Atomverhöltniszahlen', mit denen sie sich verbinden und wie schon bei der lange bekannten Legierungen Bronze und Messing deutlich war, führen zu Legierungen mit unterschiedlichen **Eigenschaften, fast** zu **unglaublichen**, "in bezug auf Härte, Zähigkeit, Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität oder chemische Angreifbarkeit" (E. THILO 1965, S. 74), bis hin zu Seewasserfestigkeit. Die großen Stunden der Legierungen kamen in der zweiten Hälfte des 19. Jh.

## Gasgesetze und Atom-und Molekül-Vorstellung

Ein weiterer Schritt bei der Begründung der Atomtheorie wurde das **Volumengesetz der Gase** des vielseitigen, zahlreiche Entdeckungen tätigenden JOSEPH LOUIS GAY-LUSSAC. Geboren 1778 im Limousin als Sohn eines Juristen wurde GAY-LUSSAC 1800 als Absolvent der Ecole Polytechnique Gehilfe des gerade aus Ägypten zurückgekehrten Chemikers BERTHOLLET (F. ARAGO 1855). Zur Entnahme von Luftproben in großer Höhe, zur Messung des Stärke des Magnetismus und zur Festellung von Elektriziät in verschiedenen Höhen stiegen GAY-LUSSAC und BIOT am 24. August 1804 im Auftrage der französischen Akademie der Wissenschaften mit einem **Wasserstoff-Ballon** (M. P. CROSLAND 19) aus Armeebeständen auf. Um bei geringerem Gewicht noch höher zu gelangen, unternahm GAY-LUSSAC am 16. September 1804 allein einen weiteren Ballonaufstieg und erreichte nach seiner Meinung 7016 Meter, ein im nächsten halben Jahrhundert nicht übertroffener Rekord. GAY-LUSSAC hatte mit dem Ballonaufstieg die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und seine Karriere dadurch mitbestimmt.

Zusammen mit dem um zehn Jahre älteren ALEXANDER von HUMBOLDT untersuchte GAY-LUSSAC 1805 die **genaue Zusammensetzung der Luft** mit dem Eudiometer. Zur Feststellung des Sauerstoff-Gehaltes ließen sie den Sauerstoff ihrer Luftproben sich mit Wasserstoff zu Wasser verbinden. Ergebnis war das "Gay-Lussac'sche Gesetz", das **Gesetz der Volumina**, gemäß dem **Gase sich in bestimmten einfachen Volumenverhältnissen** verbinden und auch ein einfaches Verhältnis zu dem entstandenen Produkt besteht. So verbindet sich 1 Volumen Sauerstoff mit 2 Volumen Wasserstoff unter Entstehung von 2 Volumina Wasser. 1 Volumen Kohlenmonoxid verbindet sich mit 2 Volumen Sauerstoff. Wiesen auch nicht alle Experimente so klare Resultate auf, führte das GAY-LUSSAC die Abweichungen auf Versuchsfehler zurück und hielt die Gesetzmäßigkeit für gegeben, die ihm ein Ausdruck der Regelmäßigkeiten in der physischen Welt war. Am 31. Dezember **1808** wurde das vor der Societe Philomatique in Paris vorgetragen.

Der 1778 in Turin geborene und nach einer Lehrtätigkeit an einem Kolleg in Vercell in seiner Heimatstadt 1820 als Mathematik-und Physikprofessor tätige Graf AMADEO AVOGADRO (I. GUARESCHI 1903, A. LADENBURG 1908, C. RUSSELL ) erklärte, in einem allerdings wenig bekannten Journal Französisch publizierend, **1811** wie dann AMPERÈ das Volumengesetz damit, daß sich bei einem gegebenem Druck und einer gegebenen Temperatur in einem Volumen (Raum) eines Gases gleich viele Partikel, d. h. Moleküle bzw. Atome, befinden. AVOGADRO gewann daraus entscheidende Vorstellungen über den Unterschied von Molekül und Atom, was lange nicht verstanden, ja abgelehnt wurde. Daß sich sich 1 Volumen Wasserstoff mit 1 Volumen Chlor zu 2 Volumen (gasförmige) Salzsäure (HCl) ver-

binden, wurde bei AVOGADRO damit erklärt, daß die gasförmigen Elemente, so Wasserstoff und Chlor, nicht als einzelne Atome auftreten, sondern je zwei Atome des gleichen Elementes verknüpft sind zu zweiatomigen Molekülen, also H2, Cl2, O2 usw. Erst beim Reagieren trennen sich diese Moleküle in Einzelatome. 1 Volumen H2 und 1 Volumen Cl2 besitzen je die gleiche Anzahl Moleküle. Reagieren sie miteinander, zerfallen diese Moleküle in ihre Atome und verbinden sich zu Molekülen HCl, wobei 2 Volumina HCl entstehen: 1 Vol. H2 + 1 Vol. Cl2 ergibt 2 Vol. HCl . Die kleinsten freiexistierende Teile wenigstens vieler Materie sind demnach nicht Atome, sondern aus Atomen, auch gleichatigen, zusammengesetzten **Moleküle**. Moleküle, wie der Begriff weiterhin verwendet wurde, muß nicht nur gleichartige Atome enthalten. Für die kleinsten Teilchen der Kristalle war der Begriff "Molekül" auch früher, bei RENÉ-JUST HAÛY benutzt worden.

Etwa noch bei BERZELIUS gab es keine Verbindung zweier gleichartiger Atome (H. KOLBE 1873) und er wollte, gegenüber AVOGADRO, nicht verstehen, daß die Molekel einfacher Körper im Augenblick der Vereinigung sich spalten sollten. AVOGARDO, der Franzsisch publizierte, starb 1856. Allgemeine Anerkennung dieser für das Verständnis der chemischen Formeln und Gleichungen so grundegenden Auffassung wurde erst ab 1858 durch eine Schrift von STANISLAUS CANNIZZARO (s. 1913) erreicht. Der 1826 in Palermo geborene CANNIZZARO studierte in Pisa zuerst Medizin, dann Chemie, und war nach einer Professur am technischen Institut in Alessandria ab 1858 Professor in Genua, 1859 - 1871 in Palermo. Auf seiner Vorstellung aufbauend wurden weitere richtige Atomgewichte aufgestellt. Auf dem für die Entwicklung der Chemie wegweisenden, als 'glänzend' bezeichneten Kongreß in Karlsruhe im September 1860 stimmten vor allem jüngere führende Chemiker dem zu. Manche älteren Chemiker waren ferngeblieben. Der am 1. September 1860 im Ständehaus in Karlsruhe eröffnete Chemikerkongreß, an dem 127 Chemiker teilnahmen, war der erste internationale wissenschaftliche Kongreß dieser Art (F. LEPRIEUR 1981). VAN'T HOFF wandte 1886 die Auffassung AVOGADROs von der gleichen Anzahl Teilchen im gleichen Volumen Gas bei gleichem Druck auf Lösungen an.

Schon vorher war die immer präzisere Bestimmung der Atom"gewichte" und überhaupt der quantitativen Zusammensetzung von Verbindungen eines der Hauptanliegen der Chemie. Eine zeitweilig viel genutzte Bestimmung der Atomgewichte bot das empirische Gesetz von PIERRE-LOUIS DULONG und ALEXIS-THÉRÈSE PETIT von 1819, wonach **die dem Atomgewicht entsprechende Menge jedes festen Elementes dieselbe Wärmekapazität** aufweist, etwa 6,12. Der schon in Knabenjahren als hochbegabt aufgefallene PETIT (WJ HUGHES 1970) war 1815 mit 24 Jahren Professor an der Ecole Polytechnique und mit 29 Jahren wegen Tuberkulose - tot.

## Ausbau der Atomtheorie durch BERZELIUS und Zeitgenossen - Allotropie, Isomerie

Ein fast enthusiatischer Anhänger der DALTONschen Theorie wurde der noch junge schwedische Chemiker JÖNS JAKOB BERZELIUS (W. PRANDTL 1948), der für etliche Zeit zur führenden Gestalt der Chemie wurde. Geboren am 20. August 1779 als Sohn eines Lehrers am Gymnasium in Linköping, verwaiste er früh, wurde jedoch recht gut in der neuen Familie seiner Mutter großgezogen, weniger gut nach der Mutter Tod bei einem Onkel. BERZELIUS wurde Schüler am Gymnasium in Linköping. Wegen familiärer Konflikten mußte er Hauslehrer auf einem Gute werden, sammelte auch Insekten, studierte dann Medizin, war Brunnen- und Armenarzt und kam über die Physiologie, die Chemie der Organismen, zur Chemie. BERZELIUS war Teilhaber einer Schwefelsäure- und Essigfabrik in Gripsholm, die aber abbrannte.

In Schweden wird er als Begründer der Chemie überhaupt gefeiert. BERZELIUS (a. M. SUTTON 2008) wurde vor allem auch der **große Ordner und Systematiker**, damit also auch LINNE´verglcichbar. Ab 1821 gab er jährlich einen "Jahresbericht" der Neuentdeckungen und Veröffentlichungen vom vergangenen Jahr heraus, der auch ins Deutsche übersetzt wurde.

Auf BERZELIUS (a. M. SUTTON 2008) gehen etliche grundlegende Begriffe der Chemie zurück, so 'Katalyse'.

BERZELIUS verdankt die Chemie **die Buchstaben-Abkürzungen** für die **chemischen Elemente**, eingeführt zuerst für die ihm damals bekannten chemischen Elemente. BERZELIUS **latinisierte** die Namen, in Anlehnung an schon betshende oder prägte sie neu, weshalb Eisen also = Fe, Ferrum, Wasserstoff H = Hydrogenium - 'Wassererzeuger' heißen. Später von anderen entdeckte Elemente wurden in ihren Bezeichnungen ähnlich behandelt. DALTON hatte für die Elemente noch Zeichen benutzt, die an jene der Alchemisten für die Metalle und Planeten erinnern und die man hätte sich mühseliger hätte einprägen müssen als die Namen von BERZELIUS.

BERZELIUS brachte grundlegende Ansichten über die chemischen Verbindungen, seine **dualistisch-elektrochemische Theorie**, wonach elektrische Kräfte, positive und negative Elektrizität, die Atome oder Atomgruppen zusammenhalten. Nur deshalb war Elekrolyse chemischer Verbindungen möglich. Wie das Atomgewicht gehörte bei BERZELIUS also auch **elektrische Ladung zu den Eigenschaften der Atome**. Später aufgegeben, hat die BERZELIUSsche Anschauung in der Chemie am Ende des 19. Jh. wieder Fuß gefaßt. Auf seine dualistisch-elektrochemische Anschauung war BERZELIUS gekommen, nachdem in Stockholm der ansonsten

unbedeutende Chemieprofessor AFZELIUS, der Lehrer von BERZELIUS, bald nach 1800 eine aus 60 Scheiben bestehende Volta-Säule hatte bauen lassen. Der junge BERZELIUS fand mit HISINGER bei der Elektrolyse von Salzen, daß diese in positive Metalloxide und negative Säureoxide zerfallen (WILH. OSTWALD 1908). Daraus leitete BERZELIUS (S. ARRHENIUS 1906). ab, daß alle chemischen Verbindungen, angeblich auch die organischen, generell aus 2 entgegengesetzt geladenen Bestandteilen bestehen. Das sollte gelten für die Vereinigung von Atomen 2-er verschieder Elemente, etwa von Kalium und Sauerstoff, zu - spätere Formel - K2O. Solche binären, also aus 2 Atomarten bestehenden Verbindungen, konnten sich miteinander zu weiteren, zu ternären Verbindungen, zu Salzen etwa, vereinigen, so K2O mit SO3 zu K2O . SO3, also K2SO4. Die Vereinigung der binären Verbindungen wurde auf Restvalenzen zurückgeführt. Es gab hier also die Vorstellung von Atomgruppen, die auch innerhalb einer Verbindung, innerhalb eines Moleküls, fester zusammenhalten als die Atome im Molekül sonst. In der organischen Chemie hat sich das in der Vorstellung der "**Radikale**", ebenfalls festerer "Atomgruppen", so NH2, CH3 usw. ebenfalls bewährt trotz hier oft andersartiger chemischer Bindung..

Für die durch Strom bei durch zersetzbaren Verbindungen entstehenden, später Ionen genannten Teilchen hat JOHANN WILHELM HITTORF (A. HEYDWEILER 1915, G. C. SCHMIDT 1930) später nachgwiesen, daß die Oxyde und Hydroxyde auf sekundäre Prozesse, auf Reaktionen der Ionen an der Elektrode zurückzuführen sind. Es entstehen primär das positiv geladene Metall und der negativ geladene Rest, etwa der Säurerest. Jene Atomgruppen, die von BERZELIUS als die eine Verbindung aufbauenden Teile angesehen wurden, waren also zu korrigieren. Der lange verkannte HITTORF vertrat jahrelang allein Physik und Chemie in Münster, der vernachlässigten Universität.

Was die Vorstellung von elektrisch geladenen Molekülteilen betrifft: **Einst angesehen eher** als **eine abseitige, nur wenigen Substanzen angehörende "Kraft", durchzog die Elektrizität nach nunmehriger Erkenntnis die gesamte Materie, verknüpft namentlich mit den kleinsten Teilchen.**

Was die Atomtheorie betrifft, so schrieb BERZELIUS an DALTON: "The theory of multiple proportions is a mystery without the atomic theory" (H. GUERLAC 1961). Um 1807 war BERZELIUS auch mit dem Werk von RICHTER bekanntgeworden, führte daraufhin sorgfältige Analysen aus und seine Tabelle der Atomgewichte ersetzte bald die von DALTON. Entgegen der Annahme von PROUT waren "Atomgewichte" nicht nur ganzzahlig, also nicht nur Vielfache des Wasserstoffs. PROUTs Hypothese konnte offenbar nicht akzeptiert werden. Allerdings gab es auch ganzzahlige Atomgewichte und lägen mehr als zufällig hätte sein können ganzen Zahlen nahe.

Daß die Atome und damit die **Elemente in allen Umsetzungen**, auch bei denen in Organismen **gleich** bleiben, sie "absolute Präexistenz" (J. B. WILBRAND I 1845) besitzen, galt bei den meisten Chemikern kaum hinterfragt als selbstverständlich. Anders sahen daß wenige Forscher, die sich mit Pflanzenernährung befaßten und eine Neuentstehung mancher Elemente in den Pflanzen für möglich hielten, eventuell aus anderen von den Gewächsen aufgenommenen Elementen. Kalium in der Pflanze mußte gemä´dieser Meinung also nicht als Kalium aufgenommen worden sein.

## Isomerie

Zu weitergehenden Überlegungen, die zu Grenzen für Summenformeln führte, fand sich, daß **gleiche chemische Zusammensetzung nicht die gleichen Eigenschaften** hervorbringen muß. Auch die gleiche Zahl gleichartiger Atome in einer Verbindung bedeutete nicht in jedem Fall gleiche Eigenschaften, was von BERZELIUS 1830 als "**Isomerie**" bezeichnet wurde. Isomerie (iso-, meros) heißt "gleiche Teile", also gleiche Zahl von Atomen. Isomere Stoffe ließen sich nicht wie Wasser und Eis ineinander umwandeln (WILH. OSTWALD 1908), waren also nicht verschiedene Aggregatzustände.

Ein erster Fall von Isomerie wurde in der anorganischen Chemie in den 1820er-Jahren gefunden, nämlich in der gleichartigen Zusammensetzung der **a- und der b-Zinnsäure** (W. MECKLENBURG 1909), H2(Sn(OH)6), wie DAVY, GAY-LUSSAC, BERZELIUS feststellten. Auch der Wassergehalt, der Hydratationsgrad, erwies sich als gleich. Hier wurde der Unterschied, viel später, auf unterschiedliche Teilchengröße zurückgeführt.

Bald wurden isomere organische Stoffe gefunden. LIEBIG untersuchte gemeinsam mit GAY-LUSSAC in Paris die von HOWARD entdeckten "fulminirenden Metallverbindungen" und fand, daß das **Knallsilber** trotz anderer Eigenschaften dieselbe Summenformel aufweist wie das "**cyansaure Silber**", das WÖHLER untersucht hatte. LIEBIG zweifelte an der Richtigkeit von WÖHLERs Analyse, jedoch mußte ihre Richtigkeit dann zugegeben werden – zwei in den Eigenschaften verschiedene Verbindungen hatten geichen Prozentanteil an den sie zusammensetzenden Elementen. Freundschaft und nicht Feindschaft der beiden großen Chemiker wurde das lebenslang eingehaltene Gebot. BERZELIUS fand, daß die **Weinsäure** und die Traubensäure gleiche Summenformel haben, sich aber etwa im Schmelzpunkt unterscheiden.

Diese Isomerien organischer Stoffe wurden damit erklärt, daß sich **gleiche Atome in verschiedener Weise anordnen** können, also nicht nur die Art und die

Zahl der zusammengetretenen Atome, sondern auch ihre Lagerung zueinander, **später "Konstitution**" genannt, die Eigenart eines Stoffes bedingt, jedenfalls wenn er mehr als drei Atome enthält. Das sprach für die Verbindung der Atome zu bestimmten "Molekülen", also gegen eine beliebige Anordnung der Atome ohne Auswirkung auf die Eigenschaften. Die Elementarzusammensetzung, das Ergebnis der Elementaranalyse, reichte also zur Feststellung der Identität eines Stoffes nicht aus. Die Auffindung der Isomerie überhaupt und ihre Erfassung war eine der großen Errungenschaften der Chemie.

Die Möglichkeit der Isomerie mußte die Zahl der möglichen chemischen Stoffe vermehren, und LIEBIG bemerkte in den "Chemischen Briefen" (1845, S. 129): "In welcher wunderbaren Einfachheit erscheint uns von diesem Gesichtspunkt aus die organische Natur; mit zwei gleichen Gewichten von zwei Bestandtheilen bringt sie eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von Verbindungen der merkwürdigsten Art hervor." "Quantität", also Summenformel, reichte "allein zur Erklärung verschiedener Qualität nicht mehr" aus (A. W. HOFMANN 1850, S. 116).

Bei organischen Verbindungen wurden bald weitere, auch andersartige Formen der Isomerie gefunden. Ein Großteil der organischen Chemie besteht aus der Erfassung von Isomerien. Von einem Kohlenwasserstoff mit der Summenformel C20 H 42 sind 366.319 Isomere möglich (PAULING 1964 zit. bei M. G. RUTTEN 1971, S. 113).

**Isomerie**, Isomere Verbindungen das wurde einer der ganz großen Bereiche in der Chenie der zweiten Hälfte des 19. Jh., **namentlich der organischen**, und behielt seine Bedeutung.

### Allotropie

Früher als Beispiele für Isomerie bei Verbindungen waren verschiedene Formen bei einem-und-demselben Element, Kohlenstoff etwa, bekannt geworden, was BERZELIUS **1840** als "**Allotropie**" bezeichnete. Dieselbe Substanz, ein gleiches chemisches Element, und dennoch in der Erscheinung und den Eigenschaften sehr verschieden, das bedeutete, daß **Zusammensetzung** aus Bestandteilen **nicht alles** ist (C. S. SMITH 1968, S. 642), jedenfalls bei etlichen Elementen. Was war da mit den Atomen?

LAVOISIER demonstrierte mit Mitarbeitern 1773, daß Diamant wie Holzkohle zu Kohlendioxid (CO2) verbrennt, **Kohlenstoff** also als **Kohle wie als Diamant** auftreten kann. Das widersprach abgesehen von dem gleichen Verbrennungsprodukt der Definition von Konstanz der Elemente. TENNANT wies 1796/1797 nach, daß gleiche Quantitäten von Diamant und Holzkohle gleiche Mengen an Kohlendioxid liefern. GUYTON DE MORVEAU rechnete 1797 nochmals mit eventuellen

kleinen chemischen Verschiedenheiten zwischen Diamant und Holzkohle, überlegte, ob vielleicht winzige Verschiedenheiten einen großen Einfluß auf die Eigenschaften einer Substanz ausüben. DAVY hat sich im März 1814 in Florenz den schon historischen, erstmals für Experimente benutzten großen Brennspiegel von 1694 ausgeliehen und in dessem Brennpunkt Diamant verbrannt (R. SIEGFRIED 1966).

Auch Verbindungen, so Quecksilberjodid treten in als allotrope Modifikationen bezeichnenden unterschiedlichen Formen auf (JÄNECKE 1918).

HITTORF (G. C. SCHMIDT 1930) hat beim **Selen** festgestellt, daß der Übergang der einen Form in die andere, amorph und kristallin, bei einer bestimmten Temperatur geschieht, von einer bestimmten Wärmetönung begleitet ist und das der Umwandlung des Aggregatzustandes analog ist.

Allotrope Formen bei demselben Element, so wurde später festgestellt, müssen nicht einmal an ihrem Aussehen, an ihrer Farbe wie beim Phosphor erkennbar sein. Das bei Normaltemperatur stark magnetische Metall **Nickel verliert bei etwa 350°C seinen Magnetismus** und verändert bei dieser Temperatur auch seinen elektrischen Widerstand, was auf 2 allotrope, bei 350°C umschlagende Modifikationen zu verweisen schien (JÄNECKE 1918). Der diskontinuierliche Umschlag läßt sich oft nur beim langsamen Erhitzen beobachten. Modifikationen bei Eisen besitzen verschiedene Fähigkeit Kohlenstoff aufzunehmen.

Die Allotropie brachte erneut das Problem der Identifizierung der chemischen Elemente durch ihre Eigenschaften. In der Definition von "Allotropie" ging man zeitweilig verschieden weit und der niederländische physiologische Chemiker MULDER (E. GLAS 1979) wollte sogar einmal für die verschiedene Wertigkeit beim gleichen Element den Terminus "Allotropie" benutzen.

Immerhin haben die verschiedenen Ionen desselben Elementes, die man ja auch noch als Elemente ansehen kann, unterschiedliche Farbe,

'Allotropie' - ein Begriff, der zunächst nur ein Phänomen bezeichnete - wurden später versucht auf atomare Grundlagen (M. COPISAROW 1921), etwa Assoziation von Atomen, zurückzuführen.

## Kristallographie - Chemie, Physik, Mathematik

Kristalle, Objekte der Mineralogie, forderten nach den Sammlern auch physikalisch und chemisch geschulte Forscher heraus, um zu finden, was bestimmte **Kristallformen** hervorrief. Führend wurde da der 1743 geborene und 1822 verstorbene französische Kristallograph REN'-JUST HAÜY (R. W. CAHN 1999), Hätte

man einen Kristall in seine kleinsten Einheiten zerlegen können, so sollten 'mole´cules integrantes, kleinste 'polyhedra' gefunden werden und diese bestimmten auch die Großform eines Kristalls, spezifisch für die Kristalle einer bestimmten Substanz.

## Ähnliche oder weitgehend gleiche Eigenschaften bei Substanzen verschiedener Zusammensetzung

Eine im 19. Jh. auch gewonnene Erkenntnis war, daß Substanzen auch **unterschiedlicher** chemischer **Zusammensetzung**, auch solcher aus dem anorganischen und organischen Bereich, **ähnliche oder gar fast gleiche Eigenschaften** aufweisen können. "Ölig" sind Pflanzenöle, sind die schweren Erdöl-Bestandteile, ist sogar die auch als Vitriolöl bezeichnete konzentrierte Schwefelsäure. "Spiritus" hieß einst manches, das einer Flüssigkeit entstieg, "Weingeist" wie der Salzsäure-Dampf, der "Salzgeist". Unterschiedliche Zusammensetzung - das trifft auch zu für Elaste, "Butter" und anderes.

## Salze und Oxide mit nur einem unterschiedlichen Bestandteil bilden gleichartige Kristalle: Isomorphie

Überlegungen zum Zusammenhang von Zusammensetzung und Eigenschaften bot das **1818** von EILHARD MITSCHERLICH (F. SZABADVARY 1974) in Zusammenarbeit mit dem damals 20-jährigen GUSTAV ROSE (1868) gefundene Phänomen der Isomorphie, der gleichen Kristallform bei Verbindungen mit nur einem unterschiedlichen Bestandteil, also etwa unterschiedlicher Base. Der 1794 im Oldenburgischen geborene und beim Schulbesuch in Jever für Geschiche interessierte MITSCHERLICH studierte zuerst, an der Universität Heidelberg, orientalische Sprachen und lernte intesiv das Persische. In Paris hoffte er Teilnehmer einer von NAPOLEON geplanten Delegation nach Persien zu werden. NAPOLEONs Fall ließ ihn 1814 nach Deutschland zurückzukehren. In Göttingen hörte er dann auch Chemie, bei STROMEYER, und forschte dann chemische im Botanik-Laboratorium, ging nach dem Zusammentreffen mit BERZELIUS in Berlin 1819 zu diesem nach Stockholm und wurde, nachdem er zunächst für zu jung befunden worden war, 1822 ao. Professor der Chemie an der Universität Berlin und 1825 dort ordentlicher Professor, also auf dem Lehrstuhl von KLAPROTH. GUSTAV ROSE war der Bruder des ebenfalls Mineralogen und Chemikers HEINRICH. ROSE. MITSCHERLICHs Hauptverdienst für die Professur war, daß er 1818 die "phosphorsauren" und die "arsensauren" Salze (G. ROSE 1868) unter-

suchte, zuerst Kalium-Phosphat und Kalium-Arsenat (F. SZABADVARY 1974), und dabei fand, daß ungeachtet ihrer unterschiedlichen Zusammesetzung, wie GUSTAV ROSE (1868; S. 623) schildert, "überrascht" war "zu sehen, dass die Salze beider Säuren, deren chemische Zusammensetzung er genau untersucht habe, wenn auch von der einen Säure nicht das Mindeste in dem Salze der anderen enthalten sei, doch, wo weit er es beurtheilen könnte, oft eine gleiche Form hätten ..." Den kristallographisch geschulten ROSE bat er, "die Krystalle zu messen", mit dem ersten nach Berlin gekommenen Reflexionsgoniometer. Das wurde an verschiedensten zur Auskristallisation aus der Lösung gebrachten Salzen untersucht und "Mit welcher Spannung wurde des Morgens immer nach dem Laboratorium gewandert, um zu sehen, was in der Nacht sich gebildet hatte!" Und die gleiche Kristallform fand sich für das "schwefelsaure Kupferoxyd und Manganoxydul" fand sich für das "schwefelsaure Eisenoxydul und Kobaltoxyd und endlich das schwefelsaure Magnesia und das schwefelsaure Nickeloxyd und Zinkoxyd." Was gleichartig kristallisierte wies auch den Wassergehalt, also gehalt an 'Kristallwasser', auf. Den Ausdruck 'Isomorphie' schlug BERZELIUS vor (G. ROSE 1868, S. 625). Aus gleicher Kristallform konnte auf propotionale zusammensetzung geschlossen werden, wenn eben auch das Metall ein anderes war (E. MITSCHERLICH 1820). War das Atomgewicht von einem der zueinander isomorphen Salze bestimmt, konnte auf das Atomgewicht des Metalls in anderen bestimmt werden, da nut dieses in der Zusammensetzung anders war.

FRANCOIS BEUDANT in Frankreich und WILLIAM WOLLASTON in England fanden, daß isomorphe Mineralien miteinander feste Lösungen bilden können und so 'Mischkristalle' ergeben (R. W. CAHN 1999, S. 625).

Von gleicher chemischer Zusammensetzung erwiesen sich die auch von MITSCHERLICH untersuchten Minerale **Calcit und Aragonit,** beide CaCO3, die aber **unterschiedliche Kristallformen** aufweisen, und MITSCHERLICH sprach von **Polymorphismus**. HAÜY lehnte das mit der gleichen chemischen Zusammensetzung ab, seiner Vorstellung von kleinsten 'molecules integrantes' in den Kristallen hätte das widersprochen (R. W. CAHN 1999, S. 625).

## Chemie, Naturerklärung überhaupt und Atomtheorie

Noch lang wurde die Atomtheorie auch abgelehnt oder doch sehr skeptisch gesehen, so bei FARADAY, so bei BERTHELOT, bei DUMAS. Wer die Realität der Atome nicht anerkannte, benutzte sie jedoch dennoch als Verrechnungseinheiten. Wie LIEBIG 1839 (S. 364) meinte, daß selbst wenn die Atomvorstellung falsch sei, dann weiterhin "ohne daß deshalb 100 Th. Sauerstoff aufhören ein Aequivalent für 442 Chlor zu seyn."

Die Atom- und Molekülvorstellungen gaben jedoch den Reaktionen Ausdruck. Auch wenn die Überlegung weggeschoben werden mußte, ob es denn überhaupt "Teile der Materie" geben könne, "welche selbst keine Teile mehr haben" (C. F. v. WEIZSÄCKER 1944, S. 33). Sollten die Atome nun das Unwandelbare sein, auf die aber aller Wandel zurückzuführen war? Die Nebelbahnen in der Wilsonschen Nebelkammer des 20. Jh. sollten auf einzelne Atome zurückgeführt werden können, einzelne Atome somit verfolgbar, ihre Existenz sichtbar gemacht worden sein. Es mochten die Atome der Chemie sein, die letzten Partikel waren es offenbar nicht!

Der organische Chemiker JOHANNES WISLICENUS, zuletzt in Leipzig, schrieb 1893 (S. 36), daß ohne atomistische Anschauung "das chemische Einzelwissen ein wüster Haufen unzusammenhängender und daher unverständlicher Beobachtungen" wäre, "ja es wäre weniger als das: es wäre zum grössten Theile überhaupt nicht vorhanden." Wie immer im 20. Jh. Atome gesehen werden oder auch nicht mehr, die Chemie stand und blieb im wesentlichen im Zeichen des Atomismus. IRA REMSEN, führender USA-Chemiker, Baltimore, meinte 1903 (S. 126) in seiner Präsidenten-Ansprache (Address) vor der American Chemical Society auf der Versammlung in Washington, daß man die Phänomene in der Chemie auch ohne Atomtheorie beschreiben könne, aber er könne nicht glauben, "that they would appear as clear as they now do." Wobei REMSEN noch den vielleicht merkwüridgen Vergleich brachte, daß wir auch auf die Vorstellung von "Gott" nicht verzichten können ohne den Halt in vielen menschlichen Phänomenen zu verlieren.

Es ist wie eine die Chemie in ihrer Entwicklung mindestens seit DALTON durchziehende Leitlinie, **die Eigenschaften der Stoffe und ihre Reaktionen auf die Eigenschaften der Atome und der Moleküle zurückzuführen**, ob nun bei den isomeren Verbindungen, bei den in Lösung die Elektrizität leitenden Ionen, bei der Dipol-Bildung der Moleküle, der wohl räumliche Atom-Anordnung in den **Kristallen**.

Die eigenständig sich entwickelnde **Physik** führte dann auf Moleküle und somit eben auch Atome zurück die **Wärme**, deren Bewegung resp. Schwingung, Das war das erste nähere Übergreifen der Atom-Molekül-Vorstellung auf die Physik. Ergebnis war dann die **kinetische Wärmetheorie.** Die einzelnen Körper erwärmen sich dabei unterschiedlich rasch und unterschiedlich stark, haben verschiedene Wärmekapazität. **Schall** erschien als Schwingung der Luftmoleküle.

Es erstand jedenfalls der Versuch, immer wieder erweitert und verbessert, "auf die Gesetze des atomaren Geschehens alle anderen Gesetzmäßigkeiten und Eigenschaften der Materie zurückzuführen" (C. F. v. WEIZSÄCKER 1944, S. 12). Und "die Atomvorstellung", man könnte sagen erweitern durch die Partikel-Vorstellung,

wird "zur Grundlage der Einheit des physikalischen Weltbildes", das andere Wissenschaften mit einschließt.

Immer gab es auch Versuche, die reale **Gestalt der Atome** festzustellen, gerade auch in den ersten Jahrzehnten des 20. Jh. – bis man begreifen mußte, das dies eben nicht geht. Jedoch etwa die Isomerie-Phänomene, die Moleküle mit unterschiedlicher Stellung der Atome in ihnen für die isomeren Substanzen annahm, kam ohne gewisse anschauliche Vorstellung, wenigstens einem Modell, nicht aus (C. F. v. WEIZSÄCKER 1944, S. 27). Atome und damit die Phänomene der Welt - zurückfürgbar auf so etwas wie kleine Billardkugelchen, ein somit einfaches, 'materialistisches', Weltbild (S. 50).

Für den Chemiker ließen sich mit den Atomen und Molekülen auch **gedanklich noch unbekannte Zusammensetzungen** und damit die Existenz noch unbekannter Substanzen zu **überlegen**, was durch seinerzeit immer neu entdeckte Elemente und präzisiert durch die Erkenntnis der Wertigkeit darauf hinwies, daß noch vieles in der Chemie, in der Stoff-Erforschung zu finden sein müßte, also vor dem Chemiker offenbar noch ein weites Feld lag. Das mußte eine **großartige Stimulierung für Forschung** sein.

## Unsichtbare Teilchen als Ursache für Vorgänge im Makroskopischen

**Im Unsichtbaren**, einst auch im Vergrößerungsapparat nicht sichtbar zu Machenden, suchte man den **Schlüssel für die Vorgänge im Makroskopischen**. Das galt für **Atome wie Moleküle**, und ab Ende des 19. Jh. auch für Partikel, die für die Vererbung zuständig sind und dann in die **Gene** mündeten. Andere Elementarteilchen folgten. Immer wieder erstand auch die Frage, ob man hierbei mehr gewinnt als ein Bild, und welche Realität jeweils veränderlich mit dem Forschungsstand, den unsichtbaren Teilchen verschiedener Art zugeschrieben werden mußte, die man aus sichtbaren Vorgängen, ob chemische Reaktionsabläufe oder Weitergabe von Merkmalen von den Eltern zu den Kindern bei den Lebewesen, abzuleiten suchte. Diskrete Partikel, winzige Teilchen erschienen als notwendig, was den eher kontinuierliche Äther zurückdrängte.

Wie aber stand es mit der **"Ganzheit",** einem dem 20. Jh. angehörendem Begriff, etwa mit der Mauer, die eben mehr ist als nur Ziegelsteine (C. F. v. WEIZSÄCKER 1944), dem Organismus, der eben mehr ist als ein Zellenhaufen, dem nicht nur auf einzelne Noten zurückfürbarem Musikstück. Erfaßt dann etwa in der Biologie "die physikalische Denkweise ... nur einen Teil der Wirklichkeit", vielleicht gar den "minder wesentlichen" (S. 16)? .

**Was geschieht beim Verbinden chemischer Substanzen miteinander**

Es war sicherlich eines der größten, wenn auch selten ausgesprochenen 'Rätsel' der Chemie, daß Komponenten sich zusammenfügten, deren **vereinigte Produkte** dann **keinerlei Ähnlichkeit mehr mit den Komponenten** hatten. Sie erschienen verbunden nicht wie bei Kreuzung von Organismen verschiedener Art üblich, in ihren Eigenschaften etwa als eine Art Hybride, Mittelbildung, als Maulsesel oder Maultier wie der Kreuzung von Pferd und Esel. **Was geschieht mit den Atomen in einer Verbindung, oder auch mit einfachen Verbindungen, binären, die sich zu höheren Verbindungen zusammenfügen?** Warum können sie zerlegt auch wieder in ursprünglicher Form erscheinen?

LIEBIG hat etwa 1838 in seiner Arbeit "Ueber die Constitution der organischen Säuren" das angesprochen. Das Kalium als Metall hat eine "eminente Neigung" sich mit Sauerstoff zu verbinden, und dann verhält es sich ganz ruhig im "schwefelsurem Kali", also unserem Kaliumsulfat, wie auch als Oxid. Unbewußt würden wir verführt sein, "die Eigenschaften eines Körpers zu übertragen in die Verbindung, die er eingegangen ist" (S. 174). Aber dem ist nicht so, und "wir kennen den Zustand nicht, in dem sich die Elemente zweier zusammengesetzter Körper befinden, sobald sie eine Verbindung mit einander eingegangen sind." **Dieses sicherlich größte Rätsel der Chemie fand keine Lösung, und wurde kaum angesprochen.**

Ab wann sind die theoretischen Kenntnisse überhaupt so weit, daß Vorgänge wie in der Chemie als "verstanden" angesehen werden können? Das 'Machen', die 'Praxis', geht der Kenntnis der Vorgänge auf tieferer Ebene oft voran. Der einmal führende französische Chemiker MARCELIN BERTHELOT, hauptsächlicher Begründer der Synthese organischer Substanzen, wird einmal sagen (zit. 1877, S. 292): "... haben wir die organischen Substanzen herstellen können, ohne die Gesetze der intermolekularen Wirkungen im Grunde zu kennen. Wenn die einmal in Wirksamkeit gebrachten Kräfte nicht von selbst das begonnene Werk vollendeten, so würden wir sicherlich nicht im Stande sein, irgendeine natürliche Erscheinung künstlich hervorzubringen; denn keine Erscheinung ist vollkommen bekannt, da eine vollkommene Kenntnis einer jeden die vollkommene Kenntnis des Weltalls voraussetzen würde."

Wasser etwa schien in Verbindungen in zweierlei "Zuständen" vorhanden zu sein: 1. als bei 100°C entfernbares Wasser, als "Krystallwasser", 2. als "Halbhydratwasser", das "augenblicklich abgeschieden wird, wenn die Verbindung, die es enthält, mitgewissen anderen zusammenkommt" (J. LIEBIG 1838, S. 179), also bei Säure und Base.

Andersartig als bei den vielen Verbindungen erschien das Zusammenbringen von

**2 und mehr Metallen**, von **Legierungen**, was in den verschiedensten Mischungen möglich ist. Was geschieht dabei - eine etwa von LE CHATELIER (s. 1891) aufgegriffene Frage.

Der französische Apotheker und Chemiker PIERRE-JEAN ROBIQUET (1838) fragte nach dem, was **in Pflanzen** an Substanzen **vorgebildet**, "**präexistent**", denn auch bei wenig Gerbstoff lieferten Galläpfel oft viel Gallussäure. Aber auch er fragte, was in den Verbindungen vorgebildet ist. Vorgebildet wären sicherlich die Elemente, aber in einer Art von "Disponibilität", "bereit sich in der oder jener Ordnung, in dem oder jenem Verhältniss, nach dem Einfluss des Augenblicks zu vereinigen", also nicht schon als binäre Verbindungen vorliegen, wie meistens angenommen wird (S. 167).

## Wesen und Identifizierung der Stoffe, Eigenschaften bestimmende Eigenschaften der Stoffe

Eine Voraussetzung für die Gewinnung begründeter chemischer Vorstellungen auf der Basis der Atomtheorie war das Arbeiten mit **"reinen Stoffen"**. Ein wichtiges Anliegen der Chemie bestand darin, die spezifischen Eigenschaften der Substanzen, der stofflichen Individualitäten, auf ihnen zugrundeliegende Wesenheiten zurückzuführen und die Zusammensetzung der Stoffe festzustellen.

Die gemeinsamen Eigenschaften größerer Stoffgruppen wurden einst etwa auf **"Prinzipien"** (principles) zurückgeführt, die dann eher stofflich gesehen wurden. LAVOISIER sah im Sauerstoff das "säurebildende Prinzip". Auf Grund dessen, daß Chlor nun keinen Sauerstoff enthielt und dennoch mit Wasserstoff die Salzsäure, HCl, bildet, definierten DAVY und dann LIEBIG (1838) dann die Säuren als Verbindungen, die Wasserstoff enthalten, der bei der Reaktion der Säuren mit Metallen abgegeben und durch das Metall ersetzt wird. GAY-LUSSAC suchte einmal im Wasserstoff das alkalisierende Prinzip und im Stickstoff das azidifierende festzustellen (R. SIEGFRIED 1966).

## Reinheit der Stoffe

Reine Stoffe herzustellen war nahezu unmöglich und auch heutzutage ist meist nur ein hoher Reinheitsgrad herstellbar, wobei der Preis durch angestrebte Reinheit oft gewaltig steigt. **Fremdbeimengungen** haben mehr oder weniger große **Auswirkungen**, oft beträchtliche. Davon zeugen die Metall-Legierungen, bei denen oft kleine Beimischungen die Eigenschaften gewünscht verändern, aber auch entgegen

den Wünschen beeinflussen. Die ersten Element-Darstellungen, etwa bei Calcium, waren so unrein, daß die Elemente reiner dargestellt ein anderes Aussehen aufwiesen. Bei elektrischen Messungen an Eisen wurde um 1900 angegeben, daß sich auch noch 0.37%, ja 0.08% Kohlenstoff in ihm feststellen lassen (M. COPISAROW 1921).

In der **Physiologie und Pharmakologie** sollte man noch zu spüren bekommen, welche Wirkung auf Lebewesen kleinste Mengen von Stoffen haben können. Dazu mußte man nicht einmal an die umstrittene Homöopathie denken, sondern Hormone, Vitamine und metallische Spurenelemente lehrten das im 20. Jh.

Die **Chemie der kleinsten Mengen**, auch der Fremdbeimengungen, wurde nahezu ein Spezialgebiet.

## Klassifizierung der chemischen Substanzen, der chemischen Individuen

Um die **Fülle der Substanzen**, namentlich auch der organischen, in eine **Ordnung** zu bekommen, wurde versucht, etwa von M. E. CHEVREUL (1826), auch in der Chemie wie in der Botanik und Zoologie Kategorien wie Art, Gattung, Varietät einzuführen. Daß manche Substanzen mehr Gemeinsamkeiten miteinander aufweisen als mit anderen wurde deutlich, wie schon alte Sammelbezeichnungen wie Säuren, Salze u a. zeigen. Auch DUMAS (A. W. HOFMANN 1884) stellte "artverwandte" Stoffe, auch Elemente, zusammen, damit Familien mit gemeinsamen Fundamentaleigenschaften überblickt wurden. Gerade für den Chemiker gibt es, wie A. W. HOFMANN 1884 (S. 731) "keine grössere Gefahr als die überwältigende Summe von Details ..."

## Ausbau der Atomtheorie und die Verbindungen der Atome miteinander

Bei organischen Verbindungen fiel auf, daß bestimmte Atomgruppen fester zusammenhielten als die Atome in einer Verbindung insgesamt. Solche beisammen bleibenden Atomgruppen, die **"Radikale"**, wurden gar als **die "Atome" organischer Verbindungen** betrachtet (H. E. ROSCOE 1887, S. 20). So wie diese aber mit gewisser Mühe doch auseinandergebrochen werden konnten, sollte das vielleicht eines Tages auch mit den Atomen der chemischen Elemente geschehen. AUGUST WILHELM HOFMANN meinte hierzu (1888, S. 286): "Die Elemente

der Mineralchemie würden auf diese Weise den Radicalen der organischen Chemie vergleichbar, welche dieselben Elemente enthalten und sie würden sich von ihnen nur durch ihre grössere Stabilität und ihre pro tempore Unzerlegbarkeit unterscheiden". Schließlich wäre auch die Einheit der Kräfte und ihre gegenseitige Überführung nachgewiesen. Gewiß waren das Spekulationen, die aber gern wiederholt wurden und auch auf Naturforschertagungen offenbar geistige Anregung boten.

Daß in einer einheitlich wirkenden Substanz, etwa dem Gips, Teile im Molekül unterschiedlich stark gebunden sind, zeigte etwa das **Kristallwasser**, das beim Erhitzen aus dem Gips, CaSO4, auftrat und den Gips in Anhydrit verwandelte.

**Katalyse**

Den Begriff "**Katalyse**" und auch "**katalytische Kraft**" prägte BERZELIUS **1835**, indem die Beobachtung anderer zusammenfaßte, daß manche chemischen Vorgänge nur bei Anwesenheit einer sich selbst nicht verbrauchenden Substanz vor sich gehen: Katalysatoren sind Körper, "die durch ihre bloße Gegenwart chemische Tätigkeiten hervorrufen, die ohne sie nicht stattfinden" (zit. bei A. MITTASCH 1936, S. 770). BERZELIUS hat die katalytische Vorgänge nicht entdeckt, aber Befunde anderer umter einer eigenen Bezeichnung und einem gemeinsamen Geisichtspunkt zusammengefaßt und so **als eigenständige Erscheinung ins Bewußtsein** der Chemiker und der Wissenschaft überhaupt gehoben. Solche Ordnungsarbeit ist ebenso wichtig wie manche Neuentdeckung, BERZELIUS schrieb (Jahres-Bericht 1836, S. 243) über eine "sowohl der unorganischen, als der organischen Natur angehörige neue Kraft zur Hervorrufung chemischer Thätigkeit, die gewiss mehr, als man bis jetzt dachte , verbreitet sein dürfte" und, auch wenn sie wohl mit den elektrochemischen Beziehungen in Zusammenhang steht, wollte er sie eigens benennen als "*katalytische Kraft* der Körper, und die Zersetzung durch dieselbe Kraft *Katalyse* nennen, ..."Mit dem Ausdruck "katalytische Kraft" war ein Unterschied zu der normalerweise chemische Vorgänge bewirkenden "Kraft" wie bloßes Erhitzen ausgedrückt.

**Unterschieden** wurden später "**heterogene**' katalytische Reaktionen, bei denen sich der Katalysator und die Reaktionsteilmehmern in verschiedenen Phasen, etwa Feststoffe und Gase oder nichtmischbare Flüssigkeiten, vorliegen und **'homogene**' katalytische Reaktionen, bei denen sich Katalysator und Reaktionsprodukte in derselben Phase befinden, etwa zwischen Gasen.

**Verschiedene Chemiker hatten katalystische Reaktionen gefunden, noch ohne sie 'ktalytisch' zu nennen,**

Daß in Gegenwart von Mineralsäuren bestimmte Reaktionen (E. THEIS 1937) vor sich gehen, war schon länger bekannt, so die Bildung von Äthyläther aus Äthylalkohol bei Gegenwart von Schwefelsäure, SCHEELEs Versterung organischer Säuren mit Hilfe von Mineralsäuren. Länger bekannt was auch THENARDs wiedergemachte Beobachtung der Zersetzung von Ammoniak an Eisen. Der nach St. Petersburg gegangene deutsche Apotheker CONSTANTIN KIRCHHOFF (E. HICKEL 1977) entdeckte 1811, während der die Zucker-Einfuhr drosselnden Kontinentalsperre, die Verzuckerung der Stärke beim Kochen mit hier katalytisch wirkender verdünnter Schwefelsäure.

Zu jenen, die BERZELIUS vorangingen, gehört auch JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER, der die erste Stärkezuckerfabrik in Deutschland bei Weimar begründete, erkannte **das Besondere all dieser Reaktionen**, die nur **bei Anwesenheit eines bestimmten Stoffes ohne dessen Verbrauch** ablaufen (E. THEIS 1937), wiederum ohne verallgemeinernden Begriff. DOEBEREINER (F. HENRICH 1923) oder – wie er sich in deutschen Buchstaben schrieb – DÖBEREINER, der noch an manchen Stellen gerade der angewandten Chemie erscheint. DÖBEREINER wurde am 13. Dezember 1780 in Hof geboren. Der Vater war bald Knecht, dann Verwalter auf einem Rittergut bei Müncheberg in der Oberpfalz. Ausgestattet mit nötigen Kenntnissen durch einen Pfarrer, lernte DÖBEREINER bei einem Apotheker, ging als Apothekergehilfe auf Wanderschaft, bildete sich autodidaktisch, gründete eine eigene kleine Naturproduktenhandlung mit Herstellung pharmazeutisch-chemischer Präparate. Konkurrenten flippten ihn als Fremden aus. Unterdessen mit Familie abeitete er in einer Färberei und Bleicherei in Müncheberg und führte, dank seines erworbenen chemischen Wissens, die Chlorbleiche ein. Pleite wegen der abgebrochenen Baumwoll-Einfuhr infolge der Kontinentalsperre zwangen DÖBEREINER als Inspektor auf ein Gut mit Branntweinbrennerei und Brauerei bei Bayreuth, was aber auch endete. DÖBEREINER, in Schulden, hatte aber schon veröffentlicht, war dem Chemieprofessor GEHLEN in München bekanntgeworden und dieser empfahl ihn auf das 1809 freie Extraordinariat für Chemie, Pharmazie und Technologie an der Universität Jena vor. Damit stand DÖBEREINER in enger Zusammenarbeit mit dem auch an Chemie und dem Wirtschaftsleben hoch interessierten JOHANN WOLFGANG GOETHE. 1819 wurde DÖBEREINER ordentlicher Professor. DÖBEREINER mußte für seine Familie mit 8 Kindern sorgen und kam auch in seiner Stellung nicht aus der Bedürftigkeit heraus. Er starb 1849, wobei wohl verursacht durch seine Geschmacksproben beim Erhalten von Stoffen sich ein schweres Geschwür im Mundraum gebildet hatte.

Ein mit zuerst benutzter Katalysator war das **Platin**, namentlich später in fein verteilter Form. EDMUND DAVY, Cousin des berühmteren HUMPHREY DAVY, seit 1813 als Chemiker an der Royal Cork Institution in Irland, hatte aber

1817 mitgeteilt, daß erwärmter Platindraht, also noch nicht fein verteilt, in einem Gemenge von Sauerstoff oder Luft Gase wie Wasserstoff, Kohlenoxid, Äthylen u. a. verbrennen läßt, ohne zu verschwinden (R. KNIETSCH 1901). Der Draht, wie HUMPHREY DAVY (F. KOPFER 18789 berichtete, glühte dabei auf. Eine Mischung von Cyangas und Sauerstoff lieferte rote Dämpfe von salpetriger Säure. EDMUND DAVY stellte 1820 durch Behandlung einer Lösung von Platinsulfat mit Alkohol fein verteiltes Platin, "Platinschwarz", "Platinmohr" her (CHR. F. LINDSEY 2004), das er zunächst für eine Verbindung hielt, das aber LIEBIG als sehr fein verteiltes Platin erkannte. Solche "Platinschwarz" oxydierte Alkohol bei Normaltemperatur.

DÖBEREINER hatte 1816 gefunden, daß fein verteiltes Platin schon in der Kälte die Umwandlung von Alkohol/Äthanol/Ethanol in Essigsäure beschleunigt und somit die "Schnellessigfabrikation" ermöglicht. Im Jahre 1823 fand DÖBEREINER die augenblickliche Entflammung eines Knallgas-Gemisches, also von Wasserstoff mit Luft, an fein verteiltem, allerdings noch andere Metalle enthaltendem Platin. Daraus entwickelte DÖBEREINER das nach ihm benannten **Döbereinische Feuerzeug**. Das Platin erhielt DÖBEREINER zuerst aus den spanischen Kolonien, dann wurde es auch in größeren Stücken im Ural entdeckt und wurde gerade in Weimar / Jena zugänglich, nachdem der Sohn des Weimarer Großherzogs KARL AUGUST 1805 das 5. Kind des ermordeten Zaren PAUL, MARIA PAULOWNA, heiratete.

DÖBEREINER fand auch den Fall, daß **zwei Metalle zusammengebracht** eine katalyrische Reaktion zustandebringen, als er 1824 beobachtete, daß Iridium zwar nicht allein Knallgas entzündet, jedoch ein Gemisch von Iridium und Osmium sofortige Explosion auslöst. Damit hatte DÖBEREINER einen **Mischkatalysator** gefunden, eine **Multikomponenten-Katalyse** (A. MITTASCH 1950, S. 82). 1844 fand DÖBEREINER, daß die Wirkung des Platinschwammes bei der Wasserstoff-Sauerstoff-Reaktion, also in einem Feurzeug, durch Zugabe von Alkali erhöht wird. Andererseits entdeckte DÖBEREINER 1832 auch, daß Ammoniak den Platin-Katalysator **de-aktiviert**, fand also ein 'Katalysatorengift'. Spätere katalytische Industrie-Verfahren hatten also mit manchem zu rechnen.

PEREGRINE PHILLIPS jr. fand 1831 wie DÖBEREINER die katalytische Wirkung von Platin bei der Umwandlung von Schwefeldioxid/SO2 in Schwefeltrioxid/SO3. WÖHLER und MAHLA beschrieben 1853 die die katalytische Wirkung von Kupfer-Oxid-Chrom-Oxid auf die Oxydation von Schwefeldioxid, also wieder eine Mischkatalysator-Wirkung (A. MITTASCH 1950, S. 82).

Die **Knallgas-Reaktion**, die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, war die wohl **meist-untersuchte** katalysierte Reaktion (C. ERNST 1901). **Verschie-**

**denste Substanzen** wirkten hier, also **bei derselben Reaktion**, gemäß den Untersuchungen verschiedener Forscher **als Katalysator**, außer Platinmohr und Palladium, Quecksilber, Glas, Bimsstein, Kohle, Porzellan, auch organische Substanzen. SAUSSURE fand als katalysierend bei der Knallgas-Reaktion zerstoßene feuchte Erbsen, Korn, verwesende Stoffe. Viel später werden Bakterien, "Knallgas-Bakterien", als Urheber ausgemacht. Eine Rolle mußte auch den Gefäßwänden für die Untersuchungen zugeschrieben werden. Und gewisse Stoffe, wie schon FARADAY fand, hemmen die Wirkung des Platinmohrs. Solche **Hemmwirkung** fand sich bei Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Äthylen. Später sprach man von **Katalysatorgiften**. Alles Dinge, welche der näheren Untersuchung harrten.

Die Katalyse, namentlich die "**heterogene**", bei der die Reaktionsprodukte und der Katalysator in verschiedenen Phasen vorlagen, reizte nach einer **Erklärung**. "Physikalisch" war FARADAYs Hypothese von 1833 (J. R. PARTINGTON 1954), wonach die unter Katalysatoreinfluß miteinander reagierenden Gase an der Oberfläche der katalytisch wirkenden Metalle durch Anziehung kondensiert werden. W. C. HENRY und 1836 und DE LA RIVE 1838 dachten an Zwischenverbindungen, etwa an den katalytisch wirkenden Metallen kurz entstehende und bald wieder zerfallende Oxide, vertraten also eine "chemische" Hypothese der Katalyse.

Die Katalyse sollte gerade auch für BERZELIUS die **Stoffwechselvorgänge** in den **Organismen** erklären durch die Annahme von katalytisch wirkenden Substanzen im Organismus, die später "Ferment" resp. "Enzym" und schließlich auch "Biokatalysatoren" genannt wurden. BERZELIUS schrieb 1836 (S. 245) von dem "gegründeten Anlass zu vermuthen, daß in den lebenden Pflanzen und Thieren tausende von katalytischen Prozessen zwischen den Geweben und den Flüssigkeiten vor sich gehen und die Menge ungleichartiger chemischer Zusammensetzungen hervorbringen ..."

PAYEN und PERSOZ (1834) in Frankreich stellten 1833 mit der **Diastase** ein erstes solches Ferment her, jenes, daß aus den Stärkekörnern in keimenden Gerstenkönrern beim Maisch-Prozeß bei der Bierbereitung unter zunächst der Bildung des gummiartigen Dextrin Zucker erzeugt. Bei 100°C verlor die wirksame Substanz der Gerste "alle ihre Eigenschaften" und dabei die Fähigkeit, Dextrin in Zucker zu verwandeln. Durch Zerreiben der Gerstenkörner mit Wasser und weitere Behandlung wurde unreine Diastase erhalten. Dextrin in einem bisher unbekannten Reinheitsgrad konnte erhalten werden.

Katalyse - mit einigen Metallen namentlich der Platinelemente wurde auch für technische Prozesse schon in den 1820-er-Jahren eingesetzt, aber der große Aufschwung der Katalysechemie kam im beginnenden 20. Jh. Katalyse wurde geradezu

als das "Herz der Chemie" bezeichnet.

## Chemie und Vorgänge auf und in der Erde einst und heute

Chemische Vorgänge wurden herangezogen, um etwa den Vulkanismus oder die Bildung bestimmter Gesteine und ihre Veränderungen zu erklären. H. DAVY etwa hatte gemeint, daß in der Erde Alkalimetalle, etwa Natrium, und Erdalakalimetalle vorhanden sind und beim Eindringen von Wasser oder Luft eine heftige, wärme-erzeugende Reaktion stattfindet (s. BERZELIUS Jahresbericht, 1832, S. 346). DAVY hat sich später von dieser hypothetischen Annahme weitgehend gelöst. Aber es blieb das **Problem**: Inwieweit dürfen **aus Laborerfahrungen Annahmen über erdinnere**, ja überhaupt auf nicht unmittelbar beobachtbare **Vorgänge** getroffen werden. Daß Kalium mit Wasser heftig reagiert war unbezweifelbare Laboratorums-Erfahrung. Aber daraus zu schließen, daß im Erdinneren Alkalimetalle etwa für den Vulkanismus verantwortlich sind, war nicht zu belegen, und es fehlte der Nachweis, daß freies Natrium oder Kalium im Erdinneren existieren.

Geologische Vorgänge, so vor allem Gesteins- und Mineral-Bildung auf im Laboratorium festgestellte Vorgänge zurückzuführen, wurde das besondere Anliegen des Bonner Professors KARL GUSTAV BISCHOF (1848, 1863 u. a.). Gewiß war es richtig, "zwingende Nothwendigkeit, alle Erscheinungen auf dem Gebiete der Geologie auf chemisch-physikalische und mechanische Gesetze, wie solche die Wissenschaft bis jetzt kennen gelehrt und sicher gestellt hat, zurück zu führen, um so mehr als die ältere und neuere Geologie vielfach gegen diese gesündgit hatte" (GÜMBEL 1875; S. 667). Das war eine nötige Ergänzung zu LYELLs Aktualismus, die Vorgänge der Vergangenheit auf die heute bekannten und erforschbaren zurückzuführen. Aber BISCHOF verlor sich in einem erneuten Neptunismus, der vieles Erkannte wieder in Frage stellte. Das nicht, weil er mit nicht im Laboratorium untersuchten Vorgängen rechnete, sondern weil eben in der Erdkruste auch andere, zu denselben Ergebnissen führende Vorgänge verliefen, die BISCHOF eben nicht genug kannte oder berücksichtige, und die nicht im Wasser ablaufen mußten.

Mit Laboratoriums-Experimenten suchte man später etwa die Entstehung von "**Erdöl**" und auch **Kohle im Laboratorium** zu ermitteln. Man gewann in der Tat eine erdöl-ähnliche Masse, aber das mußte so nicht in der Erde vor sich gegangen sein. Es gab auch ganz andere chemische **Möglichkeiten** der Erdöl-Entstehung. Nachweisbar im Laboratorium war auch, daß in elektrischen Funken

aus Sauerstoff und Stickstoff Stickoxide entstehen. Umstritten war, in wie starkem Maße **Blitze in der Atmosphäre genügend Stickoxide** für die Sticksotff-Düngung im Acker erzeugen. Man könnte fast von einem "Thor Heyerdahl-Phänomen" sprechen: Mit einem nachgebauten Papyrusboot war im 20. Jh. demonstriert worden, daß die alten Ägypter den Atlantik **hätten** überqueren können. Aber das war kein Zeugnis dafür, daß die Ägypter es unternahmen.

## Weitere Identifizierung und Analyse der Stoffe - Analytische Chemie

Jede **Identifizierung** einer Substanz durch spezifische Eigenschaften ist analytische Chemie. **Qualitative** Analyse dient nur dem Nachweis der bloßen Existenz einer Substanz, **quantitative** Analyse stellt auch die Mengen, etwa die Konzentration, fest. Von den zahlreichen Eigenschaften der Substanzen konnte nur immer ein Teil berücksicht werden, aber Gemeinsamkeit in etlichen Eigenschaften ließ zu, Identität von zwei verglichenen Stoffen anzunehmen, wie WILHELM OSTWALD ausführte (H. STAUDINGER 1940).

Viel Analytik beruht auf **spezifischen** chemischen **Reaktionen** der zu identifizierenden Substanz mit andern Stoffen, die dann **Reagentien, analytische Reagenzien**, heißen. F. F. RUNGE definierte 1820 (S. 50): "Das Reagens ist seinem Wesen nach ein Mittel, was dazu dient, die Qualität eines Stoffes auszumitteln, es ist Qualitätserforscher", das in Wechselwirkung mit dem zu identifizierenden Stoff tritt. Unterschieden wurde die **Analyse auf trockenem** und die **auf nassen Wege**. "Trocken" ist die **Lötrohr-Analyse**, bei der mit einem Metallrohr Luft auf die zu untersuchende und auf Holzkohle oder in einem Platindrahtöhr erhitzte Substanz geblasen wird. Je nach dem Verhalten in der Reduktions- oder Oxydationsflamme können die Substanzen identifiziert werden, qualitativ, sofort, etwa in unbekannten Mineralien (F. WÖHLER 1875). Benutzt 1670 von ERASMUS BARTHOLIN, hat CRONSTEDT im 18. Jh. das Lötrohr systematisch angewandt, im schwedischen Bergbau (U. BOKLUND 1971). Etwas Borax, die "**Boraxperle**", vor dem Lötrohr, löst in ihr Metalloxide und ergibt eine für jedes Mteall charakteristische Färbung, z. B. färbt Kupferoxid in der Oxydationsflamme die Perle durchsichtig grün, metallisches Kupfer in der Reduktionsflamme rot.

Eine Analyse schon auf **nassen Wege** war, wenn J. F. HENCKEL in Freiberg 1722 den Gallusaufguß als Reagenz auf Eisensalz fand. Der Arzt WITHERING (J. K. ARONSON 2004), der 1782 das Witherit genannte Mineral Bariumcarbonat in der Natur entdeckt hatte, fand das Bariumchlorid als sicheres Nachweisreagenz




Abbildung 1488: LAMPADIUS-Denkmal. Freiberg.

für **Sulfate**, auf Grund der Unlöslichkeit des aus dem wasserlöslichen BaCl2 + löslichem Sulfat entstehenden, als weißer Niederschlag ausfallendem BaSO4. Mit **Schwefelwasserstoff, SH2,** Metalle in wasserlöslichen Salzen als oft charakteristisch gefärbten Sulfid-Niederschlag nachzuweisen in Wasserlösung, also auf "nassem Wege", begannen für Blei 1787 FOURCROY und der Homöopathiebegründer SAMUEL CHRISTIAN HAHNEMANN. Den spezifischen Nachweis anderer Metalle mittels Schwefelwasserstoff entwickelte JOSEPH LOUIS PROUST (S. MAUSKOPF 19) und der übelreichende Schwefelwasserstoff wurde so zu einem der allerwichtigsten analytischen Reagenzien. Schon um 1800 waren eine Fülle teilweise bis heute üblicher analytischer Reaktionen bekannt, zusammengestellt von dem Freiberger Chemiker W. A. LAMPADIUS in seinem "Handbuch der chemischen Analyse der Mineralkörper." Den Niederschlag von Silberauflösung in Salzsäure ("salzigte Säure") findet man bei ihm ebenso wie den Niederschlag der Schwefelsäure durch "salzigtsaure Schwererde", also Bariumchlorid, BaCl2.

Den **systematischen Trennungsgang,** den **systematischen qualitativen analytischen** Nachweis der Metall-Salze auf Grund der Reaktion mit **Schwefelwasserstoff** lieferte KARL REMIGIUS FRESENIUS (anonym Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 1919, W. FRESENIUS 1961, F. SZABADVA´RY 1972). FRESENIUS war Sproß einer Frankfurter Pfarrers- und dann Gelehrten-Familie. Nach der Lehrzeit als Apotheker hat er noch als Student in Bonn den 1841 veröffentlichten Trennungsgang ausgearbeitet, ging dann zu LIEBIG nach Gießen und der Trennungsgang wurde ihm als Dissertation anerkannt. Nach einer Professur an dem nassauischen landwirtschaftlichen Institut in Wiesbaden gründete FRESENIUS 1848 ein eigenes chemisches Laboratorium für namentlich nun auch quantitative chemische Analysen, etwa von Landwirtschaftsprodukten und Mine-

ralwässern .

Spezifische **Einzelreaktionen**, namentlich auch Farbreaktionen, wurden oft zufällig gefunden, waren in ihrer chemischen Reaktion oft nicht erklärbar und die Spezifität nicht immer sicher, jedoch waren sie auch beliebt. Es wurden im Laufe der Zeit zahlreiche Reaktionen für einzelne spezifische Substanzen ermittelt, welche den Ansprüchen an '**Spezifität, Selektivität, Sensitivität**' (F. FEIGL 1949), vor allem einem 'Maximum an Gewißtheit' (S. 3) entsprachen oder doch nahekamen und in eigener Fachzeitschrift vermittelt wurden. Bestimmte Bedingungen, Temperatur, pH der Lösung, Dispersion der Reaktanten, auch mit gelöste Stoffe waren zu beachten (S. 3).

F. F. RUNGE (1834) identifzierte mit Farbreaktionen seine Produkte aus dem "Steinkohlenöl" (= teer), denn sein "Kyanol" (**Anilin**) färbte **Chlorkalk-Auflösungen** lazurblau, Fichtenholz ("**Fichtenspanreaktion**") intensiv gelb, wogegen das bei RUNGE nur in geringsten Mengen als Gas aufgetretene **Pyrrol** einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan "dunkel purpurroth", jedoch die "Karbolsäure" (= **Phenol**) einen mit Salzsäure benetzten Fichtenspan nach einer halben Stunde schön blau färbte. Das Fichtenholz wurde, nach RUNGE (1834, S. 70) "wirklich zu einem ganz unentbehrlichen Reagens bei der Scheidung der Bestandtheile des Steinkohlenöls." Noch nicht hatte RUNGE das Furan, das etwa aus Fichtenteer entsteht, und einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenholzspan smaragdgrün färbt. Die von RUNGE gefundenen Substanzen konnten mit den von ihm gefundenen Reaktionen identifiziert werden auch wenn sie unterschiedlicher Herkunft waren, und das ebenso, wenn für die damalige Elementaranalyse die ausreichende Menge fehlte (A. W. HOFMANN 1845 b). Auf die Färbung von Chlorkalk durch etliche organische Substanzen soll RUNGE gekommen sein, als er wegen urinierender Hunde die Planke an seinem Garten mit Chlorkalk bestrich und dieser durch den Urin der dort pinkelnden Hunde blau wurde. Das legte nahe, Chlorkalk auch anderswo als Reagens zu versuchen. Andere Chemiker fanden andere Reaktionen mit anderen Substanzen. HOFMANN (1845 b) entwickelte einen Nachweis für Benzol, der auf dessen leichter Umwandlung in Anilin beruht. Der Baseler Chemiker FRIEDRICH GOPPELSROEDER etwa fand die alkoholische Marin-Lösung als Reagens auf Aluminium (B. STRAHLMANN 1964).

Nachweis-Reaktionen dienten auch **wechelseitig dem Erkennen der Substanzen**, so wenn Stärke nachgewiesen wurde durch die Blaufärbung durch Jod, aber auch die Blaufärbung der Stärke auf Jod verwies.

Ein neues Verfahren wurde das **Titrieren,** die **Maß-Analyse,** das Versetzen einer unbekannten Lösung mit einer genormten Lösung von einem Reagenz, führte F. MOHR (F. SZABADVARY 1974) zu verallgemeinerten Gesichtspunkten, na-

mentlich durch sein Lehrbuch von 1855 dazu, das 1913 die 8. Auflage erlebte. MOHR meinte (S. VIII): "Wenn ... Zweifel gehoben sind, so ist die Massanalyse das werthvollste Geschenk, was die Chemie der neueren Zeit der Agricultur und Physiologie, der Technologie und Hüttenkunde, überhaupt der Menschheit gemacht hat. ... sie erlaubt Untersuchungen während des Fortgangs einer technischen Operation vorzunehmen, die darauf von grösstem Einflusse sind; ..." MOHR hat vor allem die Maßflüssigkeiten vereinheitlicht, standardisiert. Ein Liter Maßflüssigkeit enthielt nunmehr "1 Atom" (Mol), das heißt die dem "Atomgewicht" entsprechende Gramm-Zahl einer Substanz, was die Rechnungen sehr erleichterte. MOHR entwickelte auch die für die Maßanalyse nötigen Instrumente. BUNSEN hatte als besonderes maßanalytisches Verfahren die auch für die Mikroanalyse wichtige "**Jodometrie**" entwickelt (G. LOCKEMANN 19).

Viele der Nachweisreaktionen führten zu dem, was als **Komplex-Verbindungen** (s. d.) anzusehen war, so Ammonik/Ammonium auf Metallsalze (F. FEIGL 1949, S. 24 ff.). Manche Reaktionen konnten unter Benutzung kleiner und kleinster Mengen unter einem **Mikroskop** verschiedenen Typs beobachtet werden, sind 'mikrochemische Reaktionen', Das erschien auch für Reaktionen in Pflanzen- oder Tiergewebe. Das galt etwa für die durch Jod nachgewiesene Stärke-Bildung in Pflanzenzellen. Kleine Mengen **Aluminium**, bis 0,03%, konnten nachgewiesen werden durch Zugabe von Caesium-Sulfat zu einer Lösung unter Bildung eines schwer löslichen Doppelsalzes, nachweisbar in einem Tropfen unter dem Mikroskop (F. FEIGL 1949, S. 7). Manche anorganischen Verbindungen werden nachweisbar durch bestimmte organische Verbindungen, mit bestimmten Gruppen, die zu Niederchlag/Präzipitation und Farbreaktionen führten (S. 167).

Als sehr selektiv zur Fällung von **Antimon**/Sb und **Wismut**/Bi in Mineralsäure-Lösungen zeigte sich die organische Substanz **Pyrogallol**, in den Anfängen gefunden von H. CAUSSE in Frankreich 1892 (F. FEIGL 1949, S. 177). Um noch ein Beispiel vom Anfang des 20. Jh. zu bringen: Der russische Chemiker L. TSCHUGAEFF (1905) fand das Alpha-Di-methylglyoxim als ein sehr empfindliches Reagens auf **Nickel**, vor allem zu dessen Erkennung auch bei Anwesenheit größerer Menge von Kobalt. Die Reaktion zeigte Rotfärbung. Mit dem Reagenz ließen sich dann auch andere Metalle nachweisen (Wikipedia 2014).

Viele der analytischen Reaktionen beruhen auf spezifischen chemischen Reaktionen, also vor allem Bildung von Koordinations-Verbindungen, aber ebenso bedeutend wurden **physikalische Analysen-Methoden**. Für die einzelnen Substanzen spezifische, sie also charakterisierende **physikalische Eigenschaften** sind etwa die Härte, für deren Bestimmung MOHS eine **Härteskala** einführte. Schon früh wurden einzelne Metalle in chemischen Verbindungen, auch Erzen, durch die **Flammenfärbung**, also spezifische Licht-Aussendung, nachgewiesen, Vorläufer

der Spektralanalyse, Grundlage für die unterschiedlichen Farben in Feuerwerkskörpern. STOKE richtete in den 60er Jahren des 19. Jh. die Aufmerksamkeit auf optische Eigenschaften wie die **Absorption von Licht** und die **Fluoreszenz**. Manche Substanzen **drehen** die **Ebene des polarisierten Lichtes** um einen bestimmten Winkel, was von der Art des Stoffes wie auch dessen **Konzentration** abhängt, gemesssen mit dem **Polarimeter**. Kleinste Mengen von Elementen wurden mittels der **Spektralanalyse** nachgewiesen, auch kleinste Mengen verschiedenster Substanzen durch ihr charakteristisches **Absorptionsspektrum**, die Absorption bestimmter Linien aus hindurchgehendes weißes Licht. Ausgebaut hat die Absorptionsanalyse etwa H. W. VOGEL (H. LANDOLT 1899), der auch fand, daß das Absorptionsspektrum eines Farbstoffes im festen und flüssigen Zustand recht verschieden sein kann. Streifen von Purpurin erlitten bei Gegenwart von Aluminium- und Magnesium-Salzen charakteristische Veränderungen und konnten so erkannt werden, ebenso mittels Absorptionsstreifen der Kohlenmonoxid-Gehalt der Luft, fremde Farbstoffe in Rotwein u. a.. Bei der **Fluoreszenz-Analyse** wird die bei einer mit UV-Licht bestrahlten Substanz abgebene substanzspezifische längere Wellenlänge festgestellt (F. FEIGL 1949, S. 671), waren auch Spuren von Metallen feststellbar (S. 672), in 0.000001%-Lösungen (S. 676) auch quantitativ etwa durch die Feststellung des Molybdän-Gehaltes im Wolfram enthaltenden Scheelit/CaWO4 (S. 673).

Das 20. Jh. bringt noch ganz andere Analyse- und Präparations-Methoden.

## Gasananlyse - Auch Vorkommen von Gasen in der Natur

Die **Gas-Analyse** begründete BUNSEN. Er verfolgte, 1838 - 1846, auch in England, die Veränderungen der Gaszusmmensetzung im **Hochofenprozeß**, also namentlich den Gehalt von Sauerstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid in den verschiedenen Höhen im Hochofen. Als Teilnehmer einer dänischen Experdition nach Island (M. SUTTON 2011) führte er dort Untersuchungen der Gase im Krater des 1845 ausgebrochenen und noch kaum beruhigten Vulkans Hekla und in Geysiren durch. Erweitert wurde die Gasanalyse durch CLEMENS WINKLER (1873), der die Abgase sächsischer Hüttenwerke auf deren Reinigung untersuchte. WINKLER suchte die Gasanalyse für praktisch-technische Zwecke allgemein auszubilden, indem er den Volumen-Anteil eines bestimmten Gases in einem Gasgemisch durch spezifische Absorption dieses Gases in einer es absorbierenden Flüssigkeit zu bestimmen suchte, ein der Maßanalyse vergleichbares Verfahren.

Chemische Umsetzungen, oft schnell verlaufender, wurden auch unter dem Mikroskop verfolgt, was Arbeiten mit sehr kleinen Stoffmengen, bis hinab zu 1/Millionstel eines Milligramm, erlaubte: **Mikrochemie.** Stärke etwa wurde durch Blaufärbung

durch Jod nachgewiesen. An der Polytechnischen Schule in Delft. wo für diese Richtung HEINRICH BEHRENS 1874 bis 1905 wirkte, enstand das lange Zeit einzige mikrochemische Laboratorium (F. EMICH 1910)

# Alle Reaktionen ermitteln, die möglich sind

Bei allen Substanzen ging es auch darum, möglichst jeden mit jeden reagieren zu lassen, möglichst alle Reaktionen zu kennen, die es gibt. Seit FOURCROY um 1800 ließ etwa man unter verschiedensten Bedingungen, auch unter Beigabe verschiedener Substanzen, **Ammoniak mit Luft oder Sauerstoff reagieren** (B. NEUMANN et al, 1920). KUHLMANN hatte 1839 sogar ein Verfahren, dabei Salpetersäure zu erhalten, was damals noch nicht gebraucht wurde, aber Grundlage eines im beginnenden 20. Jh. wichtigen Verfahrens, der katalytischen Ammoniak-Verbrennung, wurde. Es gab also **Verfahren, die zuerst nur theoretisches Interesse besaßen, später aber, oft neu entdeckt, technisch wichtig wurden.**

# Die chemischen Elemente, Entdeckung und ihre Darstellung

## Grundsätzliches zu Element-Entdeckungen. Das "Elementare"

ALBERT LADENBURG (1908, S. 35) nannte 1876 die "Untersuchung der materiellen Verschiedenheiten der Dinge" und daher "die Erkenntnis der Elemente die fundamentalste Entdeckung" in der Chemie. LIEBIG wies in seinen Gedanken 1867 darauf hin, daß ohne analysierende Technik das Elementare vielfach nicht ohne weiteres auffindbar ist, Phosphor und Jod sieht man ohne Eingriffe nicht. Und – so muß man wohl hinzufügen - für die Erdalalkalimetalle und viele andere Elemente trifft dasselbe zu. Wissenschaft ist auch nur möglich, wie LIEBIG (S. 7) sah, "da die ganze Anzahl der Bedingungen oder Theile aller Naturerscheinungen begrenzt und verhältnismässig klein ist" und sich so Naturerscheinungen in Begriffe auflösen lassen.

Metallische Elemente wie Blei, Quecksilber, Antimon und andere waren zwar schon lange bekannt, schon zur Zeit der Vier-Elementen-Lehre, aber **galten nicht als Elemente**. Metalle waren schließlich in der Phlogistontheorie Verbindungen mit

dem Phlogiston. Platin, Palladium und andere wurden zuerst ebenfalls zwar als Substanz, als "Körper", "Naturkörper", gefunden, aber erst etliche Zeit später wurde ihre Natur als nicht weiter zerlegbare Stoffe, als 'Elemente' nachgewiesen. **Manche** Elemente wurden **zuerst nur in einer Verbindung**, meistens einem Oxid, einer "Erde", **bekannt**, wenigstens darin als neues Element vermutet, bis eine Freisetzung aus der Verbindung, der "Erde", oft einem Oxyd, möglich wurde.

Manche Elemente, reaktionsfähige Metalle etwa, wurden zunächst nur in so geringer und auch der nicht reinen Menge erhalten, daß man von den diesen Elementen nur weniges erfuhr. Ihre Erzeugung in etwas größeren Mengen kann nahezu als eine neue Entdeckung dieser Elemente genannt werden. Die Metalle Calcium, Strontium und Barium wurden 1808 von DAVY in damals ganz kleinen Quantitäten erzeugt, nachdem ihre Verbindungen schon vorher unterschieden wurden. Erst R. BUNSEN hat zwischen 1852 und 1855 durch Elektrolyse die schon vorher in sehr kleinen Mengen erfaßten Metalle Chrom, Mangan, Aluminium, Natrium, Barium, Calcium, Lithium in wesentlich reinerem Zustand aus ihren Chloriden dargestellt.

Namentlich **nicht so häufige Elemente** konnten wenigstens in älteren Zeiten nachgewiesen und dargestellt werden, weil sie nicht nur diffus gleichmäßig verteilt in der Erdkruste vorkommen, sondern **viele auch konzentriert**, in bestimmten Mineralien. Ja gerade manche technisch benutzten Metalle wären ohne Konzentration nicht technisch gewinnbar gewesen.

**Neuentdeckte Elemente** wurden **möglichst rasch auf Reaktion mit den verschiedensten Substanzen**, so Chlor, Sauerstoff, Säuren, Metallen u. a. **untersucht** und so bald ihre verschiedensten Verbindungen hergestellt. Die erkenntnisleitende Hypothese hier war die Kenntnis, daß in sehr vielen Fällen die Elemente und Substanzen mit den verschiedensten anderen Elementen und Substanzen reagieren und neue **Substanzen mit oft überraschenden Eigenschaften** gewonnen werden, deren Herstellung sich oft auch aus technischen Interessen lohnt.

Die **Entdeckung** chemischer Elemente geschah **oft gruppenweise**, bedingt durch Verfahren, durch Forschungsmethoden, welche in ofmals relativ kurzer Zeit bestimmte neue Elemente erkennen ließen, manchmal ähnliche oder wenigstens mit ähnlichen Merkmalen.

Mit der Entdeckung immer neuer Elemente und **Substanzen** erhob sich auch **das Problem ihrer Ordnung**, der Zusammenfassung des Ähnlichen, des "**verwandten**", das natürlichen Systems, wenn dieser Begriff denn aus dem Organismenreich hierher übertragen wird (K. L. WOLF 1954). Was sich leicht miteinander verband, "Wahlverwandtschaft" zeigte, mußte nicht in ihren Eigenschaften Ähnliches, 'Ver-

wandtes', sein.

Den erst um 1777 als elementar erkannten **Phosphor** hatte der von LEIBNIZ als ehemaliger Soldat vorgestellte BRAND gefunden. BRAND dampfte Harn mit Sand vermischt ab und es erschien bei starkem Feuer destilliert der selbstleuchtende Phosphor. Dieser und später Jod waren die einzigen aus tierischem oder pflanzlichen Material entdeckten Elemente. MARGGRAF setzte zur Phosphor-Herstellung 1743 "Hornblei" und Kohle dem abgedampften Harn zu (H. KOPP 1843). GAHN (U. BOKLUND 1972) wies mit dem Lötrohr Phosphor in Tierknochen nach. SCHEELE gelang die Herstellung von Phosphor aus Tierknochen.

Die Entdeckung etlicher Elemente oder auf neue Elemente weisender Substanzen war in der zweiten Hälfte des 18. Jh. mit **Metallurgie und Mineralogie** verbunden, wobei Schweden führend war, in jenem "goldenen Zeitalter der schwedischen Wissenschaft". Die Minerale mußen natürlich zuerst als besondere erkannt werden, etwa durch ihr Gewicht.

## Zink

**Zink** als ein Metall wurde um 1723 durch WILLIAM CHAMPION (J. DAY 2004), der wie andere seiner Familie mit dem eher als besonderer 'Stein' betrachteten, mit dem man aus Zink und Kupfer Messing herstellte.

## Kobalt und Nickel

Manche Erze lieferten nicht wie erwartet Silber und man versah sie mit Spottnamen; 'Kobold', 'Nickel', Wolfs'schaum' = Wolfram (Wikipedia 2019). Aus ihnen entdeckte man eigene Elemente:

GEORG BRAND(T) (U. BOKLUND 1970) wies 1735 (B. NEUMANN 1903) resp. 1748 durch Reduktion eines Erzes mit Holzkohle ein bisher unbekanntes Metall, **Kobalt** nach. Es färbte Glas blau. CRONSTEDT fand 1751 in den Kobaltgruben von Helsingland (Hälsingland) ein Erz, welches grünes Vitriol / Sulfat lieferte und konnte hierin ein weiteres neues Metall ausmachen, das **Nickel**, weiß, hart, spröde. Es fand sich in dem Erz "Kupfer-Nickel" sowohl in Hälsingland in Schweden wie bei Freiberg in Sachsen (U. BOKLUND 1971). Glas wurde von diesem Metall Nickel braun gefärbt. Das Nickel rein herzustellen gelang erst J. B. RICHTER 1804 (B. NEUMANN 1903).

## Platin und die Platin-Metalle

Um **Platin** handelte es sich bei dem Metall, von dem ANTONIO DE ULLOA 1753 von Südamerika aus dem Gebiet des späteren Kolumbien berichtete, das dem Gold beigemengt war und wegen seiner Widerstandsfähigkeit die Goldverarbeitung unmöglich machte (G. MÜNZER 1929). Platin fand als das 7. Metall HEINRICH THEODOR SCHEFFER (1752 / 1755) in einem Sand aus "Westindien", der 4 Arten von Körnern enthielt: Die Eisenerzkörnchen wurden mit einem Magneten herausgezogen, die Sand- und Goldkörner ließen sich als solche identifizieren. Andere kleine Metallstückchen, mit einer kleinen Zange ausgelesen, dreieckig und weiß, wurden auch nach dem Glühen nicht schwarz und magnetisch und Scheidewasser griff diese ganz schwer schmelzbaren Körnchen nicht an. WILIAM LEWIS berichtete 1754 ebenfalls über die aus "Spanisch-Westindien" nach London gebrachte gemischte Substanz aus unterschiedlichen Partikeln, welche "Platina" genannt wurde und deren genaue Herkunft nicht einmal bekannt war, "probably, taken out of the mines in large masses" (S. 639). Verbindungen, gerade Legierungen des Platin erforschte in Rußland APOLLOS APPOLOSOWITSCH MUSIN-PUSCHKIN, der die Erforschung von Rußlands Bodenschätzen im Kaukasus und Kaukasien auf den Weg brachte.

In der Erforschung von Platin und in der Entdeckung der ihm ähnlichen Metalle, der '**Platin-Metalle**' wirkten oft in Zusammensarbeit SMITHSON TENNANT WILLIAM HYDE WOLLASTON. TENNANT (A. E. WALES 1961) war der 1761 geborene Sohn eines Geistlichen und auch die Mutter hatte Verbindungen zu Gelehrtenkreisen. TENNANT studierte offiziell Medizin in Edinburgh und dann in Cambridge, aber wandte sich mehr der Chemie zu, war Privatwissenschaftler in London und kam hier in engen Kontakt zu dem ebenfalls nach erfolgreicher Arztpraxis im Alter von 34 Jahren der Medizin entwichenen, 1766 geborenem WOLLASTON (R. H. CRAGG 1966). 1813 war TENNANT Professor der Chemie in Cambridge geworden. Beim Warten auf die Überfahrt nach England unternahm er im Februar 1815 einen Ausritt bei Boulonge, das Pferd stürzte auf einer über einem tiefen Graben einbrechenden Brücke und TENNANT starb danach im Hospital, 54 Jahe alt. Auch seine Mutter war einst 1781 bei einem Reitunfall ums Leben gekommen. Der als menschenschau geltende, begüterte WOLLASTON (D. C. GOODMAN1976) war der 1766 geborene Sohn eines Pfarrers, der auch Mitglied der Royal Society war, richtete sich ein Laboratoium ein, war außer seinen Platin-Forschungen beteiligt an der 1797 geklärten Elementen-Natur des Diamant. der Gewinnung von Zucker aus Stärke mitttels Oxalsäure, war beteiligt an der Untersuchung des 1812 in Frankreich gefundenen Jod, an DALTONs Atomtheorie. WOLLASTON starb am 22. Dezember 1828, wohl an einem Gehirntumor.

Von Säuren außer Königswasser, aqua regia, dem Gemisch aus konz. Salpetersäure und konz. Salzsäure, gewöhnlich im Raumverhältnis 1:3, wird Platin nicht gelöst. Als Chlorid wird es von Quecksilber im Unterschied zu dem auch nur durch Königswasser lösbaren Gold nicht umgesetzt. Zur Gewinnung von reinem Platin, also zur 'Raffinierung', löste WOLLASTON Platin unter starkem Druck in Königswasser, dampfte etwas ein und schlug das Platin nieder **mit Ammoniumchlorid.** zu dem gelben Platinsalmiak**,**, erhitzte und schmiedete das Platin. WOLLASTON brachte Platin um 1805 in **hämmerbare Form** und wurde damit reich (R, H,. CRAGG 1966, T. I. WILLIAMS 2004). WOLLASTON wurde der Begründer Pulvermetallurgie. Platin (G. MÜNZER 1929) besitzt eine große Dehnbarkeit, was erlaubt, es in dünne Blättchen oder feine Fäden auszuziehen, und es besitzt einem dem Glas und Porzellan nahezu gleichen Ausdehnungskoeffizienten, kann also mit diesen verbunden werden. Um 1815 besaß WOLLASTON gegen 1,5 Tonnen des rohen Metalls. Zur weiteren Verwendung stand noch mehr Platin zur Verfügung als im Ural bei Nischne Tagilsk 1822 eine reichere Seifenlagerstätte gefunden wurde. Gefunden wurden sogar ein Klumpen von 10 kg Gewicht. Platin stark geglüht liefert den "Platinschwamm". Platin ging an Gewehr- und Pistolen-Hersteller. Platintiegel waren dem Chemiker so wichtig, daß LIEBIG meinte: "Ohne Platin wäre eine Mineralanalyse nicht ausführbar" (zitiert S. 21).

Das in der Natur gefundene "gediegene" Platin erwies sich nicht nur als verunreinigt mit Eisen, sondern meist begleitet von weiteren bisher unbekannten Metallen, den durch Behandlung mit Salpetersäure resp. Königswasser gefunden '**Platinmetallen'**, TENNANT (1804) entdeckte 1803 **Osmium** und **Iridium,** als er im Sommer 1803 Körnchen von Platin untersuchte und löste das Blei in Salpetersäure daraus weg und erhielt ein schwarzes Pulver. Nicht mit Wismut, Zink und Zinn, aber mit Kupfer bekam TENNANT bei hoher Temperatur eine Vereinigung, und durch Lösung in "nitro-muriatic acid", Königswasser, wurde einiges von dem Pulver mit dem Kupfer aufgenommen und bildete eine dunkle Lösung. Eine Portion des schwarzen Pulvers hoch erhitzt in einem Silbertiegel mit reinem trockenen Soda, zeigte das in Wasser gelöste Alkali eine tief-orange oder bräunlichgelbe Farbe, aber viel von dem Pulver blieb ungelöst, gelöst aber in "marine acid" = hydrochloric acid, ausgesetzt der alternativen Wirkung von Alkali und Säure. Die alkalische Lösung enthielt das Oxid eines flüchtigen Metalls, und in einigen Wochen in der Lösung gewesen trennen sich die Metalle. Das eine Metall nannte TENNANT wegen seiner irritierenden Farben Iridium , und das sehr flüchtige mit typischem rettichartigem Geruch, wegen seines giftigen Tetraoxids, erhielt den Namen Osmium (S. 416). Ein Test auf Osmium-Oxid wurde eine Infusion von "galls", was eine purpurne Farbe ergibt, die bald zu tiefem Blau wird (S. 416/417). Osmium ist eines der seltensten, teuersten Elemente, nur in Legierung verwendet, und

das, wenn unabdingbar. Auch in Frankreich waren diese Metalle bald auch nachgewiesen, durch DESCOTILS und VAUQUELIN und FOURCROY. WOLLASTON (1804) entdeckte 1804 **Rhodium, Rh,** berichtete 1805 über die Entdeckung des **Palladium, Pd,** wohl 1803, damals in anonymen Privatnotizen niedergelegt (D. C. GOODMAN 1976) benannt nach dem 1802 von OLBERS gefundenen Kleinplaneten Pallas. 1844 kam durch CLAUS noch das **Ruthenium** hinzu (s. d.).

Das Zusammenvorkommen dieser Metalle, oft eben auf "sekundärer" Lagerstätte, also in Seifen, erweckte ebenso das Forscherinteresse wie die teilweise ähnlichen, aber doch auch wieder unterschiedlichen Eigenschaften, auch in bezug auf Reaktionen, welche eine Trennung dieser Metalle ermöglichten (SAINT-CLAIR DEVILLE et al. 1860). Affinität haben die Metalle zu Chlor, diese Chloride bilden Doppelsalze mit "Chlorammonium"/Ammoniumchlorid. **Iridium und Rhodium** lösten sich in Königswasser nicht. Iridium gilt als ganz "edel", seine Körnchen erwiesen sich als härter als die Körnchen von Platin, als nicht hämmerbar und ausgezeichnet durch eine Lamellen-Struktur. **Osmium** erwies sich als die Substanz mit dem höchsten spezifischen Gewicht. Früh auffallend waren auch die katalytischen Eigenschaften, gut gelangen Legierungen.

**Metalle oder deren "Erden" aus verschiedenen Mineralien, Erdalkalien und andere**

Weitere metallische Elemente, so **Alkalien und Erdalkalien** wie andere Elemente oder wenigstens ihre "Erden", Oxide, wurden durch weiteren Aufschließungen von Mineralien erkannt. Die Mineralien bekamen die Untersucher teilweise **von weither**, sie waren teilweise zunächst nur von einem Fundort bekannt und blieben manchmal auch selten. Waren die Mineralien etwa Sulfate, so wurden beim Erhitzen SO2 und SO3, aus Carbonaten das CO2 ausgetrieben und es blieben "**Erden**", meistens Oxide, die "Basen" (F. WÖHLER 1829), zurück, die auf Grund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften auf noch unbekannte und zunächst teilweise nicht gewinnbare Elemente, auch als "Radikale" bezeichnet, verwiesen. Wer entdeckte also neue Elemente? Mancher konnte also ein neues Element zuerst nur anvisieren, nicht aber in untersuchbarer Form erhalten.

Einige Neuentdeckungen gab es bei SCHEELE (O. ZEKERT 1963) oder in dessen Umkreis. SCHEELE fand 1774, daß aus dem schon bekannten Mineral Schwerspat durch Austreiben von SO3 eine zunächst nicht reduzierbare, neue "Erde" , die "**Baryterde**" entstand, offensichtlich das Oxid eines offensichtlich neuen Elementes, das **Barium**. WITHERING entdeckte 1782 das Mineral Witherit, das Bariumcarbonat, spätere Formel BaCO3, das beim Erhitzen ebenfalls die "Baryterde", BaO, lieferte. WÖHLER (S. 104) stellte 1840 das noch kaum bekannte Element Barium mittels elektrischem Strom dar und beschrieb es als ein graues,

rasch oxydierendes Metall.

**Mangan** ist in verschiedenen Mineralien weit verbreitet, liegt namentlich den verschiedenen Formen des Braunsteins, Mangandioxid MnO2, zugrunde, ein etwa zur Glasentfärbung, als "Glasseife", schon lange benutztes, bereits im Altertum bekanntes, als eisenhaltig angesehenes, in verschiedenen Formen auftretendes Mineral. SCHEELE wies 1774 die schon ausgesprochene Vermutung nach, daß in ihm ein noch unbekanntes Metall enthalten sein muß, das der in der Bergwerksstadt Falun tätige Chemiker und Mineraloge JOHANN GOTTLIEB GAHN (U. BOKLUND 1972) noch 1774 durch Erhitzen von Braunstein mit Kohle als 'Regulus', als Metall, isolieren konnte und das zuerst "Magnesium" oder "Manganesium" hieß, bevor der Name für das noch heute Magnesium genannte Metall allein benutzt wurde.

1778 stellte SCHEELE aus einem einst als bleihaltig angesehenem Mineral ein Oxid her, aus welchem 1781 der Mineraloge PETER JACOB HJELM **Molybdän** erhielt.

SCHEELE entdeckte 1781, daß der Tungstein, "tungsten", später genannt Scheelit, wegen seines Gewichts und seiner Fluoreszenz aufgefallen und auch als "Schwerstein" bezeichnet, später als CaWO4 geschrieben, das Calciumsalz einer besonderen Säure, der "Wolframsäure", ist. Aus dem Wolfram(VI-)oxid stellten mit Holzkohle 1783 die Spanier JUAN JOSE' und FAUSTO D' ELHUYAR das zugrundeliegende Metall **Wolfram**, natürlich ein Carbid, gewannen. Die Brüder D'ELHUYAR besuchten auf einer Reise unter anderem die Bergakademie Freiberg in Sachsen und die schwedische Universität Uppsala, bevor FAUSTO D'ELHUYAR 1788 die Oberaufsicht über die Bergwerke in Mexico erhielt, und, in Mexico gab es Unabhängigkeitsunruhen, dann Generaldirektor der Berwerke in Spanien wurde.

7 neue, metallische chemische Elemente machte als solche oder in "Erden" wahrscheinlich allein oder zuminestens unabhängig von gleichzeitigen anderen Entdeckern MARTIN HEINRICH KLAPROTH (R. MEYER 1921). Geboren 1743 als Sohn eines armen Schneiders in Wernigerode, mußte KLAPROTH das Gymnasium abbrechen und wurde Apothekerlehrling und dann wurde dann Apotheker-Gehilfe in Quedlinburg, nach 7 Jahren in Hannover, 1768 in Berlin, 1770 in Danzig, ab 1771 wieder in Berlin, dort in der VALENTIN ROSE gehörenden Schwanen-Apotheke. KLAPROTH übernahm diese Apotheke nach ROSEs Tod, erzog dessen hinterbliebene Kinder und führte noch eine andere Apotheke. Er richtete sich ein eigenes Laboratorium ein, wurde wegen seiner Mineralanalysen, obwohl Autodidakt und ohne Hochschulstudium, 1788 Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften, hier 1800 auch der besoldete ordentliche Chemiker. 1810 wurde KLAPROTH der

erste ordentliche Professor für Chemie an der neu gegründeten Universität Berlin, damals der einzige bedeutende Chemiker Deutschlands (G. E. DANN 19 ). Die LAVOISIERsche Chemie akzeptierte er 1792, was ihn die von ihm entdeckten Elemente im Lichte der neuen Chemie sehen ließ.

KLAPROTH wie auch die anderen Entdecker von Elementen oder wenigstens von "Erden", fast stets mit metallischen Elementen, untersuchten teilweise von weither stammende Mineralien.

Die Mineral-Untersuchung, die Auftrennung der verschiedenen auch mit vorkommenden Substanzen, war bei KLAPROTH das Primäre und die Auffindung neuer "Erden" oder gar Metalle die Folge davon. Aus Ceylon stammte der relativ wenig beachtete Edelstein Zirkon und in einem sehr aufwendigen Verfahren fand KLAPROTH in ihm die **Zirkonerde** (1789), war also auf dem Weg zum Element Zirkonium. Mit dem Mineral Pechblende aus der "Grube Georg Wagsfort in Johanngeorgenstadt" im sächsischen Erzgebirge führte KLAPROTH nach seiner Mitteilung 1789 die chemische "Untersuchung ... einer neuentdeckten metallischen Substanz" aus, die er zunächst "Uranit" und bald **Uran** nannte, nach dem 1781 entdeckten Planeten Uranus. EUGENE PÉLIGOT (C. RAMMELSBERG 1842) fand 1841, daß der von KLAPROTH für metallisches Uran gehaltene "Körper" allerdings noch immer nur ein Oxid war, das sich jedoch weder durch Kohle noch durch Wasserstoffgas reduzieren ließ. PÉLIGOT (A. RODENBURG 1913) hatte über ein inniges Gemisch von Uranoxid U3O8 und Kohle trockenes Clor geleitet und hoffte ein Chlorid durch Kalium zu reduzieren, aber nur ein "Chlorür" bekommen.

Dem metallischen Element **Titan(ium)** nahe kam 1791 WILLIAM GREGOR (L. TRENGOVE 1972, L. WEISS et al. 1910), Geistlicher und Amateurforscher in Cornwall an der Südwestecke Englands. In einem schwarzen magnetischen, bei Falmouth gefundenen Sand, im Menacit, fand sich ein weißes metallisches Oxid. In seiner Zusammensetzung unbekannt war ein Titan-Mineral schon vorher in der Porzellanfabrik in Sevres als braune Farbe für Porzellan verwendet worden. KLAPROTH untersuchte 1795 unabhängig von GREGOR aus Ungarn stammende Proben des Minerals **Rutil** und bekam als neue "Erde" jenes Oxid, das eines neuen Metalls, das GREGOR nachgewiesen hatte. KLAPROTH wurde die Entdeckung GREGORs bekannt, erkannte dessen Priorität an, jedoch der von KLAPROTH geprägte Name "Titan" ging in die Wissenschaft ein. Von "Sibirien" wurde 1798 (A. VON MUßIN-PUSCHKIN) von einem 'neuen Erz' berichtet, das LOWITZ untesuchte und das zu über der Hälfte aus Titan(ium) bestand Die Isolierung des Metalls wurde von etlichen Forschern immer wieder irrtümlich vermeldet. Ziemlich zum metallischen Titan kam um 1825 BERZELIUS.

Zur **Strontium-Erde** wurden hingeführt CRAWFORD und CRUICKSHANK (K. D. WATSON 2004), als sie ein bei dem schottischen Ort Strontian gefundenes Mineral untersuchten, daß ein Barium-Mineral zu sein schien, aber doch ein Mineral mit einer anderen Komponente zu sein schien. Neben THOMAS CHARLES HOPE wies dann KLAPROTH 1793 das **Strontium** nach. An der Untersuchung von HOPE der "Strontianerde", Strontianit, wird gut deutlich, wie Unterschiede der "Erden" aufgeklärt wurden, ohne bis zum Metall selbst vorzudringen. Der Strontianit zeigte Ähnlichkeit bis zur Verwechslung mit dem ebenfalls dort auftretenden Witherit, der als "kohlensaure Schwererde", später: BaCO3, Bariumcarbonat, erkannt war. Jedoch Papier mit einer "salpetersauren Auflösung" des Strontianit getränkt, getrocknet und dann entzündet, verbrannte mit einer roten Flamme, Bariumverbindungen gaben eine grüne. Auch hatte Strontianit ein geringeres Gewicht als Witherit. Das hatte "zu der Vermuthung veranlaßt, daß dieses Foßil vielleicht in noch anderweitigen Eigenschaften von der luftsauren Schwererde" (Witherit) "verschieden seyn möge" (S. 191), und auch bei Behandlung mit den unterschiedlichsten Säuren zeigten Witherit und Strontianit unterschiedliche Reaktionen. Nach Tier-Versuchen BLUMENBACHs in Göttingen erwies sich Strontianit im Unterschied zu Witherit als ungiftig. Es wurde im Strontianit somit eine "selbständige einfache Erde" angenommen, mit Strontium als Grundlage. HOPE hatte die Mittelstellung des Strontianits zwischen Kalk (lime) und Baryt (baryta) festgestellt. Später charakterisierte KLAPROTH das C(Z)ölestin als "schwefelsaure Strontianerde".

Unabhängig, aber fast gleichzeitig mit VAUQUELIN, fand KLAPROTH 1797 im "roten Bleispat" oder Rotbleierz aus Sibirien das **Chrom**. Von kristallographischen Überlegungen (H.-W. SCHÜTT 1965) her untersuchte VAUQUELIN (1798) den Edelstein Smaragd und den chemisch gleichartigen Beryll und fand bei der Zerlegung eine von der Alaunerde verschiedene "Erde", die er "Glycinium" nannte, während KLAPROTH den bleibenden Namen **Beryllium** gab.

Umwegig war die Entdeckung des **Tellur** (E. DIEMANN et al. 2002). Von Siebenbürgen wurde 1782 ein 'antimonischer Goldkies" beschrieben, mit dem sich FRANZ (FERENC) MÜLLER, Baron von REICHENSTEIN, später 1802 bis 1818 zuständig für das gesamte österreichische Bergwesen, befaßte. Das Mineral schien doch nicht, wie zuerst angenommen, Antimon zu sein. Auch hier hat dann vor allem KLAPROTH das Vorkommens eines neuen Element, eines Semimetall, festgestellt und Tellur genannt. Es wies eine geringere Dichte als Antimon und eigene chemische Reaktionen auf, etwa in der Lötrohrflamme unter Bildung eines weißen Rauchs mit rettichartigem Geruch zu brennen und sich in Schwefelsäure mit roter Farbe zu lösen.

Mit dem Tellur **wurde ein Halbmetall**/Semimetall gefunden, das also Eigen-

schaften der Metalle wie von Nichtmetallen aufwies. Halbmetalle sind auch Bor, Silicium, Arsen, andere neigen mehr zum metallischen oder nichtmetallischen Charakter.

Zwei Elemente konnten so schwer trennbar sein, daß ihre Entdeckung nur zunächst einem von ihnen galt.

Am Anfang des neuen 19. Jh. war das erste entdeckte Element das von CHARLES HATCHETT (W. P. GRIFFITH et al. 2003) aus einem ins British Museum aus Nordamerika gelangten Mineral nachgewiesene und von ihm 'Columbium' genannte. HATCHETT war daneben ein reicher Produzent von Luxuskutschen. WOLLASTON sah das 'Columbium' als identisch mit dem 1802 von ANDERS G. EKEBERG entdeckten **Tantal**. HEINRICH ROSE verkündete 1845 die Entdeckung, daß hier 2 Elemente vorliegen, das eine das Tantal und eines, das er **Niobium** nannte und das dem. 'Columbium' von HATCHETT entsprach. Tantalite von Bodenmais in Bayern, von denen ROSE wohlfeil ein halbes Pfund erhielt, wiesen ungleiche Kristalle auf, die sich durch unterschiedliches spezifischen Gewicht auszeichneten und finnischer Tantalit hatte ein noch höheres spezifisches Gewicht. Beim Behandeln mit Säure besaßen auch die daraus erhaltenen Säuren verschiedenes spezifisches Gewicht. Das aus dem einen Teil der Säure erhaltene Oxid war das eines bisher unbekannten Metalls. Da in der griechischen Sage Niobe die Tochter des unglücklichen Tantalus war, wurde das aus Tantaliten gewonnene Element Niob(ium) genannt. Isolierte wurde das Metall Niob(ium) von BLOMSTRAND und dann von ROSCOE. Die Trennung der beiden Elemente Niobium und Tantal war noch in der Mitte des 20. Jh. schwierig (H. SCHÄFER 1959).

Mit Hilfe des elektrischen Stromes aus der Volta-Säule, durch **Elektrolyse**, wurden 6 chemische Elemente durch DAVY nachgewiesen resp. kurzzeitig in geringen Mengen dargestellt: Am meisten Aufsehen erregte die wenigstens kurzfristige Darstellung der **Alkalimetalle Natrium** (sodium) und **Kalium** (potassium) fand DAVY (1807, 1808), aus den längst bekannten, schon lange zur Glas- und Seifenproduktion benutzten und ebenfalls zu den "erdigen Substanzen" (earthy bodies) gerechneten "Alkalien" Soda und Pottasche DAVY brachte sie im Winter 1807 / 1808 angefeuchtet im Platintiegel mittels elektrischem Strom einer Batterie aus zahlreichen Voltasäulen zum Schmelzen. Von der Pottasche berichtet DAVY (1808, S. 5), daß "small globules" zustandekamen, die "having a high metallic lustre, and being precisely similar in visible characters to quicksilver, appeared, some of which burnt with explosions and bright flame, as soon as they were formed." Am positiven Pol wurde reiner Sauerstoff freigesetzt. Die silbrigen Körnchen wurden aus Analogie zu der elementaren Natur anderer Metalle als Elemente betrachtet, es war aber überraschend, daß es derartig merkwürdige metallische Substanzen gibt. Die Kügelchen überzogen sich sofort mit einem weißen Belag auf ihrer Oberfläche.

Soda war schwerer zu zersetzen als Pottasche. Indem man die neuen Metalle in ihrer Reaktion mit Flüssigkeiten prüfte, fand sich die mögliche Aufbewahrung der als "Basis" der Alkalien anzusehenden Substanzen in destilliertem "Naphtha". Nachdem die Entdeckung von Natrium und Kalium zu Ende des Jahres 1807 bekannt wurde, ordnete NAPOLEON I. die Konstruktion einer noch größeren Volta-Säule in der Ecole Polytechnique in Paris an und stellte die Geldmittel zur Verfügung. GAY-LUSSAC und THENARD, welche die Experimente durchführten, erhielten größere Mengen von Natrium und Kalium als DAVY und diese auch in genügender Reinheit. Sie stellten dabei fest, daß die chemische Zersetzung nicht durch die Größe der Elektroden, sondern durch die Stärke des hindurchfließenden Stromes bestimmt wird. Immerhin war damit etwa 30 Jahre vor den genauen Untersuchungen von FARADAY eine Messung elektrischer Ströme durch ihre elektrolytische Leistung erprobt worden. Es wurde dann auch möglich, Kalium aus Pottasche mittels Kohle zu gewinnen. Natrium und Kalium wurden von GAY-LUSSAC und THENARD zunächst für Hydride gehalten (R. SIEGFRIED et al. 1968). Sie standen ihnen so reichlich zur Verfügung, daß sie diese mit allen bekannten chemischen Substanzen in Berührung bringen konnten und zahlreiche ihrer chemischen Reaktionen bekannt wurden. Untersucht wurde etwa die Reaktion mit Ammoniak (F. ARAGO 1855). Am 3. Juni 1808 wurde GAY-LUSSAC durch Kalium schwer verletzt und A. v. HUMBOLDT und THENARD führten den damals Dreißigjährigen mit verbunden Augen aus dem Laboratorium der Ecole Polytechnique nach seiner Wohnung. Fast ein Jahr lang ertrug er an Licht nur das einer kleinen Nachtlampe. Trotz der kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen Großbritannien und Frankreich erhielt auch DAVY einen angemessenen wissenschaftlichen Preis aus Paris.

## Allgemeine Grundzüge in der Darstellung bisher unbekannter metallischer Elemente um 1810, 1820

Wie anderswo in der Wissenschaft **baute** auch bei der Entdeckung der chemischen Elemente vielfach **eine Entdeckung auf einer anderen auf.** Manche Elemente waren doch schwieriger zu erhalten, als daß deren Oxid hergestellt und mit Holzkohle reduziert wurde, was etwa VAUQUELIN 1797 bei der Gewinnung von Chrom möglich war. Anderswo benötigte man stärker wirkende Elemente. Das aggressive **Chlor** griff in stabil wirkende Minerale ein und bildete mit deren Grundbestandteil eine **Chlorverbindung**. Die **Entdeckung reaktionsfähiger**, namentlich stark reduzierend wirkender **metallischer Elemente**, so des **Kalium**, Natrium, später auch des Aluminium, war **Voraussetzung**, um aus den Chlorverbindungen **andere metallische Elemente als solche zu gewinnen**, so eben Aluminium,

Magnesium, Calcium.

Es war BERZELIUS, der die Methode fand, "Metalle oder deren Sulfide oder auch Oxyde im Gemisch mit Zuckerkohle mit Chlor in Glasröhren zu erhitzen und die verschiedenen Chloride nachher durch Sublimation von einander zu trennen" (P. KLASON 1898, S. 3228). 'Kohle' band den Sauerstoff. Die Reinheit der gewonnenen Metalle war allerdings nicht immer hoch (MATTHIESSEN 1855). Auch bei den Platin-Metallen hatte man schon mit Chlor resp. "Chlorammonium" / Ammoniumchlorid gearbeitet. Die Darstellung und Zerlegung von Cloriden blieb zur Metall-Gewinnung nicht nur eine bevorzugte Labormethode, sondern wurde im 20. Jh. für die technisch-industrielle Herstellung mancher Metalle, so in der Atmosphäre eines inerten Gases, etwa für Titan, ausgearbeitet.

Der bald einflußreiche OERSTED hat wie BERZELIUS und andere ebenfalls aus anderen Metalloxiden Metallchloride hergestellt und schrieb schon 1812 (zit, aus K. H. WIEDERKEHR 1990, S. 170). "Unserm Zeitalter war es vorbehalten, die Metalle darzustellen, welche es unter allen am schwierigsten war aus ihrer Asche wieder hervorzurufen. ... die Alkali- und Erdalkalimetalle ... In unseren Untersuchunngen über die Zusammensetzung der Körper haben sie schon angefangen ein neues Zeitalter zu bilden."

Kaum war aber anzunehmen, wie OERSTED meinte: "Das nächste Zeitalter wird die Metalle selbst zerlegen, ..."

## Erdalkalimetalle und andere

DAVY stellte 1808 auch in kleinen Mengen aus ihren "Erden" die schon in diesen vermuteten **Erdalkalimetalle Barium**, **Calcium**, **Magnesium, Strontium** dar (E. L. SCOTT 19). DAVY gewann die Amalgame und durch Abdestillieren des Quecksilbers konnte er die Metalle wenigstens kurzzeitig isolieren (A. BECK 1939). Die Namen wurden nach den bereits in der Natur bekannten Oxyden, den "Erden", gegeben, nach den zumindestens auch gebräuchlichen Namen "Baryt", "Kalk", "Magnesia", "Strontianit". In reichlicheren Mengen wurden die Elemente später erzeugt.

**Bor**-Verbindungen wurden schon lange genutzt, Borax, der arabische "Tinkal", aus Tibet, als Löt- und Schmelzmittel, für Glasuren. Mit Hilfe des Natrium beziehungsweise Kalium setzten unabhängig voneinander DAVY sowie GAY-LUSSAC und THENARD (W. PRANDTL 1948) im November 1808 aus der Boraxsäure eine Substanz, "Boron" genannt, frei, das sich später als chemisches Element, **Bor**, erwies. Es waren etwa gleiche Gewichtsmengen von Natrium und verteilter Borsäure vermischt in einer Kupferröhre erhitzt worden und das Reaktionsprodukt war eine

Mischung aus Natrium, Natriumborat und eben Bor. Bor reagierte im Unterschied zu den Alkalimetallen nicht mit Wasser. Boride wurden hergestellt.

DAVY stellte auch klar, daß **Kohlenstoff** (carbon) und Diamant (diamond) chemisch identisch sind, Formen desselben Elementes.

Eine Doppelentdeckung, geschehen durch zwei voneinander unabhängig wirkdene Chemiker war die Metalls **Cadmium, 1817.** In Apotheken verkauftes Zinkoxid resp. "kohlensaures Zinkoxyd", benutzt für Salben, fiel bei Apothekenrevisionen durch seine gelbe bis orange und auch nach dem Glühen bleibende Farbe auf. Arsen-Beimengung wurde vermutet. Der eine Entdecker war CARL HERMANN (K.-H. THIELE et al. 1969, TROMMSDORFF-Breifwechsel 2000), Apotheker in Zerbst und Groß-Salze und ab 1797 Verwalter und dann Pächter der Königlíchen chemischen Fabrik in Schönebeck, der in Magdeburg konfisziertes schlesisches Zinkoxyd zu untersuchen hatte und, 1818 publiziert, ein neues Metall fand. Vor ihm publizierte den gleichen Befund FRIEDRICH STROMEYER (1817), Göttingen, dem die Apotheken-Inspektion im Königreich Hannover übertragen war. STROMEYER konnte eine Substanz vom Zinkoxid zu einem bisher unbekannten Metall "reduciren", dem er den bleibenden Namen Cadmium gab. Es war im schlesischen Zinkoxyd zu 1,5 – 11% enthalten, erwies sich später als ebenfalls recht giftig.

**Die teilweise gar nicht so seltenen, aber auch teilweise unauffindbaren Seltenen Erden**

Von den in ihren Eigenschaften so ähnlichen, **"Seltene**n **Erden",** den Elementen Scandium (Ordnungszahl 21), Yttrium (39), Lanthan (57) und den 14 Elementen mit den Ordnungszahlen 58 – 71, erschloß GADOLIN 1794 die von EKEBERG benannte und näher untersuchte "Yttererde", welcher das **"Yttrium"** zugrundelag. Der Name stammt von dem kleinen Ort Ytterby in den Schären bei Stockholm, und dieses Vorkommen blieb lange der bedeutendste Fundort für seltene Erdmineralien (H. und A. EULER 1905). Im Jahre 1803 war durch die gemeinsam arbeitenden schwedischen Chemiker BERZELIUS und WILHELM HISINGER (W. PRANDTL 1948, G. REGNELL 19) und unabhängig von ihnen durch M. KLAPROTH das "**Cer(ium)"** gefunden worden. Gerade schwedische Chemiker waren an der weiteren späteren Aufklärung der "Seltenen Erden" beteiligt, denn in Schweden waren sie enthaltende Mineralien an einigen Orten konzentriert. Die Bezeichnung "selten" entspricht bei etlichen dieser Elemente nicht der Häufigkeit in der Erdrinde, denn sie sind so selten nicht (F. H. SPEDDING et al. 1961). **Cerium**, das häufigste dieser Elemente der "Seltenen Erden", zeigte sich nach Untersuchungen im 20. Jh. immerhin noch so häufig wie Arsen, Quecksilber oder Cadmium (C. KELLER 1973).

Die "Seltenen Erden" sind eine der besonders merkwürdige Gruppe im Perioden-

system. Sie erweisen sich alle als 3-wertig und, was erst im 20. Jh. erklärt werden konnte, ihr Ionenradius nimmt mit steigendem Atomgewicht ab, sie besitzen **ähnliche chemische Eigenschaften**. Die 'Seltenen Erden' sind die größte Gruppe von Elementen mit ähnlich, ja sehr ähnlichen Eigenschaften (A. R. CHAKHMOURADIAN et al. 2012). Das machte ihre Trennung oft sehr schwer. Noch um 1887 (G.KRÜSS et al.) war trotz Periodensystem nicht vorauszusagen, wie viele "seltene Erden" es geben wird, und man dachte an möglicherweise über 20. Und bis hinein in das 20. Jh. mußten festgestellte "Seltene Erden"-Elemente teilweise in 2 selbständige Elemente getrennt werden.

CARL GUSTAV MOSANDER, später Nachfolger von BERZELIUS als Professor der Chemie und Pharmazie in Stockholm, trennte das "Cer" 1839 mit verdünnter Salpetersäure in zwei Substanzen, einen unlöslichen Rest, das **Cerium**-Oxid, und eine lösliche Komponente, das "**Lanthan"**. Im Jahre 1841 konnte MOSANDER das "Lanthan" in wiederum zwei Komponenten trennen, in das "Didym" (didymia) und den weiterhin Lanthan genannten Bestandteil. Das 1794 festgestellte Yttrium wurde 1843 von MOSANDER in die Oxide von Yttrium, **Erbium** und **Terbium** zerlegt. Das **Samarium**, das 1879 LECOQ DE BOISBAUDRAN in dem nach einem russischen Bergbau.Beamten fand und benannte, war aus dem "alten" Didym herausgegliedert worden, und wurde 1901 von DEMARCAY rein dargestellt. Den Weg zur Feststellung von verschiedenen "Seltenen Erden" in Mineralien, in denen zunächst nur eines vermutet wurde, wiesen Absorptionsspektren der Nitrate. So fanden sich in einem Mineral mit Samarium mehrere Linien, in anderen nur noch eine. Es war anzunehmen, daß dann in dem Mineral mit den mehreren Linien nicht nur Samarium auftrat, sondern auch andere Elemente. Es mußte unwahrscheinlich sein, daß Samarium in verschiedenen Mineralien eine verschiedene Zahl von Absorptionslinien aufweisen sollte. Mit Hilfe von Spektren, wovon noch zu sprechen ist, fand man das **Gallium** und das **Scandium**.

Stark beteiligt an der Feststellung der Elemente **Holmium** und **Thulium** war der schwedische Chemiker PER THEODOR CLEVE. Bedeutende Aufklärungen der seltenen Erden vollführte ( seit den 1840er Jahren JEAN CHARLES GALISSARD DE MARIGNAC, wobei ihm J. L. SORET spektroskopisch half, und BUNSEN in Heildeberg. Hier studierte auch AUER VON WELSBACH, der etwa mit dem für das von ihm erfundene Feuerzeug geeignete Cer bekannt wurde und später mit neuen analytischen Methoden, so vor allem der 'Fraktionierten Kristallisation' (G. LÖFFLER 2917, S. 51/52) vorher ungeahnte Trennungsmöglichkeiten für Seltene Erden entwickelte (F. PANETH 1928). Er fand 1885, durch fraktionierte Kristallisation der Ammoniumdoppelnitrate, daß das "**Didym**" aus 2 Elementen besteht, dem **Praseodym**(um) und dem **Neodym**. Ebenfalls gefunden hatte das BOHUSLAV BRAUNER, Chemie-Professor in Prag. Aus dem alten Ytter-

bium trennte er als weiteres neues Element 1907 das **Cassiopeium** ab. EU. A. DEMARÇAY isolierte 1896 das **Europium**. Ebenfalls 1907 fanden GEORGES URBAIN in Paris, AUER VON WELSBACH und der von England nach den USA gegangene CHARLES JAMES das **Lutetium** (Wikipedia 2012), das Element 71. Nicht zu entdecken war ein wegen des großen Atomgewichtsunterschiedes zwischen den Elementen Neodym und Samarium von BRAUNER 1902 angenommenes weiteres Elemente (A. R. CHAKHMOURADIAN et al. 2012). Wie sich später fand, existiert dieses **Prometihium** nur in ziemlich kurzlebigen radioaktiven Isotopen und konnte erst 1944, verkündet 1947, als Spaltprodukt im Kernreaktor von Oak Ridge/Tennessee (chemie-master.de) gefunden und dann auch dargestellt werden. Auf der ganzen Erde werden allenfalls 500 bis 600g als Zerfallsprodukte radioaktiver Elemente und fein verteilt unter der Nachweisgrenze existieren. Wie Technetium ist Promethium das eine von 2 Elementen unterhalb von Wismut, welche nur in radioaktiven Isotopen vorkommen.

Mit MOSELEY konnte bald endgültig festgestellt werden, welche Elemnte überhaupt erwartet werden konnten.

"Seltene Erden", die nach seinerzeitiger Ansicht in über 100 Mineralien vorkommen und nunmehr in etwa 270 Mineralien (A. R. CHAKHMOURADIAN et al. 2012, S. 335) nachgewiesen sind, wurden unvermeidlich reichlicher verfügbar, als für den Gasglühstrumpf Thorium gewonnen werden mußte, aus **Monazitsand**. Im 20. Jh wurden Seltene Erden, und zwar auch wirklich seltene, für etliche technische Produkte nahezu unersetzbar.

## Neue Elemente bei BERZELIUS und seinem Umkreis

Das leichteste Alkalimetall, das leichteste bei Zimmertemperatur feste Element, das **Lithium**, fand 1817 AUGUST ARFWEDSON (ARFVEDSON), in Schweden Schüler von BERZELIUS (1817 a), aus dem Mineral Petalit, spätere Formel: (Li,Na)AlSi4O10. Die gewonnene Substanz, ein "eigenes feuerfestes Alkali", nannte ARFWEDSON Lithion und dessen "Radikal", eben das Metall, Lithium.

Das **Selen(ium)** fand BERZELIUS 1817 in dem rötlichen Schwefelschlamm auf dem Boden der großen Blei-Zisterne in der Schwefelsäure-Fabrik von Gripsholm, an der er Miteigentümer war. Die neue Substanz fiel durch eigenen Geruch und andere Eigenschaften als vom Schwefel verschieden auf. Der Name Selen wurde nach dem Mond gewählt, weil das Selen das Element Tellur begleitete wie eben der Mond die Erde. Die weitere Untersuchung durch

BERZELIUS (1817 b) zeigte auch die Ähnlichkeiten mit dem Schwefel, womit ein Beispiel für die Ähnlichkeit zwischen zwei nichtmetallischen Elementen gefunden




Abbildung 1489: BERZELIUS. Stockholm.

war. Die Wasserstoffverbindung des Selen war in Geruch und Geschmack mit dem Schwefelwasserstoff zu verwechseln. Durch bewußte Suche konnte Selen in Spuren auch im Schwefelkies von Falun nachgewiesen werden. BERZELIUS erkannte auch die Analogie des von ihm besonders untersuchten **Tellur**s mit Selen und Schwefel.

Selen besaß die verblüffende Eigenschaft, daß sich sein elektrischer Widerstand unter Licht veränderte, aber, infolge Unreinheiten, nicht konstant (D. KNIGHT 1986, S. 203).

## Die Halogene: Chlor, Fluor, Jod, Brom

Unter den "**Halogene**n" war das 1774 von SCHEELE entdeckte **Chlor** als sauerstoffhaltiger Körper angesehen worden, sollten doch alle Säuren und folglich auch Salzsäure Sauerstoff enthalten und entwickelte Chlorwasser im Sonnenlicht Sauerstoff. GAY-LUSSAC und THENARD sowie DAVY suchten, etwa durch Überleiten über glühende Kohlen, aus dem Chlor vergeblich Sauerstoff abzuspalten. DAVY erklärte 1810 das Chlor als Element.

Das **Jod** gewann zuerst, Ende des Jahres 1811, BERNARD COURTOIS (A. B. COSTA 1971), Salpeterhersteller in Dijon, als er Seetang-Asche mit einem Überschuß an Schwefelsäure behandelte: Violette Dämpfe stiegen empor, dunkel-

violette Kristalle schlugen sich aus ihnen an kalten Gegenständen nieder. Nach etwa 6-monatiger Forschung, bei der er auch etliche Verbindungen der neuen Substanz herstellte, informierte COURTOIS 1812 die Dijoner Chemiker CHARLES-BERNARD DESORMES und NICOLAS CLEMENT, die weiterforschten und am 29. November 1813 das Institut de France. informierten. Bis Ende 1813 erwiesen GAY-LUSSAC und der sich damals in Paris aufhaltende H. DAVY, unterstützt von AMPÈRE, daß ein neues chemisches Element vorliegt. Der von GAY-LUSSAC gegebene Name "**Jod**" ("**iode**") setzte sich durch. B. COURTOIS erhielt zwar 1831 einen Preis des Institut de France, jedoch die von ihm betriebene Herstellung von Jod und Jod-Verbindungen war ein geschäftlicher Mißerfolg und er starb in Armut. Wie im 20. Jh. deutlich wurde, können einige Meeresalgen das 30000fache des Jod-Gehaltes des Meerwassers speichern, bildet Jod bis 1% ihres Trockengewichts, festgelegt besonders als Jodide, NaJ und KJ.

In der von SCHEELE 1771 gefundenen und dann auch etwa von GAY-LUSSAC und THENARD untersuchten, Glas angreifenden **Flußsäure** wurde schließlich ein noch unbekanntes zugrundeliegendes Element erwartet, als DAVY 1810 die elementare Natur des Chlor erkannt hatte, welches mit Wasserstoff die also sauerstofffreie Salzsäure bildet. AMPE'RE sprach in einem Brief an DAVY die Vermutung aus, daß in der Flußsäure ein ebenfalls mit Wasserstoff verbundenes, noch unbekanntes und derzeit nicht darstellbares Element enthalten sei, daß "fluorine" heißten sollte. AMPÈRE betonte die Ähnlichkeit der Fluorverbindungen mit denen des Chlor (R. SIEGFRIED 1966). DAVY, der an seinen Untersuchungen mit Flußsäure erkrankte, unternahm 1813 vergeblich Isolierungsversuche, stellte aber fest, daß Fluor ein Verbindungsgewicht von weniger als der Hälfte des Chlor haben müsse. DUMAS (1829, S. 166) faßte zusammen: "Alle Chemiker nehmen jetzt einstimmig die Existenz eines einfachen Körpers an, welche den Namen **Fluor** erhalten hat." Fluor mußte das reaktionsfähigste und damit auch aggressivste der Halogene sein. Erst am 26. Juni 1886 hat der noch unbekannte und bei DEBRAYS in Ungnade gefallene HENRI MOISSAN in Paris nach Versuchen mit anderen Fluorverbindungen mittels Elektrolyse von wasserfreier Flußsäure unter Zusatz von Kaliumfluorid wegen der nötigen Leitfähigkeit in einem Platin-Gefäß das gasförmige Fluor (A. STOCK 1907, E. WEDEKIND 1907) isoliert. MOISSAN war der 1852 geborene Sohn eines unteren Eisenbahnbeamten, wurde Lehrling in einer Apotheke, konnte dann studieren und wurde bei FRE´MY in die Chemie eingeweiht werden. MOISSAN, dem das Fluor auch die Gesundheit verdarb, wurde daraufhin 1887 planmäßiger Professor und mußte als solcher die Toxikologie an der Ecole supe´rieure.´der Pharmacie vertreten, bis er 1899 den Lehrstuhl für anorganische Chemie übernehmen konnte. 1900 an die Sorbonne berufen, erhielt der nun durch die Konstruktion des elektrischen Ofens weiter berühmt gewordene MOISSAN 1906 den Nobelpreis für Chemie, wenige Jahre vor seinem frühen Tod mit 56 Jahren am 20. Februar 1908.

Fluor wurde später auch flüssig gewonnen.

Da Fluor immerhin als Element erwartet wurde, war das dem Atomgewicht nach vor dem Jod stehende braune **Brom,** Br, das letzte der vor der Entdeckung radioaktiver Elemente gefundene Halogen, gefunden als ebenfalls Element aus dem Meer bei der Untersuchung von Meerwasser zu einem nicht ganz genau feststehenden Datum wohl im Jahre 1825 von dem zur Zeit der Entdeckung noch unbekannten Apotheker ANTOINE JEROME BALARD (S. H. MAUSKOPF 1970). Er wurde später Professor in Paris, 1842 an der Sorbonne und 1851 am College de France. Bromsalze, so Bromchlorid, sind löslicher als Kochsalz. Nachdem aus Mittelmeer-Wasser das meiste Kochsalz ausgefällt war, wurde Chlor-Gas in das verbleibende Wasser, die "Mutterlauge" eingeleitet und dieses färbte sich "tief rotgelb", konnte mit Äther ausgeschüttelt werden (J. BERZELIUS Jahresberichte, 1828, S. 102 ff.).

Andere Forscher, auch LIEBIG, hatten schon vorher Brom isoliert, es aber nicht als chemisches Element erkannt. Ebenso wurde durch BALARDs Mitteilung der bei LEOPOLD GMELIN in Heidelberg arbeitende Chemiker CARL LÖWIG (H. LANDOLT 1890) in seinen noch nicht publizierten Untersuchungen überholt, der in "Mutterlauge", also gesättigter Salzlösung, aus der Sole seiner Heimatstadt Bad Kreuznach, ebenfalls Chlor eingeleitet hatte und nach Ausschütteln mit Äther und Abdestillieren des Äthers eine braunrote Flüssigkeit, eben Brom, erhielt. Auch LÖWIG erforschte nun die Reaktionen des Brom weiter, erhielt 1832 Bromalhydrat, Bromal, Bromoform.

## Über die Methode von BERZELIUS über Halogenide und deren Reduktion zu Silicium, Aluminium, Magnesium und weiteren Metall-Elementen

Zum **Silicium**, dem "Radikal" der Kieselerde, war BERZELIUS (s. a. 1832) 1822 vorgedrungen (F. WÖHLER 1827 vor), als er durch Reduktion von Siliciumfluorid mit Kalium das elementare Silicium erhielt, etwas dunkler als Bor und ebenfalls Nichtleiter der Elektrizität. Kalium hatte der 23-jährige WÖHLER (H. WOLTER 1958) im Herbst 1823 beim Warten auf ein nach Stockholm abgehendes Segelschiff in Lübeck in größerer Menge hergestellt, um es BERZELIUS zum Geschenk zu machen, der seine Elementengewinnung teilweise damit durchführte. Mit Chlor gab Silicium eine gelbliche Flüssigkeit. BERZELIUS (W. PRANDTL 1948) stellte mit Hilfe des Kalium auch **Zirkonium** und 1825 das schon nachgewiesene **Tantal** als schwarzes Pulver her.

WÖHLER wünschte 1827 (S. 146), daß man besonders jene Elemente kennenler-




Abbildung 1490: WÖHLER. Göttingen.

nen sollte, die in "oxydiertem" Zustand die "Hauptmasse unserer Erdrinde ausmachen", wie eben Silicium. WÖHLER wandte sich der Tonerde zu und kam so zum **Aluminium**. DAVY hatte berichtet, daß er das "Radical" der Tonerde abgeschieden habe durch Einwirkung von elektrischem Strom auf ein schmelzendes Gemisch von Tonerde und Kali wie auch durch Einwirkung von Kaliumdämpfen auf weißglühende Tonerde, konnte aber nicht das reduzierte Metall von der übrigen Masse abtrennen. OERSTED fand 1825 durch Einwirkung von Chlor über einem Gemisch von Kohlepulver mit Tonerde eine flüchtige Verbindung von Chlor mit dem Radikal der Tonerde, also dem ihm unbekannten Aluminium. Das ihm nicht rein zur Verfügung stehenden Kalium hatte er mit Quecksilber in ein Amalgam verwandelt und durch Austreiben des Quecksilbers daraus im Wasserstoffstrom (A. von ZEERLEDER 1948, S. 69) erhielt OERSTED kurzzeitig etwas Aluminum, das er als ein an Farbe und Glanz dem Zinn ähnlichen Metallklumpen angab (F. WÖHLER 1827). WÖHLER behandelte **1827** ebenfalls Tonerde mit Chlor und erhielt "Chlor-Aluminum-"(Aluminiumchlorid-, $AlCl_3$)-Nebel. Durch Erhitzen von dem ihm rein zur Verfügung stehenden Kalium und dessen Einwirkung auf den Aluminiumchlorid-Nebel erhielt WÖHLER in dem benutzten kleinen Platintiegel Aluminium als ein graues Pulver, völlig metallisch, nicht schmelzbar bei der Temperatur des Gußeisens, wie sich später zeigte aber schmelzbar vor dem Lötrohr (F. WÖHLER 1845). Erhitzt, verbrannte es "mit großem Glanze zu weißer, ziemlich harter Tonerde." In Sauerstoff brannte es noch heller.

Auf ähnliche Weise, über die Chlor-Verbindung, stellten WÖHLER und der Franzose ANTOINE ALEXANDRE BRUTUS BUSSY das schon bekannte **Beryllium** her.

BUSSY, von der Pariser l'E´cole de pharmacie, gewann 1830 (s. a. BERZELIUS Jahresbericht 1832) aus der schon lange bekannten, durch Erhitzen von Magneisumcarbonat gewonnenen weißen "Talkerde", zu sehen als Magnesiumoxid, MgO, das darin vermutete **Magnesium**, wobei BUSSY von dem "metallischen Radikal der Talkerde" schrieb. Angeregt von WÖHLERs Aluminium-Herstellung ließ BUSSY "Magnesia", Talkerde, MgO, mit Kohle und Chlor reagieren und reduzierte das erhaltene wasserfreie Magnesiumchlorid mit dem reaktionsfähigen Kalium. Das Magnesium erschien als weiße metallische Kügelchen, die im unzersetzten "Chlormagnesium" einsaßen, als ein silberweißes, sehr glänzendes, sehr dehnbares, unter dem Hammer ausplättbares Metall, von dem kleine Stücke funkensprühend an Luft verbrennen und wiederum Magnesia, "Talkerde", Magnesiumoxid, liefern. LIEBIG konnte das Verfahren sogleich, 1830, bestätigen. FARADAY erhielt 1833 Magnesium durch Elektrolyse von geschmolzenem Magnesiumchlorid.

Im Jahre 1829 stellte BERZELIUS (W. PRANDTL 1948) aus einem bei der norwegischen Stadt Brevig auf der Insel Lövön gefundenen neuen schwarzen glasigen Mineral, also einem bisher einmaligem Fund, eine neue, an Kieselsäure gebundene "Erde" dar, aus der er ebenfalls durch Reduktion des erzeugten Chlorides mit Kalium ein neues Element nachwies, das er **Thorium** nannte. BERZELIUS hatte den Namen schon einmal einem vermeintlich neuen Element gegeben, das sich aber als nichtexistent erwies. Quelle für Thorium und die Lanthaniden wurde der Monazit-Sand, ein in Meeressanden angehäuftes Verwitterungsprodukt, gewonnen an der Südspitze Ostindiens und in Brasilien. Im Mineral Thoriant auf Ceylon fand sich später ein Thorium-Gehalt von 75%, und RAMSAY kaufte die verfügbaren 2,5 Zentner auf (C. ENGLER et al. 1907).

Ein metallisches Element war auch das nach einer "gotischen" Göttin benannte, 1830 von NILS GABRIEL SEFSTRÖM, an der neuen Bergbauschule zu Falun, vermutete und dann nachgewiesene **Vanadium** (s. J. BERZELIUS Jahresberichte 1832). Eisen wurde bei einer vielfach angewandten Probe an einer Stelle mit etwas verdünnter Salz- oder Schwefelsäure bedeckt und bei Schwarzfärbung, hevorgerufen durch Phosphoreisen, galt das Eisen als kaltbrüchig. Bei der Anwendung der Probe auf Stabeisen aus Taberger Erzen, das als das weichste aller schwedischen Stabeisenerzen galt, traf die Probe dennoch zu und wurde eine fremde Substanz vermutet. Durch Auflösung von mehreren Pfund des Eisens wurden kaum 1 Decigramm der Substanz erhalten, aber es konnte aus der Frischschlacke dieses Eisens in einer zur Untersuchung ausreichenden Menge erhalten werden. Auch 3 Oxide wurden erhalten.

Als ein dem Iridium ähnliches Platinmetall hat in Wiederaufnahme von Versuchen von OSANN 1828 der aus Dorpat stammende Chemiker CARL (KARLOVICH) ERNST CLAUS (G. B. KAUFMANN 1971) in Kasan 1845 aus dem Rückstand sibirischer Platinerze das **Ruthenium** (Annalen ... 1845) hergestellt, als dunkelgraues Pulver, bei Reduzierung aus dem Oxid zunächst weißgrau, metallglänzend. Die Gewinnung des im 20. Jh. als Katalysator genutzten Metalls blieb mit der Platin-Gewinnung verknüpft.

## Erdalkalimetalle und andere in größerer Reinheit

Die **Erdalkalimetalle in größeren**, **reineren**, zur Untersuchungen ihrer wahren Eigenschaften geeigneten **Mengen** gewann man bei BUNSEN (LEPSIUS 1961) mit Hilfe der von ihm konstruierten Bunsen-Batterie, noch in Marburg aus Magnesiumchlorid das Magnesium, in Heidelberg aus MnCl2 das Mangan, aus Strontiumchlorid das Strontium, 1854 aus Aluminium-Natrium-Chlorid das Aluminium (u. a. J. VALENTIN 1949). Als man etwa Calcium und Strontium so gewann, mußte man feststellen, daß nach der bisherigen Methode "weder Calcium noch Strontium jemals wirklich dargestellt worden ist", sondern nur ein Gemenge verschiedener Metalle erhalten hatte (MATTHIESSEN 1855, S. 277). Wie 'rein' ist eben 'rein'!

Untersuchbare Kugeln von **Aluminium** wurden erhalten, als in der Mitte des 19. Jh. das Mineral Kryolith, Na3AlF6, von seinem nahezu einzigen, in West-Grönland, für die Seifenherstellung eingeführt wurde (H. ROSE 1855). Der zuerst als Schauspieler und Übersetzer von MOZART-Opern aufgetretenen KARL LUDWIG GIESECKE (G. GUGLITZ et al. 1964) hatte den Kryolith bei seiner Prospektierung auf Grönland 1806-1813 im Jahre 1811 bekannt gemacht, und 1822 wurden dort größere Lagerstätten gefunden. HENRI SAINT-CLAIRE DEVILLE stellte um 1855 (WÖHLER 1855) Aluminium **in größerer Menge** in Paris her, durch Zersetzung des Chlorids, damals "Chloraluminium" genannt, mit Natrium oder durch elektrischen Strom, für größere Mengen geschildert als eine 'mühsame Operation'. Das durch seine Geschmeidigkeit auffallende Aluminium in größerer Menge herzustellen erschien als gebunden an DEVILLEs Errungenschaft, "die Darstellung des Natriums zu verbessern und wohlfeiler zu machen" (S. 366). Ausgangsmaterial für DEVILLE (H. M. LEICESTER 19) war 1849 und mehr 1854 Kryolith.

## Phosphor – besonders ausgezeichnet durch allotrope Formen

Einige Elemente treten in unterschiedlichen, in **allotropen** Formen auf. Vom Phosphor war zuerst die weiße Form bekannt geworden, während der "rote Phosphor" als Oxid des weißen galt. ANTON SCHRÖTTER, Ritter von Kristelli (SH. J. KOPPERL 1975, B. LEPSIUS 1891) demonstrierte 1847 vor der Wiener Akademie, daß der **rote Phosphor** eine allotrope Form des chemischen Elementes Phosphor ist, als er weißen Phosphor in einem hermetisch verschlossenen Gefäß ohne Luft und Feuchtigkeit Licht aussetzte und sich der rote Phosphor zum weißen umsetzte. Auch bei 215 bis 250°C fand diese Umsetzung statt, und auch die Wiederumsetzung zum weißen Phosphor war möglich. Das Leuchten des weißen Phosphors konnte SCHRÖTTER auf eine langsame Oxydation zurückführen. SCHRÖTTER war mit Erzherzog JOHANN im Gebirge zusammengetroffen, und der Erzherzog berief 1830 den von ihm geschätzten Mann an die neue technische Hochschule in Graz. 1843 wurde SCHRÖTTER Professor in Wien.

## Zu Spuren bekannter Elemente und zu neuen Elementen unter Benutzung der Spektralanalyse

Eine Reihe von chemischen Elementen wurde zuerst aus ihren Spektrallinien erschlossen, also mit Hilfe der namentlich von BUNSEN und KIRCHHOFF 1859 entwickelten **Spektralanalyse** entdeckt, nachgewiesen also bevor von den bisher unbekannten Elementen nur die kleinste Substanzmenge gefaßt war. Spektralanalyse erlaubte selbstverständlich ebenso bekannte Elemente selbst in geringsten Mengen nachzuweisen, und für etwa das schon vorher entdeckte Lithium wurde nun erkannt, daß es "eines der verbreitetsten" Elemente ist (G. KIRCHHOFF et al. 1961), das im Meerwasser wie in der Asche von Tangen, im Mineral Orthoklas, im Quarz und im Granit des Odenwaldes vorhanden ist.

Wiesen Spektrallinien in bestimmten Mineralwässern oder Mineralien auf ein noch unbekanntes Element, wurde alsbald seine präparative Herstellung aus diesen Mineralien angestrebt. Mineralien oder Mineralwasser wurden durch Spektralanalyse auf auf noch unbekannte Elemente abgetastet, solche, "die nirgends in so concentrirter Form auftreten, um durch unsere gewöhnlichen analytischen Mittel erkannt zu werden" (R. BUNSEN 1860 / 1904, S. 253). BUNSEN untersuchte die aus der Erde tretenden Wässer der Badeorte Dürkheim und Baden-Baden. BUNSEN und KIRCHOFF entdeckten dabei 1860 zunächst lediglich aus 2 spezifischen, blauen Spektrallinien das nach Natrium, Kalium und Lithium vierte Alkalimetall, das **Cäsium** (Cs, cesium, lat. caesius = himmelblau). Nach Aufbereitung dieser Sole



Abbildung 1491: BUNSEN. Heidelberg.

von Dürkheim und auch bei Untersuchung weniger Körnchen des Minerals Lepidolith aus Sachsen konnte 1861 als fünftes Alkalimetall das **Rubidium** (Rb, rubidus, lat. = dunkelrot) festgestellt werden. 40 Tonnen Mineralwasser waren dann erforderlich, um 16,5 Gramm von Caesium-Chlorid und Rubidium-Chlorid zu erhalten, damit diese Elemente selbst und aus ihnen hergestellte Verbindungen untersucht werden konnten. Im Jahre 1862 gelang es, metallisches Rubidium zu isolieren.

Verschiedenste Substanzen spektroskopisch zu prüfen unternahm in England WILLIAM CROOKES (W. H. BROCK), der auch ein führender Physiker wurde. Von seinem Vater, der vom armen Jungen zum reichen Besitzer eines Textilgeschäftes geworden war, erbte CROOKES ein Vermögen, mit dem er, der als Assistent bei dem in England wirkenden HOFMANN begann, schließlich Wissenschaft in einem Privatlaboratorium nach eigener Vorstellung und auch verrückten Ideen betreiben konnte. Unter HOFMANN hatte CROOKES über Selen-Verbindungen gearbeitet und dazu hatte ihm HOFMANN auch Material aus einer Schwefelsäurefabrik in Tilkerode am Harzrand besorgt. In ihm und bald in anderen Mineralien fand CROOKES Anfang 1861 eine auffällige grüne Spektrallinie (1862, Journal f. prakt. Chemie 1864), die er einem neuen Element zuschrieb, das er **Thallium** nannte. Unabhängig von CROOKES fand das bald als verbreitet nachgewiesene Metall der französische Chemiker C. A. LAMY (1862). CROOKES konnte seine Priorität verteidigen, wurde 1863 in die Royal Society gewählt, befaßte sich die nächsten

10 Jahre mit dem Thallium (D. KNIGHT 1986, S. 199), das er in untersuchbaren Mengen isolierte und bestimmte 1873 sein Atomgewicht zu 203,6 (heute: 204,39). BUNSEN, der sich in die Untesuchung neu gefundener Elemente einklinkte, berichtete 1865, daß er aus Kiesen vom Rammelsberg bei Goslar ausreichende Mengen von Thallium zur Untersuchung erhielt.

Mineraluntersuchung und Spektroskopie ließen in Freiberg in Sachsen das **Indium** finden durch RICHTER und REICH. Der am 21. November 1824 in Dresden geborene HIERONYMUS THEODOR RICHTER (M. HAUSTEIN 2011, C. SCHIFFNER 1935, S.46/47) wandte sich vom anfänglichen Apothekerstudium ab, studierte 1843 - 1847 an der Bergakademie Freiberg, wurde 1853 in Freiberg Hüttenchemiker. RICHTER war Fachmann in der Lötrohrkunde und war ab 1863 o. Professor für Lötrohrprobierkunst. RICHTER wollte ab 1857 die bei Freiberg i. Sa. bisher auf Halde gestürzte schwarze Zinkblende für die Zinkgewinnung nutzen und auch Thallium finden und befaßte sich genauer mit dieser Zinkblende. Als RICHTER **1863** eine Probe der Zinkblende in einem Glaskölbchen erhitzte, fiel ihm ein bisher bei einem Mineral nicht gesehener eigenartig gefärbter Beschlag auf. RICHTER übergab die Probe zur spektroskopischen Untersuchung an FERDINAND REICH (H.-G. SCHÄFER 1986, H.-H. WALTER 2003), der eine bisher bei keinem Element festgestellte "indigblaue" und eine violette Linie sah, die auf ein neues Element verwies. Seiner Farbe wegen wurde es 'Indium' genannt. Die Reindarstellung hatte zuerst CLEMENS WINKLER (M. HAUSTEIN 2011, S. 399) übernommen, der damals noch im Blaufarbenwerk Niederpfannenstiel tätig war und wo das erste Indium produziert wurde. Aus dem Rückstand von 2,15 Tonnen aus der Freiberger Zinkblende in der Muldner Hütte durch Auflösen in Schwefelsäure gewonnenem Zink wurden etwa 1 kg Indium dargestellt. RICHTER brachte einen Barren Indium von 1/2 kg zur Pariser Weltaustellung 1867, voller Sorge um den Verlust (C. SCHIFFNER 1935, S, 47) . Das aus dem aus der Freiberger Zinkblende gewonnene Zinkmetall besaß einen Indium-Gehalt von O,O4%

Einige noch unbekannte chemische Elementen wurden **wegen Lücken im Periodensystem vorausgesagt**, dabei also ihre Stelle im Periodensystem angegeben, mit der Bezeichnung "Eka" vor dem voranstehenden Elementennamen, und **vorausgesagt** wurden wegen ihrer Stellung in einer Elementengruppe **auch ihre Eigenschaften**, ja damit auch ihr zu erwartendes Vorkommen in bestimmten Mineralien, gemeinsam womöglich mit bestimmten anderen Elementen. Auf für seltene Elemente wurde die Suche also erleichtert, Hier wurde also aus einer theoretischen Vorgabe, aus dem Periodensystem, nach Sachverhalten, Naturkörpern, gesucht, **auf dem Wege der 'Deduktion'**. Es ist eine interessante Frage in den Naturwissenschaften und namentlich auch in der Chemie, was deduktiv abgeleitet werden kann.




Abbildung 1492: REICH-Denkmal. Freiberg.




Abbildung 1493: RICHTER-Denkmal. Freiberg.

LECOQ DE BOISBAUDRAN fand durch systematisches Studium der Funkenspektren an Hand von 2 auffallenden, im Violett liegenden Linien am 27. August 1875 das **Gallium**, das erste mit Hilfe des Funkenspektrums neu gefundene Element, in einer Zinkblende, das MENDELEJEWs "Ekaaluminium" zu entsprechen schien.

Nachdem F. L. NILSON 1879 bei Untersuchungen des Ytterbin auf Molekulargewichtsabweichungen stieß, schloß er auf eine noch "fremde Erde", und der mit weiterer Untersuchung betraute fand THALÉN neue Spektrallinien Entdeckt wurde so das **Scandium**. Noch 1897 schrieb C. WINKLER, daß noch wohl nur der Entdecker einige wenige Gramm des Oxids des Elementes besitzt. Wenigstens im Atomgewicht entsprach es dem von MENDELEJEW vorausgesagten "Ekabor".

Besonderes Aufsehen erregte die Entdeckung des Elementes **Germanium** durch CLEMENS WINKLER (1886) (TH. DÖRING 1905, M. HAUSTEIN 2011, C. SCHIFFNER 1935) Abgase mit Schwefeldioxid schadeten an manchem Hüttenort im sächsischen Erzgebirge und der mit der möglichen Unschädlichmachung beauftragte WINKLER kam, darüber und die Indium-Produktion bekannt geworden, 1873 auf den Freiberger Chemie-Lehrstuhl, einer der wenigen bedeutenden Anorganiker seiner Zeit, der als Neuling im akademischen Betrieb dennoch bald beachtete Vorlesungen hielt. 1875 arbeitete WINKLER zum Schwefesäure-Kontakt-Verfahren. Das Germanium wurde gefunden aus der Kombination der analytischen Untersuchung eines bisher nicht bekannten Minerals im Stile der Zeit um 1800 und der Spektroskopie. Auf der Grube "Himmelfürst Fundgrube" im Freiberger Revier wurde **1885** in einer Tiefe von 459 m ein neuartiges silberhaltiges Mineral gefunden, das wegen seines hohen Silbergehalten A. WEISBACH "Argyrodit" nannte. Erst später stellte sich heraus, daß dasselbe Mineral schon einmal auf einer anderen Grube bekannt geworden war und von BREITHAUPT Plusingglanz genannt worden war. Nunmehrige Analysen ergaben außer Silber, Schwefel, Eisen und Spuren von Arsen und Quecksilber einen nicht identifizierbaren Rest von etwa 6 bis 7 Prozent. Dieser Rest war schwer von Arsen- und Antimonverbindungen abzutrennen, WINKLER gewann dessen schneeweißes Sulfid und konnte aus dem daraus erhaltenen Oxid in Rotglut im Wasserstoffstrom das neue Element erhalten, das von grauer Farbe und mäßigem Glanz war, sich erst bei Rotglühhitze als flüchtig erwies und sich dabei in kleinen, an Jod erinnernden Kristallen an der Glaswand niederschlug. WINKLER vermutete 1886, daß es im Periodensystem zwischen Antimon und Wismut eingeordnet werden kann. Es wurde dann ermittelt als MENDELEJEWs vorausgesagtes "Ekasilicium". Es war das 3 dieser von MENDELEJEW vorausgesagten Elemente. Der Namen "Germanium" wurde im Ausland auch als nationalistisch kritisiert, aber WINKLER verwies auf Elementnamen wie 'Galli-




Abbildung 1494: Erinnerung an C. WINKLER, Freiberg Brennhausgasse.

um', 'Ruthenium' oder 'Scandium'. MENDELEJEW hat WINKLER 1894 in Freiberg besucht. WINKLER stammen manche allgemeinen Gedanken zu Chemie und Erde. Der Rauchgasreiniger WINKLER schützte als Zigarrenraucher leider seine Lunge nicht vor Zigarren-Abgas und starb 66-jährig am 8. Oktober 1904 in Dresden an Lungenkrebs, zu dem sicherlich seine Zigarren beigetragen hatten. Von #bildLabor- und Wohnhaus von C. WINKLER, Freiberg

## Nicht im Periodensystem vorhergesagt: Die Edelgase

Als eine unvorhergesehe weitere Hauptgruppe von Elementen wurden entdeckt die **Edelgase**, zuerst das **Argon**.

WILLIAM STRUTT, dritter Baron Lord RAYLEIGH, als der er meistens genannt wurde, ermittelte so genau wie möglich die Dichten der einfachen Gase, betrieb also eine datensammelnde Untersuchung. Dabei stellte er 1892 fest, daß Stickstoff aus Ammoniak, "chemischer Stickstoff", und vermeintlich reiner Stickstoff aus Luft einen geringen, etwa 1/200 betragenden Dichte-Unterschied aufweisen, also etwa 1.2505 : 1.2572. Die Ursache dafür zu klären, forderte STRUTT in einem Brief in der Zeitschrift "Nature" am 7. September 1892 (S. 512 / 513) als Physiker die "chemischen Leser" auf: "I am much puzzled by some recent results as to the density of nitrogen, and shall be obliged if any of your chemical readers can offer suggestion as to the cause". Entweder war dem aus Substanzen freigesetzten Stickstoff ein leichteres Gas beigemischt oder in der Luft befand sich in dem von dort vermeintlich rein gewonnenem Stickstoff ein schwererer gasförmiger Bestandteil. RAYLEIGH selbst suchte nach einem beigemengten leichten Gas im Stickstoff aus dem Ammoniak. Aber von DEWAR hörte RAYLEIGH, daß CAVENDISH in




Abbildung 1495: CLEMENS WINKLER-Denkmal, Grünanlagen Freiberg.

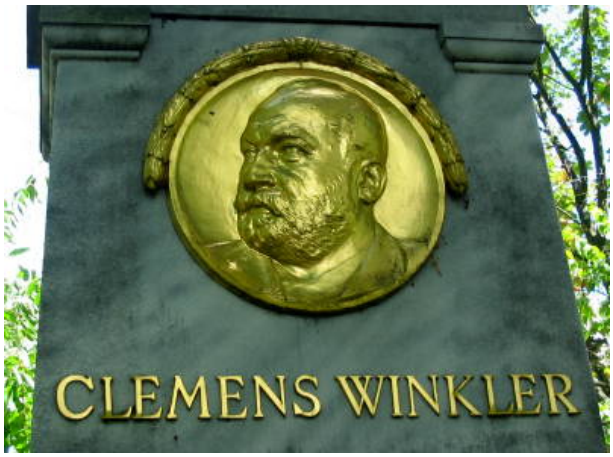


Abbildung 1496: C. WINKLER an seinem Denkmal, Freiberg.



Abbildung 1497: Am WINKLER-Denkmal, Freiberg.

einem Experiment 1785 glaubte in einer Luftprobe allen durch elektrische Entladungen bei Anwesenheit von Sauerstoff allen Stickstoff als Stickoxide entfernt zu haben und dann den Sauerstoff ebenfalls, und dennoch blieb ein Rest, ein Bläschen von einem reaktionslosen Gas (C. RUSSELL 2004). Der am 2. Oktober 1852 in Glasgow geborene WILLIAM RAMSAY, von 1887 bis 1912 am University College in London, verfolgte seine sich als richtig erweisende Hypothese, daß in der atmosphärischen Luft außer dem Stickstoff ein weiteres reaktionsträges, ja gegenüber dem Stickstoff reaktionsträgeres Gas vorkommt, in einem Funkenspektrum eindeutig nicht als identisch mit Stickstoff erwiesen. RAYLEIGH und RAMSAY gaben **1894** (deutsch 1895) (s. a. E. R. LANKESTER 1907) vor dem meeting der British Association am 13. August in Oxford ihre Befunde bekannt, publizierten aber noch nicht (C. RUSSELL 2004). Zweifler lästerten. Nach weiteren Untersuchungen sprach RAMSAY im Januar 1895 vor der Royal Society. Durch zahlreiche Vorversuche war festgestellt worden, daß Magnesium am besten geeignet ist, den Stickstoff der Luft vollständig zu binden, zu Magnesium-Nitrid, wie es RAMSAY ausführte. Probleme gab es, weil Magnesium allerdings auch Wasserstoff enthielt. Durch Bindung alles Sauerstoffs, anderer Gase und dann alles Stickstoffs von Proben von atmosphärischer Luft konnte schließlich **Argon** dargestellt werden, ein neuartiges, mit überraschenden Eigenschaften ausgestattetes Gas. Der Gehalt des auch dargestellten Argon in der Luft zeigte sich auf immerhin 1,3 %, also wesentlich mehr als das die Pflanzenernährung bewirkende Kohlendioxid, sodaß bisher 68510000000000 Tonnen eines Grundstoffs unbekannt geblieben waren (T. SVEDBERG 1914). Heute (Google 2019) werden für Argon in der Luft angegeben 0.,93%. **Geringe Unterschiede in Zahlenwerten** hatten zu der nunmehrigen Entdeckung geführt, Beleg für die **Notwendigkeit der Beachtung quantitativer Unterschiede** bei Naturkörpern oder Naturprozessen.

Was war aber nun das Argon? Etwa von G. JOHNSTONE STONEY 1895 wurde dieser neuentdeckte Luftbestandteil als Verbindung diskutiert, da es augenscheinlich keine Lücke im Periodensystem schloß. RAYLEIGH und RAMSAY sahen (1905, S. 367): "Ist nun Argon ein Element, so kann man mit Recht bezweifeln, dass die periodische Anordnung der Elemente vollständig ist; ebenso ist es zweifelhaft, ob nicht in der That noch Elemente existieren, welche unter die, aus denen sie zusammengesetzt ist, nicht eingereiht werden können." Argon löste sich in Wasser ungefähr 2 1/2-mal so stark wie Stickstoff und etwa so stark wie Sauerstoff. Da aus diesem Befund zu erwarten war, daß Argon sich in der im Regenwasser gelösten Luft in höherem Anteil als in der Luft der Atmosphäre befinden muß, konnte es aus den gelösen Gasen in einer Regenwasserzisterne erhöht gewonnen werden. Das Spektrum des Argon wurde auch von CROOKES und OLSZEWSKI untersucht. OLSZEWSKI wies nach, daß Argon einen niedrigeren Siedepunkt und eine niedrigere kritische Temperatur als Sauerstoff hat und konnte es in Gestalt von weißen Kristallen in festem Zustand erhalten. Völlig negativ verliefen alle Versuche, Argon in chemische Verbindungen einzubringen. Diese Trägheit erklärte auch, warum Argon bisher nicht entdeckt worden war. Aus Schall in Argon wurde auf seine Einatomigkeit geschlossen, womit es als Verbindung auch nicht in Frage kam.

Aus einer auf der Erde bisher nicht auch gefundenen Spektrallinie der Sonne wurde von FRANKLAND, der mit LOCKYER zuzsammenarbeitete, 1868 vorsichtig auf ein bisher auf der Erde nicht gefundenes Element geschlossen und es **Helium** (H. KRAGH 2009) genannt. Offen blieb, ob auf fernen Gestirnen nicht doch der Erde fremde Elemente vorkommen, obwohl andererseits prinzipiell die Natur von Erde und Himmel grundsätzlich gemeinsamen Gesetzen folgt. oder auch bekannte Elemente auf der heißen Sonne auf der Erde nicht erzeugbare Eigenschaften, eben eigene Spektrallinien, aufweisen können. **1895** fand RAMSAY in einem irdischem Material ein Gas, das als wegen seines Spektrums als das Sonnen-Element Helium identifiziert werden konnte. Vorher hatte W. F. HILLEBRAND vom U.S.Geological Survey Uranmineralien analysiert und dabei, was bisher unüblich war (A. F. KOVARIK 1929), auch den Gasgehalt genau festgestellt (J. N. LOCKYER 1896), das Gas in einer Kathodenstrahlröhre (Plückersche Röhre) elektrischer Spannung ausgesetzt, die erhaltene unbekannte Linien jedoch dem Stickstoff zugeordnet - Beispiel einer verpaßten Entdeckung. Davon angeregt kochte RAMSAY das uranhaltige Mineral Clëveit(e) mit schwacher Schwefelsäure und setzte das austretende Gas der elektrischen Spannung in einer Kathodenstrahlröhre aus. Außer den bekannten Argon-Linien sah er eine der Natrium-D-Linie benachbarte Linie. CROOKES (1895), dem RAMSAY eine Probe zusandte, konnte diese Linie als mit der von LOCKYER auf der Sonne gefundenen Helium-Linie identifizieren. Das anscheinend auf die Sonne beschränkte Elemente wurde,

was als Überraschung erschien, also auch auf der Erde gefunden (W. A. T. 1917). Das leichte elementare Gas Helium konnte zunächst in Wasserstoffnähe untergebracht werden. Es war für die Untersuchung der Radioaktivität wesentlich, daß das Helium wenige Monate vor der Entdeckung der Radioaktivität 1896 gefunden wurde, denn beim radioaktiven Zerfall entsteht Helium als eines der wesentlichen Bestandteile und war somit sofort identifizierbar.

Helium hat den niedrigsten Siedepunkt unter allen Substanzen, 4,2 Kelvin. Häufig im Weltall, ist das etwa in superleitenden Magneten oder für Kernspin-Tomographen nötige Helium eine kostbare, nur aus einigen Erdgasquellen wirtschaftlich gewinnbare Substanz. KAMERLINGH-ONNES, der 1908 als erster Helium auch verflüssigen konnte, gewann es aus 2 Säcken Monazitsand, in dem aus dem darin enthaltenden Thorium durch dessen radioaktiven Zerfall entstand. Der Monazitsand wurde erhitzt und 4 chemische Assistenten reinigten monatelang das dabei entweichende Helium. Bis Anfang Juli 1908 standen rund Liter Helium bereit (S. JORDAN 2008).

Himmel und Erde wurden nun auf weitere unbekannten Gase durchsucht. RAMSAY zusammen mit MORRIS WILLIAM TRAVERS (T. J. TRENN 1976, K. D. WATSON 2004), der auch RAMSAYs Biograph wurde, suchten die weiteren Edelgase auf Grund ihrer gegenüber den anderen Luftbestandteilen unterschiedlichen Flüchtigkeit, wobei der Nachweis, **1898**, zuerst **spektroskopisch** war. Die Luftverflüssigung war vor erst kurzer Zeit gelungen und für den präparativen Nachweis der weiteren Luftbestandteile, der Edelgase, stellte nun namentlich TRAVERS flüssige Luft her. TRAVERS fand zusammen mit RAMSAY am 31. Mai 1898 das gegenüber dem Argon schwerere **Krypton**, am 12. Juni **das** leichtere **Neon**, am 8. September das damals als das schwerste bekannte **Xenon.**. **Argon**, so wurde deutlich, bildete gemeinsam mit den nun entdeckten Edelgasen eine **neue,** die **9. Hauptgruppe des Periodensystems**, eben die **Edelgase**. Als radioaktives Gas, das einzige natürlich vorkommende, und ebenfalls Edelgas, wurde 1899 die **Radium-"Emanation"** bekannt, das etwas später **Radon** genannt wurde.

Für die **Auffindung der Edelgase** waren – wie für Entdeckungen fast immer – bestimmte wissenschaftliche und technische **Voraussetzungen notwendig**. So mußten die Spektrallinien anderer Elemente so weit bekannt sein, daß unbekannte Linien auffielen. Luftverflüssigung, ja für die Auffindung des Neon verflüssigter Wasserstoff, mußten erzeugt werden können. Nur dem mit diesen Dingen Vertrauten konnte die Auffindung der Edelgase gelingen. Die Entdeckung der Edelgase - und dann der Radioaktivität 1896 - erregte Aufsehen schon deshalb, weil für damals, als die Welt als weitgehend bekannt erschien, deutlich wurde: Es gibt **noch manches in der Welt aufzufinden**, **Unvorhergesehenes.**

Nach einem Vortrag vor vielen Hörern auch in Berlin trug RAMSAY selbst vor dem deutschen Kaiser vor. RAMSAY erhielt 1904 den Nobelpreis für Chemie, RAYLEIGH ebenfalls 1904 den für Physik. Beide waren noch wissenschaftlich tätig in der Erforschung der Radioaktivität und von radioaktiven Stoffen. Zuletzt noch nach Indien-Reisen mit Müllbeseitigung und Kriegschemie befaßt starb RAMSAY im Alter von nur 63 Jahren am 22. Juli 1916 an Krebs, der augenscheinlich auf seine Arbeiten mit radioaktiven Stoffen zurückzuführen war. Etwa drei Jahre später starb der ältere RAYLEIGH 77-jährig am 30. Juni 1919.

Als eine **erste Edelgas.Verbindung** erhielt RUDOLF HOPPE in Münster 1962 als transparente Kristalle durch elektrische Funkenentladungen **Xenondifluorid** (Wikiüedia 2019).

## Seltene bis ganz seltene Elemente erst im 20. Jahrhundert gefunden

Die Auffindung weiterer chemischer Elemente stand im Zusammenhang mit der Auffindung und Erforschung der **Radioaktvität** (s. dort), so des **Polonium** und des **Radium** durch das Ehepaar CURIE, .1918 des **Protactinium,** Element 91, durch HAHN (1928) und MEITNER und unabhängig von diesen von SODDY und J. A. CRANSTON.

Immer hatte es auch Spektrallinien aus dem Weltall gegeben, die sich jedenfalls zunächst nicht einem irdischen Element zuordnen ließen und es wurde auch an andersartige Elemente andeswo gedacht (H. KRAGH 2000).

Der mit der Auffindung von vorhergesagten oder aus bisher unbekannten Spektrallinien abgeleiteten Elementen verbundene Ruhm war wohl mit ein Grund, daß noch manches Element verkündet wurde, daß dann doch nicht bestätigt werden konnte. Im 20. Jh, kamen hinzu Hafnium, Rheniums, Technetium und dann die Transurane /s. d.

Schon durch die Spektralanalyse waren manche Elemente schon in geringsten Spuren nachgewiesen und war man sich bewußt, so bei CLEMENS WINKLER (1897), daß bei gleichmäßiger Verteilung, ohne **Konzentration**, viele Elemente auf der Erdoberfläche so gut wie nicht gefaßt werden könnten. Im 20. Jh. wurde namentlich durch die NODDACKs (W. NODDACK et al. 1937) auch deutlich, daß viele Elemente dispers in geringen bis geringsten Mengen weit verbreitet vorkommen, eigentlich überall. Zum Nachweis müssen nur ausreichend empfindliche Methoden, eben spektroskopische oder radioaktiver Nachweis, verfügbar sein.

Daß selbst in ziemlich geringen Mengen vorhandene Elemente, gewisse Metalle

etwa, sich **konzentriert in bestimmten Minealien** und diese in **bestimmten Lagerstätten** finden, war die 'glückliche' Voraussetzung für die Gewinnung bis zum bergmännischen Abbau dieser Elemente, also vor allem Metalle.

Selbst **seltene Elemente**, auch wenn ohne zunächst größeren Gebrauch, sollten vom Chemiker unbedingt **auch voll beachtet** werden, **mußten chemischen Theorien mit zugrundeliegen**. Für seltene Verbindungen galt gewiß dasselbe, und ebenso für artenarme und gar abseitige Tier- und Pflanzengruppen, die jedoch für allgemeinbiologische Vorstellungen, etwa zur Evolution, besonders wichtig sein konnten. Zu den chemischen Elementen schrieb F. W. CLARKE (zit. bei CH. E. MUNROE 1935, S. 24): "Even the rarest elements ought not to be neglected, since each one has its scientific importance, fills a place in some series or group, and, for porposes of generalization, is of as great interest as any other."

## Möglicher Aufbau aller Atome aus kleineren Einheiten, so aus Wasserstoff-Atomen - Hypothese von WILLIAM PROUT - Atommasse-("gewichts-") Bestimmungen

Mußte man schon mit zahlreichen chemischen Elementen mit in der Masse, im "Gewicht" unterschiedenen Atomen leben, so glaubten etliche Chemiker in der Zeit nach DALTON, daß die Atome aus kleineren gleichartigen Bestandteilen zusammengesetzt sind und womöglich ein einziges Elementarteilchen besteht. Namentlich verbunden war diese Auffassung mit WILLIAM PROUT, Mediziner und früher physiologischer Chemiker, der 1815, zuerst anonym, erörterte, daß alle Atome schwerer als Wasserstoff aus Wasserstoff-Atomen bestehen, also die Atomgewichte ganzzahlige Vielfache des Atomgewichts des Wasserstoffs sind, Atome - moderner gesprochen - so etwas wie "Polymere" des Wasserstoffs sind. Das Wasserstoff-Atom wäre dann die Urmaterie, das Ur-Atom, der einzige letzte Grundbaustein der Materie, das einzige Urprinzip. Die Vielfalt der Atome käme demnach quantitativ zustande. Zwischen allen verschiedenen Atomen gäbe es etwas Zusammenhängendes, eben das Wasserstoffatom. Die Elemente wären dann allerdings nicht die letzten Einheiten der Materie. Die Hypothese von PROUT fand unter den Chemikern, die sich damit als theoretisch interessiert und nicht nur als Substanzkocher erwiesen, viel Anklang und veranlaßte, möglichst viele Atomgewichte zu bestimmen. Die Bestimmung der Atommasse, des Atom"gewichts", als eines Grundwertes zur Charakterisierung der Elemente und der Substanzen überhaupt, wurde von manchem Chemiker als Lebensaufgabe gesehen und immer wieder verbessert. Insofern war PROUTs Hypothese eine der anregendsten Hypothesen in der Chemie und der Naturwissenschaft des 19. Jh. überhaupt. Überzeugung von der Richtigkeit der PROUTschen Hypothese ließ allerdings bei Atomgewichten auch zu- oder ab-

runden, sie der Hypothese zuliebe anpassen. So wie die griechische Sagengestalt des Prokrustes zu lang geratene Fremde in seinem 'Prorustesbett' kürzte und zu Kleine grausam streckte.

Mancher trennte sich unter dem Eindruck genauer Atomgewichtsbestimmungen von der auch von ihm einmal anerkannten PROUTschen Hypothese, so BERZELIUS, der seinerzeit die viel diskutiertesten Atomgewichts durchführte. Für Chlor fand er ein Atomgewicht von 35,5. Atomgewichts (-masse)-Bestimmungen bei DUMAS in Paris sollten die Probe auf PROUTs Hypothese sein war und wurden in Opposition zu den Werten des BERZELIUS begonnen. Werte zwischen ganzen Zahlen, wie beim Chlor mit 35,5, wurden etwa von DUMAS so gedeutet, daß nicht Wasserstoff-Atome, sondern kleinere Uratome, also mit einem Atomgewicht von 0,5, die Atome zusammensetzen (G. RUDORF 1904, A. SCOTT 1917). Das Wasserstoff-Atom wäre dann aus zwei solcher Ur-Atome gebildet. Selbst über ein Ur-Atom von 0,25 hat DUMAS nachgedacht, damals ein völlige Spekulation. Auch über eventuell noch kleinere Bruchteile von Waserstoff-Atomen als Urbestandteile wurde spekuliert, so bei LECOQ DE BOISBAUDRAN (V. MEYER 1895).

Bei DUMAS arbeitete ein Zeit lang der 1813 in Louvain (Löwen) geborene, als Mediziner ausgebildete Belgier und 1891 verstorbene belgische Chemiker JEAN-SERVAIS STAS (A. W. VON HOFMANN 1892), auf den und dann auf JEAN MARIGNAC die um die Mitte des 19. Jh. genauesten Atomgewichts-Bestimmungen zurückgehen. STAS publizierte mit DUMAS 1841 eine bedeutsame Neubestimmung des Atomgewichts des Kohlenstoff. STAS, dann Professor der Chemie an der Militärschule in Brüssel, publizierte 1860 umfassende eigene weitere Atomgewichtsbestimmungen. Einst ebenso von PROUTs Hypothese ausgegangen, fand er nicht als Wasserstoff-Vielfache anzusprechende Atomgewichte und wie einst BERZELIUS erklärte er die **Atome der verschiedenen chemischen Elemente** für voneinander verschiedene Wesen, **Wesen sui generis**, nicht aus einem allen gemeinsamen Grundbaustein aufgebaut, ohne Verbindung durch einfache Gewichtsbeziehungen, im Innersten wesensfremd nebeneinander stehend. FRITZ PANETH beschrieb viel später, 1916 (S. 175), die Situation mit::"Das Ziel universeller, philosophischer Welterklärung wurde dadurch zunächst beiseite gelassen, für die Chemie aber die Grundlage zu ihrer grossartigen Entwicklung gelegt. In der Beschränkung zeigte sich der Meister!"

Aber in Dänemark wollte in den 1880-er-Jahren JULIUS THOMSEN ganz bestimmte Abweichungen in den Atomgewichten gefunden haben, die auf eine einfache zahlmäßige Beziehung zueinander verweisen würde (zit. bei V. MEYER 1895, S. 97). Mit Jod auf hohen Temperaturen versuchte man dessen Atome zu zerlegen, trennte aber nur die Moleküle. VICTOR MEYER schrieb 1883 (in 1892, S. 144): "Unsere Empfindung sträubt sich, anzunehmen, daß in unsern, durch relativ so

grobe Mittel abgespaltenen Elementen wirkliche, letzte Urstoffe vorliegen sollten, daß also jedes chemische Element eine Welt für sich darstelle, die mit den anderen Grundstoffen durch keine Brücke, durch nichts Gemeinsames verbunden sei." Derselbe VICTOR MEYER sagte dann 1889 (S. 97) vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Lübeck aber auch: "Trotzdem darf mit der Prout'schen Hypothese zur Zeit nicht als mit einer sicher begründeten Annahme gerechnet werden, wenn auch der Grundgedanke derselben dauernd seine anregende Wirkung in der Wissenschaft behaupten wird."

Die Diskussion um eine "Urmaterie", um eine allen Atomen gemeinsame Ursubstanz, kam jedoch immer wieder auf, schon wegen der auffallenden gesetzmäßigen Ähnlichkeiten in den physikalischen und chemischen Eigenschaften (L. MEITNER 1927) von bestimmten Elementen, die sich auch auf die Verbindungen von bestimmten ähnlichen Elementen erstreckte, und regte zu weiterem Nachdenken mit weiteren Untersuchungen an. Warum sollten sich Atome nicht doch einmal zerlegen lassen, wenn es mit den einst auch als unzerlegbar geltenden "Radikalen" möglich war, überlegte 1888 (S. 581) J. WISLICENUS. Mit dem Aufbau der chemischen Elemente aus einem oder wenigen Urbestandteilen aber mußte auch an den Vorgang gedacht werden, bei dem sich die Atome zusammensetzten, wie eben Moleküle aus Atomen entstehen. Und daraus kam dann auch die Schlußfolgerung etwa bei WISLICENUS (1892, S. 3407), "die Elemente nicht als von Urewigkeit an bestehende Dinge, sondern als gewordene Modificationen der Urmaterie und die Gesetze ihres Werdens zu erkennen." Das war eine **Evolution der Elemente** – "Evolution", wie sie in der Biologie so großartigen Triumph feierte.

Die mit neuartigen Methoden erfolgte genaue Bestimmung des Atomgewichtes des Sauerstoff mit 15.879 durch EDWARD WILLIAMS MORLEY (R. HAMERLA 2003) an der Western Reserve University in Cleveland in den USA galt, 1896, als letzter Todesstoß für die alte PROUTsche Hypothese, bevor die Atomforschung des 20. Jh. mit Protonen und Neutronen, mit Elektronen und Heliumkernen, ihr eine allerdings ganz andersartige Gestalt wiedergab. Wieviele Überlegungen wurden auf ein Problem gelenkt, daß sich seinerzeit nicht lösen ließ, und die großartigen Erkenntnisse über die Atom-Zusammensetzung im 20. Jh. doch vorbereitete.

In der zweiten Hälfte des 19. Jh. wurde die Atommasse, das Atom"gewicht" der damaligen Bezeichung, Grundlage für eine Ordnung der Elemente.

Als ein Problem wurde öfters angesprochen, daß **die einzelnen Elemente in** so **ganz unterschiedlicher Häufigkeit** auftreten. (Dazu später mehr).

## Versuche einer Ordnung der chemischen Elemente - Gruppen ähnlicher Elemente - Das Periodensystem der chemischen Elemente

## Versuche einer Klassifizierung, einer Ordnung der chemischen Elemente

So wie Tiere und Pflanzen nach Gemeinsamkeiten in Gruppen zusammengestellt wurden und das auch bei chemischen Verbindungen geschah, war schon um 1800 deutlich, daß manche chemischen Elemente miteinander ähnlicher sind als gegenüber anderen und die einander ähnlicheren Elemente auch ähnlichere Verbindungen bilden. Elemente ließen sich offenbar in natürliche Gruppen ordnen. Etwa bei STROMEYER in seinem "Grundriss der theoretischen Chemie" von 1808 standen im Text Kobalt und Nickel hintereinander, ebenso Platin, Irdidium, Rhodium, ebenso die einander ähnlichen "Erden". H. DAVY hatte bereits 1813 die Ähnlichkeit von Chlor, Jod und dem noch nicht frei dargestellten Fluor festgestellt. Er ordnete sie mit Sauerstoff zusammen und nannte sie die "vier Träger der Verbrennung" (R. SIEGFRIED 1966).

DÖBEREINER ordnete in den Jahren 1816/1817 und 1829 immer drei ihm ähnlich erscheinende chemische Elemente resp. deren "Erden", Oxide, in **"Triaden"** an, seine "**Triaden-Lehre**" von immer 3 verwandten Elementen. Das arithmetische Mittel aus dem Atomgewicht des leichtesten und des schwersten Elementes einer solchen Dreiergruppe deckte sich oft mehr oder weniger mit dem Atomgewicht des mittleren von den drei chemischen Elementen einer Triade und das sollte auf die Zusammengehörigkeit in besonderem Maße verweisen. Gefunden hatte DÖBEREINER das 1816, als er fand, daß Strontiumsulfat / Cölestin resp. Strontiumerde dem spezifischen Gewicht und dem Äquivalentgewicht nach das Mittel aus dem Barium enthaltenden Schwerspat und dem Calcium enthaltenden Anhydrit resp. deren Erden, also Oxiden, BaO und CaO, sind (P. WALDEN 1930). Zu solchen Triaden wurden bei DÖBEREINER schließlich verknüpft (oben stets das leichteste der 3 Elemente einer Triade):

Calcium Lithium Chlor Schwefel

Strontium Natrium Brom Selen

Barium Kalium Jod Tellur

Gruppenbildung von Elementen versuchten etwa auch PETTENKOFER, DUMAS u. a., wobei nicht nur 3 Elemente als verwandt gesehen wurden.

**Ähnlichkeiten** nicht nur zwischen manchen Elementen, sondern auch zwischen ihren **Verbindungen**, so bei Schwefel und Selen (H. UELSMANN 1860), sahen auch andere. .

Eine sinnvolle Anordnung aller bekannten Elemente erschien nötig. Eine Reihenfolge von Elementen bestand etwa in der **Spannungsreihe** vom Kalium als dem damals positivsten bekannten Element bis zu Sauerstoff als dem negativsten (WILH. OSTWALD (1908). Die Anordnung der chemischen Elemente nach dem Atomgewicht wurde wegweisend für die Suche nach einer 'natürlichen' Anordnung der chemischen Elemente. Eine Voraussetzung für die Anordnung nach diesem Prinzip war die eindeutige Unterscheidung zwischen "Äquivalent" und "Atomgewicht", geklärt durch CANIZZARO auf der berühmten Chemikerversammlung in Karlsruhe im Jahre 1860. Es mußten auch die Atomgewichte der bekannten Elemente möglichst genau bestimmt sein. Ordnete man die Elemente nach dem Atomgewicht, folgten die ähnlichen Elemente jedoch nicht aufeinander. Auf das Lithium folgten erst einmal ganz andersartige Elemente, bevor das 8 Stellen weiter folgende Natrium wieder dem Lithium ähnliche Eigenschaften aufwies. So war es auch bei Chlor und Brom, den Halogenen. Manche einander ähnlichen Elemente standen allerdings dem Atomgewicht nach nebeneinander, so die Elemente der Eisen-Gruppe oder der Platin-Gruppe. Im Jahre 1862 ordnete der ansonsten besonders als Geologe wirkende A. E. BEGUYER DE CHANCOURTOIS die chemischen Elemente nach dem Atomgewicht so auf einer "Schraubenlinie", daß ähnliche Elemente untereinander standen. JOHN ALEXANDER REINA NEWLANDS ordnete ab 1862 die chemischen Elemente nach dem Atomgewicht und fand, daß nach 8 chemischen Elementen ein ähnliches wiederkehrt. Das 9. Element ähnelte dann dem zweiten Element, das zehnte dem dritten und in dieser Folge weiter. Die ähnlichen, aber durch andere getrennten chemischen Elemente schrieb NEWLANDS untereinander, es stand dann das Kalium unter dem Natrium, das Calcium unter dem Magnesium usw. NEWLANDS stellte so 10, dann, wegen einiger Abweichungen, 8 Familien von chemischen Elementen auf und sprach ab 1863 von einem "**Gesetz der Oktaven"** ("law of octaves") - "Oktave", weil nach 8 chemischen Elementen ein ähnliches Element wiederkehrt.

## Das Periodensystem der chemischen Elemente

Die hauptsächlichen Begründer der dann **Periodensystem** der chemischen Elemente genannten und schließlich allgemein anerkannten Ordnung der chemischen Elemente wurden **1869** der russische Chemiker D(I)MITRI MENDELEJEW (O. LUTZ 1907, W. A. TILDEN 1909, ) und der Deutsche LOTHAR MEYER (O. TH. BENEY 19, K. SEUBERT 1895, 1896), fast gleichzeitig, 1870.

MENDELEJEW wurde geboren am 8. Februar 1834 als Sohn des Gymnasialdirektors im sibirischen Tobolsk und nach dem frühen Tode des Vaters zog die Mutter schon zur Förderung ihrer Kinder und vor allem DIMITRIs nach Moskau und dann nach St. Petersburg. Wegen Abneigung gegen die Anatomie schied das Medizin-Studium aus und MENDELEJEW studierte am Pädagogischen Institut in St. Petersburg Naturwissenschaften. Hier erreichte er einen hervorragenden Abschluß und wurde Gymnasiallehrer in Odessa, 1856 Dozent in St. Petersburg. Im Jahre 1863 war MENDELEJEW, der bei einem durch ein Stipendium ermöglichten Auslandsaufenthalt 1859 bis 1861 etwa in Heidelberg bei BUNSEN gewesen war, Professor der anorganischen und organischen Chemie am Technologischen Institut in St. Petersburg und 1866 bis 1890 Professor der anorganischen Chemie an der Universität St. Petersburg, der damaligen russischen Hauptstadt. In seinem Äußeren gab er sich als Altrusse, ließ sich etwa sein Haar nur einmal im Jahr im Frühling schneiden. MENDELEJEW machte sich neben seinen theoretischen Arbeiten viele brauchbare Gedanken über die industrielle Entwicklung und damit die Zukunft Rußlands und hat zu Studien der Erdölindustrie sowohl die USA wie die Kaukasusregion besucht. Gestorben ist MENDELEJEW am 2. Februar 1907.

L. MEYER wurde am 19. August 1830 in Varel an der Jade im Großherzogtum Oldenburg als Sohn des sortigen Amtsphysikus geboren, studierte zuerst Medizin in Zürich und Würzburg, arbeitete in Heidelberg bei BUNSEN, habilitierte sich 1859 in Breslau, übernahm das chemische Laboratorium im physiologischen Institut in Breslau, ging 1866 als Dozent der Naturwissenschaften an die kgl.-preußischische Forstakademie Eberswalde. Ordinarius wurde MEYER im Herbst 1868 am Polytechnikum Karlsruhe und ab Ostern 1876 an der Universität Tübingen. MEYER (1880) und MENDELEJEW schrieben lange gegeneinander (1871, 1880), stritten um Priorität und stellten ihre Schritte gegeneinander heraus, gelangten zuletzt in ein erträglicheres Verhältnis (F. PANETH 1930), ohne daß es zu völliger Harmonie (F. KOBER 1985).

MEYER hatte schon 1864 die Beziehung zwischen dem Atomgewicht und den Eigenschaften der Elemente erörtert und unterschied am Schluß seines Buches "Moderne Theorien der Chemie" 6 "Familien" von Elementen, was noch nicht das Periodensystem war. MENDELEJEW suchte nach einem System der chemischen Elemente und damit auch ihrer Verbindungen bei der Zusammenstellung des Stoffes für sein Lehrbuch, denn in der anorganischen Chemie "vermißte er ... die durchsichtige Systematik und logische Enwicklung, die die organische Chemie auszeichnet" (O. LUTZ 1907, S. 482). Ein wesentliches Merkmal der Elemente war ihm das im Laufe des bisherigen 19. Jh. immer genauer bestimmte **Atomgewicht**/heute: Atommasse. MENDELEJEW schrieb die ihm bekannten 63 chemischen Elemente (H. KRAGH 2919, S. 53) mit Atom"gewicht" auf Kärtchen und

suchte sie nut in eine Ordnung zu bringen. Ordnete MENDELEJEW die Elemente nach dem Atomgewicht, and er wie NEWLANDS bei den leichteren Elementen nach jeweils 8 Elementen ein ähnliches Element. Die zusammengehörigen Elemente wurden zuerst in Horizontalreihe geschrieben. MENSCHUTKIN berichtete über MENDELEJEWs Untersuchungen am 6. März **1869** vor der noch jungen Russischen Chemischen Gesellschaft und MENDELEJEW berichtete selbst über seine Ergebnisse im August 1869 auf der Naturforscherversammlung in Moskau und dann 1870. MENDELEJEW veröffentlichte zuerst in russischer Sprache.

Allerdings war die mit dem Atomgewicht gegebene Periodizität nach 8 Elementen nur bei den leichteren Elementen vorhanden. Manche Fälle waren nicht "periodisch" und störten so die Anerkennung des Periodensystems als einem strengen "Gesetz". Dem Atomgewicht nach hätte unter dem Brom das Tellur, späteres genaueres Atomgewicht 127,61, stehen müssen. MENDELEJEW tauschte den Platz des zweifellos zu den Halogenen gehörenden Jod, Atomgewicht 126,91, mit dem des Tellur. Das Atomgewicht konnte offensichtlich nicht das einzige Kriterium für die Stellung eines Elemente im Periodensystem sein. Für das Beryllium wurde ein Atomgewicht von etwa 14,5 geschätzt und hätte dann in die Reihe mit Aluminium zu stellen gewesen. MENDELEJEW (H. KRAGH 2019, S, 54) meinte jedoch, daß das Beryllium ein Atomgewicht von etwa 9 erfordere, um gemäß seinen Eigenschaften in die richtige Gruppe zu stellen. Als um 1880 für Beryllium ein Atomgewicth von 9,1 ermittelt wurde, galt das als Triumph für MENDELEJEW, für seine Einschätzung der Bedeutung der Atomgewichte.

Es gab **auch einander ähnliche Elemente**, die wegen ihrer nahestehenden Atomgewichte **nebeneinander** stehen mußten, nämlich die drei 3 Dreier-Gruppen Eisen (Atomgewicht 55,85) - Kobalt (58,94) - Nickel (58,69), Ruthen(ium) (101,7) - Rhodium (102,91) - Palladium (106,7), Osmium (190,2) - Iridium (193, 1) - Platin (195, 23). Hier gab es nicht die Periodizität, das Wiederkehren ähnlicher Eigenschaften nach 8 oder mehr Plätzen.

Ihrem Atomgewicht nach hintereinander gestellt werden mußten **die auf das Lanthan folgenden "Seltenen Erden**", also die bis 1913 bekannten 12 "Seltenen Erden", die außer Scandium und Yttrium, die "Lanthaniden" (R. VOGEL 1918). Sie wurden auch in der Erdkruste, in ihrem Vorkommen in bestimmten Mineralien, vielfach beisammen gefunden. Die "Seltenen Erden" wurden manchmal auf die verschiedenen Gruppen verteilt, obwohl das ihrer 3-Wertigkeit und anderen ähnlichen Eigenschaften widersprach.. Es wurde in ihren sogar ein kleines periodisches System für sich gesehen (C. SCHMIDT 1918).

Es fanden sich auch **Ähnlichkeiten zwischen Elementen benachbarter Gruppen**, etwa zwischen Alkalimetallen und Erdlakalimetallen. Besonders fielen auf

'**Schrägbeziehungen**', so zwischen dem Alkalimetall Lithium und dem in der folgenden Periode rechts unterhalb stehenden Magnesium. Erklärbar wurde das mit der später erkannten Ladungsdichte. Ebenso gab es eine Schrägbeziehung zwischen Natrium und Barium.

Nicht in die Periodizität der leichteren Elemente einpassende Elemente wurden in "Nebengruppen" gestellt. Erst als nach 1913 die Kernladungszahl anstatt des Atomgewichts für die Stellung des Elementes als entscheidend erkannt wurde konnte das Nebeneinanderstehen der 14 "Seltenen Erden" erklärt werden. Bei der Anordnung der Elemente nach dem Atomgewicht ging es nicht nur um die Erfassung von Elementgruppen schlechthin, sondern auch um mögliche Auffindung von Gesetzmäßigkeiten für die Differenzen im Atomgewicht der ähnlichen Elemente. So wurde deutlich, daß die Differenz im damals bekannten Atomgewicht bei den Alkalimetallen zwischen dem Lithium (7,03) und dem Natrium (23,05) 16,02 beträgt, zwischen dem Natrium und dem Kalium (39,13) 16, 08, also sehr ähnliche Differenzen vorliegen. Zum nächsthöheren Alkalimetall, zum Rubidum (85,4), gab es eine größere Differenz, nämlich 46,3, und zum Caesium (133,0) wiederum 47, 6. Das erinnerte MEYER an die gleichartigen Abstände zwischen zu einer Gruppe gehörenden organischen Verbindungen, etwa die einwertigen Alkohole, vom Methanol, zum Äthanol, zum Propanol, erklärbar aus dem Hinzutreten einer gleichen Atomgruppe, CH2 = 14, vom einfachsten zu den kohlestoffreicheren Alkoholen. Das ließ überlegen, nicht MENDELEJEW, ob nicht auch die Atome durch Hinzutreten bestimmter einfacher Bestandteile, gar gleichschwerer, aufgebaut werden. Beachtet wurde auch, daß die leichteren Elemente in der Natur weitaus häufiger als die schwereren sind und die leichteren als "typische" Elemente angesehen.

Es gab bei der Anordnung nach dem Atomgewicht auch einige größere, offensichtlich zu große Abstände zwischen Elementen. Hier rechnete MENDELEJEW mit **noch unentdeckten Elemente**, sagte also Elemente voraus. Er hielt diese Plätze frei. L. MEYER (1870) verfuhr ähnlich, zögerte jedoch im Unterschied zu MENDELEJEW mit Vorausagen über die Eigenschaften der zu erwartenden Lückernfüller. Und entdeckt wurden als solche voausgesagten Elemente (s. a. unt.) 1875 Gallium, 1879 Scandium, 1885 Germanium (H. KRAGH 2019, S. 54). Von einer Hypothese, Theorie oder einem Gesetz gemachten Voraussagen beeindruucken immer besonders . .

So wie MENDELEJEW offensichtlich Lücken noch unbekannter Elemente deutlich wurden, so konnte aus dem Periodensystem auch abgeleitet werden, daß jedenfalls unterhalb der Ordnungszahl 92 **nicht noch viele**, gar mit unerwarteten Eigenschaften ausgestatte **Elemente erwartet werden konnten**, man also ziemlich sicher **mit einer bestimmten Zahl von Elementen rechnen durfte** (E. STRÖKER 1968). Bei den vielen Neuentdeckungen von Elementen nach 1790

und dann mit der Spektralanalyse war noch manches an neuen Elementen erhofft worden, aber dem schien nun abgesehen von den wenigen "Lücken" eine Grenze gesetzt zu sein..Nicht so recht war das zu sagen für die Seltenen Erden, bei denen es noch Auftrennungen bisher bestehender Elemente gab Und es kam um 1895 noch die **große Überraschung** der **Edelgase** mit der Erstenteckung des Argon, eine im Periodensystem ganz **unerahnte** Gruppe von Elementen. Argon ist in der Atmosphäre immerhin zu 0,934% enthalten, also wesentlich mehr als in seiner Bedeutung viel aufälligere Kohlendioxid/CO2 mit seinen 0,03 - 0,04%. Argon galt für MENDELEJEW zunerst als 3-atomiger Stickstoff Das Atomhewicht von Argon mit 39,948 liegt zwischen Kalium 39,1 und Calcium 40,1. Im 20. Jh. kam noch die Aufgliederung vieler Elemente in Isotope.

MEYER ordnete 1870 die Elemente auch nach ihren **Atomvolumina** und fand deren dem Atomgewicht parallele Periodizität. Das Atomvolumen ist das Volumen, das 1 Grammatom eines Elementes einnimmt. Befinden sich in 1 Grammvolumen gleichviele Atome, so würden die Atomvolumina verschiedener Stoffe zueinander in denselben Verhältnissen stehen wie die wirklich von den einzelnen Atomen eingenommen Räume, wenn die Atome bei allen gleich angeordnet wären. Da es davon Abweichungen gibt, geben die Atomvolumina die Verhältnisse nur angenähert wieder.

MEYER hat gerade wegen der Probleme im Periodensystem mit KARL SEUBERT eine **Neubestimmung Atomgewichte**/ Atommassen) vorgenommen, wobei MEYER noch Wasserstoff als Bezugseinheit festsetzte. Auf Empfehlung von WILHELM OSTWALD legte ein Spezialkommittee der Deutschen Chemischen Gesellschaft mit LANDOLT, OSTWALD und SEUBERT **1898 Sauerstoff mit 16.00** als Einheit fest.

Zwei theoretische Dinge haben also die möglichst genaue Bestimmung der Atomgewichte (Atommassen) angeregt: 1. die PROUTsche Hypothese vom Wasserstoff-Atom als Bestandteil aller anderen Atome, 2. die genaue Einordnung der Elemente in das Periodensystem.

## Überlegungen und Spekulationen zum Periodensystem

Unklar blieb, auf Grund welcher Eigenschaften der Atome die so gesetzmäßig wirkende Anordnung der Elemente im Periodensystem möglich war, ja, warum es "periodische" Eigenschaften gab. LOTHAR MEYER hatte 1870 zusammengefaßt: "Wenn diese und ähnliche Regelmässigkeiten unmöglich reines Spiel des Zufalles sein können, so müssen wir uns andererseits gestehen, dass wir mit der empirischen Ermittelung derselben noch keineswegs den Schlüssel zur Erkenntniss ihres inne-

ren ursächlichen Zusammenhanges gefunden haben." VICTOR MEYER meinte 1883 (s. 1892, S. 157) vom Periodensystem: "... trotz der wunderbaren Complicationen, welche dasselbe darbietet, doch als der Ausdruck einer fundamentalen Gesetzmäßigkeit der Natur angesehen wird." Mit dem Periodensystem schien eine weitere "Ordnung" in der Natur gefunden zu sein, aber sie harrte der Interpretation. In den 70er-Jahren des 19. Jh. leitete KEKULÉ (1877, S. 914) aus der offensichtlichen Bedeutung des Atomgewichts für die Elementeigenschaften ab, daß alle Eigenschaften der Materie, mit Einschluss der Schwere, auf eine und dieselbe Kraft zurückzuführen ist. Daß die Eigenschaften der chemischen Elemente sich nicht kontinuierlich mit zunehmenden Atomgewicht ändern, sondern teilweise, aber eben nicht immer, "periodisch", verwies ihm auf noch verborgene Eigenschaften. Auch die Umstellungen legten nahe, daß das Atomgewicht allerdings wohl nicht das einzige Merkmal sein konnte, um den chemischen Elementen ihre Eigenschaften zu erteilen.

Mit der Existenz des Periodensystems der chemischen Elemente wurden weitere **Ähnlichkeiten verwandter Elemente** gesucht und gefunden, so, worauf unter anderem VICTOR MEYER 1895 hinwies, auch **in den Spektrallinien**. Zu Anfang des 20. Jh., noch bevor die neuen Vorstellungen über den Atombau allgemeiner bekannt wurden, hat etwa GEORGE RUDORF (1904) die Periodizität der verschiedensten Eigenschaften der chemischen Elemente zusammenfassend dargestellt, die Valenz, Spezifische und Atomwärme, Schmelzpunkt, Ausdehnungs-Koeffizient, Refraktions-Äquivalente, Spektren, elektrische Leitfähigkeit, Elektroaffinität, Farbe, mechanische Eigenschaften, Eigenschaften typischer Verbindungen, um möglichst für alle Eigenschaften eine mit der Stellung im Periodensystem zusammenhängende Ordnung zu finden. Das Periodensystem der chemischen Elemente erschien als die "Grundlage der gesamten modernen Chemie" (W. TREIBS 1957, S. 11). Allerdings wurde im 20. Jh. auch gefunden, daß die Röntgenlinien "keine merklichen Anzeichen einer Periodizität, sondern vom Wasserstoff zum Uran einen monotonen Gang zeigen" (K. L. WOLF 1954, S. 28). Röntgenlinien entstehen eben in Elektronenbahnen, die nicht mehr mit den chemischen Eigenschaften der Elemente zu tun haben.

Das Periodensystem der Elemente, die so mögliche Anordnung der Elemente und die offensichtlich dahinter stehenden 'Gesetzmäßigkeiten' regten immer wieder an, auch über die **mögliche Zusammensetzung der Atome aus kleineren Einheiten** zu spekulieren, wie eben bei PROUT und anderen. Warum diese Eigenschafts-Änderung mit dem Atom"gewicht"? Die "Zusammengesetztheit der Elementaratome" wäre "gewiss wahrscheinlicher als ihre Einfachheit", spkulierte 1888 (S. 582) WISLICENUS.

Erst die Ergründung des Atombaus lieferte ganz neue Einsichten. Damit ging das

Periodensystem aus der Hand der Chemiker **in die der Physiker**, MENDELEJEW begrüßte das nicht, und es wird geurteilt (H. KRAGH 2019, S, 55), daß für ihn das Periodensytem ein "empirisches Gesetz" ohne Notwendigkeit einer weiteren Erklärung blieb, "unahängiges und nicht reduzierbares Gesetz der Chemie" (S. 57). In der Mitte des 20. Jh. schrieb der Hamburger Chemieprofessor HEINRICH REMY (1955, S.25): "Was als Ausnahme von der Regel erscheint, wenn man sich nur auf das Periodische System stützt, ergibt sich als notwendige Gesetzmäßigkeit, wenn man es aus den den Atombau beherrschenden Regelmäßigkeiten ableitet." Daß die Atome der Elemente sich aus einfacheren, gemeinsamen Bausteinen zusammensetzen und sich gar auseinander entwickelt haben lehnte allerdings gerade der manchmal als prophetisch bezeichnete MENDELEJEW (W. A. TILDEN 1909) bis zuletzt ab, wobei er sicherlich lange vom damaligen Kenntnisstand aus nicht so unrecht hatte. Die Radioaktivität war keine MENDELEJEW keine atomare Eigenschaft (H. KRAGH 2019, S. 55). Auch bei führenden Forschen zeigt: Manche neue Einsicht und dann auch Grenzen.

Problem war auch die so **unterschiedliche Häufigkeit der** verschiedenen Elemente in der Erdrinde, auch das fast stets bestehende **Zusammenvorkommen** mancher Elemente, etwa der Platin-Metalle. Für die Erdatmosphäre verwies später G. J. STONEY (1895) auf den möglichen **Verlust leichte**r **gasförmiger Elemente in den Weltraum**, so von ihm angenommene, aber kaum bestehende, zwischen Wasserstoff und Lithium wie auch von Argon, das deshalb eben relativ selten ist. Nur weil Wasserstoff in Verbindungen einging und nicht nur als Gas sich verflüchtigen konnte blieb es der Erde in gewisser Menge erhalten.

**Vielgestaltig ist die Welt der chemischen Verbindungen. Eigenwillige Phänomene genug boten aber schon die chemischen Elemente, Dinge,** die im 20. Jh. zu weiteren Überraschungen führten. Man sehe nur das Technetium.

## Entdeckungen in der anorganische Chemie

Für LAVOISIER war Sauerstoff das Prinzip für Säure gewesen. DAVY hatte durch seine Elektrolyse der Alkalien erwiesen, daß auch alkalische Stoffe Sauerstoff enthalten, was nahelegte, daß bestimmte Elemente nicht bestimmte Prinzipien in die Verbindungen einbrachten. DAVY zeigte auch, daß weder alle Säuren, noch alle alkalischen Verbindungen, Sauerstoff enthielten (D. M. KNIGHT 1971).

Daß es Salze gibt, den Alkalisalzen ähnlich, in denen anstatt eines Metalls sich die Gruppe NH4, das "**Ammonium**", befindet, wurde um 1816 etwa durch AMPÈRE deutlich, nachdem BERZELIUS und PONTIN "Ammoniaksalze" zersetzt hatten

(A. W. HOFMANN 1884). MITSCHERLICH legte den Isomorphismus der Ammoniaksalze mit den Kaliumsalzen dar. Erst 1833 fand die "**Ammoniumtheorie**" allgemeine Anerkennung.

Das **Ammoniak**, schon lange bekannt, erschien als Produkt des Eiweiß-Abbaus im Körper und mußte hier entgiftet werden, und es erschien bei der Eiweiß-Zersetzung toter Lebewesen.

Entdeckung – das konnte auch **Tod** bedeuten. In München fand ADOLPH FERDINAND GEHLEN Anfang Juli 1815 den **Arsenwasserstoff**, Arsin, AsH3, ein farbloses, unangenehm knoblauchartig riechendes Gas, und starb unmittelbar daran (O. KRÄTZ et al. 1977). GEHLEN erhitzte gediegenes Arsen mit konzentrierter Kalilauge. Dabei entstand Wasserstoff. Den "in der gesprungenen Retorte verbliebenen trockenen Rückstand, der Kaliumarsenid enthielt", übergoß GEHLEN mit Wasser. Unter Aufbrauen stieg Arsenwasserstoff empor – und tötete seinen Entdecker.

Der aus Glasgow stammende führende englische Chemiker THOMAS GRAHAM (A. W. HOFMANN 1869) erforschte die **Phosphorsäuren**, 1833. Er klärte, warum das Oxid des Phosphors, es sind verschiedene, 3 verschiedene Säuren bilden kann, nämlich je nach Proportion mit Wasser: Ortho-Phosphorsäure, Pyrophosphorsäure, Metaphosphorsäure. Später kamen weitere Phosphorsäuren hinzu.

Von den verschiedensten chemischen Elementen wurden weitere Verbindungen gefunden. HEINRICH BUFF und WÖHLER (A. W. HOFMANN 1882) fanden 1856 selbstentzündliches **Siliciumwasserstoffgas** (etwa SiH4), zuerst beim Auflösen von siliciumhaltigen Aluminium in Salzsäure. WÖHLER hat dann weitere Siliciumreaktionen durchgeführt und 1863 (S. 268) eine von ihm "Silicon" genannte Substanz erhalten, die ihm als "eine nach Art der organischen Körper zusammengesetzte Verbindung" erschien, in der das Silicium die Rolle des Kohlenstoffs spielen mochte und die eine besondere Chemie des Siliciums in Aussicht stellte. Sie wurde durch weitere Verbindungen bestätigt" (C. FRIEDEL et al. 1867).

## Entdeckung durch Geruch: Ozon

CHRISTIAN FRIEDRICH SCHÖNBEIN (1854,), Basel, hatte 1839 bei der von ihm mit der aus London mitgebrachten starken Grove-Batterie oft ausgeführten Analyse des Wassers in der Nähe der Zersetzungszelle immer wieder einen eigenartigen Geruch wahrgenommen, jenen Geruch, der auch beim Strömen von Elektrizität, ja nach Blitzen erschien, der "elektrischer Geruch" genannt wurde. SCHÖNBEIN führte das, 1840, auf eine gasförmige Materie zurück, die aus Luft

entstand. Später konnte SCHÖNBEIN diese Materie auch bei Phosphor erhalten und widmete der dann **Ozon** genannten Materie Jahre seiner Forschung.

SCHÖNBEIN (O. SCHMID 1941) war der 1799 geborene Sohn eines kinderreichen Färbers aus der Nähe von Reutlingen, lernte in chemischen Fabriken, konnte schließlich in Erlangen , auch in Paris die großen Chemiker kennenlernen. Von 1828 an wirkte er für 40 Jahre, bis zum Tod 1868, in Basel. Immer wieder befaßte er sich mit **Sauerstoff** und Oxydation. Immer wieder suchte er das Ozon in der Natur nachzuweisen, jener Körper, der aus Sauerstoff beim Elektrisieren entsteht, ohne das "demselben ... etwas Stoffliches gegeben oder entzogen zu werden brauchte ..." (1867, S. 327). Da sich Ozon bei elektrischen Entladungen auch in der Atmosphäre bilden müßte, dachte SCHÖNBEIN es durch seine Oxydationsfähigkeit für wichtig bei der Beseitigung übelriechender Stoffe in der Natur.

Die chemische Zusammensetzung des Ozon fand er nicht. DE MARIGNAC (E. ADOR 1894) in Genf fand 1845, daß es keinen Wasserstoff enthält, es auch in reinem Sauerstoff entsteht. Der ebenfalls in Genf wirkende L. SORET fand 1867, daß die Dichte des Ozons einundeinhalb-mal so groß wie des Sauerstoff ist, man also Moleküle aus 3 miteinander verbundenen Sauerstoff-Atomen, O3, annehmen muß - Anregung zu erneuten Überlegungen über die Wertigkeit des Elementes Sauerstoff. Wären im Ozon die Sauerstoff-Atome unverbunden, hätte durch Druck komprimierter Sauerstoff dem Ozon gleichen müssen. Ozon wies aber eigene Eigenschaften auf und das sprach für ein eigenes Molekül. Auch Ozon also **eine Verbindung, ein eigenes Molekül**, die **dem** gewiß vielseitigen **Bestand von Molekülen eine neue Variante hinzufügte**, eine, die man erst einmal verstehen mußte. Keine kurze lexikalische oder lehrbuchmäßige Zusammenfassung kann das Erregende solcher Forschung widergeben, die hier und auch anderswo oft nur einer einzigen Substanz gewidmet was und teilweise ganz neue Prinzipien in der Natur enthüllte..

## Anorganische Chemie – noch immer mit Entdeckungen

THEODOR CURTIUS (K. FREUDENBERG 1963), damals Ordinarius in Kiel, glückte im Sommer 1894 die Synthese der hochexplosiven **Stickstoffwasserstoffsäure**, HN2, die als Initialzünder brauchbar war und deren Salze die Azide sind.

In den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. sank die anorganische Chemie in ihrer Stellung hinter die sich weit ausdehnende organische Chemie zurück. CLEMENS WINKLER erschien als einer der wenigen noch führenden anorganischen Chemiker in Deutschland. Allerdings gab es dann auch wieder einen erneuten Auftrieb

der anorganischen Chemie, durch RUFF, STOCK, BILTZ, TAMANN und andere.

Neue Methoden und Apparate ließen neue Stoffe darstellen und ihre bisher unbekannten Eigenschaften studieren. Ab 1882 hat in Paris HENRI MOISSAN (1900 b, A. STOCK 1908, E. WEDEKIND 1907) in von ihm konstruierten "elektrischen Öfen" ("**Four electrique**"), dem **elektrischen Lichtbogenofen**, bei dem bisher nicht erreichte Temperaturen, schätzungsweise bis 3500° C, erzeugt wurden. Es wurde das Verhalten zahlreicher Substanzen bei solcher Temperatur erstmals bekannt. Bisher rein nicht gekannte Metalle wurden in größeren Mengen erzeugt, somit auch der Metallurgie ein neuer Weg gewiesen. Ein Apparat wurde das Zentrum, von dem aus ein großes neues Gebiet nach zahlreichen Richtungen hin erschlossen wurde. Der Ofen waren quaderförmig, fand Platz auf einem Labortisch und bestand aus ungelöschtem Kalk. Im Inneren wurde in einer möglichst kleinen Höhlung die zu untersuchende Substanz dem Lichtbogen möglichst nahe ausgesetzt. Der eine Ofen wurde gespeist von der elektrischen Zentrale der Sorbonne und meistens zweimal in der Woche benutzt. Für Stromstärken über 1000 Ampere stand ein elektrischer Ofen, der "**grand four**", gespeist von der dortigen Stromzentrale, im Pariser Stadtteil Montmatre. Mit einer Droschke wurde mit den zu behandelnden Substanzen nach dort hingefahren. Es wurden Substanzen geschmolzen oder verflüchtigt, bei denen das bisher nicht gelungen war, Kieselsäure wie Molybdän und Wolfram. Als nahezu unbekannte Verbindungen wurden die Metall-Kohlenstoff-Verbindungen, die **Carbide** erzeugt, auch Silicide und Boride, auch künstliche Diamanten. Über die Calciumcarbid-Gewinnung berichtete MOISSAN 1892 (zit. in Übersetzung 1900 b, S. 269): "Wenn die Temperatur 3000° erreicht, schmilzt sogar das Material des Ofens, der ungelöschte Kalk, und wird flüssig wie Wasser. Bei dieser Temperatur reduziert die Kohle den Kalk mit Leichtigkeit, und Metall wird reichlich frei; es verbindet sich mit der Kohle der Elektroden unter Bildung eines bei Rotglut flüssigen Calciumcarbids, welches leicht zu sammeln ist." Im Jahre 1893 wurden 20 kg. metallisches Chrom erzeugt, auch Chromcarbide. Aus Wolframsäure wurde leicht Wolfram gewonnen. Um den elektrischen Ofen in Paris scharte sich eine internationale Gemeinschaft von jungen Chemikern, wozu aus Deutschland STOCK und FRANZ FISCHER gehörten. Mit dem Azetylen führte der elektrische Ofen in die Herstellung organischer Verbindungen.

MOISSAN hatte die Möglichkeit der industriellen Verwertung seiner Versuche nicht gesehen und lachend einem anderem die Patentnahme gestattet. Industriell wichtig wurde das 1892 resp. 1894 untersuchte **Calcium-Carbid**, das mit Wasser Acetylen liefert. Durch H. MOISSANs elektrischen Ofen wurde fernerhin der Weg zur großtechnischen Herstellung von **Calcium-Carbid** bereitet. In Kanada hat 1892 unabhängig der Ingenieur T. L. WILLSON in einem nach dem Vorbild von

HE´RAULT gebauten Ofen Calciumcarbid erzeugt (W. v. HAKEN 1953).

CLEMENS WINKLER (O. BRUNCK 1906) in Freiberg/Sa. erschloß viele **Hydride**, Verbindungen von Metallen mit Wasserstoff.

# Organische Chemie

## Entstehung und Wesen der "organischen Chemie"

Pflanzen-und Tierstoffe waren frühzeitig Objekt der Pharmazeuten und damit auch der Chemiker. Im 18. Jh. hat etwa STAHL schon auf gemeinsame Besonderheiten der Substanzen aus dem Pflanzen-und Tierreich gegenüber denen aus der mineralischen Welt verwiesen, so das Vorwalten des wäßrigen und brennbaren "Elements" in den Stoffen der Lebewesen. MACQUER verwies auf deren Fähigkeit zur "Fermentation" (P. WALDEN 1927). Etwa der technische und landwirtschaftliche Chemiker HERMBSTÄDT, Berlin, benutzte 1803 (S. 74 ff.) die Termini 'organisch-animalische und vegetabilische' Stoffe und 'unorganische Materie'.

BERZELIUS schrieb **1806 von "Organisk Kemi**", verwendete etwa 1811 die Begriffe "Composita inorganica" und "Composita organica", meinte 1812: "Die organische Chemie ist eine ganz eigene Wissenschaft" und daß der Chemiker "beim Übergang von der Untersuchung der anorganischen Natur zu der der organischen in ein für ihn ganz fremde Gebiet gerät" (zitiert aus: P. WALDEN 1927). In den 20er Jahren des 19. Jh. aber kam es zu der Einsicht, daß die "Körper mineralischen Ursprungs die Vorbilder für die dem pflanzliche und thierischen Organismus entstammenden Verbindungen" sind, daß "in beiden Klassen dieselbe Verschiedenheit des Aggregarzustandes, dieselben Uebergänge aus dem einem in den anderen, dieselben krystallinischen Formen, dieselbe Constanz der Verbindungsverhältnisse, dieselbe Aneinanderlagerung der Elemente nach ihren Atomgewichten oder Multiplen, in beiden Klassen das Auftreten derselben Gattungen von Verbindungen" (A. W. HOFMANN 1882, S. 3152 / 3153), also Säuren, Basen usw., besteht

Der damals noch in Berlin tätige WÖHLER erhielt **1828** bei Untersuchungen über Cyansäure, HO-C=-N, bei deren Vereinigung mit Ammoniak überraschenderweise den vom Urin her bekannten weißen **Harnstoff**, O=C (NH2)2. WÖHLER schrieb an BERZELIUS (zit. bei W. PFLEIDERER 1968, S. 10): "Ich muß ihnen sagen, daß ich Harnstoff machen kann, ohne dazu Nieren oder überhaupt ein Thier, sei es Menschen oder Hund, nöthig zu haben." Das ließ sich deuten als den Übergang von anorganischen in eine organische Substanz. Cyansäure wie auch der bei Zersetzung von Urin entstehende Ammoniak galten als auch im Tierkörper auch enstehende

Substanzen, also nicht aus Pflanzen, weshalb der Sprung vom anorganischen in den organischen Bereich manche nicht überzeugte. Statt einer Synthese erschien die Harnstoff-BildungWÖHLERs wie eine Molekülumlagerung (H. E. ARMSTRONG 1927, S. 660). Andererseits sehen viele heute im Harnstoff eher eine anorganische Verbindung – obwohl er in einem Stoffwechsel über Aminosäuren entsteht und durch ein Enzym, die Urease, abgebaut werden kann. Diese Harnstoff-Herstellung paßte in das Bild von den Gemeinsamkeiten der organischen und anorganischen Stoffe, erschien, nach HOFMANNs Worten (1882, S. 3153) "als Botschaft einer neuen einheitlichen Chemie." Aber ist weniger eindrucksvoll hinzustellen als bei manchen Zeitgenossen.

Manche wollten einen Unterschied zwischen Substanzen aus dem Tier- oder Pflanzenreich und anders zustandegekommenen Kohlenstoff-Verbindungen immer noch aufrecht erhalten, und PASTEUR etwa dachte später, daß nur die von Lebewesen stammenden Kohlenstoff-Verbindungen optische Aktivität aufweisen (H. LANDOLT 1877).

Früh zeigte sich, daß die **Substanzen der Tiere und Pflanzen nur aus wenigen Elementen** bestehen, aus vor allem Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, schon seltener Stickstoff, noch weniger enthalten sie Schwefel und Phosphor oder Metalle. Aus den wenigen selben Elementen bestanden Substanzen, die unentbehrliche Nahrungsmittel waren wie jene, die in geringen Mengen tödliche Gifte waren oder bedeutende physiologische Wirkungen ausübten. Bevor die Strukturformeln aufgestellt wurden und nur die Summenformeln bekannt waren, bot die teilweise eine ganz ähnliche oder gar gleiche Summenformel von Substanzen unterschiedlicher Wirkung keine Erklärung für ihr Verhalten.

Die Neubestimmung einer besonderen "organischen Chemie" setzte sich durch, als in zunehmenden Maße auch **Kohlenstoff-Verbindungen** nicht von lebenden Tieren und Pflanzen, sondern **anderer** verschiedenster **Herkunft**, so aus totem von Lebewesen stammenden Material, Kohlen oder Knochen, isoliert wurden. Trotz aller Gemeinsamkeiten aller chemischen Substanzen erwiesen die Kohlenstoff-Verbindungen verschiedenster Herkunft ihre Besonderheiten, und deshalb wurden alle Kohlenstoff-Verbindungen mit Ausnahme der einfachsten wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefelkohlenstoff (CS2), wurden schließlich als "organisch" bezeichnet, waren Gegenstand der von der anorganischen Chemie abgesetzten **"organischen Chemie"**. KOLBE schrieb 1851: "Da indes eine natürliche Grenze zwischen organischen und unorganischen Verbindungen überhaupt nicht existiert, ... so erscheint es am einfachsten, die organische Chemie geradezu die Chemie der Kohlenstoffverbindungen zu nennen, ...", mit Ausschluß eben der allereinfachsten (Zit. aus P. WALDEN 1927), und es heißt weiter: "Dem Chemiker kommt es auf den Ursprung weniger an, als auf die chemische Natur derselben ..." Gerade viele Substanzen der

lebenden Organismen trotzten zunächst der chemischen Aufklärung, was die Zuwendung der damaligen organischen Chemie etwa nach Ansicht von KEKULÉ zu den mit einer gewinnbaren Summen- und dann Strukturformel nahelegte, die Verbindungen etwa des Teers, entsprechend der Ansicht: "Tierchemie ist Schmierchemie". Die organische Chemie, wie sie KOLBE oder KEKULÉ sahen, wurde nicht nur ein besonderer Zweig der Chemie, sondern hat namentlich in der zweiten Hälfte des 19. Jh. die Chemie dominiert, verwies die anorganische Chemie auf einen zweiten Rang.

L. GMELIN, der ein frühes "Handbuch der organischen Chemie" verfaßte, rechnete in dessen dritten Auflage von 1848 zur organischen Chemie: 1. "Die in den Pflanzen-und Tierkörpern sich vorfindenden einfachen organischen Verbindungen...Chemie der organischen Verbindungen im engern Sinn." 2. "Die Zusammensetzung der aus diesen und den unorganischen Stoffen bestehenden Pflanzen und Tiere und ihrer Teile: Chemische Botanik und Zoologie". Das wäre also der Gegenstand der späteren 'physiologischen Chemie'. 3. "Die chemischen Veränderungen, welche in diesen Körpern, so lange sie unter der Botmäßigkeit der Lebenskraft stehen, vor sich gehen. Chemische Pflanzen-und Tier-Physiologie" (zitiert aus P. WALDEN 1927). Das letzte wäre das Forschungsobjekt der im 20. Jh. entstandenen "Biochemie".

Betrachtet von der Gesamtdimension der Erde und gar des Weltalls ist trotz Kohlenstoffverbindungen in Meteoriten und auch in der interstellaren Materie die "organische Chemie nur eine kleine, abe hochentwickelte Insel in dem riesigen Ozean, den wir anorganische Chemie nennen ..." (EU. G. ROCHOW 1967, S. 67), und auch letzte eher eine Insel im Raum der den Kosmos durchziehenden Kernchemie.

## Quantitative Elementaranalyse organischer Substanzen

Der Aufstieg der organischen Chemie war gebunden an die quantitative organische Elementaranalyse der Substanzen, die Feststellung der Proportionen von Kohlenstoff, Wasserstoff und anderen Elemente in ihnen. Schon geringe Unterschiede ergaben unterschiedliche Verbindungen. Namentlich mit der Zusammensetzung gelang die Identifizierung von Substanzen, nur durch sie konnten die "mannichfaltigen Bezüge", in denen eine Substanz "zu andern Körpergruppen steht", bekannt werden (A. W. HOFMANN 1843). Anfänge der Elementaranalyse gibt es bei LAVOISIER, dann lieferten erste anerkannte, geglückte Elementaranalysen organischer "Körper" GAY-LUSSAC und THÉNARD (C. GRAEBE 1920), publiziert 1810. Mit einem **Oxydationsmittel**, zuerst Natrium- resp. Kaliumchlorat, dann wegen zu heftiger Reaktion mit Kupferoxid, wurden in der Rotglühhitze **Kohlenstoff und Wasserstoff** der zu untersuchenden Substanz **restlos oxydiert**,

die entstandenen Oxydationsprodukte Kohlendioxid und Wasser absorbiert und gewichtsmäßig bestimmt. Das CO2 wurde dafür an Ätzkali (KOH) absorbiert. PROUT bezeichnete die Einführung des "oxide of copper" für die Oxydation von Kohlenstoff und Wasserstoff in der organischen Analyse, der "Verbrennungsanalyse", 1816 als eine ihrer größten Errungenschaften. GAY-LUSSAC und THÉNARD analysierten noch nicht einmal 20 verschiedene organische Substanzen. Und nur wenige Chemiker, so PROUT oder BERZELIUS, beherrschten zunächst die quantitative Analyse organischer Verbindungen.

**Großartig erleichtert**, ja zu einem erlernbaren Routineverfahren, wurde die **quantitative Analyse organischer Verbindungen**, die Feststellung der **Summenformel** der organischen Substanzen, **ab 1831** durch JUSTUS LIEBIG in Gießen. Die unter anderem "Kaliapparat" genannte Vorrichtung zur Feststellung der Summenformel hat die organische Chemie nahezu revolutioniert, "eine ganz neue Untersuchungsweise organischer Körper einegführt" (J. BLYTH et al. 1845, S. 289). Der in die Apparatur einbezogene **"Fünf-Kugel-Apparat"** wurde fast zu einem Symbol der organischen Chemie. Die benötigte Menge der zu analysierenden Substanz betrug damals 0.25 bis 0.50 g. LIEBIGs Laboratorium in Gießen (J. S. FRUTON 1988) mit Studenten aus allen damals Chemie betreibenden Ländern setzte die jungen Leute bevorzugt dazu ein, die Summenformeln aller organischen Substanzen so genau wie möglich zu ermitteln. Sie war nicht nur ein Kriterium zur Substanz-Identifizierung, sondern brachte auch Erkenntnis über die Zugehörigkeit der Verbindungen zu Stoffklassen. 1831 berichtete LIEBIG in 'Poggendorffs Annalen' (S. 31 ff.) von der Untersuchung von Morphin, Strychnin, Brucin, Conchonin, Chinin, Narcotin, Columbin (Columbowurzel), Roccalsäure, Pseuderythrin, Caincasäure, Allantoissäure, Chinasäure. Man traute sich also an Substanzen heran, die sich kaum als solche für Anfängeranalysen eignen. Ab 1839 konnten in dem LIEBIGschen Laboratorium etwa 30 Studenten gleichzeitig unterrichtet werden, und 1843 kamen 15 für den Assistenten HEINRICH WILL dazu.

Allein von einer Summenformel ausgehend, allerdings einer unrichtigen, schlug der damals in England wirkende A. W. HOFMANN um 1850 die Synthese von Chinin aus 'Naphthalidin', dem heutigen Alpha-Naphthylamin, vor (S. STRELLER et al. 2012, S. 236/237). Erhalten wurde aber nicht Chinin, sondern von PERKIN der erste künstliche Farbstoff, das Mauvein, Noch war man nicht bei KEKULEs Erkenntnissen.

In Paris wurde von ähnlicher Bedeutung das kleinere Laboratorium von DUMAS.

Die Gültigkeit der stöchiometrischen Gesetze auch für die organischen Verbindungen wurde erwiesen.



Abbildung 1498: LIEBIG-Labor. Gießen.

PREGLs Mikroanalyse im 20. Jh. kam mit 3 bis 4 mg Substanz aus. Als Absorptionsmittel für Wasser und Kohlendioxid dienen in unserer Zeit allerdings andere Substanzen als in LIEBIGs Apparatur.

Die **Proportion der Elemente** in organischen Verbindungen war in zahlreichen Fällen auch bei verschiedenen Substanzen gleich, so bei vielen Kohlenhydraten. FARADAY fand 1825 zwei Kohlenwasserstoffe mit dem gleichen C/H-Verhältnis, die als Ethen, C2H4, und Buten, C4H8, unterschieden sind (P. RADEMACHER 2005). Zu der Feststellung des proportionalen Anteils der Elemente mußte also noch die Feststellung des Molekulargewichtes treten. Die einen Verbindungen mochten dann in ihrer Zusammensetzung in der Vervielfachung der einen bestehen und man sprach schon früh auch von "Polymerie", etwa beim Vergleich von Ethin/Azetylen und Benzol, mit bei beiden C2H2, nur bei Benzol eben richtigerweise C6H6,.

Am problematischsten blieb die **Stickstoff-Bestimmung**, die JOHAN KJELDAHL (1883) stark verbesserte, als er bei Eiweiß-Forschungen an die Grenzen der Stickstoff-Bestimmung stieß (W. JOHANNSEN 1901). Durch die bisherige Behandlung der stickstoffhaltigen Körper mit Kali und Kaliumpermanganat wurde der Stickstoff nur unzureichend in Ammoniak überführt, aber KJELDAHL benutzte die Oxidation in saurer Flüssigkeit, in konzentrierter Schwefelsäure mit Erwärmung bis zur Siedehitze und nachfolgendem Permanganat-Zusatz, und aller Stickstoff erschien als Ammoniak.

## Die Suche nach möglichst allen Substanzen in irgendwelchen Organismen und deren chemische Charaktisierung

**Alles finden**, alles herstellen, alles untersuchen, **was irgend möglich ist** – war die offensichtliche Zielstellung der Chemiker, war ihr leitende Theorie, und vor allem auch der organischen Chemiker. So wie LINNE´und seine Nachfolger das Pflanzenreich der Erde erschlossen, ging es jetzt um eine möglichst vollständige Kenntnis der organischen Verbindungen. Ob Flechtenfarbstoffe, Pflanzengewebe, die Drüsen der Tiere wie die Thymusdrüse der Kälber - nichts suchte man auszulassen und dann mit diesen Substanzen zu manipulieren. Die **Ergebnisse der Analyse** wurden möglichst **durch** die **Synthese gesichert**. Das synthetische Produkt mußte dann dieselben Eigeschaften aufweisen wie das analysierte. Es kam eine **Datenfülle** zusammen, die **ungeheuer** war und die das 20. Jh. weiter ausbaute. Die Wissenschaft war hier einen Weg gegangen, der alles Bisherige übertraf.

## Die Fülle der organischen Substanzen

Die **Zahl** der festgestellten **organischen Verbindungen** betrug 1880 15.000, 1910 150 000, etwa 1938 etwa 350 000. Die wachsende Zahl der bekannten chemischen Verbindungen, namentlich der organischen, erforderte die übersichtliche **Dokumentation** der Ergebnisse. CARL LÖWIG stellte 1839 / 1840 die bekannten organischen Substanzen in seiner "Chemie der organischen Verbindungen" zusammen (H. LANDOLT 1890). FRIEDRICH KONRAD BEILSTEIN (E. HJELT 1907, F. RICHTER 1938)), aus einer deutschen Familie in St. Petersburg, der sich in seiner Studienzeit bei den bedeutenden Chemikern in Deutschland und Frankreich aufgehalten hatte, schuf nach 1860 das nach ihm benannte "Handbuch der organischen Verbindungen", zunächst nur als ein Katalog der organischen Verbindungen gedacht, wobei eine gewaltige Literaturauswertung für das von BEILSTEIN zuerst fast allein betriebene Unternehmen erforderlich war. Die erste Auflage des Werkes erschien 1880 bis 1882 in 14 Lieferungen, 2201 Seiten stark in 2 Bänden. Gerade die Erschließung der Aromaten ließ die Zahl der bekannten Stoffe stark anwachsen. Die 2. Auflage war bereits auf 4080 Seiten in 3 Bänden angewachsen, die 3. Auflage 1892 bis 1899 auf 6844 Seiten in 4 Bänden. Es hieß, daß in BEILSTEIN "eine große Zeit" "ihren großen Mann" fand. Es folgten 1899 bis 1906 4 Ergänzungsbände mit 4 600 Seiten, 1918 folgte der 1. Band einer 4. Auflage. EMIL FISCHER spricht 1907 (S. 1750) von 130000 Kohlenstoff-Verbindungen. Im 20. Jh. wurde die Million überschritten. Schon im 19. Jh. erhob sich die Frage ihrer **Systematisierung**.

Für die Verwendung von Substanzen in der **Pharmazie oder auch der Technik**

war die Erkenntnis wichtig, daß vielleicht als relativ gering betrachtete Veränderungen in der Zusammensetzung eines Stoffes einen solchen mit teilweise veränderten Eigenschaften und anderer, oft günstigerer Wirkung hervorbringen. Um 1869 fanden CUM BROWN und FRASER, daß eine Reihe von Alkaloiden, so Strychnin, Brucin, Atropin, Morphin, unter Einwirkung von Methyljodid ihre Eigenschaften verloren und wie Curare wirkten, also die Enden der motorischen Nerven blockierten (G. BARGER 1930). Später und namentlich im 20.Jh. wurden von Pharmaka und etwa Sexualhormonen leicht veränderte Substanzen erzeugt und so mehr wirksame und weniger oder anders wirksame Derivate gewonnen, als die Palette verwendbarer Substanzen stark erhöht. Aber auch bei Kautschuk, Farbstoffen und anderen wurden von den Naturprodukten ausgehend ähnliche, zum Teil wertvollere synthetische Produkte hergestellt. Die **Natur** bietet, wie auch die Pflanzenzüchtung bewies, **nicht unbedingt das Optimale**.

Es mag fast als ein Wunder der Natur erscheinen, daß unter der Fülle von organischen Stoffen, ob aus Lebewesen oder aus chemischen Verfahren, manchmal eine einzige bestimmten Anforderungen, etwa in der Medizin, gerecht wird, wenigstens in optimaler Weise. Jede Erfassung einer neuen Substanz aus einer Pflanze oder in späterer Zeit namentlich aus einem Pilz, einer Mikrobe, einem Meerestier konnte eine Überraschung hinsichtlich ihrer Verwertung bieten.

Eine "rationelle" **Nomenklatur** wenigstens vieler organischer Verbindungen wurde auf dem Chemikerkongreß in Genf **1894** (F. TIEMANN 1892) vereinbart, die "**Genfer Nomenklatur**". Die Vulgärnamen oder bisher üblichen Benennungen der organischen Verbindungen wurden jedoch weiterhin oft verwendet, etwa in der späteren Biochemie.

Mit der Zunahme der organischen Substanzen wurde die **Charakterisierung** jeder **durch physikalische Parameter** wie Gefrier- und Siedepunkt, spezifisches Gewicht, Dampfdichte, Löslichkeit, Kristallform wichtig, um dieselbe Substanz bei verschiedener Herkunft wiederzuerkennen und ihre Reinheit in der Konstanz dieser Parameter festzustellen (P. WALDEN 1910). Bedeutende Untersuchungen hierzu stammen von GAY- LUSSAC, der etwa die genauen Siedepunkte für reinen Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff feststellte. Etwa L. GMELIN bringt 1821 Tabellen von Siede- und Schmelzpunkten. Die immer zahlreicher bekannten isomeren Stoffe mit ihren nicht oder oft wenig unterscheidbaren chemischen Eigenschaften hätten anders als durch die physikalischen Parameter nicht unterschieden werden können. Nicht aus ihren Vorkommen direkt entnommene organische Verbindungen wurden zunächst vor allem aus **Zersetzung** von organischen Stoffen gewonnen, auch durch **Umwandlung** in etwa ähnliche Verbindungen wie die Ausgangsstoffe unter Einfluß verschiedenster Agentien, erst später auch **synthetisch** durch Aufbau aus einfacheren Ausgangsstoffen, zuerst auch organischen (J. S. MUSPRATT et al.

1845).

Immer wieder wurde nach Verfahren gesucht, auch **qualitativ** organische Substanzen voneinander zu unterscheiden, etwa um 1861 in der 'Zeitschrift für Analytische Chemie" von R. FRESENIUS, Alkaloide – und was damals mit dazu gerechnet wurde – in einer Tabelle zu charakterisieren.

**Organische Substanzen** wurden zuerst vor allem auch gewonnen aus Materialien **der Natur**, entstammten also **Pflanzen, Tieren, lebenden wie absterbenden oder toten, und fossilen Resten wie Kohle und Erdöl**. Es war **Präparative Chemie**, Für die Gewinnung von Substanzen aus Pflanzen- oder Tiermaterial gab es zunächst keine festen Regeln. Vieles war **Empirie**. Es mußte probiert werden mit als lösend oder reaktiv bekannten Substanzen die erwarteten Pflanzen- oder Tierstoffe herauszulösen und dann zu fällen.

CAVENTOU und PELLETIER (M. SUTTON 1015, S. 15) nannten den von ihnen aus Laubblättern extrahierten grünen Farbstoff **Chlorophyll** Als BERZELIUS 1838 das Chlorophyll untersuchen wollte, löste er es mit Alkohol aus den Blättern und behandelte den "alkoholischen Auszug" mit konzentrieter Salzsäure und Alkalien und ahnte nicht, daß diese Mittel hier viel zu grob wirkten und das Blattgrün 'tiegreifend' zersetzten, also nur Umwandlungsprodukte erhalten wurden (zit. bei R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 1). E. VERDEIL "glaubte Chlrophyll in reinem Zustand zu isolieren, indem der einen siedenden alkaholischen Extrakt mit Kalkwasser fällt und den Niederschlag mit Saltsäure behandelt" (Zitat aus R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S.). Durchaus wurden dann viele Substanzen gewonnen und auch bei Chlorophyll mit sanfteren Verfahren herangegangen. Viel benutzt wurden als Lösungsmnittel auch **Äther, Methylalkohol, Aceton, Benzol, Schwefelkohlenstoff** und die Wirkung auf die verschiedenen Substanzen war durchaus unterschiedlich. "Von der Extraktion mit Lösungsmitteln, die kein Chlorophyll aufnehmen, Petroläther, Benzol und Schwefelkohlenstoff, haben WILLSTÄTTER und MIEG zum erstenmal zur Isolierung von Carotin Anwendung gemacht" (R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 58/59). Ein wichtiges Verfahren war weiterhin ie **Trockene Destillation**, das Erhitzen unter Luftabschluß. Verbesserung der Verfahren brachten oft weitere Substanzen.

Die **präparative Darstellung**, die "Scheidung" ähnlich reagierender organischer Substanzen, geschah etwa durch ihre Überführung in **besser trennbare** Derivate. Um 1820 wurden die Säuren in Pflanzen durch Reaktion mit Bleiacetet als abtrennbare Bleisalze ausgeschieden. Durch Lösungsmittel abgeschiedene Pflanzensalze ließen sich etwa durch ihre Löslichkeit oder Unlöslichkeit in Äther, Alkohol oder Wasser oder einer Kombination dieser Lösungsmittel unterschieden. J. B. TROMMSDORFF beschrieb etwa (S. 284) die Gewinnung der schon SCHEELE

bekannten Äpfelsäure: In Apfelsaft wurde durch Verbindung mit "Kali" das Kalisalz hergestellt, dazu das salpetersaure Blei (Bleinitrat) gegeben und es schied sich eine in Wasser nicht lösliche Verbindung aus mit darüber stehenden abzugießenden schleimigen Teilen. Mit Schwefelsäure wurde aus dem Bleisalz der Äpfelsäure die freie Äpfelsäure ausgeschieden - eine stets zerfließende, nicht kristallisierbare Substanz.

Trennung ähnlicher Substanzen durch Überführung in besser trennbare wurde viel später auch etwa für Zucker und Aminosäuren durchgeführt.

**Einunddieselbe Substanz** konnte durch **unterschiedliche Verfahren** an verschiedenen Orten gefunden werden. Quantitative Analyse und eindeutige Reaktionen dienten zur Feststellung der Identität der verschedenenorts gefundenen Substanz. Musterbeispiel einer solchen mehrfach gefundenen, unabhängig voneinander benannten und dann erst als **identisch erkannten** Substanz war die später "**Anilin**" genannte Verbindung. RUNGE erhielt aus dem Steinkohlenteer eine von ihm "Kyanol oder Blauöl" genannte "Base", die Chlorkalk veilchenblau färbte. OTTO UNVERDORBEN fand eine von ihm "Krystallin" genannte Substanz, FRITZSCHE entdeckte um 1840 nach Einwirkung von Alkalien auf Indigoblau und Destillation ein von ihm "Anilin" genanntes Produkt. 1842 stellte N. N. ZININ in Kasan eine bei ihm "Benzidam" genannte Verbindung her. A. W. HOFMANN erwies **alle diese Substanzen** als **identisch**, wobei er für sie den Namen 'Anilin' übernahm, der sich durchsetzte. Die spätere organisch-technische Industrie wurde gerade mit dem "**Anilin**" verbunden. Bei verschiedensten Reaktionen trat sie auf, bei verschiedenen technischen Prozessen wurde sie später gewonnen, und bei Anilin wie bei anderen Susbtanzen hat die wenigstens zunächst überraschende **Entstehung bei verschiedenen Reaktionen** auch zum Verständnis ihrer Zusammensetzung beigetragen. Wie A. W. HOFMANN 1843 feststellte (S. 75): "Es ist mit dieser Basis gegangen, wie mit vielen anderen organischen Körpern, die Anfangs vereinzelt dastanden, bis man sie bei fortgesetzten Studium in den mannigfaltigsten Processen wieder auftauchen sah." Als HOFMANN ab 1845 in England viele Forschungen mit Anilin durchführte mußte er das Anilin noch einem kostspieligen Prozeß durch die Destillation **von Indigo** mit Pottasche herstellen (W. H. PERKIN 1896). Auch für zahlreiche andere organische Substanzen war die Identitätsfeststellung wichtig, entstammten sie verschiedener Herkunft und wurden gar im Laboratorium auch erzeugt. WILLSTÄTTER und STOLL (1913, S. 20) überprüften die Identität der Chlorophyll-Komponenten a und b an über 200 Pflanzen-Arten und fanden sie überall identisch, ja fast stets sogar in den Proportionen 3 : 1,

Gesucht wurden aber nicht nur die verschiedenen Substanzen. Auch ihre Aber nicht nur der verschiedensten Substanzen suchte man habhaft zu werden, sondern auch ihr Vorkommen in verschiedenen Lebewesen aufzufinden, ein Bild von ihrer

**Verbreitung** etwa in den Lebewesen interessierte. Manche, wie Äpfelsäure oder Oxalsäure, waren weit verbreitet, andere kannte man wenigstens zunächst nur einer Pflanzenart.

## Herkunft und Gewinnung organischer Substanzen aus der Natur und diese dann im Laboratorium verändert

Die aus Naturmaterialien gewonnenen organischen Substanzen wurden dann **im Laboratorium** verschiedensten **Reaktionen mit anderen Substanzen** unterworfen, etwa Halogenen, und sie wurden also "chloriert", "bromiert", "jodiert", oder es kam die Einwirkung von Schwefelsäure, wurde also "sulfiert", oder mit Salpetersäure wurde "nitriert", wurden andere Atomgruppen eingeführt, wurde "methyliert" oder "äthyliert". Vielfach wurde in den aus der Natur gewonnenen Substanzen Wasserstoff ersetzt, und diese "Methode der Substitution" brachte eine "fast übersehbare Anzahl von Verbindungen" zustande (P. GRIESS 1860, S. 201). **Von den Bedingungen**, den einwirkenden Faktoren, **Temperatur** und Druck, hing vielfach ab, welche Substanzen entstanden. Selten verliefen die Substitutions-Reaktionen glatt und oft entstanden in demselben Verfahren unterschiedliche Substanzen, die dann zu trennen waren. Eine Vielzahl von Kohlenstoff-Verbindungen, also organischen Substanzen, war nur Laborprodukt – wenn nicht die eine oder andere dann doch noch in der Natur nachgewiesen wurde. Laborprodukt war beispielsweise die so reich benutzten Phthalsäuren, C6H5(COOH)2. Durch Einfügung immer weiterer Atomgruppen kam man zu immer anderen, in ihren Eigenschaften auch überraschenden Stoffen. Mit der Registrierung und Bekanntgabe der immer neuen Substanzen kam man kaum nach. Es war eine Art Ehrenpflicht, daß eine neue Substanz oder Stoffgruppe zunächst dem Erstbearbeiter zur Weiterbearbeitung überlassen blieb, man also nicht in von anderen erschlossenen Revieren wilderte, bis auch andere Chemiker diese mit übernahmen.

Auf Grund auch gemeinsamer Eigenschaften ließen sich die Substanzen in **Stoffgruppen**, "Körpergruppen", vereinen, was Übersicht brachte. Gut, wenn bestimmte Reaktionen die Zugehörigkeit einer Substanz zu einer bestimmten Stoffgruppe anzeigten, wie die Reaktion von Phenylhydrazin bei Aldehyden und Ketonen, als einem "Mittel", das "den **analytischen Nachweis** einer grösseren Anzahl von Körpern auf bequeme Weise" ermöglichte (E. FISCHER 1881a, S. 572).

Ließen sich Substanzen vor allem einer Stoffgruppe nur schwer oder nicht trennen, wurden sie **in andere Verbindungen** überführt, die sich möglichst zersezungsfrei trennen ließen. So war es bei Kohlenwasserstoffen durch Behandlung mit Pikrinsäure.

## Organische Substanzen aus lebenden Pflanzen oder toten Pflanzenmaterial

**Isolierung** und möglichst reine Darstellung von **Pflanzen- und Tierstoffen**, also von **Naturstoffen**, bestimmte zunächst den Weg zur Organischen Chemie (GOODMAN 1972). **Pflanzen**, die spezifische Gift- oder auch Heilwirkung ausübten, zum Färben oder Gerben dienten, die spezifischen Geruch oder Geschmack aufwiesen oder sich durch Milchsaft und Harz auszeichneten wurden im Verlaufe der nächsten Jahrzehnte und auch später auf die dafür zuständigen Substanzen teilweise fast systematisch abgesucht und die Zahl der bekannten Pflanzenstoffe zunehmend erhöht. Es gibt wohl **nicht zwei Pflanzen-Arten**, die **gleich riechen** oder **schmecken**, und das verweist auf die zu erwartende Fülle von spezifischen Substanzen in Pflanzen, die sich erwarten ließen.Man sehr nur auf die Doldengewächse, ob Petersilie oder Möhre, Koriander und die vielen anderen.

Untersucht wurden gern auch **überseeische, gar tropische** und von dortigen Einheimischen übernommene **Heilmittel**, die teilweise schon bald nach den Entdeckungen, im 16. Jh., **in europäische Apotheken** gekommen waren, so die Chinarinde vom Chinarindenbaum, der Sabadill-Samen von einem Liliengewächs aus dem tropischen Amerika oder der Tolubalsam von einem südamerikanischen Baum. Von manchen überseeischen Pflanzenmaterialien war die genaue Herkunft wenigstens zunächst gar nicht bekannt. In den Offizinen der Apotheken lagen also chemische ungehobene Schätze, trockene vor allem, Wurzeln, Rinden, Früchte, Samen, trockene Blätter und Blüten.

Hatten die Botaniker wenigstens seit LINNE´ versucht, die Fülle der Arten zu erfassen, so haben die Chemiker im 19. Jh. danach gestrebt, **möglichst alle Substanzen in all den Arten zu erschließen**, ergänzten also die Art-Erfassung nach der chemischen Seite.

FRIEDLIEB FERDINAND RUNGE klagte zwar noch 1820, daß die **Phytochemie**, Pflanzenchemie, noch sehr unbeachtet ist und nur etwa etwas mehr als 40 Pflanzenstoffe bekannt wären. Das änderte sich jedoch bald. RUNGE, der dann auch bei der Teer-Erschließung durch trockene Destillation führend wurde, war 1795 als Sohn eines kinderreichen Predigers in Billwärder bei Hamburg geboren und wuchs nicht in Wohlstand auf. Er kam nach der Apotheker-Lehre im Studium in Göttingen, Berlin und Jena über die Pharmazie und Medizin zur Chemie. Nach der Habilitation 1823 wurde er außerordentlicher Professor der Technologie an der Universität Breslau. Einige Zeit konnte RUNGE in Paris weilen. Im Dienst der Berliner Kgl. Seehandlung wurde RUNGE 1832 Direktor einer diesem Unternehmen gehörenden chemischen Fabrik im Schloß in Oranienburg nördlich von Berlin. Als anderswo die auch durch seine Entdeckungen mit möglich gewordene Farben-

industrie schon im frühen Aufblühen war, starb RUNGE am 25. März 1867 in ihm von seiner Jugend her bekannter Dürftigkeit (ANSCHÜTZ 1889, O. N. WITT 1894).

Führender Pflanzenchemiker wurde FRIEDRICH ROCHLEDER, der 1854 in seiner "Phytochemie" die verschiedensten untersuchten Pflanzen-Arten in systematischer Folge vorstellte und bei jeder die damals bekannten Inhaltsstoffe angab. Der 1819 geborene Wiener Apothekerssohn ROCHLEDER (GINTL 1874, H. HLASIWETZ 1875), auch LIEBIG-Schüler, war Professor der technischen Chemie in Lemberg, 1849 Professor in Prag 1870 in Wien, und hatte sich selbst besonders mit den Gerbsäuren, Glucoside, mit Pflanzenfarbstoffen, dem Coffein beschäftigt, Substanzen, deren Aufklärung noch kaum möglich war. Als noch bedeutender unter den Pflanzenchemikern gilt HEINRICH HLASIWETZ (L. BARTH 1876), der ebenfalls Apothekersohn war, Assistent in ROCHLEDERs Prager Laboratorium, später Professor in Innsbruck und 1867 auf der Lehrkanzel für chemische Technologie des Wiener Polyttechnikums wurde. Beide hatten zahlreiche Schüler.

Daß aus **Pflanzen manche wichtigen Substanzen** zuerst gewonnen wurden bezeugen etwa Namen wie "**Chinon**" oder "Chinolin", die dem Chinin aus der Rinde des Chinarinden-Baumes ihre Erstauffindung verdanken.

## Die Frage nach dem Vorhandensein der Pflanzensubstanzen schon vor deren Abscheidung – "Unmittelbare Prinzipien" - und auch der Zusammensetzung der Verbindungen aus ihren Spaltprodukten

Isolierung von Substanzen aus Organismen ließ immer auch die Frage aufkommen, ob sie, etwa der "Methylalkohol" (Methanol) im Holz, "ein Zerstörungsproduct" ist oder "im Holz präexistierte" (A. W. HOFMANN 1850, S. 176), also ein "**unmittelbares Prinzip**" ist, schon **vor der Abtrennung** in dem Augsangsmaterial **vorhanden** war. Für den reinen Formel-Chemiker mochte das zweitrangig sein, aber für den Naturstoff-oder gar Stoffwechsel-Chemiker sowie diejenigen, der Pflanzen als Rohstoffquelle benutzen wollten, mußte das wichtig sein. Bildung erst bei der Abtrennungsprozedur wies CAHOURS (1849) etwa für Furfurol nach, und dieses war also kein "unmittelbares Prinzip" war.. Wie HOFMANN (S. 176) mitteilte, fand CAHOURS andererseits bei Gaultherin-Öl, daß "Methylverbindungen" in dem Organismus von Pflanzen ausgeschieden werden, die etwa aus dem in Pflanzen stets vorhandenen Ammoniak entstehen, also immerhin Abprodukt im Pflanzenstoffwechsel sind. Um ein neueres Beispiel zu geben, so wurde in WILLSTÄTERs (et al. 1913, S. 308) das Phytol als im intakten Chlrophyll nachgewiesen, "aus dem

Chlorophyll unter den gelinden Bedingungen der Alkoholyse mittels der Chlorophyllase abgespalten und mit besonderer Vorsicht isoliert."

Nach dem ursprügnlichen **Vorhandensein von Substanzen in Kohle** oder der aus dieser gewonnenem Teer oder anderen Produkten trockener Destillation wurde immer wieder gefragt und die Antwort nach Neubildung von Substanzen bei trockener Destillation fiel unterschiedlich aus. Immerhin fielen aus dem Teer je nach angewandter Temperatur bei der trockenen Destillation unterschiedliche Produkte an.

Wie steht es mit **vorgebildeten Bestandeilen** der Zersetzung unterworfenen Molekülen? Jedenfalls meinte 1857 (S. 298) LIMPRICH bei seiner Untersuchung der Aminosäuren bei dem aus Horn erhaltenen Leucin, "welches in vollkommen reinem Zustande und bei vorsichtiger Erhitzung fast vollständig in Amylamin und Kohlensäure zerlegt wird -, dass man sie nicht nicht als secundäre Zersetzungsproducte betrachten kann." Aber es fanden sich auch gegenteilig interpretierbare Reaktionen.

## Wie weit man aus Zersetzungsprodukten einer komplizierteren Verbindung, einer organischen zumal, auf deren Zusammensetzung schließen durfte, war eine wichtige Frage der Aufklärung von Verbindungen.

## Kleinste Mengen von manchen organischen Substanzen und winzige Abänderungen können große Wirkungen haben

Schon lange haben Apotheker mit Kleingewichten, mit Unzen etwa, hantiert. Und immer wieder zeigte sich, daß winzige Stoffmengen, so bei den Alkaloiden oder Cyan-Verbindungen, in **sehr geringen Mengen tödlich** sein können, tödliche **Gifte** sind. Und **in den lebenden Organismen** zeigte sich, dann namentlich auch im 20. Jh. daß **geringe Mengen** in den Organismen auf natürliche Weise gebildete Substanzen, bei Hormonen oder Vitaminen, **große Wirkung** entfalten. Und **geringe Abänderungen** in den Molekülen, vielleicht an einer Stelle, können die **Wirkung verändern**. Nur geringfügig unterscheidet sich der chemische Hintergrund der Blutgruppen A und B, und die falsche Blutgruppe in Körper kann tödlich sein. Geringe Veränderungen bei den Sexualhormonen verändern die Wirkung. Chemie ist also nicht nur Großindustrie. Große Feinheiten, Beachtung geringer Unterschiede - das ist eine der grundlegenden Voraussetzungen für die Tätigkeit vieler Chemiker. Man könnte von die Chemie und auch die Pharmazie

und Biochemie durchziehenden Prinzipien größerer bis großer Wirkung von geringen Stoffmengen und beachtliche Wirkungsänderung gering erscheinender substantieller Änderungen sprechen.

## Alkaloide – Wegbereiter in der Isolierung von Pflanzensubstanzen

## Von der Gift- und Drogen-Pflanze zum wirksamen Inhaltstoff

Pflanzen mit starker physiologischer Wirkung, für **Rausch, als Gift** oder als wirksames **Arzneigewächs**, waren lange bekannt, viele auch in anderen Kulturen als denen Europas. Nun wurde versucht, das wirksame "Prinzip" oder besser die "wirksamen" Substanzen präparativ darzustellen, in ihrer chemischen Zusammensetzung aufzuklären. **Von der** wirskamen **Pflanze zur Substanz** also ging der Weg. Die Substanzen, viele **Alkaloide**, waren allerdings zunächst bestenfalls in ihrer Summenformel aufzuklären, während die Festellung ihres Molekülbaues, ihrer Struktur, auf weitere Fortschritte in der Chemie warten mußte, auf die Kenntnis einfacherer Verbindungen, wie mancher im Steinkohlenteer. "Tierchemie" galt dann erst einmal als "Schmierchemie". Soll man in der Lehre **vom Einfachen zum Komplexeren fortschreiten**, so **konnte** das **die Forschung oft nicht**, weil nicht von Anfang an bekannt war, was einfacher und was komplexer ist. In Lehrbüchern erschienen später die Alkaloide eher weit hinten. Die Konstitution der Alkaloide fand man nach 1870.

## Der Weg in die Organische Chemie über Substanzen von Pflanzen aus aller Welt

## Alkaloide aus Mohn – 'Morphin'

Eine frühe, viel beachtete **Isolierung** eines in der Medizin verwendbaren pflanzlichen Stoffes war die von **Morphin**, von Morphium-Präparaten, aus dem Opium des Schlafmohns, *Papaver somniferum*, 1806 durch FRIEDRICH WILHELM ADAM SERTÜRNER (F. EIDEN 2004, M. R. KESSELMEIER 2008). Mohn beziehungsweise der aus seinen grünen Kapseln gewonnene Saft, das Opium, war ein schon im Altertum bekanntes und gegen verschiedene Krankheiten gebrauchtes Medikament. Es findet sich auch genannt in der ersten deutschen Pharmakopoe,

dem 'Dispensatorium Norimbergense' des VALERIUS CURDUS von 1546. Vor SERTÜRNER, war etwas vorher in Frankreich Opium untersucht worden und wurden Opium-Produkte gewonnen. Das Opium von Schlafmohn hatte wegen mangelnder Möglichkeit der Dosierung unterschiedliche Wirkung und schon deshalb kam Opium-Forschung kam. Der 1783 bei Paderborn als Sohn des fürstbischöflichen Ingenieurs und Landmessers geborene SERTÜRNER lernte ab 1799 in der Hofapotheke in Paderborn und wurde dort auch Gehilfe wie 1806 in der Ratsapotheke in Einbeck. Unter der französisch-westfälischen Regierung durfte SERTÜRNER in Einbeck eine zweite Apotheke eröffnen, aber die Konkurrenz erreichte unter Hinweis auf die Genehmigung in der Franzosenzeit, daß SERTÜRNER zur Führung einer eigenen Apotheke, der alten Ratsapotheke, 1820 nach Hameln ausweichen mußte. SERTÜRNER hatte aus Opium eine Säure erhalten, die er wegen stärkerer Verwandtschaft zum Eisen als bei Gallussäure vorhanden und andere Pflanzeninhaltsstoffe als eigene Säure ansah und Opiumsäure nannte. Da sich diese, auch Mekonsäure genannt, nicht als der wirksame Stoff im Opium erwies, hat SERTÜRNER getrocknetem Saft der Mohnkapsel der Heißbehandlung mit destilliertem Wasser und schließliche Ausfällung mit Ammoniak eine weiß-graue Substanz erhalten, die einen Hund zum Schlaf und zum Erbrechen brachte. SERTÜRNERs Arbeiten hierzu erschienen 1806, 1811, 1817. Das eine alkalische Reaktion gebende Morphium verband SERTÜRNER mit den verschiedensten Säuren, aus denen es durch Ammoniak getrennt werden konnte. Wegen nicht eindeutiger Resultate an Hunden und kritischen Einwänden probierte SERTÜRNER das Morphium nicht nur an sich selbst aus, sondern bewog auch 3 noch nicht 17-jährige Bekannte zur Morphium-Einnahme, mit einer 3mal höheren als der heute zulässigen Maximaldosis (F. KRÖMEKE 1925). Besorgniserregende Vergiftungserscheinungen blieben nicht aus und wurden mit Essig bekämpft. Heute erschiene in diesem Falle zu Recht die Kriminalpolizei an der Wohnungstür. Opiumextrakt ohne Morphium erwies aich als wirkungslos. Der im Alter menschenscheue, 1841 gestorbene SERTÜRNER hat auch gegen Widersacher wegen seiner Laufbahn als Autodidakt noch manche anderen Untersuchungen durchgeführt, auch über Geschütze und Geschosse.

Der Milchsaft aus den grünen Kapseln des Schlafmohns, das Opium, und das war wichtig, wirkte offensichtlich nicht als ein nahezu undurchschaubares Stoffgemisch, sondern seine **Wirkung** beruhte **auf einzelnen, präparativ darstellbaren, durch den Arzt somit dosierbaren Substanzen**, wobei das Morphin eines von, wie SERTÜRNER (1811 a) selbst meinte, wohl mehreren Bestandteilen des Opiums ist. Es zeigte sich /1811 b, S. 105 / 106), "daß die Wirksamkeit vieler organischer Körper in medicinischer Hinsicht, vorzüglich in eigenthümlichen extractiven Substanzen gegründet läge, ..."




Abbildung 1499: SERTÜRNER-Apotheke. Einbeck.

Die Wirkung, eben auch **die "Heilkraft", von heilenden Pflanzen erwies sich** jedenfalls als **durchschaubarer, beherrschbarer** als oft angenommen worden war von jenen, die möglichst viele Substanzen in einer Arznei zusammenmischten. Man lernte nun die wirksamen Teile abscheiden, auch von der Chinarinde. LIEBIG meinte später, es wäre ja wohl unnötig, vielleicht gar gefährlich, ganze Hölzer zu essen, damit ein einziger neben vielen anderen in ihnen enthaltener Stoff im erkrankten Körper heilend wirkt. **Möglichst reine**, **spezifisch wirkende Heilmittel** mußten Ziel der Arzneimittelherstellung sein - eine neue Ausrichtung der Pharmakologie, die im 20. Und 21. Jh. teilweise auch wieder in Frage gestellt wird. Hier, mit am Anfang der praktischen Pflanzenchemie, 1811, meinte SERTÜRNER (S. 102) recht selbstbewußt: "... es gibt wohl wenige Menschen, die durch sich selbst, und größten Theils durch eigene Opfer, so viel dauerndes Gutes stifteten, als die Cultoren der Chemie und der höheren Pharmacie dieses und der letzten Jahrzehnte des verflossenen Jahrhunderts." Das führt dann schon in die chemische Industrie (s. d.).

## Bald Gewinnung weiterer Alkaloide – weiter bis in um 1870

Die schließlich als stickstoffhaltig erkannten, basisch wirkenden **Alkaloide**, "Pflanzenbasen", die in so vieler Hinsicht Droge oder Gift sind, daher von Schauer und Geheimnis umwittert waren, wurden schon um 1820 teilweise in faßbaren und verwendbaren Mengen aus Pflanzenteilen gewinnbar, gesucht namentlich in schon lange wegen ihrer Giftigkeit, psychischen oder heilenden Wirkung bekannten Pflanzen wie Bilsenkraut, Stechapfel, Tollkirsche, Herbstzeitlose. Es waren zunächst **Apotheker**, die Isolierung und Untersuchung der Alkaloide und auch die Darstellung anderer Substanzen betrieben. Es versprachen gerade Alkaloide Anwen-

dungsmöglichkeiten in der Medizin, und die Apotheker waren in der präparativen Feinarbeit ausgebildet. Gewonnen wurden die Alkaloide als Pulver, bei der Isolierung aus sogar relativ kleineren Mengen von Pflanzensubstanz immerhin in Milligramm-Portionen.

Als Brechmittel diente schon im 18. Jh. das Pulver der geraspelten "Nux vomica", einer Nußfrucht, "Krähen-Auge", noch in ZEDLERs Universal-Lexikon 1737 (Spalte 1632) als von unbekannter Herkunft beschrieben. Später wurde die "nux vomica" erkannt als Frucht der von LINNE´ als ***Strychnos*** bezeichneten tropischen Baum-Gattung Der Militär-, Krankenhaus- und schließlich Hochschul-Pharmazeut JOSEPH-BIENAIMÉ CAVENTOU (A. BERMAN 1971) und der Apothekeninhaber PIERRE-JOSEPH PELLETIER isolierten 1818 aus Pulver solcher geraspelten und dann zerstampften Strychnos-Nuß, jener der Saint-Ignatius-Bohne, *Strychnos ignatii*, von den Philippinen (J. BUCKINGHAM 2008) das **Strychnin**, 1819 Brucin.

Der in Halle / Saale in der Löwen-Apotheke seines früh verstorbenen Vaters geborene und nach der Lehre in Erfurt von 1819 – 1842 als Inhaber in der väterlichen Apotheke tätige CARL FRIEDRICH WILHELM MEISSNER (1819; O. BESSLER 1963, W. SCHROTH 1993, TROMMSDORFF Briefwechsel 2002), auch unermüdlich chemisch forschend, isolierte 1819 aus den Sabadill-Samen, von dem Liliengewächs *Schoenocaulon officinale* resp. *sabadilla* oder *Veratrum sabadilla*, eine weitere solche Pflanzenbase, die er Saballidin nannte und die sich später als mit dem Veratrin identisch erwies.. Die gelbblühende Pflanze kommt vor in Mexiko, Venezuela und Guatemala und wurden gegen Läuse benutzt. In den 5 mm länglichen schwarzbraunen Samen kommen bis zu 4% Alkaloide vor, MEIßNER gibt 1 – 2 % an , und die erhaltene Substanz nennt er schmutzig weiß. MEIßNERs führte für die **basisch reagierenden** Substanzen aus Pflanzen die bleibende Bezeichnung "**Alkaloide**" ein. Sie unterschieden sich stark von den sonst als Alkalien bezeichneten Stoffen. Daß diese Alkaloide basisch reagieren wurde auch deswegen hervorgehoben, weil bisher aus Pflanzen saure Substanzen, Pflanzensäuren, isoliert wurden, also damit eine frühe Gliederung organischer Substanz, saure und alkalische, stattfand, wie GAY-LUSSAC betonte (W. SNEADER 2005, S. 91) Als Basen sind die Alkaloide in der Pflanze vielfach an Säuren gebunden, in dem Sinne nicht ganz "unmittelbare Prinzipien", aber eben gut ablösbar. Der Stickstoff in den Alkaloiden wurde erst nach 1827 nachgewiesen.

MEIßNER ging gemäß seinem Bericht (S. 377) so vor, daß die Samen werden "mit mässig starkem Alkohol" ausgezogen wurden, dieser "bei gelinder Wärme verdampft, oder aus der Retorte überdestillirt" wurde, der harzige Rückstand mit Wasser behandelt, "die braune Auflösung filtrirt, und solange mit kohlenstoffsäuerlichem Kali versetzt, als noch die geringste Trübung entsteht", der "Nie-

derschlag so oft mit Wasser ausgewaschen, bis dieses ungefärbt abläuft, und in gelinder Wärme" getrocknet.

Aus der als Antigichtmittel benutzten, im Herbst auf Wiesen rosa-bis lila-blühenden stark giftigen Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale*, gewannen PELLETIER und CAVENTOU 1819 ein Präparat von dem 1886 von SIMON ZEISEL, Wien, rein dargestelltem **Colchicin** (P. W. THIES 1985).

Das **für die Heilkunde besonders wichtige**, weil seinerzeit als fast allein als fiebersenkend bekannt, das adstringierend wirkende **Chinin** (quinine) stellten 1820 ebenfalls CAVENTOU und PELLETIER dar. Das Chinin im engeren Sinne ist eines der etwa 25 – 30 Alkaloide in der Rinde des Cinchona-Baums am Osthang der Anden, dargestellt als bräunliches Pulver. In der China-Rinde, "china" nach einem Ketchua-Wort, sind etwa 4 – 12% Chinin enthalten, also eine doch beträchtliche und zur Gewinnung ausreichende Menge. Im 18. Jh. war die fiebersenkende Wirkung dieser Rinde der Cinchona bekannt geworden und deren zu einem braunen Pulver zerkleinerte Rinde blieb das **einzig wirksame Mittel gegen die Malaria**. Mit der Nutzung der Cinchona-Bäume drohten diese trotz ihres Vorkommens in oft recht schwierig erreichbarem Gelände abzunehmen. Es wurden solche Bäume aber nicht nur in britische südostasiatische Kolonien überführt, sondern auch ein Verfahren für die chemische Herstellung des Chinin gesucht, aber im 19. Jh. nicht gefunden. Die China-Alkaloide blieben ein Vorzugsobjekt mancher Chemiker (W. KOENIGS 1906)..

PELLETIER und CAVENTOU gewannen unabhängig von ROBIQUET und RUNGE 1821 das **Coffein**. Das von CAVENTOU und PELLETIER aus der *Veratrum album* erhaltene Alkaloid, das in kleinsten Mengen zum Niesen reizt, hielten sie zunächst für mit Colchizin identisch. 1833 zeigte PHILIPP LORENZ GEIGER, Apotheker zuletzt in Heidelberg und hier auch an der Universität tätig, daß Colchizin die Nase nicht reizt und Katzen unter anderen Symptomen sterben läßt, also die aus der Nieswurz gewonnene Substanz ein anderes Alkaloid ist, das nun nach der Liliaceen-Gattung *Veratrum*, Germer, **Veratrin** genannt wurde (R. KUHN 1940), identisch mit MEIßNERs. Sabilladin. GEIGER (G. E. DANN 1964) hatte 1831 das noch in der weiteren Alkaloidforschung wegen der ersten Alkaloidsynthese 1886 bedeutsam werdende **Coniin**, das Alkaloid des Gefleckten Schierlings, *Conium maculatum L.*, rein isoliert. GEIGER kam mit HESSEL voran in der Isolierung auch von **Atropin**, dem Gift der Tollkirsche / *Atropa belladonna L.,* dem **Aconitin**, aus dem Eisenhut – *Aconitum*, dem Atropin-verwandten **Hyoscyamin**, aus dem Bilsenkrautes / *Hyoscyamus niger L.* Andere fanden noch in der Frühzeit der Alkaloidforschung etwa in Verbindung zur Berberitze 1824 **Berberin**, 1827 das nach dem Lerchensporn/*Corydalis* benannte **Corydalin**, 1839 das nach dem Schöllkraut/*Chelidonium majus* benannte **Chelidonin** (W.-D. MÜLLER-

JAHNCKE et al 2005).

Im Laboratorium von WÖHLER in Göttingen hat aus Blättern des Kokastrauches, also von *Erythroxylon*-Arten, 1857 / 1859 WÖHLERs (1860) damaliger Assistent NIEMANN (C. PRIESNER 1999) das **Cocain/Kokain**.dargestellt, ohne damals die chemische Konstitution aufzuklären. Daß man sich den Coca-Blättern zuwandte lag an deren bekannter Nutzung durch die Indianer der Anden, die sie "mit etwas ungelöschtem Kalk oder Asche zu kauen pflegen" und sie zu großen Anstrengungen auch bei unzureichender Ernährung befähigen sollten. "Diese eigenthümlichen Wirkungen liessen schon im Voraus in dieser Pflanze einen besonderen organischen Körper als das eigentlich wirksame Princip vermuthen, von dem mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen war, dass er zur Klasse der organischen Basen gehören werde" (W. = WÖHLER 1860, S. 214). Eine "grosse Quantität" von Blättern erhielt WÖHLER durch SCHERZER, einem Teilnehmer der wissenschaftlichen Seereise der K.K. österreichischen Fregatte "Novara", der das Material auf Wunsch WÖHLERs mitgebracht hatte. Trotz offensichtlicher Ähnlichkeit mit dem Atropin wirkte es nicht wie Atropin auf die Pupille, ließ aber die Zunge an Stellen der Berührung wie gefühllos werden. Säuren neutralisierte Cocain unter Salzbildung, beim Erwärmen lieferte es 'ammoniakalische Produkte".

1860 wurde von dem Edinburgher Botaniker J. H. BALFOUR die aus Westafrika stammende **K(C)alabarbohne**/*Physostigma venenosum* beschrieben, die dort von den Häuptlingen streng behütet zu Gottesurteilen benutzt wurde und deren Lähmung der willkürlichen Muskeln ein CHRISTISON in einem nicht ungefährlichen Selbstversuch nachwies. 1864 isolierten die Pharmazeuten OSWALD HESSE (1864, 1867; G. RONGE 1972) und JULIUS JOBST (1864) aus den Samen ein von ihnen **Physostigmin** (W. SNEADER 2005, S. 96) genanntes Alkaloid, das in der Nervenforschung des 20. Jh. noch wichtig wurde. Kurz danach präparierte es auch der Franzose VEÉ und nannte es 'Eserin', der heute noch benutzte Zweitname.

Medizinisch wirksame Stoffe waren keineswegs alle Alkaloide. Wichtig waren manche **Harze**. Substanzen aus diesen wurden manchmal auch von anderswo gefunden, etwa aus Steinkohlenteer. Wie beim Anilin wurde aus derselben Substanz aus verschiedener Quelle auch Überlegungen zu ihrer Entstehung möglich.

Als Entdecker des **Toluol**, des Methylbenzols, gelten PELLETIER und WALTER (nach F. BEILSTEIN et al. 1870). Aus dem schon länger benutzten **Tolubalsam**, dem **Harz** aus dem südamerikanischen, zu den Schmetterlinsblütlern gehörenden und nach der kolumbianischen Stadt Tolá benannten Tolubaums, *Myroxylon balsamum var. Balsamum*, erhielt DEVILLE und gewannen in Anlehnung an dessen Versuche 1845 auch J. S. MUSPRATT und A. W. HOFMANN unter anderem

das Toluol, C6H5CH3, das zuerst Benzoën hieß und dem BERZELIUS den dann akzeptierten Namen 'Toluol' gab. Dassselbe Toluol wurde danach auch im Steinkohlenteer gefunden, Beispiel wieder für eine Substanz aus verschiedenen Quellen..

Bis heute geschätzter Klebstoff war das **Gummi arabicum**, das vor allem aus Kordofan im südlichen Sudan (A.E. BREHM 1855) stammte, wo es, nach der Regenzeit etwa von Juni bis Oktober, aus den Ästen und Zweigen mehrerer Mimosen-Arten als dicke, wasserhelle Klumpen quillt und diese eingesammelt wurden. Als Arzneistoff und als Motten-Reppelent diente der später auch chemisch wichtige **Kampfer**, gewonnen durch Dampfdestillation aus dem Holz des in Ostasien, so auf Taiwan, vorkommenden Kampferbaumes (Cinnamomum camphora). Für etwa Messerhandgriffe diente die **Guttapercha**, für Lack, Firnis und Drechslerarbeiten dienten die verschiedenen **Kopal-Harze**. Unter den Pflanzenmaterialien aus dem Inland oder gar der tropischen Ferne, oft Apothekensubstanzen, über die etwa in den "Annalen der Chemie und Pharmacie", LIEBIGs berühmer Zeitschrift, berichtet wurde, gehörten die als Gewürz dienenden Kapernknospen, das Crotonöl aus dem zu den Wolfsmilchgewächsen gehörenden südostasiatischen *Croton tiglium*, das Guajakharz von westindischen Bäumen der Familie Zygophyllaceae, immer einmal wieder "Balsame" wie das schon bekannte Benzöeharz vom südostasiatischen Benzoebaum *Styrax benzoin*, der südamerikanische Tolubalsam aus dem mit Stammeinschnitten behandelten Balsambaum *Myroxylon toluifera*, den Perubalsam, die cumarinreiche und deshalb mit starkem Waldmeistergeruch ausgestattete südamerikanische Tonkabohne von *Dipterix odorata* und *oppositifolia*, Senföl, Knoblauchöl, das ebenfalls von THEODOR WERTHEIM, Wien, untersuchte Knoblauchöl der einheimischen Knoblauchrauke *Alliaria officinalis Andrzj.*, die teilweise so auffallend gefärbten Flechten. Schon im 16. Jh.kannte man in den Niederlanden den Farbstoff 'Lakmoes'/Lackmus, der dann als Indikator für basisch oder sauer diente.

THEOPHILE-JULES PELOUZE (A. BERMAN 1974) untersuchte **Salicin** (1830), **Pyrogallus-Säure** (1833), Nitrozellulose (1838). Manche isolierte Substanz trägt den Namen von der Fachbezeichnung der Herkunftspflanze. JOHN STENHOUSE iolierte 1851 aus dem Besenginster, dem *Sarothamnus scoparius (L.),* der einst *Spartium scoparium L.* hieß, das **Spartein**. Die **Fumarsäure** wurde benannt nach ihrem einen Vorkommen, dem häufigen Ackerunkraut Erdrauch, *Fumaria officinalis L.* Ihre Auffindung in dieser Pflanze zeigt, wie man fast systematisch die Gewächse auch Mitteleuropas chemisch abtastete: Um festzustellen, ob die Fumarsäure auch in dem verwandten Hohlensporn, *Corydalis bulbosa Pers.* (heute: cava Schw. et K.) vorkommt, hat W. WICKE (1853) 3 Pfund des Krautes ausgepreßt, nach weiterer Operation einen Niederschlag durch Bleiacetat erzeugt

und mittels verdünnter Schwefelsäure aus dem Fumarsäuresalz die Fumarsäure erhalten, sie auch dort identifiziert. Aus dem Rittersporn, *Delphinium consolida L.*, erhielt er ähnlich die anderswo nachgewiesene Aconitsäure. Als STRECKER, 1851 bis 1860 Professor in Kristiania, dem heutigen Oslo, war, analysierte er etwa das **Arbutin** aus den Blättern der Bärentraube *Arctostaphylos uva ursi Spr.* (Arbutus uva ursi L.), die in Skandinavien häufig vorkommt, dort in die Apotheken kam und fand die Verbindung einer organischen Substanz mit Traubenzucker, also ein **Glukosid** (1858). Untersucht wurde der Cambialsaft, das heißt der unter der Rinde liegende Saft, der Nadelhölzer, zuerst 1861, und gewonnen wurde das Glucosid **Coniferin**, das zu dem Vanillin umgewandelt werden konnte (F. TIEMANN et al. 1874.

Die **Flechten** fielen teilweise, etwa im Hochgebirge, durch ihre intensiven Farben auf und mit deren Untersuchung drang die chemische Untersuchung auch in die Welt der Kryptogamen ein, während die Isolierung der Pilzgifte noch nicht gelang.

Einige wichtige frühe Erkenntnisse gab es über die **Kohlenhydrate**. Der Franzose LAGRANGE beobachtete 1804, daß aus Stärke bei hoher Temperatur ein klebriger Stoff entsteht (PAROS 1912). VAUQUELIN nutzte ihn als Ersatz für den Klebstoff Gummi aarabicum aus afrikanischen Akazien, und BIOT nannte ihn **Dextrin**. K. KIRCHOFF in St. Petersburg fand 1811 die Entstehung von Zucker, **Traubenzucker, aus Stärke**, so der Kartoffel, als eine Weiterführung des Stärkeabbaus, und PROUST hatte 1810 den Stärkezucker als identisch mit dem Zucker aus dem Saft der Weinbeere festgestellt. SAUSSURE untesuchte den Stärkeabbau quantitav, erkannte die Zuckerbildung aus Stärke als Hydrolyse, also als verbunden mit Wasseraufnahme.

HEINRICH WILHELM FERDINAND WACKENRODER (H.-P. KLÖCKLING 2006), Pharmazeut und dann auch Professor in Jena, isolierte 1831 aus der Mohrrübe das **Carotin**. DÖBEREINER fand bei der Bereitung der Ameisensäure aus Stärkemehl mittels Braunstein und Schwefelsäure ein sehr flüchtiges Öl, das STENHOUSE in größere Menge erhielt, das FOWNES durch Destillation **von Kleie** mit verdünnter Sschwefelsäure bekam und **Furfurol** nannte (AU. CAHOURS 1849). CAHOURS fand als ziemlich sicher, daß das Furfurol nicht fertig in der Kleie enthalten ist, sondern sich bei der Gewinnungsprozedur bildet, also nicht zu den 'unmittelbaren Prinzipien' gehört. Im 20. Jh. wurde dann das zugehörige Aldehyd Furfural etwa in den USA in großen Mengen aus landwirtschaftlichen Abfallproduken für die Erdöl-Industrie produziert.

WILHELM WILL (B. LEPSIUS 1921) klärte mit Schülern 1881 vieles an dem aus den Wurzeln der nordamerikanischen Ranunculacee Hydrastis canadensis stam-

menden **Hydrastin**, wenig später vieles an dem **Äsculin** aus der Roßkastanie *Aesculus hippocastanum L.*, 1884 vom **Daphnetin** aus dem Seidelbast *Daphne mezerium L.,* dem **Asaron** aus der Haselwurz *Asarum europaeum L.*

Noch im Schoße der Zukunft des 20. Jh. lag die Erfassung der ebenfalls spezifischen und auch medizinisch teilweise nutzbaren Substanzen etwa der Mikroalgen. Um 1975 waren nach CHRISTOPH TAMM (1977) von den etwa 600.000 Pflanzenspezies der Erde erst etwa 5% chemisch oder pharmakologisch erforscht.

## Die Untersuchung der Fette und ihrer Zusammensetzung - Markstein in der Klärung einer organischen Stoffgruppe

Von den Nährstoffgruppen wurden zuerst die **Fette**, zuerst die tierischen, in wesentlichen Zügen ihrer chemischen Konstitution ab 1809 bis um 1823 aufgeklärt durch MICHEL-EUGENE CHEVREUL (H. E. ARMSTRONG 1925). Die Aufklärung der Fett-Zusammensetzung war ein Markstein für die Untersuchung der Stoff-Zusammensetzung und -zerlegung in der organischen Chemie (A. W. HOFMANN 1889) überhaupt, ein Beispiel, organische Stoffe durch chemische Agentien, so Säuren oder Alkalien, auch in Wärme durch Wasser, zu zerlegen. CHEVREUL war Sohn eines Wundarztes in Angers, kam als Assistent von VAUQUELIN an das Muséum d'Historie Naturelle in Paris, übernahm hier den Chemie-Lehrstuhl und war ab 1864 Direktor des Muséum. Außerdem war CHEVREUL 1824 auch der Direktor für Färben an der Kgl. Gobelin-Manufaktur. Er starb im Alter von 103 Jahren, als der Methusalem unter den Naturforschern. Zu den Fetten kam CHEVREUL über die Beschäftigung mit Seife ab 1809. Fette ließen sich spalten, etwa durch Säure, in **Glycerin** (glycerol) und **Fettsäure**(n). Ihre Zusammensetzung kann trotz ihrer so anderen Eigenschaften den Salzen verglichen werden. Die Summenformel des Glycerin klärte ziemlich CHEVREUL, PELOUZE völlig, Die chemische Konstitution fand später WURTZ, das Glycerin wurde von ihm als mehrwertiger Alkohol erkannt, Glycerin konnte in den Fetten als "Base" betrachtet werden. Fette waren den Estern einzuordnen. CHEVREUL betonte die Analogie zwischen den Fetten und den Säureäthern des Alkohols, die sich in gleicher Weise unter Aufnahme von Wasser durch die Alkalien zersetzen. Mit der Zerlegung der Fette wurde auch die Zusammensetzung der schon so lange hergestellten **Seife** geklärt, diese erkannt als die Alkali-Salze der bei der Fett-Zerlegung entstehenden Fettsäuren. Vorher war angenommen worden, daß Seife eine Alkali-Verbindung von Fett insgesamt ist. Die Zerlegung der Fette wurde nun auch "**Verseifung**" genannt. Unter den Fettsäuren fand sich besonders häufig die Stearinsäure, in Pflanzenölen die Ölsäure. CHEVREUL und GAY-LUSSAC ließen sich 1825 die Herstellung von "Stearin", für Kerzen, patentieren. Bei der Verseifung der Butter



Abbildung 1500: CHEVREUL. Paris.

fand sich 1814 als die einfachste in manchen Fetten vorkommende Fettsäure die Buttersäure (C3H7COOH). Später entdeckte CHEVREUL hier und auch im Öl der Kokosnuß Capronsäure.

## Kohlenstoff-Verbindungen - Organische Substanzen, verschiedener Herkunft

Zu einer schließlich fast unübersehbaren Zahl wuchs die Menge der Kohlenstoffverbindungen, der organischen Substanzen, verschiedener Herkunft, weiterhin Pflanzen, Kohle, Bitumina und andere. Aus einfacheren Verbindungen kompliziertere aufzubauen schien nach noch etliche Zeit vorherrschender Ansicht nur dem lebenden Organismus, womöglich nur der Pflanze gegeben zu sein. Die gewonnenen organischen Verbindungen konnten aber **in einfachere abgebaut**, zerlegt, oder in der Zusammensetzung nach **etwa gleich komplexe umgewandelt** werden. Ähnlichkeiten führten zur Einordnung der Verbindungen in größere Gruppen, auch zu allgemeineren Einsichten.

Von den nicht aus dem Tier-und Pflanzenreich gewonnenen Substanzen erwies sich als ein wichtiger Grundkörper die von GAY-LUSSAC untersuchte "**Blausäure**", die dem Berliner Blau zugrundeliegt (F. ARAGO 1855). GAY-LUSSAC stellte flüssige Blausäure her und isolierte das Radikal dieser Blausäure, seitdem **"Cyan"**

genannt, auch dessen Verbindungen mit Metallen, die Cyanide. Nicht sofort wurde die ungeheure Giftigkeit dieser Substanzen etwa in Tierversuchen deutlich. Im Hinblick auf die für Chemiker übliche Geschmacksprobe bei einer neuentdeckten Substanzen sagte ARAGO (s. 1855, S. 38) später in seiner Gedenkrede auf den nicht an seiner Entdeckung gestorbenen GAY-LUSSAC: "Wer denkt nicht mit Schrecken daran, "daß wenn unser Freund nicht von der allgemeinen Gewohnheit abgewichen wäre, wenn er nur einen einzigen Tropfen dieser Flüssigkeit auf seine Zunge gebracht hätte, er augenblicklich wie vom Blitze getroffen niedergestürzt wäre!" Manchmal scheine fast eine Art Instinkt einen kühnen Forscher vor dem Schlimmsten zu bewahren.

In eigenwilliger Entstehung fand EDMUND DAVY (1837) 1836 den letzten noch ganz unbekannten einfachsten Kohlenwasserstoff, das **Azetylen, Ä(E)thin** mit gleichem Verhältnis von Kohlenstoff und Wasserstoff wie im Benzol, also C2H2. EDMUND DAVY hatte einer eisernen Flasche zur Kalium-Gewinnung den kaliumhaltigen Weinstein, also Kaliumtartrat, mit Kohlepulver stark erhitzt, dann das Gemenge, indem Kaliumcarbid entstand, auf Wasser geworfen, worauf sich das "neue". sehr entzündliche "Gas" bildete. Zunächst wurde es allerdings um das Azetylen noch einmal still.

## Trockene Destillation – Erhitzen fester oder flüssiger und 'halflüssiger' Substanzen unter Luftabschluß – die reiche Quelle organischer Substanzen

Eine besonders reiche Quelle verschiedenster Kohlenstoff-Verbindungen und damit organische Substanzen wurde die "**trockene Destillation**", angewandt zur Leuchtgas-Gewinnung oder auch aus Forschungsgründen. "Trocken" war die Destillation, weil **feste Substanzen**, wie Kohle, oder nicht gelöste flüssige und vor allem auch **zähflüssige** Substanzen dem steigenden Erhitzen ausgesetzt wurden. Der trockenen Destillation unterworfen wurden solche aus zahlreichen Substanzen bestehenden Materialien wie Kohlen, bitumenreiche Schiefer, Holz, Knochen, Haare, Tabak, Bernstein, wurden auch in ihrer Herkunft unbekannte Handelsprodukte aus der Ferne wie das ölige Storax (J. BLYTH et al. 1845) , Perubalsam, Tolubalsam und andere Balsame und Harze, jedoch auch eher einheitliche Substanzen wie Indigo, Benzoesäure resp. ihr Kaliumsalz (TH. ANDERSON 1862), vieles also Material von fossilen, erst seit kurzer Zeit toten Lebewesen oder vor noch nicht lange Zeit gewonnen und noch frischem Material. Die zunächst **anfallenden "Öle"** resp. **der Teer**, zähflüssig, wurden **dann weiterer Destillation** unterworfen und die entstehenden Fraktionen auch mit anderen Methoden weiter getrennt. Die basischen Substanzen wurden etwa als Platinsalz getrennt.

**Fast alle der großen "organischen Chemiker" namentlich im 19. Jh. haben "trockene Destillation" betrieben oder wenigstens ihre Produkte untersucht.**

Mit der Verwendung von Erdöl wurde auch dieses destilliert, um die verschiedenen Fraktionen zu erhalten.

Es mußte wenigstens zunächst dahingestellt bleiben, wieweit die Substanzen schon vorgebildet waren oder, was wohl in vielen Fällen anzunehmen war, erst beim Erhitzen entstanden. Nicht nur gaben die **verschiedene**n der trockenen Destillation unterworfenen **Materialien unterschiedliche Produkte**, dasselbe Material gab unterschiedliche Substanzen auch **je nach Temperatur** und Druck. Letzteres machte wahrscheinlich, daß sich die Produkte während der trockenen Destillation erst bildeten oder wenigstens umbildeten, etwa an der heißen Gefäßwand. Immer wieder erhielt man auch Undefinierbares.

Veränderte Praxis ergab auch neue oder mehr Substanzen für die Wissenschaft. Anthracen war zunächst nur von wenigen Chemikern gesehen worden und wurde dann in größeren Mengen gewonnen, als die Nachfrage nach Asphalt und den schweren Ölen stieg, weshalb 'weitergetriebene' trockene Destillation angewandt wurde (TH. ANDERSON 1862).

**Entdeckung des Benzols und Reaktionen mit den zuerst entdeckten, später als 'aromatisch' erkannten Kohlenwasserstoffen**

**1819** entdeckte A. GARDEN bei der Kohlenteer-Destillation das **Naphthalin**, ein Kohlenwasserstoff. Als ein Ergebnis einer trockenen Destillation aus technischen Gründen entdeckte FARADAY **1825** als eine bald auch theoretisch wichtige Substanz das **Benzol** (P. WALDEN 1926), eine durch ihren typischen Geruch auffallende benzinähnliche Flüssigkeit. In London wurde damals "vorzugsweise aus Harz und Fetten", aus Fisch und Walöl (D. u. K. E. KOLB 1978) hergestelltes Gas in "starke, eiserne Cylinder" gepreßt (A. W. HOFMANN 1890 b) und diese Zylinder in die Häuser gefahren, um das Gas dort in das häusliche Röhrensystem einzuspeisen. Die Brennfähigkeit dieses Gases verschlechterte sich jedoch mit der Zeit. Am Boden setzte sich ein wasserhelles, flüchtiges Öl ab, dessen Untersuchung FARADAY übertragen wurde. Er erkannte es als "Zweifachkohlenwasserstoff" und nannte diese für die organische Chemie noch recht anregende Substanz "benzene".

Mit Naphthalin und Benzol wurden zwei **der** etwas später konstitutierten **"organischen Chemie"** zugeordnete **Kohlenstoff-Verbindungen** gefunden, die **nicht aus gegenwärtigen Organismen** stammten – nachdem bisher nur wenige, so Methan und Äthen bekannt waren.

FARADAY war es auch, mit dem 1819 entdeckten Naphthalin auch Reaktionen durchführte etwa mit Schwefelsäure 2 erst später wiedergefundene Naphthalinmonosäuren erhielt (C. LIEBERMANN 1876), 1826 beim Behandeln von **Naphthalin mit Schwefelsäure** 2 Sulfonsäuren beobachtete, die auch wieder bezweifelt und von BERZELIUS wieder bestätigt wurden (L. SCHAEFFER 1869).

## Organische Substanzen – manche sehr nahe 'verwandt' - Derivate

Dieselbe Substanz **Benzol**, die FARADAY gefunden hatte, fand auf einem anderen Wege, durch Behandlung der farblose, glänzende Kristallnadeln bildenden **Benzoësäure** (später: C6H5-COOH) mit reichlich starker Base und anschließender Destillation, 1833 in Berlin EILHARD MITSCHERLICH (1833 / 1835, A. W. HOFMANN 1890 b). Er nannte den mit FARADAYs Substanz als identisch erkannten Stoff "Benzin". Es schwamm auf dem Wasser und konnte vom Wasser völlig getrennt werden. Die Benzoësäure wurde gewonnen aus dem schon im 16. Jh. auch in Europa bekannten und etwa als Räucherstoff dienenden **Benzoëharz**, das durch Anschnitte aus der Rinde des in SO-Asien vorkommenden Benzoëbaumes, *Styrax benzoin*, gewonnen wird.

Während also ein **Derivat des Benzols, die Benzoesäure**, schon lange **bekannt** war, wurde **die Stammsubstanz**, der Grundkörper, das Benzol, **erst später hergestellt**, ein in der Erforschung der organischen Verbindungen nicht seltener Vorgang, wenn man auch an die Alkohole denkt, deren zugrundeliegende Kohlenwasserstoffe erst länger nach deren Bekanntwerden gefunden worden.

Deutlich wurde: Organische Substanzen können oft durch **geringfügige Veränderungen in ihrer Zusammensetzung aus Atomen in andere Substanzen mit oft recht anderen** oder auch ähnlichen **Eigenschaften umgewandelt werden. So etwas wie ein "Grundkörper" lieferte 'Abkömmlinge', Derivate.** Auch die aus natürlichen Vorkommen gewonnenen organischen Substanzen konnten Derivate sein.

MITSCHERLICH ließ das Benzol mit "Nordhäuser Vitriolöl", also Schwefelsäure, reagieren und erhielt die später **Benzolsulfonsäure** genannte Verbindung, später: C6H5-SO3H). Wirkte in einer großen Flasche bei Sonnenschein Chlor auf Benzol entstiegen unter Wärmeentwicklung weiße Dämpfe und schieden sich Kristalle ab. Auch mit Brom ließ sich eine Umsetzung erreichen. Es entstanden also offensichtliche Halogen-Verbindungen. Bei Erwärmung des Benzol in rauchender Salpetersäure entstand eine in Wasser zu Boden sinkende ölige gelblich gefärbte

Flüssigkeit mit Bittermandelölgeruch, das **Nitrobenzol** (C6H5-NO2), bei MITSCHERLICH "Nitrobenzid" genannt.

In Rußland, an der Universität Kasan, überführte NIKOLAUS NIKOLAJEWITSCH ZININ (A. M. BUTLEROW et al. 1881) unabhängig von MITSCHERLICH 1842, also etliche Zeit später, das Nitrobenzol mit Schwefelwasserstoff in einen noch anderen "Körper", den ZININ "Benzidam" nannte und das der von anderen gefundenen Substanz identisch war, die unter dem Namen **Anilin** noch eine wichtige Rolle in der organischen Chemie einnehmen sollte.

LIEBIG und WÖHLER untersuchten diese Verbindungen quantitativ, in ihrer Summenformel. MITSCHERLICHs "Benzin" nannte LIEBIG Benzol, während LAURENT mit seinen systematischen Namen es wieder mit "en(e)" als "Benzen(e)" enden ließ (H. E. ARMSTRONG 1925). Um 1845 fand HOFMANN das Benzol auch im Steinkohlenteer, identifziert durch seine Umwandlung in Nitrobenzol und Anilin. Der Name "Benzol" ging dann allgemein in die Literatur ein.

## Immer wieder auftretende Atomgruppierungen: Radikale. LIEBIG und WÖHLER hierzu auch an Benzoesäure und an Harnsäure

Bestimmend für das Verständnis der organischen Substanzen wurde die Erkenntnis über Atomgruppen, die bei den verschiedensten Reaktionen zusammenblieben, und die "**Radikale**" genannt wurden.

Die Radikale der organischen Verbindungen galten manchen als so etwas wie "organische Atome", die sogar manchmal als unzerlegbar angesehen wurden. Sie galten auch als Grundlage der Systematisierung der organischen Substanzen. Die Summenformel nannte LIEBIG einmal "empirisch", die die Atomgruppen wiedergebenden Formeln, die etwas über den inneren Bau der Moleküle zu sagen schienen, hieß er "rationell" (P. WALDEN 1926 b). Die Geschichte der organischen Chemie in der ersten Hälfte des 19. Jh. bezeichnete PAUL WALDEN 1926 (b) als die Geschichte der organischen Radikale, denn die zu ermitteln und möglichst frei darzustellen, war hervorragendes Ziel der organischen Chemiker. Radikale wie CH3- und andere ließen sich jedoch seinerzeit nicht in freiem Zustand erhalten, sondern fast nur in Verbindungen ermitteln.

Eine **grundlegende Arbeit**, die die Vorstellung von **Radikalen festigte**, bot **1832** WÖHLERs (s. 1891, s a. A. W. HOFMANN 1882, J. VALENTIN 1949) und LIEBIGs klassische Untersuchung über die **Benzoësäure**, ausgeführt also etwa zur gleichen Zeit wie MITSCHERLICHs Untersuchungen über das Benzol und sei-

ne Derivate und hier mit zum Teil den gleichen Substanzen**.** Durch quantitative Elementaranalyse fanden WÖHLER und LIEBIG, daß die Benzoësäure (C6H5-COOH) sich in der chemischen Zusammensetzung vom **Bittermandelöl** nur wenig unterscheidet. Lag etwa ein Tropfen Bittermandelöl für einige Stunden an der Luft, wandelte er sich auch von selbst "in eine Rosette" von Benzoësäure um. Auch weitere Körper unterschieden sich nur durch einzelne Atome von der Benzoësäure. Als einen dabei bleibenden Rest ermittelten sie **C7H5O, den Benzoyl-Rest**, dem Radikal, dem "Kern" der verschiedenen Verbindungen. An diesen "Kern" ließen sich also einzelne Atome oder Atomgruppen anfügen und so verschiedene "Körper" erhalten, Beispiel für das Verstehen des Aufbaus und der Wandlungen organischer Substanzen. A. W. HOFMANN schrieb rückschauend (1882, S. 3176): "einige der grossen Reactionen, mit deren Hilfe wir uns heute in dem Labyrinthe der organischen Chemie zurecht finden, sind in jener denkwürdigen Arbeit zum ersten Male gehandhabt worden." Und (1850, S. 118): "Das Licht, welches sich über dem Chaos gesammelter Thatsachen zu verbreiten beginnt, verdanken wir der Theorie der zusammengesetzten Radicale, selbst wenn diese Radicale, deren Mehrzahl dem Reich der Hypothese angehört, sich niemals sollte darstellen lassen."

BUNSEN (s. 1904) untersuchte etwa das Radikal **Kakodyl**, C4H12As2, das sich mit fast beispielloser Leichtigkeit von einer Substanz auf die andere übertragen ließ.

WÖHLERs und LIEBIGs 'Benzoyl' mußte der **Kern des Moleküls** sein, dessen Hauptbestand. Später waren es die ais oft wenigen Atomen bestehenden Gruppen, die "Radikale" genannt wurden Es decken sich in vielem mit den heute "**funktionelle Gruppen**", auch '**Atomgruppen**', genannten Atomverknüpfungen, so die NO2 – die Nitrogruppe, NH2 – die Aminogruppe, CH3 – die Methylgruppe, C2H5 – die Äthylgruppe usw..Immer wieder auftrende Atomgruppen gab es auch bei anorganischen Verbindungen, so das aus der "Vitriol"-/Schwefelsäure und "Vitriolen"/Sulfaten erzeugbare SO3, das aus Carbonaten heraustreibbare CO2, das mit den Nitraten verknüpfte NO2, und aus deren Kenntnis ließ sich auch das Verständnis der Radikale der organischen Verbindungen ableiten..

Als die Bittermandelöl-Arbeit von WÖHLER und LIEBIG noch übertreffende Untersuchung schätzte BERZELIUS deren Arbeit 1838 über die **Harnsäure** und ihre von ihr zahlreichen gewinnbaren, schließlich 16 **Abkömmlinge**, so mit zuerst das **Allantoin**, die sich ebenfalls nur durch wenige Atome resp. Atomgruppen unterschieden (s. a. E. FISCHER 1899a). Die Summenformel der Harnsäure hatte LIEBIG 1834 ermittelt. "Ein chemischer Proteus ...", schrieb später A. W. HOFMANN (1882, S. 3192), "erleidet die Harnsäure bei der Berührung mit anderen Substanzen eine Reihe der seltsamsten Metamorphosen, deren Untersuchung eine

Ernte von Thatsachen gezeitigt hat, wie sie von ähnlicher Fülle kaum wieder auf einem einzigen Felde der Forschung gewonnen worden ist." **Das richtige Objekt zur Gewinnung** auch auf andere Objekte übertragbarer **Befunde** – wie manchmal hat es Forschung vorangebracht. Problem war die Gewinnung ausreichender größerer Mengen von Harnsäure, die, von SCHEELE entdeckt, in den Exkrementen von Reptilien und Vögeln vorkommt, etwa auch in denen einer *Boa constrictor*-Schlage einer durchziehenden Menagerie. Vom Problem der Materialbeschaffung zeugt, wenn WÖHLER 1838 spöttisch an LIEBIG schrieb: "Du Koprophage, dass Du nicht aufhörst, immer wieder Harnsäure von mir zu verlangen!" schrieb WÖHLER 1838 spöttisch an LIEBIG (A. W. HOFMANN 1882).

## Weitere trockene und andere Destillation – Erhitzen unter Luftmangel – als Quelle zahlreicher weiterer organischer Substanzen, namentlich Kohlenwasserstoffe

Die "trockene Destillation" lieferte je nach benutztem Material und je nach Temperatur die verschiedensten Produkte, die Ausgang auch anderer organischer Substanzen wurden.

**Holz** wurde schon bei GLAUBER und BOYLE der trockenen Destillation unterworfen und es erschien Gas, Teer sowie eine wäßrige, saure Flüssigkeit, "Holzgeist", letzterer vor allem Methylalkohol. "Holzgeist" galt damals als das geistige oder mercurialische Prinzip des Holzes. Destillationsprodukte galten als Heilmittel. JOHANN KONRAD DIPPEL (H. J. ANDERSON 1995), Pfarrerssohn aus der Festung Frankenstein bei Darmstadt, strenger Pietist, destillierte um 1700 "Öl" aus **Blut, Knochen, Horn** - "Dippels Öl" genannt.

Destilliert verschiedenste **tierische Stoffe** hat als Privatforscher OTTO UNVERDORBEN (H. SCHELENZ 1921), der in Dahme in der Mark Brandenburg ein elterliches Bank-und Materialwarengeschäft weiterführte. Auch eine Zigarrenfarbik begründete er und kaufte, geschildert als ein menschenscheuer Sonderling, ein Rittergut. UNVERDORBEN entdeckte zwischen 1826 und 1828 bei der trockenen Destillation des bei der Destillation von Knochen gewonnenen DIPPEL'schen Öls die später als **Pyridinbasen** bekannt gewordenen Flüssigkeiten und fand bei der trockenen Destillation des Indigofarbstoffes eine von ihm "**Krystallin**" genannte Substanz, die andere später als mit dem **Anilin** identisch erkannten.

Trockene Destillation von **Bernstein** lieferte die schon AGRICOLa bekannte **Bernsteinsäure**. Erhitzen von **Weinsäure** lieferte unter anderem, neben Essigsäure und nicht allzu rein sowie vor allem als Salze dem schwedischen Chemiker BERZELIUS **1835 Brenztraubensäure**, die viel später als entscheidend im Stoffwechsel

der Zelle gefunden wurde (C. VÖLCKEL 1854). .

**Steinkohlenteer** wurde **eine der Hauptquellen** für organische Substanzen, für viele Grundkörper, vor allem auch aromatischer. Dieser Teer, eine "schwarze, dicke, ölartige Substanz, schwerer als Wasser und darin unlöslich (C. B. MANSFIELD 1849), beim Entgasen bis zu etwa 3% aus der Kohle erhalten, genannt auch Steinkohlen"öl", "Steinkohlen-Theeröl, .fiel an bei der Herstellung von Leuchtgas aus Steinkohle und wurde etliches später wegen der aus ihm gewinnbaren Substanzen oft wichtiger als das Gas. Manche der aus dem Teer anfangs beschriebenen Verbindungen konnten nicht aufrechterhalten werden, andere wurden mit Substanzen auch aus anderer Quelle als identisch erkannt.

Ja, die **Trennung der Substanzen**, nicht nur der des Teers, war oft schwierig. Immerhin gelang es chemisch etwa mit **Pikrinsäure**. CARL JULIUS FRITZSCHE (1859, LADENBURG, 1878), ein aus Neustadt in Ostsachsen stammender Apotheker in St Petersburg, fand immerhin das Verfahren, **Kohlenwasserstoffe**, so die zuletzt übergehenden schweren Öle des Erdöls **mittels Pikrinsäure zu trennen**. FRIZTZSCHE fand auch das Verfahren zur **Trennung und Reinigung hochsiedender komplizierter Kohlenwasserstoffe**, indem sie **mit Pikrinsäure** verbunden werden. Er erhielt etwa aus Naphthalin und Pikrinsäure eine in goldgelben Nadeln ausfallende Verbindung. Damit konnten dem Naphtalin nahestehende Verbin

dungen besser abgetrennt werden. Später (s. d.) diente ein solches Verfahren zur Trennung der Aminosäuren.

FITTIG bemerkte 1870 (S. 113), daß man über die aus im Steinkohlenteer enthaltenen Homologen des Benzols, also in ihrer Formel vom Benzol ableitbaren Verbindungen, erst Aufschluß erhielt, als die reinen Kohlenwasserstoffe auf andere Weise dargestellt und einzeln für sich untersucht wurden – also der Steinkohlenteer eher nur Anregung gab.

Der bei der Teer-Destillation verbleibende **Rückstand, Pech**, diente zur Herstellung von Asphalt oder Firniß. Das schwere Steinkohlen-Teeröl wurde als Lampenschwarz oder zur Konservierung von Bauholz verwendet.

Schon 1820 fand GARDEN die später **Naphthalin** genannte Verbindung (R. MELDOLA 1911), jene bei 80°C schmelzenden, dünnen rhombischen Blättchen von eigenwilligem Geruch, die in Wäscheschränken Motten den Garaus machen sollte. Bei späteren Teer-Untersuchungen wurde das Naphthalin in "enormen Quantitäten" festgestellt wurde (A. W. HOFMANN 1843), ja erschien mengenmäßig wichtigster Bestandteil des Steinkohlenteers.

Eine grundlegende Untersuchung über Substanzen aus dem Steinkohlen"öl", al-

so Teer, lieferte RUNGE **1834.** Aus "über Kupferoxyd rectificirten Steinkohlenöl" fand er "3 Basen, so namentlich "Kyanol", das spätere **Anilin**, und 3 Säuren". Die Substanzen wurden teilweise an unterschiedlichen Farbreaktionen deutlich. Als farblosen, sauer reagierenden, ölartigen, im Wasser untersinkenden und stark lichtbrechenden Stoff erhielt RUNGE die "**Karbolsäure**", die **Phenol** liefert, erkennbar an der allmählichen Blaufärbung eines mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspans. Er erkannte dessen stark fäulnishemmende Wirkung, was später der Engländer THOMAS ANDERSON wiederfand und nutzbar machte. Nur im Dampf ließ sich bei RUNGE eine durch die Dunkel-Purpurrotfärbung eines mit Salzsäure getränkten Fichtenspans ausgetriebene Substanz feststellen, die **Pyrrol** genannt wurde. RUNGE schreibt von 1/500.000 Menge, welche die Rotfärbung zuwege brachte. Die noch nicht gefaßte, aber in einer Reaktion festgestellte Substanz wurde von ANDERSON (1851, 1858) dann im "Knochenöl" regelrecht gesucht.

Auch wenn RUNGE mit der Nutzung der .gefundenen Produkte nicht vorankam, hat er den Weg dafür gebahnt.

Unter der Bezeichnung "Paranaphthalin" beschrieben nach ihren Untersuchungen des Steinkohlenteers 1833 DUMAS und LAURENT das **1832** von ihnen gefundene **Anthracen,** eine weiche weiß-gelbliche, dem Palmöl ähnliche Masse, das bei späterer trockener Destillation bei hohen Temperaturen, und erst dann, in manchem Teer fast ein Viertel der Masse ausmachte (TH. ANDERSON 1862, C. B. MANSFIELD 1849). LAURENT erwähnte 1837 oberflächlich **Chrysen** und **Pyren**.

Führend bei der Untersuchung des Steinkohlen-Teers und der aus ihm erhaltenen Produkte wurde AUGUST WILHELM HOFMANN (PLAYFAIR 1896, J. VOLHARD et al. 1902). Geboren am 8. April 1818 als Sohn eines Baumeisters in Gießen, hat HOFMANN in Gießen zuerst Mathematik und Physik studiert. Dann aber geriet er unter die Fittiche von LIEBIG und wurde einer seiner besten Schüler. In Gießen untersuchte HOFMANN um 1843 die "organischen Basen im Steinkohlen-Theeröl", das ihm die Asphaltfabrik des Dr. ERNST SELL in Offenbach a. M. geliefert hatte. Mit den ihm dadurch verfügbaren Mengen ließ sich erst etliche genauere Untersuchungen der Substanzen durchführen. Großbritannanien hatte viele bedeutende Chemiker hervorgebracht und viel in der Chemie geleistet, aber es wurde doch gewünscht, daß LIEBIG, der schon Engländer in Gießen ausgebildet hatte, einen guten Chemiker nach England schickt, der dort die neuen Methoden einführt und weitere Untersuchungen anstellt. LIEBIG empfahl HOFMANN, der 1845 in London an die Spitze des zu begründenden Royal College of Chemistry trat. Unter anderem veranlaßte HOFMANN 1848 seinen Schüler CHARLES BLACHFORD MANSFIELD (W, H. BROCK 2004) zur weiteren systematischen Untersuchung

des Steinkohlenteers. Nun wurde das Benzol genauer definiert und gereinigt, von EDWARD CHAMBERS NICHOLSON analysiert. MANSFIELD isolierte fernerhin das von Pflanzenharzen her bekannte **Toluol** und Cumol resp. Cymol. MANSFIELD, gesundheitlich seit seiner Jugend angeschlagen, war vielseitig interessiert, verführte auch Frauen, agitierte im Sinne des christlichen Sozialismus, reiste 1852 / 1853 in Paraguay. Am 17. Februar 1855 erlitt er bei einer Verpuffung im Laboratorium bei HOFMANN schwere Brandwunden und starb daran am 26. Februar 1855. HOFMANN war tief bedrückt. Das selbstädnige Royal College of Chemistry wurde später in die School of Mines einverleibt . Als HOFMANN nunmehr ein Lehrstuhl mit bestem Laboratorium in Berlin angeboten wurde siedelte er 1864 nach Berlin über – sehr zum Bedauern seiner mit ihm verbundenen englischen Chemiker.

Auch WILLIAM HENRY PERKIN in England untersuchte, 17 Jahre alt, das ihm aus den Bethels Tar Works gelieferte Roh-**Anthracen**.

Die Produkte aus Steinkohlen-"Theeröl" und aus Knochen. destillierte THOMAS ANDERSON (J. BRITTEN et al. 2004, E. L. SCOTT 1970). ANDERSON war gewesen bei BERZELIUS und in Gießen bei LIEBIG, übernahm 1852 die Regius-Professur für Chemie in Glasgow. Aus dem "**Steinkohlen-Theeröl**" erhielt ANDERSON 1846 bei der Suche nach dem Pyrrol ein **Picolin**, eine dieser farblosen flüssigen Substanzen, die, wie später deutlich wurde, Derivate des Pyridin sind, mit der CH3-Gruppe ANDERSON fand für sein Picolin eine dem Anilin gleiche Summenformel, aber doch eine Substanz mit deutlich anderen Eigenschaften und erst mit der Aufstellung der Konstitutionsformeln konnte der Unterschied in den Molekülen von Picolin und Anilin festgestellt werden

In Fabrikapparaturen destillierte ANDERSON dann mehr als 1 Tonne rohes '**Knochenöl**', hergestellt in monatelanger Arbeit, wobei es auch hier schwierig war, die Substanzen rein zu erhalten. In der bei etwa 115° übergehenden Portion fand er das basische **Pyridin** (1851). Endlich gewann er 1858 auch das RUNGEs Feststellung der Rot-Färbung eines Spanes auch Fichtenholz das **Pyrrol**, eine farblose, aber sich an Luft braun färbende Flüssigkeit.

Hatte MANSFIELD 1848 13 Substanzen aus dem Steinkohlen-Teer gewonnen, waren nach HOFMANNs Darlegung 1862 40 Substanzen bekannt (R. MELDOLA 1911, S. 949). Und immer wieder wurden neue Substanzen aufgefunden (BERTHELOT 1868), so 1872 durch GRAEBE (1873) und unabhängig durch OSTERMAYER und FITTIG das **Phenanthren**, weitere durch GUSTAV KRAEMER (H.-G. SCHÄFER 1980) und Mitarbeiter in den L. Rütgers Teerverarbeitungswerken, so auch im Teer das Cumaron, Cyclopentadien, **Styrol**, Tetralin, Indan, Inden.

FIESER nannte **1961 122 Substanzen** aus dem Steinkohlen-Teer.

Auch die trockene Destillation anderer Substanzen war fortgesetzt worden. Aus **Torf** hatte RUNGE dabei Paraffin für Kerzen gefunden und legte den Grund für die Paraffinindustrie. Diese kam dann allerdings vom Torf als Ausgangsmaterial ab und nutzte bitumenreiche Kohle, was aber keine endgültige Abwendung von jedem Torf bedeutete (H. VOHL 1856). Aus dem schon vom Teerofen und der Pechherstellung bekannten **Holzteer, Buchenholz-Teer**, erhielt der Württemberger KARL Freiherr von REICHENBACH nicht wie erwartet dieselben Produkte wie RUNGE aus dem Steinkohlenteer, dafür Paraffin und **Kreosot**. Bei der Destillation des **Kokosfetts** erhielt RUDOLPH BRANDES 1838 das Acrolein (K. F. GUGEL 1955). Und später wurde auch industriell besonders interessant die trockene Destillation von **Braunkohle**, das "Verschwelen" bei niederen Temperaturen als für die Leuchtgas-Erzeugung aus Steinkohlen üblich war.

Eine merkwürdige Quelle für Kohlenwasserstoffe wurde der "**Stupp**", ein Material aus der Destillation unter Luftabschluß von Quecksilber-Erzen in Idria, und hier fand um 1877 GUIDO GOLDSCHMIEDT (J. HERZIG 1916) neben Chrysen und Anthracen das trotz der Entdeckung von GRAEBE in Steinkohlenteer noch kaum bekannte **Pyren**.

## Destillation von schwerflüssigen Bitumenen, Öl usw.

"Fossile" schwerflüssige Substanzen zur Gewinnung fester und flüssiger Beleuchtungsstoffe zu nutzen als Ersatz "vegetabilischer Oele und thierischer Fette zur Beleuchtung" erschien als angebracht, bisher dem "Oelbau" 'gewidmete' Flächen anderen Kulturen "disponibel" zu machen (TH. ENGELBACH 1857, S. 1). Bitumenhaltige Schiefer oder Sande wurden also ebenfalls der Destillation unterworfen.

### Verschiedene Produkte trockener Destillation je nach Ausgangsmaterial und Temperatur

Daß die **verschiedenen Kohlen und verschiedenen Bitumina** und das auch wieder unterschiedlich bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlcihe Produkte lieferten war schon in der Mitte des 19. Jh. aufgefallen. THEOPHIL ENGELBACH, der bituminöse Sande in Holstein untersucht, meinte 1857 (S. 5): "Die gebildeten Producte stehen mit der chemischen Natur der zerlegten Verbindung in nothwendigem Zusammenhange; sie gelten nur für eine bestimmte Temperatur; sie erleiden häufig neue Veränderungen, wenn sie der gleichzeitigen Einwirkung dritter Körper ausgesetzt sind, Das feste Paraffin wird bei schwacher Rothglühhitze gebildet, bei starker Glühhitze dagegen wieder in flüssige Kohlenwasserstoffe zerlegt.

Umgekehrt entsteht das sehr bestädnige Naphthalin nurin sehr hoher Temperatur." Untersucht wurden die Unterschiede der bei der trockenen Destillation gelieferten Substanzen später etwa von FRITZ HEUSLER (W. KÖSTER 1972)(1898), zuletzt Leiter der familieneigenen Isabellenhütte in Dillenburg, der etwa die Produkte von Braunkohlenteer und Schieferteer erfaßte. Das war auch industriell wichtig, konnte doch die industrielle Substanzgewinnung damit gelenkt werden. Das bei niedrigerer Temperatur um 500°C durchgeführte "**Schwelen**" lieferte mehr paraffinische Kohlenwasserstoffe und hydroaromatische Substanzen als das Entgasen bei 1000 – 1300°C. Das sprach für Umbildungen beim Entgasen.

Nachdem etwa BERTHELOT experimentell nachgewiesen hatte, daß aus niedermolekularen Kohlenwasserstoffe, etwa auch Azetylen, höhermolekulare und besonders auch aromatische Verbindungen entstehen, wurde angenommen, daß prinzipiell die meisten Substanzen der "trockenen Destillation" erst in deren Verlauf entstehen. HEUSLER (1898, S. 2744) aber rechnete mit "zum Theil" primären Destillationsprodukten, also schon vor dem Beginn des Prozesses der trockenen Destillation in dem Ausgangsmaterial vorhanden.

Beim **unvollständigen Verbrennen** von **Holz,** also auch einer Art trockener Destillation, entstehen, wie sich zeigte, etwa in Spuren Formaldehyd/Methanal, und im 20. Jh. wurde das Dioxin nachgewiesen. Im Rauchfang über dem Herd, auf dem man Holz verbrannte, wurde wegen im Holzrauch vorhandener Substanzen Fleisch **geräuchert**, damit konserviert. Jedes Grillfest und jedes Lagerfeuer bedeutet also Berührung mit verschiedenen organischen Substanzen. Unvollständiges Verbrennung von Zucker lieferte manches. **Azetylen**/Ethin entstand bei den verschiedensten Umsetzungen. **Furan** entsteht aus dem **Fichtenteer**.

## Weitere Umwandlung der aus Teer und anderen Quellen erhaltenen Substanzen im Laboratorium

Aus den aus natürlichen Quellen, also aus Pflanzen oder Teer, erhaltenen Substanzen wurden im Laboratorium **durch Einführung anderer Atome und Atomgruppen**, so durch Chlorierung, Bromierung, Behandlung mit Schwefelsäure, Salpetersäure usw. immer weitere organische Substanzen erzeugt, bisher unbekannte oder identisch mit schon bekannten Pflanzenstoffen. Es galt immer wieder **Bedingungen** zu finden, eine bestimmte Temperatur etwa, unter denen diese Veränderung möglich war. Regeln, ja Gesetzmäßigkeiten für diese Herstellung auch ganzer Gruppen von Substanzen wurden angestrebt. Die so gewonnenen Substanzen standen mehr oder weniger auf der gleichen Ebene wie die Ausgangsstoffe, entsprachen also zunächst nicht dem meist noch für unmöglich gehaltenen Aufbau

höherer organischer Verbindungen außerhalb der Organismen.

## Weeitere Annahmen über Grundzüge in der Zusammensetzung der organischen Stoffe bis in die Mitte des 19. Jahrhundert

Von der chemischen Zusammensetzung der organischen Stoffen war zuerst die Summenformel bekannt. Diese erwies sich jedoch in zahlreichen, deutlich voneinander unterschiedenen organischen Verbindungen recht ähnlich, wenn nicht gar gleich, was auf Isomerie zurückgeführt wurde, die unterschiedliche Gruppierung der Atome im Molekül und so folgten Überlegungen über die Prinzipien, gemäß denen die Atome in den organischen Substanzen angeordnet sind, manche fester miteinander verbunden sind als andere. Das sollte auch mit beitragen zu einer sinnvollen **Klassifizierung** der organisch-chemischen Stoffgruppen. DUMAS und PELIGOT erfaßten die Analogie zwischen "Holzgeist" (später: Methanol) und dem Weingeist (später: Ä(E)thanol), was zum Verständnis der schon aufgestellten **Alkohole** führte, eine der wichtigsten Analogien für die organische Chemie (H. E. ROSCOE et al. 1884). Substanzen einer Stoffgruppe ließen sich vor allem durch Ähnlichkeiten im Verhalten, in den Reaktionen zu unterscheiden, so etwa die Alkohole durch ihre Oxidation zu Aldehyden und Säuren. Der französische Chemiker CHARLES FREDERIC GERHARDT 1853 (S. 171) unterschied als solche Stoffgruppen, "der durch gemeinsame Eigenschaften wohl characterisirten Körper" abgesehen " von den Aethern und den Alkoholen ... die Säuren, die Amide, die Basen, die Aldehyde, gewisse Kohlenwasserstoffe und die Acetone."

BERZELIUS vertrat für die organischen Substanzen die bei Salzen und Säuren ihm aufgegangene "**Dualistische Theorie**". Wie die anorganischen sollten die organischen Verbindungen aus je zwei elektrisch entgegengesetzt geladenen Bestandteilen bestehen. Die Radikale durften solche Bestandteile sein. Nach dem Aufgeben der "dualistischen Theorie" wurde an den Radikalen durchaus festgehalten, ja diese Auffassung weiter ausgebaut.

DUMAS und LAURENT entwickelten um 1834 die gegen die dualistische Theorie sprechende **Substitutions-Theorie** für organische Verbindungen. Unabhängig von der elektrischen Ladung sollten einzelne Wasserstoff-Atome in organischen Körpern durch Chlor oder andere Elemente resp. durch bestimmte Atomgruppen (Radikale) ersetzt werden können, und je nach Ersatz andere Verbindungen zustandekommen. Für DUMAS soll die Anregung zur Substitutionstheorie gekommen sein, als er auftragsgemäß untersuchte, warum während einer Soiree in den Tuilerien zur Zeit von König KARL X. aus den brennenden Wachskerzen ein ätzendes

Gas, Salzsäure, entwich. Wie sich herausstellte, war zum Bleichen des Kerzenwachses Chlor benutzt worden. Dieses hatte offenbar wenigstens einen Teil der H-Atome im Kerzenwachs ersetzt und aus ihm bildete sich während des Abbrennens der Kerzen die Dämpfe der Salzsäure (HCl-). Obwohl Chlor elektronegativ ist, ersetzte es dennoch den elektropositiven Wasserstoff (A. KEKULÉ 1861, H. E. ROSCOE 1887), und.das sprach gegen BERZELIUS' dualistische Theorie.

## Viele organische Stoffe und deren Reaktionen

Es wurde, zuerst 1842 durch J. SCHIEL (R. HOOYKAAS 1999) von "**homologen Reihen**" bei organischen Verbindungen gesprochen, von der Anordnung im Molekulargewicht zunehmend schwererer ähnlicher Verbindungen, die sich in einem bestimmten Betrag, so etwa um den Betrag CH2, von den beiden Nachbarn unterschieden. Harmonie in der Natur - hier war sie wieder. DUMAS legte 1843 dar, daß sich daher zwischen Ameisensäure und Margarinesäure 15 andere Säuren befinden müssen, nächststehende unterschieden durch die Elementardifferenz CH2 (A. W. HOFMANN 1884). Für die Formeln der Paraffine, der gesättigten Kohlenwasserstoffe, ergab sich später die Grundformel CnH2n+2. Kohlenwasserstoffe, also Substanzen, die in irgendeinem Verhältnis Kohlenstoff und Wasserstoff enthielten, wurden alle, auch die später als ringförmig festgestellten, gleich behandelt.

Wie nahe sich organische Verbindungen stehen zeigten etwa die **Pflanzensäuren**, die **sich im Reagenzglas ineinander umwandeln** ließen: Zitronensäure bildete bei um 175° C unter Wasser-Austritt Aconitsäure, Äpfelsäure bildete unter Wasser-Abga be Fumarsäure oder Maleinsäure, aus ihnen kann entstehen Bernsteinsäure, wie auch Äpfesläure zu Bernsteinsäure vergären kann, auch aus Fumarsäure kann Aconitsäure entstehen. In den einzelnen Pflanzenspezies häufte sich eben die eine oder die andere dieser auch im Stoffwechsel miteinander verbundenen Säuren an, etwa die Zitronensäure in Zitronen.

In Zusammenhang mit der Ausbildung von Theorien über die organischen Substanzen und auch sie beeinflussend wurde die ganze Fülle der organischen Substanzen zunehmend erschlossen. Man bemühte sich jeden mit jedem reagieren zu lassen, wobei besonders etwa Chlor sich immer als reaktive Substanz erwies, wie schon bei der Entdeckung etlicher chemischer Elemente.

DUMAS und PELIGOT fanden das **Methylchlorid** (CH3Cl). DUMAS erhielt bei der Reaktion Chlor auf Essigsäure, in Gesalt von "Eisessig", die **Trichloressigsäure**, schöne durchsichtige Kristalle (A. W. HOFMANN 1884). LIEBIG und auch DUMAS ermittelten 1832 die Zusammensetzung von **Aceton** (CH3-CO-CH3). ALEXANDER A. WOSKRESSENSKY, der "Großvater" (deduschka) der

russischen Chemie fand noch jung bei LIEBIG in Gießen 1838 bei der Oxydation von Chinasäure das **Benzochinon, das erste Chinon**, Vertreter eine Gruppe organischer Stoffe, die auch, auch ihre Derivate, in Pflanzen eine Rolle spielen.

LIEBIG hatte 1835 unter den Oxydationsprodukten des Alkohols das von DÖBEREINER nur angedeutete (Acet-)Aldehyd und dann andere **Aldehyde** und deren spezifische Reaktionen gefunden. Erst A. W. HOFMANN (u. a. 1868, WV FARRAR 1968) fand 1865 durch Überleiten von Dämpfen des Methanols mit Luft über eine glühende Platinspirale das erwartete einfachste Aldehyd, das Methyl- oder **Formaldehyd** (CH2O), das heißt eine Lösung des Formaldehyds in einem Gemisch aus Methanol und Wasser. Durch fraktionierte Destillation war es nicht rein gewinnbar, erschien bei Normaltemperatur als instabiles, sich rasch in einen soliden Stoff, nach späterer Erkenntnis in ein Polymer, verwandelndes wasserlösliches Gas. Fast am Ende seines Lebens erhielt es 1892 KEKULE' als bei - 21'C flüssig werdendes Gas.

Der am Pflanzenstoffwechsel interesserte OSCAR LOEW (1886) (M. KLINKOWSKI 1941) hatte in Formaldehyd das erste Assimilationsprodukt der grünen Pflanze und BAEYER nahm diese Hypothese auf. LOEW erhielt das Formaldehyd in größeren Mengen in dem von ihm gefundenen, dann auch industriell angewandten Verfahren Methylalkohol-Dampf über mäßig erhitzten oberflächlich oxydierten Kupferdraht zu leiten, also es zu oxydieren. Formaldehyd wurde dann Substanz für Konservierung und Desinfektion, so etwa bei BERNHARD TOLLENS (O. WALLACH 1918 b), und jeder Medizin- und Biologiestudent kennt den penetranten Geruch von präparierten Leichen, auch tierischen Organismen, in Museen etwa, ein beim Einatmen nicht ungefährlicher Stoff. 1889 wurde wohl die industrielle Produktion von Formaldehyd begonnen in der kleinen Firma Mercklin und Lösekann bei Hannover (WV FARRAR 1968). Die Großprduktion kam mit der Kunststoff-Industrie (s.d.).. .

Die Konstitution der **Ketone** klärte namentlich CHARLES FRIEDEL (A. LADENBURG 1900), der nach dem für Frankreich verlorenen Krieg 1870/1871 wie WURTZ als französisch empfindend von Straßburg nach Paris zog.

Daß sich **Phenol in Anilin** umsetzen läßt und so mehr von dem gegenüber dem Phenol wichtigeren Anilin gewonnen werden kann zeigten HOFMANN und LAURENT (J. S. FRUTON 1988) und eröffneten den Weg zum 'Anilin' in der Industrie.

## Typen-Theorie

Gemäß ihrer vielfach gleichenden Grundstruktur sollten sich die organischen Verbindungen gemäß der "**Typentheorie**" auf einige "**Typen**" zurückführen lassen, solche aus der "unorganischen Chemie" (CH. GERHARDT et al. 1853 b), und diese die Grundlage ihrer Einteilung werden. Nach den Worten von W. DAUBENY 1857 (S. Iiii): "a building, although the original bricks which composed the structure may have been all replaced by other materials, ...", korrespondierend mit den ursprünglichen "shape, dimension, and number". Als Grundtypen führte der für die Typen-Theorie maßgebende CH. GERHARDT. 1853 an die des Wassers, H2O, des Wasserstoffs H2, Chlorwasserstoffs, HCl, Ammoniak, H3N. Weitere Typen wurden bald erörtert. Die H-Atome dieser Typen konnten ersetzt werden etwa durch Atomgruppen, "Radikale", so Cyan CN2, Acetyl C2H3O. .Indem, wie GERHARDT (S. 176) ausführte, "der Typus Wasser die Hälfte seines Wasserstoffs gegen einen Kohlenwasserstoff CH3, C2H5 u. s. w. austauscht, ensteht ein Alkohol; indem der ganze Gehalt an Wasserstoff gegen eine solche Atomgruppe ausgetauscht wird, entsteht ein entsprechender Alkohol." Hiervon ließen sich dann ganze Reihen ableiten.

Da den etlichen Typen einfache anorganische Verbindungen zugrundelagen, eben H2O, NH3 wurde in Anlehnung an die einstige Typenlehre und auch in der Einführung von Gruppen mit Metallen, auch von –PCl2, - PSCl2 u. a., eine verstärkte Verknüpfung von anorganischer und organischer Chemie gesehen (A. MICHAELIS 1901).

## Gezielte Herstellung vorausgesehener Verbindungen – dabei auch unvorhergesehen schon bekannte Naturstoffe und andere Substanzen gewonnen – A. W. HOFMANN

1845 (a) berichteten J. S. MUSPRATT und A. W. HOFMANN von vielen Anstrengungen der letzten Jahre, "die Veränderungen, welche eine gegebene organische Verbindung bei der Einwirkung verschiedener chemischen Agentien erleidet, durch gewisse, aus der Erfahrung geschöpfte Gesetze im Voraus festzustellen" (S. 221). Bei der Herstellung von neuen Substanzen durch Substitution von Atomgruppen in vorhandene Substanzen wurden, wie J. S. MUSPRATT und HOFMANN (1845b) feststellten, auch verschiedene Verbindungen erzeugt, die, wie schon WÖHLER beim Harnstoff fand, "wir bis dahin nur als unmittelbare Producte des Lebensprocesses im Thiere oder in der Pflanze zu betrachten gewohnt waren" (S. 1). Bei der Oxydation der Harnsäure mit "Bleihyperoxyd sahen wir das Allantoin, die kristallisierbare Materie hervorgehen, welche in der allantoischen Flüssigkeit der

Kuh enthalten ist" (S. 1). "Salicin und Fuselöl lieferten bei geeigneter Behandlung mit sauerstoffreichen Körpern" die in dem Sumpfmädesüß / *Spiraea ulmaria* und dem Baldrian *Valeriana officinalis* vorhandenen Säuren. Diese gesuchte Erzeugung von Verbindungen baute auf den Ergebnissen der Analysen auf. Und eine große Anzahl angestrebter Verbindungen wurden auch nicht geschaffen, "weil sie vielleicht auf Voraussetzungen gründen, welche nicht naturgemäß sind" (S. 2), aber weitere Ergebnisse sind durchaus zu erwarten. Wurden solche Versuche zunächst in theoretischem Interesse unternommen, so war zu erwarten, daß in den Medizin, den Künsten oder Gewerben wichtige Verbindungen, die man bisher aus der Natur gewann, im Laboratorium technisch hergestellt werden. Fuselöl fiele in großen Mengen als bisher nicht verwertbares Nebenprodukt an und könne bald vielleicht die medizinisch interessante Valeriansäure liefern. In diesem Sinne hat HOFMANN dann auch seinen englischen Schüler PERKIN angeregt auf der Grundlage der angenommenen Formel künstlich Chinin zu schaffen.

**Eine Überraschung** war etwa, als in HOFMANNs Londoner Laboratorium Phenol "nitriert", also mit Salpetersäure behandelt wurde, und die entstandene Substanz, **Orthonitrophenol**, mit "caustic alcali" ein **schönes scharlachrotes Salz** ergab. "Gentlemen", soll nach der Erinnerung von W. H. PERKIN (1896, S. 602) HOFMANN einmal gesagt habe,, "new bodies are floating in the air" – natürlich zu suchen im Apparat.

Wichtig waren **Analogie-Überlegungen**. Weil es Toluidin gab, das mit der NH2-Gruppe ausgestattete Toluol, also C6H4CH3NH2, sollte es auch ein 'analoges' Naphthalidin geben.

## Herstellung vorausgesehener Verbindungen – erst im Laboratorium, dann auch in der Natur gefunden: Amine

Der nach England gegangene LIEBIG-Schüler A. W. HOFMANN berichtete 1845 mit J. S. MUSPRATT, daß sie wie DEVILLE das Toluol mit konzentrierter Salpetersäure behandelten und dann die Nitro-Gruppe durch die NH2-Gruppe ersetzten und zu einer organischen Base kamen, die sie **Toluidin** nannten, Toluol außer der CH3 noch mit der NH2-Gruppe.

Von den Formeln her, zunächst denen der Typen-Theorie, neue Verbindungen zu schaffen galt als einen weiteren Höhepunkt in der Entwicklung der organischen Chemie, und LIEBIG hatte vorhergesagt, daß man den Wasserstoff im Ammoniak, NH3, durch organische Atomgruppen ersetzen kann. CHARLES-ADOLPH WURTZ, einst bei LIEBIG in Gießen, nun bei DUMAS in Paris, konnte 1849 die ersten Verbindungen dieser Art schaffen. Eine neue Reihe organischer Verbindun-

gen erschien eröffnet, Verbindungen, die nach DUMAS Worten (dtsch. 1849, S. 343) "schon vor einiger Zeit bei ihrem Bekanntwerden, durch ihre Neuheit, ihre Wichtigkeit und ihre Einfachheit, das Interesse der Chemiker lebhaft erregt hatten." Die "Geschichte der Ammoniakverbindungen" sah WURTZ sogar als "einigermaßen den Uebergang zwischen anorganischen und den organischen Verbindungen" (S. 330), ja vielleicht könne man das Ammoniak trotz fehlenden Kohlenstoffs sogar zu den organischen Verbindungen rechnen. Das hätte allerdings die bisherige Definition der organischen Verbindungen durchbrochen, wenn auch der Brückenschlag durchaus richtig war. Das "Studium" der Amine, so wurde erwartet (S. 346), wird "die Chemie gewiß mit Tausend neuen Arten bereichern." HOFMANN (1850) gelang dann weiter die einzelnen H-Atome nacheinander etwa durch die Methyl- oder Ethyl-(Äthyl)-Gruppe zu ersetzen und so zu einfachen **Amine**n, damals auch "Amide" genannt, zu kommen. Auf Ammoniak ließ HOFMANN etwa "Bromäthyl" einwirken und erhielt "bromwasserstoffsaures Äthylamin" und dann, durch Fortführung der Reaktion, offensichtlich andere Amine. Hier wurden **im Laboratorium Substanzen** erzeugt, **von den bekannten Formeln her bewußt gesucht**, **erwarte**t, und diese Subtanzen wurden **danach** teilweise **auch in der Natur** nachgewiesen. Das im Laboratorium gewonnene, nach Heringslake riechende **Trimethylamin** wurde dann tatsächlich als der bei Heringslake (A. W. HOFMANN 1852) riechende Stoff erkannt. Trimethylamin ist in der Summen-Formel noch 2 Isomeren gleich, dem Propylamin und dem Methyläthylamin. Es wurde gefunden auch bei der Zersetzung von Narcotin und Codein und bei HOFMANN (WINKLES 1855) wurde die Salzlake eines ganzen auf dem Londoner Markt gekauften Fasses von etwa 4 Zentnern aufgearbeitet und nachgewiesen, daß hier Trimethylamin vorliegt. Viel später erkannte man dessen Oxid als Exkretionsprodukt bei Fischen. Trimethylamin wurde auch bei etlichen Pflanzen nachgewiesen (W. WICKE 1862), so bei der graugrünen, mehlig-bestäubt wirkenden Melde *Chenopodium vulvaria L.* und den Blüten des Weißdorns, *Crataegus*, und bei der Blüte der Birne als stinkender Bestandteil identifiziert. Zu den "Amiden" wurde auch das Anilin identifiziert, dessen Ringnatur noch nicht bekannt war.

Die "Amide" erschienen auch als der Schlüssel zur Aufklärung der Struktur der Alkaloide, ja sie wurden anfangs, von ihren Summenformeln her sogar als Alkaloide bezeichnet, die Alkaloide ihnen zugeordnet. War ja aus Narcotin und Codein Trimetyhlamin dargestellt worden. Der Terminus "Alkaloid" verblieb dann den komplizierteren Verbindungen, wo NH3 nicht so einfach erschien wie in den Summenformeln von 1849.. Auch die Amine erschienen, wie HOFMANN formulierte (S. 173) auch als "schlagendes Beispiel von der Einfachheit in der Mannichfaltigkeit, welche die Schöpfungen der organischen Chemie characterisirt".

HOFMANN (1888, S. 244/245) hatte in den Typen eine großartige Möglichkeit

neuer Ordnung in der organischen Chemie gesehen, die im Moment wichtiger zu sein schien als die fortwährende Auffindung neuer organischer Substanzen: "dass wir wir in einem Augenblicke, in welchem es geht, die organische Chemie gewissermassen auf neuer Basis aufzubauen, weit weniger darauf ankam, neue Körper zu entdecken, als vielmehr den bereits bekannten ihre richtige Stelle anzuweisen", eben in Typen.

Die Typen waren in anderen Fällen nicht klar abzutrennen. Aus ihnen gingen aber später die Strukturformeln hervor.

### **Äther**/Ether**-Bildung**

Die Äther mochten **dem Typ Wasser** angehören: H2O, die 2 H-Atome ersetzt durch Alkyl-Reste, also etwa die CH3- oder C2H5-Gruppe, oder auch an einem Atom die eine, am anderen die andere Gruppe. Eine schrittmachende Untersuchung über Bildung organischer Substanzen wurde die von ALEXANDER WILLIAM WILLIAMSON 1850 in einer klassischen Arbeit vorgestellte **Ätherbildung**/Ether. Der schon um 1540 durch Destillation von Schwefelsäure und Alkohol gewonnene Äther wurde oft schlechthin als der "Äther" bezeichnet oder wegen seiner Entstehung mit Hilfe von Schwefelsäure auch Schwefeläther genannt. Die Untersuchungen an ihm und anderen Äther zeigten, daß in der organischen Chemie dieselben einfachen und präzisen Gleichungen wie in der anorganischen Chemie gelten (A. W. HOFMANN 1884), auch bei ihnen ein Austausch von Atomen stattfindet. WILLIAMSON (G. C. FOSTER 1911) löste bei seiner Untersuchung metallisches Kalium in absolutem Alkohol, der sechste Teil des Wasserstoffs im Alkohol wurde durch Kalium ersetzt, dann folgte die Einwirkung von Äthyljodid und das Kalium wurde durch Äthyl ersetzt. Ergebnis war der gewöhnliche Äther, der also aus 2 Äthylgruppen (C2H5), zusammengehalten durch Sauerstoff, zu bestehen schien, gemäß späterer Formelgleichung: C2H5OH + K ergab C2H5OK + H, und dann C2H5OK + C2H5J ergab (C2H5)2O + KJ.

WILLIAMSON hatte seine Ausbildung erfahren in Paris und bei LIEBIG, und ab 1849 Professor am University College London bildete er dort auch erstmals japanische Studenten in Chemie aus (C. RUSSELL 2004).

### Weitere Kohlenwasserstoffe, mehrwertige Alkohole und andere organische Substanzen

Daß das von EDMUND DAVY entdeckte **Azetylen**, Ethin, Äthin, an vielen Stellen bei organischen Reaktionen auftritt fand P. EU. MARCELLIN BERTHELOT (1860, 1866), der es als C4H2 ansah. Acetylen fand sich beim Durchleiten zahlreicher gasförmiger organischer Substanzen durch eine rötglühende Röhre, dabei gebildet sowohl aus Chloroform und reichlich aus Äther, bei unvollständiger Ver-

brennung weiterer organischer Verbindungen. Azetylen (Ethin) wurde wie das Benzol eine der Schlüsselverbindungen der organischen Chemie. Mit vielen Substanzen verband es sich explosiv. Eingeleitet in eine ammoniakalische Kupferchlorid (-"chlorür")-Lösung bildete Azetylen eine rote, detonierende Substanz, eine auch als Nachweis für Acetylen dienende Reaktion. BERTHELOT, später auch NIEUWLAND untersuchten auch die Wirkung von Azetylen auf "salpetersaures Silber" (Silbernitrat) und "salpetersaures Quecksilber" (Quecksilbernitrat). Azetylen erschien BERTHELOT als Ausgangsubstanz einer neuen Reihe organischer Substanzen, als einer der Grundkohlenwasserstoffe, die in ihren "Metamorphosen" Alkohol, Aldehyde, Säuren, chlor-, bromhaltige u. a. Verbindungen bilden. Aus Acetylen erzeugte BERTHELOT (1867) "Polymere". Benzol war ihm Triacetylen. Von Benzol befreites Acetylen gab andererseits mit Salpetersäure kein Nitrobenzol, war also doch gegenüber dem Benzol eine eigenständige Verbindung.

Konnte BERTHELOT Acetylen durch Synthese (s. d.) erzeugen, so berichtete WÖHLER ebenfalls **1862** (S. 220) über die "merkwürdige Eigenschaft" des "Kohlenstoffcalcium", des **Calciumcarbid, mit Wasser** "Acetylengas" zu erzeugen - eine der **später für die Industrie wichtigsten chemischen Reaktionen**.

Von den Kohlenwasserstoffen der Fettreihe, den "**Paraffinen**", kannte man bis etwa 1848 nur das Methan. Die auf das Methan folgenden gesättigten Kohlenwasserstoffe der Paraffin-Reihe waren noch unbekannt, als die von ihnen wenigstens theoretisch ableitbaren Alkohole, Aldehyde und Säuren längst bekannt waren. Etwa KOLBE und EDWARD FRANKLAND (1849, 1859) suchten die den Alkoholen als Grundlage anzunehmenden Radikale wie CH3, C2H5 usw. frei darzustellen, zumal die übliche 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs noch nicht erfaßt war. Dabei wurden schließlich die Kohlenwasserstoffe gefunden. **Höhere Kohlenwasserstoffe** wurden erschlossen etwa unter wesentlicher Beteiligung von CARL SCHORLEMMER (A. SPIEGEL 1892) mit der Untersuchung der "leichten Öle" aus Erdöl und aus der Cannel-Kohle. SCHORLEMMER war geboren in der kinderreichen Familie eines Darmstädter Schreinermeisters, übersiedelte als Chemiker nach Manchester und stand dort auch in sympthisierender Verbindung mit FRIEDRICH ENGELS. SCHORLEMMER stellte 1866 etwa größere Mengen **Propan** dar und erhielt Propylalkohol, Propionsäure, Propylglykol u. a.

Die chemische Zusammensetzung der **mehrwertigen Alkohole** klärte CHARLES-ADOLPHE WURTZ (A. W. HOFMANN 1887), wodurch die Stoffgruppe der Alkohole wesentlich erweitert wurde. Die Verwandtschaft des aus den Fetten gewinnbaren **Glycerin** mit den Alkoholen wurde deutlich, weil BERTHELOT festgestellt hatte, daß der bekannte Äthyl-Alkohol 1 Äquivalent Säure zu Äther bindet, Glycerin aber 3 Äquivalente. Glycerin war somit als 3-wertiger Alkohol zu betrachten. Am 28. Juli 1856 berichtete WURTZ über die Herstellung des aus theoretischen

Gründen vorhergesehenen 2-wertigen Alkohols **Glykol**, nachdem er auf das 2 C-Atome aufweisende Äthylenjodid Silbersalze organischer Säuren, zuerst Silber- und Kaliumacetat, einwirken ließ. Eine Bestätigung für die Zusammensetzung des Glykol war, daß es bei Oxydation 2 verschiedene Säuren ergab. Seit 1875 war der im deutschsprachigen Elsaß geborene und dennoch als französischer Patriot hervortretende WURTZ erster Inhaber eines Lehrstuhls für organische Chemie an der Sorbonne in Paris.

CARL LÖWIG (H. LANDOLT 1890) begann mit seinem Assistenten E. SCHWEIZER in Zürich die Herstellung der **Metallalkyle**, der Verbindungen von Metallen wie Wismut, Antimon, Blei, Arsen mit den Alkoholradikalen, also C2H5 u. a.

SCHÖNBEIN fand die aus mit Salpetersäure behandelter Zelulose hervorgehende **Nitrozellulose**, brennbar, ja explosiv, mit verschiedenem Nitrierungsgrad. J. PARKER MAYNARD fand 1847 deren Löslichkeit in einem Gemisch von je der Hälfte Äthanol und Äther, was das "**Collodium**" ergab.

1859 erschien PETER GRIESS', eines in England lebenden Bierbrauers, erste Arbeit über "eine neue Klasse organischer Verbindungen" (1860), die **Diazo-Verbindungen**, hervorgegangen bei der Reaktion von salpetriger Säure auf Amin-Verbindunge. Sie wurden Ausgangsmaterial wertvoller Farbstoffe.

CHARLES FRIEDEL und der Amerikaner JAMES CRAFTS stellten 1863 die erste **Organo-Silicium-Verbindung** her, das **Tetraäthylsilan** (EU. G. ROCHOW 1967) und etwa ALBERT LADENBURG (W. HERZ 1913) arbeitete über organische Silicium-Verbindungen.

## Überraschende Reaktionen, auch dieselben Substanzen bei verschiedenen Reaktionen

Manche **Reaktion**, auch von späterer industriell-technischer Bedeutung, wurde auch **unerwartet** gefunden. LIMPRICH etwa erhielt in Synthese aus "Benzylchlorid", C6H5(CH2Cl)2 Anthracen, was zu Überlegungen der Zusammensetzung von Anthracen führte (C. GRAEBE et al. 1868)

## Dieselbe Substanz aus verschiedensten Ausgangsmaterial und bei verschiedensten Reaktionen

Manche Substanzen entstanden **aus den verschiedensten Ausgangsmaterialien**, sie oder die zu ihnen führenden Stoffe gab es also in den verschiedensten

Materialien in der Natur oder sie erschienen **bei den verschiedensten Reaktionen**, oft unerwartet, auch vorausgesehen. Das ließ Überlegungen und schließlich Schlüsse auf die Bildung solcher Substanzen zu, wobei ihre Identifizierung gesichert sein mußte.

Die farblose **Milchsäure** (J. PELOUZE 1845) fand sich als eine "der verbreitetsten Materien in der thierischen Oekonomie und in den Pflanzen" (S. 113), in der normalen Milch und noch mehr in der sauren, in Plfanzensäften mit abweichender 'geistiger Gährung', in "verdorbenem Mehl aller Getreidearten, in der Gerberlohe, in dem sauren Wasser der Stärkefabrikaiton," entstand aus Zucker, ihr folgte die Buttersäure-Gärung. Die eingehende Untersuchung der Milchsäure war also regelrecht Gebot, wobei das aus ihr enstehende "wasserfreie Lacton" und das schön blaue Kupfersalz, gebildet mit Kupferoxid, auffielen. Zu der Auffindung der verschiedenen natürlichen Vorkommen traten Synthesen, aus Alanin durch STRECKER, durch Einwirkung "von wässeriger Salzsäure auf ein Gemisch von Aldehyd und Blausäure durch WISLICENUS, Noch für manche Überraschung war Milchsäure bereit, durch Umwandlung von Propionsäure in Brompropionsäure und diese in Milchsäure durch FRIEDEL und V. MACHUCA (BUFF 1866), um nur Beispiele für jenes vielseitige Experimentieren in der organischen Chemie nach der Mitte des 19. Jh. zu demonstrieren..

Die Aminosäure **Leucin**, seinerzeit sprach man von einer "Amidosäure," ein "weisses, krystallinisches, in Wasser sehr leicht, in Alkohol schwer lösliches Pulver", beim vorsichtigen Erhitzen sich verflüchtigend (A. GÖSSMANN 1854, S. 130), die zuerst BRACONNOT "als Zersetzungsproduct bei der Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf Leim, Fleisch und Wolle" beobachtete (S. 129), und die seitdem "als ziemlich constant auftretendes Product beim Behandeln der Proteinstoffe des Thier-und Pflanzenreichs, sowohl mit concentrirter Schwefelsäure, als auch mit den kaustischen fixen Alkalien, sowie beim Faulen derselben nachgewiesen worden." VIRCHOW und andere wiesen die weitere "ausserordentliche Verbreitung ... im Thierorganismus" nach (C. NEUBAUER 1858).

Gewisse Substanzen erschienen als fast konstanter Bestandteil von Lebewesen. Bei **vielen** Reaktionen oder aus verschiedenem Ausgangsmaterial erschienen **Azetylen**/Äthin oder **Naphthalin**. Das von FITTIG, TOLLENS und BEILSTEIN (1865) in Göttingen näher untersuchte **Xylol,** C6H4(CH3)2**,** fand sich im rohen Holzgeist, in einem Teil des Buchenholzteers, Steinkohlenteer, im Erdöl von Burma und war zu identifizieren. **Phloroglucin**, ein farblose Prismen bildendes Phenol mit 3OH-Gruppen, bildete sich aus zahlreichen Pflanzenstoffen und entstand bei Reaktionen von Resorcin. **Benzochinon** erhielt man bei der Destillation der Chinasäure wie aus Blättern von Liguster, Esche, Eiche, Efeu, Ulme mit Braunstein und Schwefelsäure, bei der Oxydation zahlreicher Paraderivate des Benzol,

erschien auch als Produkt von Bakterien im Boden. In

**Furfurol** (H. VON FEILITZEN et al. 1898), das schon durch DÖBEREINER gefunden wurde, erschien aus verholzten Pflanzenzellen, anzunehmen aus dort vorhandenen Pentosanen, die über Pentosen zum Furfurol führen. **Urethan**, selbst giftig, aus dem sich narkotisierende und beruhigende Stoffe ableiten, wurde im 20. Jh. als natürlicher Bestandteil zahlreicher Spirituosen und Steinobstdestillate gefunden. **Dioxin** entsteht bei Holzverbrennung.

**Ein fast ungeheures Faktenwissen bestimmt gerade die organische Chemie nicht nur hinsichtlich der verschiedenen Stoffe, sondern auch der Reaktionen.**

## Zusammengesetztere Naturstoffe: Kohlenhydrate, Eiweiße und ihre Zersetzungsprodukte

Bei den **Kohlehydraten** konnten zunächst nur die Summenformeln der niederen Glieder ermittelt werden. Traubenzucker entstand beim Abbau von Stärke, wie es in der keimenden Gerste, im "Malz", bei der Bierbereitung stattfand. Als Zwischeprodukte fanden sich "**Dextrine**". BIOT fand beim Erhitzen von Rohrzucker mit verdünnter Schwefelsäure, daß sich die Ebene des polarisierten Lichtes von rechts nach links dreht, also durch Abbau des Rohrzuckers offenbar neue Substanzen entstanden. BIOT sprach von "Inversion" (M. P. CROSLAND 1970), es entstand der **"Invertzucker"**.

Von hochpolymeren Kohlenhydraten behandelten versuchsweise mit Salpetersäure HENRI BRACONNOT Stärke, PELOUZE Zellulose, ohne, daß von diesen nitrierten Substanzen eine Weiterverwendung ausging. Interessiert an reaktionsfähigen Stoffen wie Ozon und Wasserstoffsuperoxid ließ SCHÖNBEIN (G. W. A. KAHLBAUM et al. 1901, W. WILL 1904) um 1843 in Basel die schon allein als reaktionsfähig bekannte Salpetersäure zusammen mit Schwefelsäure auf verschiedenste organische Stoffe einwirken. Wirkte das Gemisch Salpetersäure und Schwefelsäure auf Papier, entstand eine pergamentähnliche Substanz, das Pergamentpapier. Wirkte das Gemisch aus Salpetersäure und Schwefelsäure auf Baumwolle, also **Zellulose**, fand SCHÖNBEIN **1846** und unabhängig von ihm am 8. Augusr 1846 RUDOLPH CHRISTIAN BOETTGER (PETERSEN 1881, R. KNOTT 1903), Chemiker und Lehrer beim "Physikalischen Verein" in Frankfurt a. M., daß die äußerlich unverändert aussehende Baumwolle ohne Hinterlassen von Kohle und Rauch sich leicht entzündet und verpufft. Entstanden war aus der Zellulose die chemisch ganz anders reagierende **Nitrozellulose**. Diese ist je nach Menge der einwirkenden Salpetersäure unterschiedlich stark nitriert. Sie wurde

nicht nur Sprengstoff, sondern Grundlagensubstanz für erste künstliche Fasern. Schon SCHÖNBEIN fand 1847 das aus der Lösung von Nitrocellulose in einem Gemisch aus Äther-Alkohol entstehende gelatinöse **Collodium**, das als Wundverschluß diente. WILHELM WILL (B. LEPSIUS 1921) untersuchte um 1897 die Produkte der Nitrierung der verschiedenen Monosaccharide, wobei es um Kenntnis über Nebenprodukte auch der Nitrozelluloseherstellung ging. Die Nitrierung von Zuckern untersuchte B. TOLLENS in Göttingen (O. WALLACH 1918 b).

Bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Glycerin erhielt ASCANIO SOBRERO, Turin, bei unter Inkaufnahme starker Verletzung seines Gesichtes 1846 das höchstexplosive **Nitroglycerin**.

Auch in LIEBIGs Laboratorium in Gießen wurden **tierische Eiweiße**, so Albumine, Fibrin, Casein, leimgebende Horngebilde, mit Säuren und Alkalien zersetzt und wurden "Glycocoll und Leucin", durch LIEBIG auch Tyrosin (A. STRECKER 1850), erhalten, also **Aminosäuren**. Mit Salpetersäure löste sich Tyrosin rasch unter gelber Färbung auf, entwickelten sich rote Dämpfe, schied sich ein kristallinisches gelbes Pulver ab. Salpetersäure wurde Reagens für Eiweiße. Aus Leim erhielt man das zu den ersten bekannten Aminosäuren gehörende **Glykokoll**.

## Die alkoholische Gärung und andere Gärungsprozesse als Mittler zwischen Chemie und Physiologie, als rein chemisch oder auch biogen bedingt

Daß aus dem süßen Saft von Früchten, dem etwa der Weinbeeren, ein berauschendes, Alkohol enthaltendes Getränk entsteht, ist schon im Altertum bekannt, konnte den Weingott Bacchus als lustiges und herumhängendes Wesen darstellen lassen und auch die Produktion von Bier ist altbekannt, im Mittelalter weiter ausgebaut. Selbst der Naturforschung abholde Geisteswissenschaftler schwärmten vom 'Dionysischen' wie der junge FRIEDRICH NIETZSCHE. Warum geschah diese Alkoholbildung? Es hat nach der Entstehung der neueren Chemie die Gelehrten immer wieder fasziniert und nach dem Grund der Umwandlung fragen lassen.

Die Gärung galt zunächst als **rein chemisch**er Prozeß. MACQUER hatte 1749 geschrieben, daß es eine "innere Bewegung" ist, "die von sich selbst unter den unsichtbaren Teilchen des Stoffes erregt wird und als deren Folge eine neue Lagerung und neue Verbindung entsteht" (zitiert aus P. WALDEN 1927). Bei BERZELIUS hieß es (dtsch. 1832, S. 285): "Gährung ist freiwillig eintretende, allmählige Zerstörung von Pflanzenstoffen, die mit ihrem Wassergehalte der Luft ausgesetzt oder auch nur am Austrocknen gehindert werden." Es war einerseits bekannt, daß Luft zur Einleitung des Gärungsprozesses nötig war, andererseits ein Erhitzen der

gärenden Substanz mit der Luft in einem geschlossenen Gefäß die Gärung abbrach, was BERZELIUS damit erklärte, daß "der aus der Luft aufgenommene Sauerstoff wieder auf eine andere Art zerstört" wird. GAY-LUSSAC hatte die Summenformel der **alkoholischen Gärung**: C6H12O6 = 2 C2H5OH + 2 CO2 gefunden, die Zerlegung von Traubenzucker in (Äthyl-) Alkohol und das als Gasblasen entweichende Kohlendioxid erscheint.

Zwischen 1836 und 1838 kam CAGNIARD DE LA TOUR (J. PAYEN 1971), der ansonsten vor allem als Maschinenkonstrukteur wirkte, auf Grund von mikroskopischer Untersuchung zur der Erkenntnis, daß **kleine**, die Hefe zusammensetzende **Lebewesen** die Gärung bewirken. Sie werden von der Luft wie Staub transportiert und kommen so in süße Fruchtsäfte. In derselben Zeit demonstrierte der Biologe THEODOR SCHWANN (1837), daß in Gefäßen mit ausgeglühter Luft der Wein nicht gärte, jedoch ein Frosch in dieser Luft durchaus weiterlebte, also diese Luft nicht prinzipiell lebensfeindlich war. Auch SCHWANN untersuchte die Bierhefe mikroskopisch und hielt die Mitwirkung des "Weinpilzes" bei der Weingärung für unverkennbar. LIEBIG (1839) widersprach der Annahme heftig, was bei seiner Autorität Eindruck hervorrief, denn nach seiner Ansicht mußte nur ein Molekül in der Weinbeere irgendwie angestoßen werden, etwa durch einen Nadelstich, um dann von Molekül zu Molekül zu zerfallen. Es war eben schwer vorstellbar, daß auf der dünnen Nadelspitze Kleinlebewesen in die Beere hineingelangen konnten. Die große Klärung kam dann durch PASTEUR (s. d.).

# Synthese organischer Stoffe

## Die fallende Trennung anorganischer und organischer Stoffe - Erste Synthesen organischer Substanzen

Bis weit ins 19. Jh. bestand die Auffassung, daß **organische Stoffe** im wesentlichen **nur in Lebewesen** entstehen, nur dort die Synthese organischer Stoffe aus einfacheren Substanzen möglich ist, und zwar womöglich **unter Einfluß der Lebenskraft.** Außerhalb des Organismus sollten organische Substanzen nur abgebaut oder in nicht komplizierter zusammengesetzte umgewandelt werden können. Selbst LIEBIG, der die "Lebenskraft" nicht zu allem und jedem benutzt wissen wollte, meinte noch 1845 (S. 147): "Die Form, die Eigenschaften der einfachsten Gruppen von Atomen, bedingt die chemische Kraft unter der Herrschaft der Wärme, die Form und Eigenschaften der höheren, der organisirten Atome bedingt die Lebenskraft". GERHARDT äußerte: "Die Thätigkeit des Chemikers ist das gerade Gegentheil von der Thätigkeit der Natur; er verbrennt, zerstört, analy-

siert, die Lebenskraft allein wirkt synthetisch, sie richtet das durch die chemischen Kräfte zerstörte Gebäude wieder auf" (Comptes rendus, XV, 498, zitiert aus M. BERTHELOT 1877).

WÖHLER hatte zwar 1828 Harnstoff aus mehr oder weniger anorganischen Substanzen erhalten, aber nur bedingt die Erwartung geweckt, daß nun weitere Synthesen kommen werden.

Es folgten Synthesen von komplizierte aufgebauten organischen Substanzen aus einfacheren. PELOUZE und GELIS stellten 1843 Butyrin, **ein Fett**, aus Buttersäure und Glycerin her, ebenfalls ohne die skeptische Einstellung zu Synthesen organischer Stoffe bei den meisten Chemikern zu wandeln. ADOLPH STRECKER berichtete 1850 über seine aus der damaligen Kenntnis der Zusammensetzung abgeleitete "künstliche Bildung" der Milchsäure aus Ameisensäure und Aldehyd, 1854 berichtete STRECKER über die schon aufsehenerregendere "künstliche Bildung" des in der Galle vorkommenden **Taurin**, 1824 von LEOPOLD GMELIN entdeckt und die Bildung abgeleitet aus der von JOSEPH REDTENBACHER, Prag, geklärten Summenformel. Es erschien STRECKER nun doch als deutlich genug, "dass die in dem Organismus thätige chemische Kraft nicht verschieden ist von der chemischen Kraft ausserhalb" und meinte gar, daß die "künstliche Bildung der in der Natur sich findenden Stoffe kann man als das Ziel ansehen, nach welchem die organische Chemie strebt" (S. 97).

Die Auffindung von Synthesen organischer Stoffe sowohl aus anderen organischen wie dann auch anorganischen Substanzen ist in besonderem Maße mit PIEERE EUGENE MARCELLIN BERTHELOT verknüpft BERTHELOT (M. P. CROSLAND 1970, (H. B. DIXON 1911, C. GRAEBE 1909, M. SUTTON 2007; R. VIRTANEN 1965). war der 1827 geboren Sohn eines Pariser Arztes, der vor allen in Armenviertelen tätig war. Am College Henri IV. schloß er eine lebenslange Freundschaft mit ERNEST RENAN, der der christlichen Orthodoxie feindlich gesonnen war und auch BERTHELOT gab seinen Glauben auf. Bei RENAN schon erfolgreich, entschied sich BERTHELOT dennoch für die Pharmazie und wirkte, auch unbezahlt, bei PELOUZE und war Assistent bei dem Brom-Entdecker BALARD. BERTHELOT wurde im Dezember 1859 Professur an der Ecole supérieure de pharmacie berufen und folgte 1861 er auf den neuen Lehrstuhl für organische Chemie am Collège de France. BERTHELOT war vielseitig interessiert, auch an Archäologie und half hier mit chemischen Analysen und war sehr interessier an der Vergangenheit der Chemie. BERTHELOT war liberal, Republikaner und führend beteiligt in der Verteidigung von Paris nach dem Sturz von NAPOLEON III. gegen die deutsche Armee 1871. Als einer der führenden französischen Gelehrten nahm er in der Zweiten Republik etwa jene Stellung ein, die DUMAS im Zweiten Kaiserreich besessen hatte Für einige Monate 1886/1887 war er Minister für

öffentlichen Unterricht, für wenige Monate 1895/1896 Minister des Äußeren. In letzeren Amt erntete er mehr Kritik als Anerkennung, war es doch die Zeit der ersten Türkengreuel gegen die Armenier und war eine französische Flotte in die Ägäis gesandt worden, und es galten nicht als großartig für Frankeich empfunden Lösungen mit England wegen Siam/Thailand in Südost-Asien und im Sudan. Ab 1883 hatte BERTHELOT auf dem Schloß Meudon eine "Station de chimie végétale" eingerichtet. Ihn interssierte stark die Stickstoff-Bindung. Der Chemker BERTHELOT verwarf die Atomtheorie wie irgendeine Idee von Struktur für organische Verbindungen (E. W. WERNHOFF 1996, S. 494) und statt von Atomen sprach er von Äquivalentgewichten (M. SUTTON 2007, S. 61), wobei der französische Philsoph COMTE in den Zweifeln an der Atomen vorangegangen war, BERTHELOT starb 1 Stunde nach dem Tode seiner 10 Jahre jüngeren Frau SOPHIE CAROLINE NEANDER, die er 1861 geheiratet hatte und beider wurden im Panheon beigesetzt, wobei später gemeint wurde, daß nicht BERTHELOTs Verdienste als Chemiker dafür ausgereicht hätten, aber sein hinzukommendes öffentliches Wirken (M. SUTTON 2007, S. 61).

BERTHELOT, der 1851 den Ausdruck "Synthese" benutzte, konnte in den 1850er-Jahren **aus einfacheren oder einfachen organischen Substanzen höhermolekulare** aufbauen. Alkohol und Essigsäure, "Substanzen mit nicht zu hohem Atomgewicht" (s. 1852, S. 116), behandelte er 1851 in "Rothglühhitze" fand anschließend in dem Gefäß Produkte wie bei der trockenen Destillation von Steinkohle und Ölen, so Naphthalin, Benzol, auch Phensäure. Wegen ihres komplizierteren Aufbaues als die in der Rotglühhitze offensichtliche zerfallene Essigsäure mußten aus den Zerfallsprodukten diese höhermolekularen Stoffe sich synthetisiert haben. Für seine Doktorarbeit erhitzte BERTHELOT 1853/1854 Glycerin mit Stearinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure und erhielt **Fette** (C. GRAEBE 1909), die sich damit auch in der Synthese gemäß CHEVREULs analytischem Befund als **Ester des dreiwertigen Glycerin** erwiesen. Ein Glycerin-Molekül als dreiwertiger Alkohol kann auch nur an einem OH-Gruppe eine Fettsäure (Monoglycerid) oder an 2 (Diglyerid) binden und es können verschiedenartige Fettsäuren in einem Molekül verhanden sein. KOLBE erzeugte 1860 aus Phenol und Kohlensäure Salicylsäure.

**Synthesen** erschienen als **Beweis der Richtigkeit der Analysen**, als Beweise für die Richtigkeit der angenommenen Konstitution.

Als manche organischen Substanzen als Abfallprodukt anfielen, wurde gehofft, sie in benötigte Stoffe umzuwandeln, und J. S. MUSPRATT und A. W. HOFMANN äußerten 1845 die Hoffnung, aus dem in Entfuselungsanstalten aus Alkohol anfallenden Fuselöl die in der Medizin genutzte Valeriansäure herzustellen oder aus dem Naphthalin im Steinkohlenteer Chinin zu erzeugen - wozu entsprechende Versuche durchgeführt wurden.

Aus anorganischen Substanzen wurden organische nach WÖHLERs Harnstoff-Synthese 1828 zunächst nicht hergestellt. Zur Synthese von **Essigsäure** aus nun wirklich anorganischem Material, von Chlor, Kohle, Schwefel, Kalium und Wasser, kam HERMANN KOLBE (H. M. LEICESTER 19, E. von MEYER 1884). Ältestes von 15 Kindern eines lutherischen Pastors in Eliehausen bei Göttingen, hatte er in Göttingen studiert, arbeitete bei BUNSEN, ging als Kenner der Gasanalyse nach London. Er wurde er 1851 Ordinarius in Marburg, 1865 in Leipzig. Zuletzt fiel er durch harsche Kritik an neuen, aber durchaus bald von vielen akzeptierten Ideen auf. Im Jahre 1845 kam er ("und dieses Verfahren scheint experimental bis zum Ende durchgeführt zu sein", M. BERTHELOT 1852, S. 117) vom Schwefelkohlenstoff (CS2) durch Einwirkung von Chlor zum Chlorkohlenstoff von diesem zur **Trichloressigsäure**, damit auch zur Essigsäure. GMELIN meinte 1848 in seinem "Handbuch der organischen Chemie" (I, 38) (zitiert nach C. GRAEBE 1909): "Berücksichtigt man, daß die Kunst aus unorganischen Materialien einige organische Verbindungen zu erzeugen vermag und daß es bisweilen gelingt, in gegebenen organischen Verbindungen die Zahl der Kohlenstoffatome zu erhöhen, so erscheint es nicht unmöglich, daß man dereinst viele oder alle natürlich vorkommenden organischen Verbindungen auch künstlich wird erzeugen können".

Aus Kohlenmonoxid und schwach befeuchtetem Kaliumhydroxyd, also **anorganischen Verbindungen**, gewann BERTHELOT 1856 unter 70-stündigem Erhitzen das Kaliumsalz der Ameisensäure, das **Kaliumformiat** (C. GRAEBE 1909), CO + KOH – KCOOH aus dem sich Ameisensäure gewinnen ließ, technisch genutzt 1894. Ameisensäue entstand also letztlich aus Kohlenmonoxid und wasser, wobei sich Kohlenmonoxid aus Kohlenstoff und Sauerstoff und Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff gewinnen ließen (M. BERTHELOT dtsch. 1862 a). Aus der Ameisensäure ließ sich Methan gewinnen, aus ihm Azetylen (Ethin), daß durch Addition von Wasserstoff wiederum "ölbildendes Gas", Ethen, ergab, aus Methan ebenfalls entstand mit Kohlenmonoxid Propylen. Es ließen sich also "stufenweise und direct Kohlenwasserstoffe von immer complicirteren Zusammensetzungsverhälniss aus einfacher zusammengsetzten hervorbringen" (S. 211).

## Synthese von Ethin/'Acetylen' auch aus Elementen

**Synthese** organischer Verbindungen **direkt** sogar von **chemischen Elementen** und nicht nur von einfachen anorganischen Verbindungen her gelang BERTHELOT ebenfalls **1862**, als er in einer Glocke zwischen einem aus 2 Kohlepolen erzeugten elektrischen Lichtbogen, also bei sehr hoher Temperatur, einen Wasserstoffstrom hindurchleitete. Dem austretenden Wasserstoff war "**Azetylen**" **(Ethin, Äthin)**, C2H2, beigemischt, zu dem sich **Wasserstoff und Kohlenstoff** of-

fensichtlich verbunden hatten. Die geringe Menge gebildeten Azetylen ließ sich nachweisen durch die bereits bekannte Reaktion mit "ammoniakalischer Kupferchlorürlösung", der Abscheidung einer roten Kupferverbindungen. Daß schon Reaktionen mit dem Azethylen bekannt waren, hat also die Identifizierung des synthetisch entstandenem Azetylen ermöglicht. Azetylen (Äthin) konnte BERTHELOT (1867) durch Oxydation, also mit dem Element Sauerstoff, zu Oxalsäure verbinden, womit also auch diese synthetisch aus den Elementen, C, H und O, erzeugt war. Als BERTHELOT 1866 vom Äthin zum Benzol kam, hatte er in der Synthese den Übergang **von den aliphatischen zu den aromatischen** Verbindungen geschafft. Bereits 1862 hatte BERTHELOT aus "Sumpfgas", Methan, eingeschmolzen "in eine Röhre von böhmischem Glas" (S. 211) "eine kleine Menge von Naphthalin" erhalten, aber das war noch vor der Aufstellung der Benzol-Formel und damit auch der des Naphthalin, weshalb die aromatischen Verbindungen noch nicht in ihrer Sonderstellung beachtet wurden.

Alle Grenzen zwischen den verschiedenen Bereichen der Chemie erschien endgültig gefallen und BERTHELOTs Schüler meinten: Es gibt nur eine Chemie und BERTHELOT ist ihr Prophet (übersetzt aus H. B. DIXON 1911, S. 2363).

## Mehr Synthesen

Anknüpfend an ältere Versuche BERTHELOTs stellte RICHARD MEYER (H. FREUNDLICH 1927), zuletzt an der Technischen Hochschule Braunschweig, Bruder des berühmteren VICTOR MEYER, bei Temperaturen um 600° C durch Einwirkung von Wasserstoff auf Acetylen einen "Acetylen-Teer" her. In ihm fanden sich viele der auch in dem bei der Leuchtgas-Herstellung anfallenden Teer substanzen wieder, so Benzol, Toluol, Naphthalin, Diphenyl, Inden, Fluoren). Alle diese waren hier also Produkt der Synthese von Wasserstoff und Acetylen, waren durch Synthese erzeugbar. Es wurde erörtert, ob die verschiedenen aus dem Teer der Kohledestillation gewinnbaren Produkte dort von vornherein vorhanden sind oder erst im Prozeß der Kohledestillation entstehen.

Auch wo Synthese vielleicht sogar aus den Elementen prinzipiell möglich war, ging man in der **Industrie** von **möglichst billigen Rohstoffen etwa aus der Kohle** oder von Substanzen aus Pflanzen aus und schreitet dann über leicht herstellbare Verbindungen weiter, betreibt also **keine Totalsynthese**, auch wenn das manchmal so hieß. GRIGNARDs magnesium-organische Verbindungen waren wichtige Zwischenverbindungen etwa - um ein neueres Beispiel zu nehmen - zur Herstellung des Tamofixen (M. SUTTON 2012, S. 59). Leicht weiterreagierbare **Zwischenverbindungen** sind das eine auf dem Wege zu weiteren Verbindungen, das andere sind **Katalysatoren**. Eine solche wichtige Substanz wie Chinin wird noch etwa 2012

trotz Kenntnis einer Synthese als die Substanz Chinin **billiger aus Pflanzenmaterial**, der Rinde des plantagenmäßig angebauten Chinarindenbaumes, gewonnen (S. STRELLER et al. 2012, S. 225).

Immer mehr Verbindungen wurden aus mehr oder weniger einfachen Ausgangsstoffen aufgebaut, im allgemeinen nicht aus den Elementen.. FRIEDEL und SILVA fanden 1871 - 1873 die Synthese des **Glycerin.** ALBERT LADENBURG fand die **partielle Synthese** des Alkaloids **Atropin** durch längeres Erhitzen des tropasauren Tropin (W. HERZ 1913), was WILLSTÄTTER fortführte. Über die Untersuchung der Pyridin-Homologe aus Teer kam LADENBURG zum Alpha-Propylpiperidin, das er dem **Coniin**, dem Alkaloid des Schierlings, *Conium maculatum*, identisch fand und dessen Herstellung 1886 die erste vollständige **Synthese eines Alkaloids** war. AMÉ PICTET (E. CHERBULIEZ 1937) stellte etliche Alkaloide her und synthetisierte 1903 **Nicotin**.

## Neue Nahrungsquellen und auch Stoff-Synthesen – Hoffnung für alles, und alles aus Kohle oder Holz?

Von der Synthese organischer Substanzen erwartete BERTHELOT 1894 (zitiert aus P. WALDEN 1925), daß im "Jahre 2000 ... es in der Welt weder eine Landwirtschaft noch Hirten, noch Ackerbauern geben" wird, weil das "Problem des des Daseins durch den Ackerboden wird beseitigt werden durch die Chemie". Nicht ganz so in Synthesen überlegte etwa VICTOR MEYER (1889, s. 1892, S. 205) in Zitierung von HELLRIEGEL, wenn er über "Celulose" als mögliche Nahrungsquelle nachdachte, da es sich hier um Umwandlung zu "Stärkemehl" handeln sollte.

Etwa V. MEYER aber sah 1889 (s. 1892) Grenzen für Synthesen beispielsweise für Eiweiße und, was allerdings nicht mehr zur Chemie gehört, namentlich für die Zellen der Organismen. EMIL FISCHER (s. L. KNORR 1919) dagegen kam im Gefolge seiner Eiweißforschung zu der Ansicht: "Synthese brauche wohl vor keinem Produkt des lebenden Organismus zurückzuschrecken." SÖREN PETER LAURITH SÖRENSEN (H. M. LEICESTER 1975) synthetisierte ab 1902 immerhin die Aminosäuren Ornithin, Prolin, Arginin. Aber Stärke oder Zellulose aus Zucker ließ sich nicht erzeugen.

Der Weg, auf dem organische Stoffe im Laboratorium oder **technisch** synthetisiert wurden, war **nicht** unbedingt **derselbe Weg**, der im **lebenden** Organismus ablief, als "**Biosynthese**". Bioynthesen verlangten nicht höhere Temperatur und erhöhten Druck (R. FITTIG 1895), wurden katalysiert durch seinerzeit eher geahnte als gewußte Enzyme, liefen aber bei einer Mehrheit der Organismen, abgesehen

bei genetischen Veränderungen, oft schweren Krankheiten, in stets der gleichen Weise ab. Der Chemiker kann, was namentlich im 20. Jh. deutlich wurde, schon durch die Wahl der Bedingungen, auch der Katalysatoren, die technischen **Synthesen abändern** (E. FISCHER 1907) und so etwa in der chemischen Industrie Substanzen mit immer anderen spezifischen Eigenschaften und geeignet für spezifische Verwendungszwecke herstellen, viel mehr Substanzen, als die Natur trotz ihres reichen Angebotes bietet. Aber der so elegante Ablauf der Biosynthesen unter "Normalbedingungen" regte auch zu ihrer Nachahmung in der Chemietechnik an.

Gab es lange das Bestreben, möglichst viele Substanzen aus Kohle zu erzeugen, auch vorher etwa aus Holz, also biotischen Produkten erzeugte, zeichnet sich am Anfang des 21. Jh. eine Umkehr an, die Rückkehr zu biologischen Ausgangsmaterialien.

## Chemie, die über die irdische Natur hinausgeht - Neue "chemische" und auch biologische Umwelt

Die Chemiker erzeugten durch Umbau oder Synthese zunehmend **Substanzen**, die **in der irdischen Natur**, jedenfalls der gegenwärtigen, **fehlen**. BERTHELOT lobte (1877, S. 293): "Die Chemie schafft sich ihr Objekt selbst. Diese schöpferische Kraft unterscheidet sie wesentlich von der Naturbeschreibung und den historischen Wissenschaften." Auch viele im Laboratorium ausgeführte **chemische Reaktionen** fehlen jedenfalls in der uns zugänglichen Natur, einschließlich der Erfahrungen aus dem Kosmos. Das mußten auch die sich in die Erdgeschichtsforschung einmischenden Chemiker einsehen: Wie Vulkanismus zustandekommt, ob etwa durch Reaktion von Natrium mit Wasser, oder wie sich Erdöl aus Fetten bildet, dafür konnte das Laboratorium Möglichkeiten bieten, aber die erdgeschichtliche Wirklichkeit, etwa das Vorhandensein nötiger Fossilien, mußte der Geologe entscheiden.

Zu den nur im Laboratorium erzeugten Substanzen kam die Bereitstellung **auch in der Natur vorhandener Substanzen** in einem die **natürlichen Vorkommen stark übertreffenden Maß**. Das betraf organische Substanzen, wie Rotenon, als auch anorganische. Nicht ungefährliche, ja giftige Substanzen traten so in teilweise bedenklicher Menge in die Umwelt. Auch durch den **Bergbau** wurden giftige Substanzen nach oben geholt. Im Erdinneren konzentrierte Stoffe wurden weit verbreitet, auch in die nahe Umwelt, ja etwa das Trinkwasser, der Menschen. Quecksilber lag fern den Wohnstätten der Menschen in Verbindungen oder auch gediegen unter der Erde. Menschlicher Witz holte es hoch.

Die Chemiker schufen also, wie RONALD BRESLOW (2000, S. 267) von der New Yorker Columbia University sich ausdrückte, so etwas wie eine **neue "chemische Umwelt"**. Hormonähnlich wirkende Substanzen, so die als Weichmacher benutzten Phthalate, gelten am Anfang des 21. Jh. als fortpflanzungshemmend, könnten fast die Weitervermehrung der Menschheit gefährden – eine sicherlich noch nicht ganz ernst genomme Auffassung.

Es muß sicherlich gelten: Allles, **was nicht in der 'natürlichen'**, während der Evolution des Menschen bestehenden **Umwelt** vorkam oder auch nur in anderen Quantitäten vorlag, ob **Substanzen oder physikalische Agenzien** wie die verschiedenen elektromagnetischen Wellen, ob solche der Röntgen-Strahlung oder Radiowellen, **kann** unangenehme, **gefährdender Auswirkungen** haben. Es muß aber nicht! Merkwürdig ist, daß es zahlreiche Gewächse gibt, die nicht die Nahrungspalette des Menschen aufgenommen wurden, in kleinen und noch nicht tödlichen Mengen große Wirkungen ausüben können, als Gift, Droge oder als Heilmittel. Wie traf das mit dem Stoffwechsel des Menschen zusammen? Auf Grund von Gemeinsamkeiten?

Zu den durch den Menschen neu oder verstärkt in die Umwelt gebrachten Substanzen tritt **im Biologischen** die Ausbreitung zahlreicher Kulturpflanzen in neue Regionen, auch die unbeabsichtigte Ausbreitung von Gewächsen. Die **der Natur unbekannten Züchtungsprodukte** mochten etwa bei den Zierpflanzen harmlos sein, aber zu einer neuen Umwelt mit neuen Sichtperspektiven trugen auch sie bei

Mit der Erkenntnis, daß sich offenbar beliebige organische Verbindungen aus einfachen Bestandteilen, gar aus chemischen Elementen aufbauen lassen, war der chemischen Technik ein weites Feld eröffnet und schien der "Beherrschung der Natur" ein weiterer entscheidender Schritt gelungen zu sein. BRESLOW sprach im Jahre 2000 von "Extending Nature".

Es war durchaus eine **nicht schlüssige** Annahme, daß **die "Natur" immer das Optimale hervorgebracht** hat, daß das "Natürliche" dem "Künstlichen" prinzipiell überlegen ist. Das gilt, auch wenn die Evolution gewiß viel sehr "Zweckmäßiges" entstehen ließ. Das waren zweifellos die ohne höhere Temperatur und Druck verlaufenden Biosynthesen, die nachzuahmen, ja zu erweitern, die moderne Chemie antrat.

In der Natur zwar vorkommende Stoffe waren dort oft nur aufwendig zu gewinnen oder nur in zu geringer Menge vorhanden. Auch sie, so Chinin, synthetisch herzustellen war also ein Ziel chemischer Forschung. Ob eine Substanz aus Organismen erzeugt wurde oder durch Synthese war bedingt durch die Kosten der Verfahren. Die Elemente und Grundverbindungen wie Kalk oder auch Zellulose

waren die unbedingt aus natürlichen Ressourcen zu gewinnnenden Rohstoffe. Jedoch ausreichend Eiweiße nur aus Aminosäuren oder gar Stärke, Zellulose und andere Kohlenhydrate durch Aufbau aus Zuckern ließen sich synthetisch bis heute nicht gewinnen.

Mit der Erzeugung organischer Substanzen aus anorganischen mußte irgendwann auch die **Frage** auftauchen, es geschah vor allem im 20. Jh., wie **die ersten organischen Substanzen auf der Erde** erschienen. Aus Synthese aus anorganischen? Aus Lebewesen, die Voraussetzung aller organischen Stoffe in der Natur waren, also der leblosen organischen Substanz vorangingen - eine etwas eigenwillige Vorstellung?

### Reaktionen - zuerst nur im Laboratorium und später auch technisch wichtig

In demselben Jahr 1862, in dem BERTHELOT seine Ethin-/Acetylen-Synthese gelang, erhielt WÖHLER in Göttingen aus **Calciumcarbid mit Wasser "Acetylengas"**, jedenfalls wies das entstehende Produkt alle dem Acetylen zukommenden Eigenschaften auf. Bei WÖHLER war das eine rein chemisch interessante Reaktion, aber es war noch nicht ersichtlich, daß sie einst ein ganz wichtiger technscher Prozeß wurde, als Acetylen als Ausgangsstoff für zahlreiche organische Substanzen erkannt wurde.

Solche zunächst auf das Laboratorium beschränkten Prozesse mit späterer großtechnische Bedeutung gab es noch andere. 1838 hatte FRE´DE´RIC KUHLMANN.in Lille die **katalytische Oxidation von Ammoniak** mittels Platin zu Nitrat gefunden, ein erst um 1910 technisch genutzter Prozeß.

## Die Chemie der zweiten Hälfte des 19, Jahrhunderts und des beginnenden 20. Jahrhunderts, bis zur Enteckung des Atomzerfalls

Die immer großartigere Chemie der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderte wurde neben anderen vor allem wohl **geprägt** durch 4 Bereiche: Die **Konstitutionsformeln**, die **Isomerie**, die **Ionentheorie**, die beginnende **Koordinationschemie.**.Und alle diese Bereiche büßten ihre Bedeutung nie ein und wurden immerfort auch im 20. Jh. ausgebaut. Vornehmlich wohl die **Entdeckung der Radioaktivität** leitete ein neue Epoche in der Entwicklung der Chemie ein.

## Die 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs, Mehrfachbindungen – Strukturformeln

## Valenz-Theorie, Erschließung der aromatischen Verbindungen

Man kannte die Proportionen, in denen sich die Elemente verbanden, aber es gab nur unklare Aussagen über das Warum.

Im Jahre 1852 kam der englische Chemikers EDWARD FRANKLAND (W. H. BROCK 19) zu jener Vorstellung, die 1865 als "**Wertigkeit**" bezeichnet wurde. Der aus einfachen Verhältnissen stammende FRANKLAND, der Drogist wurde, fand den Weg in das Laboratorium von LYON PLAYFAIR im staatlichen Museum für Economic Geology in London, lernte hier KOLBE aus Deutschland kennen, begleitete diesen zum Studium bei BUNSEN nach Marburg, promovierte dort und ging noch zu LIEBIG in Gießen. FRANKLAND folgte 1865 folgte dem nach Deutschland zurückgekehrten A. W. HOFMANN als Professor der Chemie am Royal College of Chemistry in London. Am 10. Mai 1852 las er vor der Royal Society seine Arbeit über metallorganische Verbindungen, in der er seine Erfahrung mitteilte, daß die chemischen Elemente bestimmte feste Verbindungs"kräfte" besitzen, sich also mit einer bestimmten Zahl von Atomen anderer chemischer Elemente verbinden, von ihm als "atomicity" bezeichnet, und das ist als spezifische Eigenschaft der Elemente zu sehen. So wurde der 1-wertige Wasserstoff durch das ebenfalls 1-wertige Chlor vertreten, der Sauerstoff sich aber als 2-wertig erwies.

Mit dieser später als "Wertigkeit" bezeichneten Vorstellung hat AUGUST KEKULÉ (ANSCHÜTZ 1904, H. A. STAAB 1985), bald ein führender Chemiker seiner Zeit, die **Zusammensetzung** wie die **Struktur** der verschiedenen Gruppen **organischer Verbindungen** gedeutet. KEKULÉ war am 7. September 1829 in Darmstadt als Sohn des großherzogliche hessischen Oberkriegsrates geboren, bezog die Universität Gießen, um Architektur zu studieren und ließ sich durch LIEBIGs Vorlesungen zur Chemie verführen. Er hat dann in Paris bei DUMAS, WURTZ und namentlich GERHARDT gearbeitet und auch in London mit bedeutenden Chemikern debattiert. Nach der Habilitation bei BUNSEN in Heidelberg, Forschungen in einer zum Laboratorium ausgebauten Privatwohnung, wurde KEKULÉ 1858 Professor der Chemie an der Universität Gent berufen. Belgien wollte seiner absteigenden Wissenschaft auch damit Auftrieb geben und KEKULÉ zog einen internationalen Schülerkreis an. Im Jahre 1867 folgte KEKULÉ einem Ruf an die Universität Bonn. Schon in der in Heidelberg ausgeführten Arbeit über das Knallquecksilber schrieb er von der 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs. Im Jahre

**1858** stellte KEKULÉ in seiner berühmten Arbeit "Über die Constitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs" fest, "daß allgemein die Summe der chemischen Einheiten der mit einem Atom Kohlenstoff verbundenen Elemente gleich 4 ist" und der Kohlenstoff als 4-atomig gelten muß. Vor allem aber gelangte er zu der sehr bedeutungsvollen Einsicht, daß sich die Kohlenstoffatome **miteinander** zu unterschiedlich langen geraden oder auch verzweigten **Ketten** verbinden können. Die Verbindung zu Ketten erwies sich als spezifische Eigenschaft vor allem des Kohlenstoffs, der sich damit vor anderen Elementen auszeichnete (V. MEYER 1892), Aus der Verbindungsfähigkeit mit sich selbst, in Ketten oder – wie sich bald zeigte: in Ringen - ergab sich die Fülle der organischen Verbindungen. KEKULÉ formulierte 1877 (S. 911): "Die einzelnen Atome einer Molekel stehen nicht alle mit allen oder alle mit einem in Verbindung, jedes haftet vielmehr nur an einem oder an wenigen Nachbaratomen, so wie in der Kette Glied an Glied sich reiht", und diese Verknüpfungen wurden durch die zunächst zweidimensionalen **Strukturformeln** wiedergegeben.

Unabhängig von KEKULÉ hatte der damals 27-jährige Schotte ARCHIBALD SCOTT COUPER (M. SUTTON 2008, S, 48) **1858** knapp vier Wochen nach KEKULÉs Veröffentlichung am 19.Mai 1858 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften seine Arbeit "On a New Chemical Theory" eingereicht, auch mit der Idee von der 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs und der Selbstverknüpfung der Kohlenstoff-Atome, aber die Vorlage mit Datum 14. Juni 1858 war aus nicht mehr rekonstruierbaren Gründen verzögert worden (H. A. STAAB 1985). COUPER beschuldigte WURTZ, in seiner zögerlichen Art für Veröffentlichung von Neuheiten der Verzögerung (M. SUTTON 2008, S. 48). Zwischen den miteinander verknüpften C-Atomen setzte COUPER 3 Pünktchen statt Striche (Abbildung s. M SUTTON 2008, S. 44). COUPER war 1831 in Kirintolloch bei Glasgow geboren worden unf wsndte sich zuerst klassischen Sprachen und der Philösophie zu. Ab 1851 war COUPER oft in Deutschland, hörte an den Universitäten in Halle und Berlin. Mit KEKULÉ führte COUPER einen heftigen Prioritätsstreit. Er erkrankte später psychisch schwer und starb 1892 zunächst in Vergessenheit. Als RICHARD ANSCHÜTZ begann, sich mit der Biographie des 1896 gestorbenen KEKULÉ zu befassen (veröffentlicht erst 1929) stieß er auch auf COUPER und suchte ihn zu rehabilitiren (M SUTTON 2008, S. 47). WILHELM OSTWALD veröffentliche die Übersetzung von COUPERs Arbeit in Deutsch. Deustche Chemiker gedachten hier also in anständiger Weise ihres britischen Kollegen.

Was KEKULÉ teilweise eher schamhaft vortrug, vertrat konsequent und in bleibendem Sinne EMIL ERLEMMEYER (O. KRÄTZ 1972, A. SELLA 2008). Dieser, ein 1825 geborener evangelischer Pastorensohn, hatte bei LIEBIG studiert, war Apotheker geworden, habilitierte sich 1857 bei BUNSEN in Heidelberg. Er arbei-

tete mit KEKULÉ zusammen, ging 1868 an die polytechnische Schule in München. Aus Gesundheitsgründen mußte ERLENMEYER 1883 frühpensioniert werden (E. VAUPEL 2012, S. 391). ERLENMEYER prägte die Termini "**Wertigkeit**" und "**Strukturchemie**" (A. B. COSTA 1971, KILIANI 1909). WICHELHAUS benutzte 1868 statt "Wertigkeit" den Ausdruck "**Valenz**". Der mißdeutbare Begriff der "Atomigkeit" bei FRANKLAND auch KEKULÉ wurde so ersetzt.

Die Atom-Symbole durch **Striche**, durch die **Bindungsarme**, beim 4-wertigen Kohlenstoff eben 4, miteinander zu verknüpfen, führte 1861 der Edinburgher Professor ALEXANDER CRUM-BROWN (C. A. RUSSELL 2004) ein und es wurde auch von FRANKLAND durchgeführt. KEKULÉ schrieb in dieser Weise 1866 noch nicht einmal sein Benzol/Benzen. Die Bindungsstriche haben durch ihre Anschaulichkeit das Denken über die organischen Verbindungen sehr gefördert.

KEKULÉ hatte 1861 seine Vorstellung dadurch bereichert, daß er annahm, daß sich Kohlenstoff-Atome auch mit mehr als einer Bindung, "Valenz" der späteren Ausdrucksweise, nämlich in einer **Doppelbindung**, miteinander verknüpfen können. Er erschloß das aus der Additionsfähigkeit der Fumar- und der Maleinsäure, was allerdings einschloß, daß die Doppelbindung nicht etwa unangreifbarer als die Einfachbindung ist, aber die eine Bindung leichter als eine Einfachbindung von einem Substituenten besetzt werden kann, sie "ungesättigt" ist. "Die freien Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffs", hieß es bei (zitiert aus H. A. STAAB 1985, S. 18), haben ein Bestreben sich zu sättigen und so die Lücke auszufüllen", die zweite Bindung zu betätigen. Auch hier gab ERLEMEYER die exakte Definition, 1862, und postulierte für Acetylen (Äthin) gar eine **Dreifachbindung**: "Daß im Äthan C2H6 zweimal eine, im Äthylen zweimal zwei und im Acetylen drei Affinitäten des Kohlenstoffs miteinander verbunden sind" (zitiert aus: O. KRÄTZ 1972, S. 55). Von ERLENMEYER stammen die Begriffe **Einfach-, Doppel- , Dreifachbindung** (A. SELLA 2008). KEKULÉ sprach, in seiner Bonner Rekatoratsrede am 18. Oktober 1877, auch von der Möglichkeit der Bildung von nicht molekulareinheitlichen langen **Ketten und Netzen aus Kohlenstoff-Atomen** und die, mit großer Molmasse, sollten dann Kolloide ergeben, wie sie der KEKULÉ bekannte GRAHAM postuliert hatte. Das wurde als eine Vorausschau gewertet auf das, was im 20. Jh. die makromolekulare Chemie genannt wurde (D. BRAUN 2015).

Der russische Chemiker ALEXANDER MICHAILOVICH BUTLEROW (G. V. BYKOV 1970), der zuerst gegen die Ansichten von COUPER und damit auch von KEKULÉ stand, hat auf der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Speyer 1861 den Begriff "**chemische Struktur**", definiert als "Art und Weise der gegenseitigen Bindung der Atome in einem zusammengesetzten Molekül" und durch die "topographische Position der Atome" (H. A.

STAAB 1985). BUTLEROV, von 1868 bis 1885 Ordinarius in St. Petersburg, veröffentlichte in Deutschland das erste Lehrbuch, das die Strukturtheorie anwandte. Später, 1917, formulierte HUGO KAUFFMANN (S. 17), BUTLEROWs Idee mit dem Satz, daß "die Atome eines Moleküls sich nicht regellos zu einem bunt durcheinander gewürfelten Haufen zusammenfinden, sondern sich geordnet und in bestimmter Reihenfolge aneinanderlagern." Die Struktur, später auch die 3-dimensionale, muß als so wichtig gelten wie die Zusammensetzung (M. SUTTON 2008). Bei organischen Verbindungen ist die Zerlegung durch elektrischen Strom in 2 verschieden geladene Teile meistens nicht möglich, und die Struktur ist daher anderer Art und besonders wichtig.

Es gab ein immer **weitergehendes** Ringen **um das Verstehen des Aufbaus** organischer Verbindungen, von der Summenformel über die Strukturformeln und immer weitere Feinheiten, etwa über die Art und die Feinheiten der Substitutionen, so bei Benzol/Benzen, die Gestalt der Moleküle usw. .

Vom Ringen um die Formeln der organischen Verbindungen zu Anfang der 60er Jahre des 19. Jh. zeugt ein Brief von ERLENMEYER an BUTLEROW (bei O. KRÄTZ 19, S. 56): "... Ich behaupte, wir beide sind die zwei einzigen Chemiker der Welt, welche sich und alle anderen verstehen. Die meisten Typiker verstehen Kolbe absolut nicht, Kolbe versteht die Typiker absolut nicht. Kekulé versteht sich selbst nicht, Kolbe nicht, uns nicht" und unter Anführung noch anderer Namen heißt es schließlich "keiner versteht sonst niemanden." ERLENMEYER hat für die Lehrtätigkeit die "aufquellende Flut" organischer Verbindungen zu ordnen versucht, von den einfacher zusammengesetzten zu den komplizierteren, nach dem CH-Gehalt.

## Benzol und dessen Derivate im Zentrum mancher Forschung um 1865 – die Besonderheiten der aromatischen Verbindungen

Diese Vorstellung von "Doppelbindungen" wurde die Voraussetzung, um die "**aromatisch**" genannten Verbindungen, mit dem Grundkörper Benzol, die Ringverbindungen, zu erschließen. Es waren vom Benzol ableitbare Verbindungen, die sich durch einen in der Proportion zu Wasserstoff oder auch anderen Elementen hohen Kohlenstoff-Gehalt auszeichneten, wie schon das als Grundkörper angesehene Benzol mit C6H6 ein anderes Verhältnis C : H als andere Kohlenwasserstoffe aufwies.

Hier bald eingeordnete Substanzen wurden gerade nach 1860 eingehender untersucht und nach ihrer schwierig zu erstellenden Struktur gefragt.

Die **Phenole** etwa erforschte CARL JULIUS FRITZSCHE (1859; A. BUTLEROW 1872), ein Arztsohn aus Neustadt im östlichen Sachsen, der 1834 nach St. Petersburg übersiedelte. Das war also noch vor der Aufstellung von KEKULEs Ringformel.

Benzol und dessen Derivate erforschte RUDOLPH FITTIG (F. FICHTER 1911), damals noch in Göttingen bei WÖHLER, 1870 Ordinarius in Tübingen und ab Frühjahr 1876 als Nachfolger von A. v. BAEYER an der Universität Straßburg, und solche Untersuchungen erfolgten auch durch den dort weilenden BEILSTEIN (1865) oder in Frankreich. Mit Benzol-Derivaten ließ sich gut arbeiten, vor allem durch Verbindung **mit Brom** oder auch Chlor, und man erhielt **leicht herstellbare und identifizierbare Stoffe** (R. FITTIG 1865 a). Bei Reaktionen mit Monobrombenzol und dem daraus gewonnenem "Phenyl" haben BERNHARD TOLLENS und FITTIG (**1864**) "Methylphenyl" gewonnen, "eine wasserklare, dem Benzol ähnlich riechende Flüssigkeit ..." (S. 306) und diese glich in allen "Eigenschaften dem" **Toluol** "aus Steinkohlentheeröl". Es war also eine **aus** einer **anderen Quelle**, dem Steinkohlenteer, **bekannte Verbindung nun auch im Laboratorium auf eigenem Wege erzeugt** worden, die sich als "Methyl-phenyl", als Methylbenzol, ergab, "ein Benzol, in welchem ein Atom Wasserstoff durch das Radical Methyl vertreten ist" (S. 318/319). Diese Benzol-Derivate wurden mit immer weiteren Atomgruppen, Substituenten, versehen, etwa die Bromierung von Benzol immer weiter geführt etwa **zum 4-fach gebromten Benzol**, "schöne seidenartige, leichte und sehr weisse Krystalle (A. RICHE et al. 1865, S. 52)). Weniger klar konnte damals das "**Xylol**", C6H4(CH3)2 aufgeklärt werden, das in der Summenformel dem "Aethyl-Phenyl", C6h5(C2H5), gleicht, womit also auch ein neues Beispiel einer .Isomerie gefunden war (FITTIG 1865 b). Aber auch auf das Xylol, aus "Steinkohlentheeröl nach den bekannten Verfahren dargestellt", wirkte Brom "sehr lebhaft" ein (A. RICHE 1865).

Die Kohlenwasserstoffe der Benzol-Reihe, also Naphthalin, Anthracen und andere ergaben nicht wie andere Kohlenwasserstoffe etwa Alkohole – und sie wie ihre Derivate wiesen auf eigenständige Zusammensetzung hin. Die Untersuchungen dieser Substanzen, so zum Toluol, gaben besondere Anregung, nach einer Struktur für das Benzol zu suchen – eine **Herausforderung** für die Chemiker des Tages.

## Die Benzol/Benzen-, C6H6, Formel – die Formel mit dem geschlossenen Ring

Die **Benzolformel** mit dem geschlossenen Ring von 6 Kohlenstoff-Atomen, die auch dessen Derivate klären half, wird auf KEKULÉ zurückgeführt. Benzol war

1825 von FARADAY entdeckt worden, MITSCHERLICH schlug den Namen 'Benzin' vor, LIEID gab den bis heute gebräuchlichen Namen 'Benzol', der nach der neuen IUPAC- Nomenklatur dem Namen 'Benzen' weichen muß (K. LOHS 1984).

Aber 1861 gab JOHANN JOSEPH LOSCHMIDT (W. J. WISWESSER 1990) im Selbstverlag im Eigenverlag ein 47-seitiges kleines Büchlein heraus, "Constitutions-Formeln der organischen Chemie in geographischer Darstellung", in dem unter anderem die richtige Struktur des Benzolringes und weiterer 120 aromatischer Verbindungen sowie Doppel- und Dreifach-Bindungsstriche geboten wurden. Das kleine Werk, im ausgehenden 20. Jh. als "das Meisterwerk des Jahrhunderts in der organischen Chemie" bezeichnet, fand zu seiner Zeit keine Beachtung, und ANSCHÜTZ entdeckte 50 Jahre später wegen einer Erwähnung in einem Vortrag von KEKULÉ seinen Wert. LOSCHMIDT war 1821 als Sohn armer Bauern bei Karlsbad im nordwestlichen Böhmen geboren worden, fiel wegen seiner Begabung auf und konnte schließlich in Prag und Wien studieren. Beteiligt an einigen finanziell schlecht ausgehenden chemischen Industrieprojekten arbeitete er zeitweilig als Hausbesorger und Volksschullehrer in Wien, aber bekannter geworden durch die von ihm berechnete "Loschmidtsche Zahl" der Moleklüle im Milliliter eines idealen Gases wurde er, immer bescheiden und zurückhaltend geblieben, 1866 an der Universität Wien Privatdozent, 1868 Professor, wirkte auch in gesellschaftlichen Funktionen, so als Dekan oder Gründer der "Chemisch-Physikalischen Gesellschaft" in Wien.

Von FITTIGs Untersuchungen angeregt, hat KEKULÉ seine Vorstellungen vom **Benzol**, mit der Summenformel C6H6, 1865 in Französisch in Belgien und **1866** in Deutsch veröffentlicht, wonach sich bei 4-Wertigkeit des Kohlenstoff bei Benzol keine offene kettenförmige Strukturformel aufstellen läßt, aber eine sich "in den Schwanz" beißende Kette von 6 C-Atomen mit 3 Doppelbindungen das möglich macht. KEKULÉ schrieb für das Benzol zuerst nicht den formschönen 6eck- Ring, sondern eine völlig zusammengestauchte, liegende, sich in den Schwanz beißende Schlange, auch "Wurstformel" genannt, mit kugelförmigen und wurmartigen Atomen, abgeleitet aus seinen ab 1857 verwendeten hölzernen Molekül-Modellen. Belustigend gab KEKULÉ auch eine Formel mit sich an den Händen fassenden Affen. KEKULÉ berichtete 1890, daß er seine Molekülvorstellungen beim Dösen fand, vor dem Kaminfeuer in Gent und für das Benzol auf der Londoner Pferdebahn. Er hatte LOSCHMIDT in einem Brief an ERLENMEYER 1862 und 1865 in einem Vortrag kurz genannt, aber brachte doch eigene Gesichtspunkte in die Benzol-Formel (E. HEILBRONNER et al. 1998). .

Licht kam auf zahlreiche organisch-chemische Stoffe, die "damals schon vielfältige Benzolchemie hat dadurch mit einem Schlage Gestalt gewonnen; an die Stelle unübersichtlichen Tatsachenmaterials trat ein klares System" (K. FREUDENBERG 1938, S. 50). FRANKLAND, KEKULÉ und ihre Anhänger hätten die

"chaotische Periode von 1800 bis etwa 1850" in der organischen Chemie beendet (A. STREITWIESER jr, 1990; S. 3).

Die organischen Verbindungen wurden nunmehr in 2 große Gruppen eingeteilt: 1. die kettenförmigen, die **aliphatischen** Verbindungen, wobei der Ausdruck "**Aliphate**" auf A. W. HOFMANN zurückgeht, und 2. die **ring**förmigen, die **aromatischen**, so benannt schon bei KEKULÉ 1866.

Die einmal einheitlich gesehenen Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate waren also doch in 2 sich recht unterscheidende Gruppen zu trennen, eben die **Ketten** einschließlich der verzweigten Ketten, und in die **ringförmigen** Verbindungen

## Auseinandersetzung um die Konstitution der aromatischen Verbindungen unmittelbar nach KEKULÉs Entdeckung

Im allgemeinen wurde KEKULÉs Konstitutionsformel für das Benzol und von ihm ableitbare Verbindungen als wenigstens bis auf weiteres als brauchbare Errungenschaft bald hoch anerkannt. KEKULÉs Schüler in Gent WILHELM KÖRNER schrieb noch 1866 (S. 197), daß KEKULÉ "eine Theorie entwickelt" habe, "welche über die Constitution der aromatischen Verbindungen eben so einfach und elegant Rechenschaft giebt, als sie das eigenthümliche Verhalten dieser Gruppe von Körpern befriedigend erklärt.

Sämmtliche aromatische Verbindungen stellen sich hiernach als nähere oder entferntere Abkömmlinge des Benzols dar, welches gewissermaßen den Grundstock oder Stammkern derselben bildet. Nach diesen Ansichten soll der Wasserstoff des Benzols vertreten werden können durch andere Elemente, wie Cl, Br oder J, und eben so durch Atomgruppen, wie z. B. das Radical Hydroxyl ..." KÖRNER selbst wandte sich noch 1866 "Substitutionsproducten des Phenylalkohols", wie er das Phenol C6H5OH nannte, zu.

Man war sich andererseits doch bewußt, daß, die "Bindungsarme", die Valenzstriche, nichts anderes als ein Bild sein konnten, eine Fiktion. Ihr mußte aber etwas zugrundeliegen. CARL FRIEDRICH VON WEIZÄCKER sprach viel später einmal von der "glücklichen philosophischen Naivität der Chemiker" (zit. bei W. SCHROTH et al. 2002, S. 545). WERNER SCHROTH verwies darauf, daß man über die Vorstellungen von der Konstitution, die Theorie der Struktur, wie es HEINRICH HERTZ einmal für die Maxwellschen Gleichungen meinte, das Empfinden habe, als sei die Theorie klüger als ihr Erfinder, als ob die Theorie mehr herausgäbe als in sie hineingelegt wurde. Allein aus der chemischen Erfahrung war so etwas wie die Architektur einer verborgenen Welt erstanden. lange bevor

mit Hilfe physikalischer Verfahren irgendetwas davon "sichtbar" gemacht und eine physikalische Begründung des Zusammenhaltes der Atome gegeben werden konnte.

Einer jedoch tobte jahrelang, bis zu seinem Lebensende 1884 **gegen die Strukturformeln und die Valenzen**: KOLBE in Leipzig. In einem seitenlangen Artikel nach dem anderen drosch er in dem von ihm entscheidend herausgebenenen "Journal für Praktische Chemie" ein auf BAEYER, auf ERLENMEYER, auf E. FISCHER, LOSSEN und den Hauptschuldigen der vorhergehenden Generation, der sie anheblich verdorben hatte: KEKULÉ. Er bemängelte auch den Stil dieser Chemiker, ihre angeblich fehlende Logik, ihre Ansichten zur Bildung, beschuldigte sie der "Verwilderung", ja der "Verbauerung" der Chemie (so 1882, S. 323). Wurde in der Chemie jemals mehr geschimpft als von den gewiß nicht verdienstlosem KOLBE?

Für die chemische Industrie, etwa für die Entwicklung von Farben, durfte nicht zuletzt auf der Grundlage der KEKULÉschen Formeln gelten: "Das Füllhorn der aromatischen Verbindungen goß in jenen Jahren einen reichen Segen aus" (F. FICHTER 1911, S. 1361). Aus dem KEKULÉschen Ansatz wurden auch für die Industrie bewußt Verbindungen aufgebaut. RICHARD WILLSTÄTTER wird 1915 (S. 559) sagen: KEKULÉ "hat seine Jünger auf eine hohe Warte geführt, die eine weite, nur wenig verschleierte Aussicht über die Gefilde der Kohlenstoffverbindungen bot. Durch den sich lösenden Nebel traten in dem Bilde die großen Straßen hervor, von denen man zahlreiche Seitenpfade sich abzweigen sah." KARL FREUDENBERG bemerkte 1938 (S. 50): "Der Umstand, daß unsere Chemiker in Wissenschaft und Praxis sich rasch diese Theorie zu eigen machten und auf ihr weiterbauten, ist der wichtigste Anstoß für die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie und ihren lange gewahrten Vorsprung gewesen."

Benzol/Benzen wurde einer der **wichtigsten organischen Grundstoffe** der chemischen Industrie, dessen langwierig wirkende **Giftigkeit** lange gewaltig unterschätzt wurde (.K. LOHS 1984). 25 Jahre nach Aufstellung der Benzol-Formel wurde wegen der daraus abgeleiteten Errungenschaften im Berliner Rathaus am 11. März 1890 eine Feier mit zahlreichen Gästen aus dem In- und Ausland durchgeführt, das **"Benzol-Fest",** und KEKULÉ, der am 13. Juli 1896 starb, wurde noch einmal hoch geehrt. Vor seinem Institut in Bonn wurde am 9. Juni 1903 ein würdiges Denkmal des Bildhauers HANS EVERDING feierlich enthüllt. Auf einem Relief unter dem Standbild KEKULÉs überreicht die "Wissenschaft" in Gestalt einer jungen Frau, also vor der Zulassung von Frauen zum Studium, der Industrie in Gestalt eines Arbeiters die Benzol-Formel.



Abbildung 1501: KEKULE. Bonn.



Abbildung 1502: Am KEKULE-Denkmal.

## Von der Benzol-Formel KEKULÉs ausgehende Klärung der Konstitution anderer Verbindungen – "Kondensierte" Ringe: Naphthalin, Anthracen

Sofort nach der Aufstellung der Benzolformel durch KEKULÉ setzte die weite Anwendung und Erweiterung unter Verwendung des "Ring"-Gedankens, der zyklischen Kohlenstoffringe und ihrer Kombination auch mit anderen Elementen ein.

Die Struktur des aus dem Steinkohlenteer bekannten **Naphthalin**, bei 81°C schmelzende farblose glänzende Blättchen mit einem eigentümlichen Geruch und der zunächst schwierig deutbaren Summenformel C10H8, wurde von ERLENMEYER 1866 angedacht als zusammengefügt aus 2 aneinanderliegenden, miteinander vershmolzenen, "**kondensierten**" Benzolkernen, "Doppelbenzol" (C. LIEBERMANN 1876), wobei 2 Kohlenstoff-Atome beiden Benzolkernen gemeinschaftlich sind. LIEBERMANN schrieb (1876, S. 225) von den "werthvollsten Erweiterungen, welche die Kekule´sche Theorie der aromatischen Verbindungen bald nach ihrer Aufstellung erfuhr" durch die "Hineinziehung des Naphthalins und anderer ähnlicher Kohlenwasserstoffe in den Kreis ihrer Betrachtungen." CARL GRAEBE (**1868**), der das wesentlich verbesserte, gelang das so gut wie zu beweisen (J. WISLICENUS 1892), indem jeweils eines der beiden Ringsysteme so verändert wurde, daß das andere Ringsystem als Benzol-Abkömmling, Phthalsäure, übrigblieb. Auch stimmten die Derivate des Naphthalin mit denen des Benzol in ihrem chemischen Verhalten "vollkommen überein" (S. 37).

Das im Steinkohlenteer vorhandene **Anthracen**, C14H10, farblose, im UV-Licht intensiv blauviolett fluoreszierende, bei 219°C schmelzende Blättchen, erschien, gefaßt bei GRAEBE, gar als "Kondensierung" von 3 Benzolringen, als trizyklisches Gebilde (J. v. BRAUN 1921). HEINRICH LIMPRICHT, langjähriger Ordinarius in Greifswald, konnte Anthracen beim Erhitzen von 'Benzylchlorid' und Wasser aufbauen (VAN DORP 1873), synthetisieren, also eine aus 3 Benzolkernen bestehende Verbindung aus einem Stoff aus einem Benzolkern erzeugen. Noch wurden allerdings bei GRAEBE für Anthracen die 3 Benzolkerne im Winkel aneinandergesetzt, wie es dann bei dem dem Anthrazen isomeren, erst 1872 etwa gleichzeitig von GRAEBE (1873) und bei FITTIG im Steinkohlenteer entdeckten und Anthracen begleitenden **Phenantren** anerkannt werden mußte. Erkannt wurden dann auch "polyzyklische" Gebilde. Durch Dehydrierung, Wasseraustritt, bei höherer Temperatur, hat GRAEBE Komplexe mit geringer Ringzahl zu Komplexen mit höherer Ringzahl zusammengefügt und umgekehrt durch Zufuhr von Wasserstoff, durch Hydrierung, Komplexe mit höherer in solche mit niedriger Zahl von Benzolkernen überführt. Man lernte also auch mit den "kondensierten Ringen" regelrecht

zu spielen – wenn man für diese oft komplexe Laborarbeit den Ausdruck verwenden darf. Bei der Destillation des Steinkohlenteers mit seinen Temperaturen um 1000°C mochten solche Umgestaltungen ebenfalls stattfinden.

Für diese nun als aus kondensierten Benzolkernen bestehenden Verbindungen waren schon Derivate bekannt und wurden nun ebenfalls weitere gesucht und gefunden. LAURENT hatte schon durch Kochen von Naphthalin mit Salpetersäure das Nitronaphthalin hergestellt, FRITZSCHE (1859) verband Naphthalin mit Pkrinsäure, F. BEILSTEIN und A. KUHLBERG berichteten nun 1873 über die Nitroderivate des Naphthalin.

## Der bewußte Aufbau, die bewußte "Konstruktion" von immer neuen Verbindungen gerade bei den Aromaten vor und besonders nach KEKULE´s Aufstellung der Benzol-Formel – Derivate durch Substitution, auch Additions-Reaktionen

Etwa FRANKLAND, der einerseits auf die nicht nur eine Valenz etwa beim Eisen hinwies, betonte aber auch die aus der fast immer gegebenen 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs gegebene Möglichkeit des Aufbaus chemischer Verbindungen gewissermaßen Stein für Stein, indem von den Formeln mögliche "Derivate", Abkömmlinge, theoretisch abgeleitet wurden. Und namentlich geschah das ausgehend von der beim Benzolfest gefeierten Ringformel des Benzols her. Zu KEKULÉs dabei tätigen bedeutenden Schülern gehörten ADOLF VON BAEYER, ALBERT LADENBURG, WILHELM KÖRNER (R. ANSCHÜTZ 1926, H.-W. SCHÜTT 1980, H. A. STAAB 1985), aber auch Industriechemiker wie LEVERKUS und HEINRICH BRUNCK.

Schon **vor** der Aufstellung der Konstitutionsformeln für die aromatischen Verbindungen im Gefolge der Benzol-Formel KEKULE´s 1866 wurden Atome oder Atomgruppen in die Moleküle solcher Verbindungen an Stelle von Wasserstoff, H, substituiert. Das ging aber nicht immer in der gleichen Weise vor sich, und hing auch nicht nur von der Menge der für die Substitution zugeführten Substanzen oder Gruppen. TH. ANDERSON berichtete 1862 über die – "mit einigen Schwierigkeiten" (S. 305) - verbundene Einführung von Chlor und auch mit Brom in das von ihm eingehender erforschte Anthracen, wobei mehr als ein Produkt und diese in wechselnden Mengenverhältnissen sich bildeten, abhängig etwa vom Lösungsmittel, in dem sich die Reaktionen abspielten (s. a. C. GRAEBE et al. 1870). Er vermeldete auch die Bildung einer Sulfonsäure bei Reaktion des Anthracen mit Schwefelsäure. 1865 berichtete HEINRICH LIMPRICHT (K. AUWERS 1910), ein WÖHLER-Schüler und seit 1860 Ordinarius in Greifswald, über "Chlorsubstitutionsproducte des Toluol" und gleichfalls über Brom-Verbindungen

des Anthracen. Schon bei der **Chlor-Einführung in Toluol** hatte sich gezeigt, daß dabei **verschiedene Verbindungen** entstehen, was also eingehendere Untersuchungen über die Reaktionen von Substanzen wie Toluol mit etwa Halogenen anregte.

Regelrecht **systematisch** gingen dann etwa BEILSTEIN und Mitarbeiter in St. Petersburg vor, mit jährlich (s. etwa 1870) teilweise mehreren Berichten über "Untersuchungen über Isomerie in der Benzoereihe", was also zu neuen Verbindungen aus dem Benzol mit verschiedenen Atomen oder Atomgruppen führte. **Wissenschaft auf breiter Front** suchte, und das schon aus erwarteten konmmerziellen Gründen, **möglichst bald alles** in dieser Richtung Mögliche festzustellen!

**Ausgangskörper** für neue aromatische Verbindungen waren jene, die man aus dem **Steinkohlenteer**, aus anderen Teeren oder aus Pflanzen als Rohmaterialein gewonnen hatte, **die Benzol, Toluol, Naphthalin, Anthracen**, und aus denen nun die Fülle von weiteren Substanzen im Laboratorium geschaffen wurde, wie auf dem "Reißbrett", von der Formel aus. Immer mußte nur das richtige Verfahren gefunden, denn kaum gab es die glatten Reaktionen wie die Reaktionsgleichungen nahelegen. Nebenprodukte, Rückreaktionen waren fast immer dabei. Die Zahl der Derivate dieser Verbindungen stieg bald. GRABE und LIEBERMANN (s. a. P. JACOBSON 1918) besaßen 1870 nur 22 Derivate vom Anthracen, aber das war auch nur ein Anfang.

Einesteils gab es **Analogie-Überlegungen**. Weil es das Phenol gab, also das Benzol an einer Stelle mit einer OH-Gruppe, wurde nun erwartet, daß es ein entsprechendes Derivat auch beim Naphthalin gibt, das entsprechende Hydroxylderivat dieser aus 2 Benzol-Ringen kondensierten Verbindung. Und es wurde gefunden! Wobei der Weg - ganz einfach ging es eben nicht - über die Sulfosäuren und deren Zersetzung führte, beschrieben von DUSART, KEKULE´, WURTZ (AD. ELLER 1869). Auch wurden richtigerweise 2 Isomere erwartet, die Oxy-naphthaline, also das Beta-Naphthalin und das Alpha-Naphthalin. Überhaupt erwartete man die beim Benzol bekannten Homologe auch beim Naphthalin (R. FITTIG et al. 1870). Die Analogien von Benzol und Naphthalien galten dann auch als Beleg für die wahrscheinliche Richtigkeit der Naphthalin-Formel ERLENMEYERs (C. GRAEBE 1868).

Nahezu **alle erwarteten Substitutionen** von einem oder mehr H-Atomen im Benzol oder anderen aromatischen Substanzen, durch die Halogene, durch die NO2-, die NH3-, SO2,- oder die COOH-Gruppe, durch Reaktion mit Salpetersäure, Schwefelsäure, Halogen-Wasserstoffsäuren, wurden angestrebt. Substituenten konnten durch andere **Substituenten ersetzt** werden. TOLLENS und FITTIG (1864) erhielten aus dem Monobrombenzol das Toluol, mit der CH3-Gruppe anstatt des

Brom. In Benzol etwa, denen schon 1 oder gar 2 **Substituenten vorhanden** waren, wurden **weitere** einzuführen versucht, selbstverständlich Isomeren erwartend. Xylol ist Benzol mit 2 CH3-Gruppen. Bei FITTIG (1869) wurden die Trimethylbenzole "konstrutiert", mit 3 Methyl-Gruppen. Da bei 2 und mehr Substituenten Isomere zu erwarten waren, wurden diese gesucht, etwa bei F. BEILSTEIN und Mitarbeitern in St. Petersburg, beim Aethylbenzol (1870). Um bei der Einführung von Substituenten die Verbindungen **sowohl** mit 1, 2 oder mehr von diesem Substituenten zu erhalten wurde **stufenweise vorgegangen**, das heißt die Reaktionen so durchzuführen versucht, daß alle diese Verbindungen entstanden So stellte DEVILLE (s. F. BEILSTEIN et al. 1870) Nitritouol und Dinitrotoulol, letzteres also mit 2 Nitro-Gruppen, NO2, her. In die Verbindungen, deren Moleküle, wurden auch **verschiedene Substituenten** eingeführt. Es gab also **Substitution** in **substituierte** Körper. In Toluol, dem Benzol mit einer CH3-Gruppe, wurde etwa noch die Nitro-Gruppe, NO2, eingeführt, auch mit Einbeziehung der verschiedenen Isomeren (R. BEILSTEIN et al. 1870a). Oder, bei THEODOR PETERSEN in seinem Privatlaboratorum in Frankfurt a. M., wurde in einfach-gechlortes Phenol mittels Schwefelsäure das SO2 zusätzlich eingeführt und diese Sulfosäure noch nitriert (TH. PETERSEN et al. 1871). Systematisch verfolgte die Substitution in aromatische Kohlenwasserstoffe mit schon Substituenten über lange Zeit LIMPRICHT, der Mann der Sulfosäuren, der 1875 etwa über die "Nitrosulfobenzolsäuren" veröffentlichte, und so wurde "denn in schier unabsehbarer Zeit bromierte, nitrierte und amidierte Sulfosäure des Benzols und seiner Homologen dargestellt und auf ihre Isomerieverhältnisse untersucht" (K. AUWERS 1910, S. 5021).

Die Substituenten resp. **Seitenketten** wurden **durch weitere Einführungen ergänzt**, etwa den Acetyl-Rest in die COOH-Gruppe der Salicylsäure - mit der Entstehung des Aspirin. .

Die Formeln wurden immer größer, immer komplizierter. Die chemischen Namen wurden immer länger. So erschien bei L. KNORR 1887 (S. 138) der "Diphenylmethylpyrazolcarbonsäureester". Manchmal mußten auf Grund erweiterter Kenntnisse die Formeln auch noch wieder geändert werden. – Später nahm sich auch das Kabarett dieser dem Laien unverständlichen Namen an. Der ausgebildete Chemiker aber konnte aus dem Namen die Zusammensetzung entschlüsseln. Den Lernenden muß man zu den Namen hinführen. Für wichtige Verbindungen blieben auch vielfach kürzere Trivialnamen erhalten.

Waren in den Substanzen Doppelbindungen vorhanden, konnten unter deren Auflösung auch Atomgruppen oder namentlich Wasserstoff **addiert**, hinzugefügt werden, gab es **Additions-Reaktionen**. Aus dem Benzol oder Phenol gewann zuerst WREDEN 1877 das auch im kaukasischen Erdöl reichlich gefundene **Cyclohexan**,

C6H12 (W. MARKOWNIKOFF 1898), eine bis 80°C wasserklare Flüssigkeit. Aus Pyrrol ließ ableiten das die doppete Anzahl H-Atome aufweisende Pyrrolidin, aus Pyridin das Piperidin.

Mit dem Verstehen der komplizierten Verbindungen wurden **auch Naturstoffe aufgeklärt**, ja synthetisierbar.

## Analogie auch bei Reaktionen

Weil bestimmte Substanzen auf bestimmten Wegen entstanden, wurde auch für analoge Substanze ein **vergleichbarer Weg** zu ihnen gesucht und oft gefunden. "Nachdem durch die so wichtige, von Fittig und Tollens ins Leben gerufene Methode der systematische Aufbau phenylierter Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe ermöglicht war," heißt es 1874 (S. 219) bei B. ARONHEIM, "musste der Wunsch rege werden, derartige Kohlenwasserstoffe auch in der Aethylen- oder Acetylenreihe darzustellen", denn die "Existenzfähigkeit ungesättigter Kohlenwasserstoffe, die den Phenylrest enthalten, war schon längere Zeit bekannt." Wie das Benzol aus der Benzöesäure, wurde das Styrol aus der Zimtsäure erwartet und gefunden.

Nachdem schon 1858 durch WANKLYN durch Einwirkung von Kohlendioxid auf Gemische von Zinkalkylen (Zink mit Kohlenwasserstoff-Rest) und Natrium die **Synthese von etlichen Carbonsäuren** gelang, wurde das mit Magnesium-Alkylen versucht und mit besseren Resultaten, als "bequemer Weg zur Synthese von Carbonsäuren", so von Essigsäure, Propionsäure, Benzoesäure, Phenylessigsäure (J. HOUBEN et al. 1902) gefunden.

## "Ringe" mit nicht nur Kohlenstoff-Atomen im Ring: Heterocyclische Verbindungen

Bei **anderen ringförmigen Verbindungen** fanden sich auch andere Atome als Kohlenstoff im Ring. Sie wurden "**heterocyclische Verbindungen**" genannt.

Als **5er-Ringe** mit anderen Atomen als Kohlenstoff im Ring erklärte zuerst ADOLF BAEYER um 1870 (b) die Struktuformeln anderer, ebenfalls teilweise schon bei trockener Destillationen gefundener Substanzen, Grundkörper zahlreicher weiterer, auch als Arzneimittel oder Farbstoffe genutzter Verbindungen. Als 5er-Ring mit einem O-Atom im Ring erwies sich das **Furan**. Das **Pyrrol** erschien als 5er -Ring mit einem Stickstoff-Atom im Ring, C4NH5, Grundkörper in bedeutenden Substanzen der Lebewesen, im Hämoglobin wie im Chlorophyll, auch in Alkaloiden.

BAEYER, der an verschiedensten Stellen der organischen Chemie zu erwähnen ist, war der in Berlin aufwachsende Sohn eines preußischen Generalleutnants, der die europäische Gradmessung entscheidend initiierte. Entscheidend beeinflußt war er von KEKULE´, dem er auch nach gent folgte, aber dann in seinem Wesen doch anders dachte. BAEYER wurde 1860 Lehrer und Forscher am Berliner Gewerbeinstitut, gründete hier ein Unterrichtslaboratorium. 1872 ging er als Professor nach Straßburg an die neue Reichsuniversität, 1875 folgte er als Nachfolger LIEBIGs dem Ruf nach München. Hier, wo LIEBIG kein Laboratorium haben wollte, gründete BAEYER ein großes Forschungslaboratorium. Gestorben ist er auf seinem schönem Landsitz, der "Villa Baeyer" am Starnberger See am 20. August 1917 – zu einer Zeit, da sich wegen des Krieges die Laboratorien leerten. WILLSTÄTTER, der große Schüler BAEYERs, glaubte 1917 (S. 229) festzustellen: "Der Tod Adolf von Baeyers scheint uns die große Entwicklungsperiode der organischen Chemie abzuschließen." Recht hatte WILLSTÄTTER allerdings nur bedingt, wenn man von den großen Fortschritten mit neuen Methoden absieht.

BAEYER war zu 5er-Ring-Verbindungen und auch kondensierten Verbindungen mit auch einem 5er-Ring gekommen durch seine in Berlin an der Gewerbe-Akademie 1866 begonnenen Untersuchungen über **Indigoblau** (s. a. A.v. BAEYER 1901), die blaue Farbe der Indigo-Pflanze und des in Europa angebauten Färber-Waid. Warum das Interesse am Indigo? Warum schon im "Knabenalter", daß er mit "Entzücken ... ein Stück Indigo in der Hand hielt, das" er "... sich für ein zum dreizehnten Geburtstag geschenktes Zweithalerstück kaufte ..." (1901, S. LIV). 1866 (S. 1) war die Aufklärung möglich bei "den großen Fortschritten, welche die Lehre von den aromatischen Verbindungen in der letzten Zeit gemacht hat", denn der "Körper" indigoblau steht "offenbar in einer sehr einfachen Beziehung zur Benzolgruppe ..." Persönliches **Interesse und** nun gegebene **Möglichkeit eines Forschungserfolges** verbanden sich. Indigoblau aber war nachgewiesen **auch im Harn** des Menschen. Es war offenbar ein **Abbauprodukt**, wie wohl in den Pflanzen mit dem Indigoblau auch. Es eröffneten sich durch das Vorkommen im Pflanzen-wie im Tierreich Aussichten auf physiologische Vorgänge in verschiedenen Lebewesen. Diese Untersuchungen, an einer interessanten und praktisch wichtigen Substanz eröffneten den Weg zu weiteren interessanten Substanzen. Mit seiner ihm von einem Kollegen an der Berliner Gewerbe-Akademie empfohlenen neuen **Zinkstaub-Methode**, dem Erhitzen der Dämpfe zu reduziernder aromatischer Verbindungen über Zinkstaub, hat 1867 BAEYER mit KNOP **Indigo**blau **reduziert** und erhielt über **Isatin** am Ende das **Indol**, bei 52°C schmelzende glänzende, sich leicht verflüchtigende Blättchen, nicht unzersetzt destillierbar, augenscheinlich Muttersubstanz des Indigo und einer ganzen Gruppe weiterer Verbindungen, der "Indigo-Gruppe", die auch wieder Derivate, mit Chlor oder Brom, ergab. Indol ergab leicht rot gefärbte Körper. Indol zeigte einige sehr spezifische Reaktionen,

so die kirschrote Färbung eines Fichtenspans durch die alkoholische, mit Salzsäure versetzte Lösung und durch Verhalten in wäßriger Lösung gegen salpetrige Säure. Bei Abbau-Verfahren gab Indol zum einen Benzol, aber auch N-haltige Produkte. Indol wurde später aufgeklärt als Benzopyrol, als kondensiertes Ringsystem aus dem C-6er-Ring Benzol und dem 5-er-Ring des Pyrrol. Aus dem das **Isatin konnte** BAEYER 1870 Indigoblau erzeugen. .

### 6-er-Ringe mit einem N-(Stickstoff-)Atom im Ring: Pyridin, Piperidin

Das von ANDERSON um 1850 im Knochenteer gewonnene **Pyridin,** eine farblose, charakteristisch unangenehm scharf und stechend riechende Flüssigkeit, erschien in allerdings nur in geringen Mengen bei verschiedenen Prozessen verschiedener stickstoff-haltiger Substanzen, ohne daß zunächst seine Struktur deutlich wurde (E. TH. CHAPMAN et al. 1868), da seine Zerlegung in einfachere Verbindungen zunächst scheiterte (A. BAEYER 1876). KÖRNER machte wahrscheinlich, daß Pyridin wie Benzol ein 6-er-Ring ist, aber an der Stelle des eines C-Atoms steht ein N-Atom: also C5NH5.

Als Pyridin-Ring "kondensiert" zwischen 2 Benzol-Kernen erwies sich das **Acridin**, 1870 von GRAEBE und CARO im Steinkohlenteer gefunden.

## Die einzelnen Substanzen in den Lebewesen - Forschungen bis um 1880

### Zur Erforschung der Substanzen der Lebewesen

Die einzelnen Substanzen der Organismen wurden Forschungsgegenstand **Physiologischen Chemie**. Die Auflärung der die Vertreter der Physiologischen Chemie interessierenden Substanzen waren ebenso Forschungsgebiet der Organischen Chemie. Die Substanzen wurden nicht nur aus Material eines gesamten Organismus herausgeholt, sondern auch die einzelnen Gewebe eines Organismus etwa wurden **getrennt** auf in ihnen vorhandenen Substanzen getestet, worüber RASPAIL schon 1828 und 1833 berichtete.

Die verschiedenen Substanzen wurden oft zuerst nur durch **spezifische Reaktionen** nachgewiesen und die Isolierung war länger unvollkommen. Definierte Zusammensetzung aus bestimmten chemischen Elementen, Kristallisierbarkeit, deut-

liche Schmelz-und Siedepunkte gehörten zu den wichtigen Kriterien auf Reinheit von dargestellten **Substanzen.** Zur Erfassung durch Reaktionen gehörten auch die unter dem **Mikroskop**, also mit **mikrochemischen Methoden**. RASPAIL behandelte ein aufgeschnittenes Korn der Gerste unter dem Mikroskop mit konzentrierter Schwefelsäure und die sich ergebende intensive purpurne Färbung ließ Zucker und "Albumen" lokalisieren (D. C. GOODMAN 1972).

## Kohlehydrate, Eiweiße und andere als Aufbaustoffe der Lebewesen

**Stärke** wurde nachgewiesen durch ihre Blau- oder Rot-Färbung mit Jod. **Zellulose** gab diese Reaktion nach Behandlung mit hochprozentiger Schwefelsäure. PAYEN unterstrich den Unterschied im Chemismus der Außenmembran von Stickstoff enthaltenden tierischen Zellen und den die Zellulose-Reaktion zeigenden Zellen der Pflanzen, also einen bedeutsamen chemischen Unterschied in der Abgrenzung tierischer und pflanzlicher Zellen nach außen. PAYEN (G. KRÜGER 1976) wies 1838 auch nach, daß neben der Zellulose sich im Holz eine noch kohlenstoffreichere Verbindung befindet, die nach SCHLEIDENs Feststellung nicht die Zellulosereaktion gibt und deren Einbau in die Zellwand zur Verholzung führt. Holz, so wurde deutlich, besteht **nicht** wie die Baumwolle **nur** aus **Zellulose**, sondern eine gegen Lösungsmittel sich anders verhaltende inkrustierende Substanz enthält. Unter Verwendung eines schon vorhandenen Terminus nannte der seit 1850 als Chemie-Professor in Rostock wirkende FRANZ FERDINAND SCHULZE die Substanz 1857 **Lignin** (1857, G. KRÜGER 1976), "Holzstoff". SCHULZE fand, daß ein Gemisch von "chlorsaurem Kali und Salpetersäure" "kräftig genug wirkt", um das Lignin zu zerstören, aber vorsichtig angewandt "die Cellulose fast gänzlich unafficirt lässt" (S. 322). Damit war zwar nicht Lignin gewonnen worden, aber von der Zellulose abgetrennt und beseitigt, und es konnte auf den Lignin-Gehalt im Holz geschlossen werden. Lignin macht die Zellwände weniger angreifbar als nur aus Zellulose, läßt auch totes Holz stehen. Bis es auch verschwindet. Ligninhaltige oder verholzte Zellhäute färben sich "mit Phlorogluzin und Salzsäure kirschrot oder rotviolette, mit Anilinsulfat dottergelb, mit Indol kirschrot usw." (H. MOLISCH 1933, S. 36), also stand schließlich eine breitere Palette von Nachweisreagentien zur Verfügung.

Das **Chitin** der Insekten, die Substanz ihrer Panzerung, wurde 1821 von ODIER benannt und beschrieben. Es wurde zunächst als einer pflanzlicher Substanz identisch angesehen, bis LASSAIGNE in ihm Stickstoff nachwies. Chitin bestimmt auch die Zellmembran vieler Pilze. GUSON fand eine Chitin-Reaktion (R. HARDER 1937, S. 4): Erwärmen mit konzentrieter Kalilauge läßt Chitosan entstehen

und das färbt sich durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure und Jodjodkalium violett. Durch Pikrinsäure gibt es eine bleibende Gelbfärbung, in konz. Schwefelsäure läßt es sich auflösen. Zellulose verhält sich anders, Der Physiologe CLAUDE BERNARD wurde zu dem Kohlenhydrat-Speicherstoff **Glykogen** in der Leber geführt. Aus ihm kann nach Bedarf die ihn bildende Glucose wieder freigewetzt werden. Glykogen wird beschrieben als ein "schneeweißes, amorphes Pulver, färbt sich mit wässriger Jod-Lösung rotbraun oder mahaginibraun färbt, im Wasser "mit starker Opaleszenz leicht löst, durch Barimhydroxyd, Essigsäure, Gerbsäure und Phosphorwolframsäure gefällt wird" und nicht Fehlingsche Lösung nicht reduziert, durch verdünnte Säuren Dextrose bildet (H. MOLISCH 1933, S. 31). Manche Einzelentdeckungen überraschte. Zellulose galt zeitweilig als rein pflanzlicher Stoff, jedoch C. SCHMIDT berichtete 1845 über die Entdeckung von **Zellulose in Tunicata** (Manteltiere) (D. C. GOODMAN 1972).

Die chemische Untersuchung der **Eiweiße** wurde namentlich von MULDER eingeleitet, wobei auch hierfür die Meinung bestand, daß tierische und pflanzliche Eiweiße völlig identisch sind und somit Tiere ihre Eiweiße vollständig und fertig von den Pflanzen übernehmen. Die große Bedeutung der Eiweiße im Lebensgeschehen wurde recht deutlich, als das **Protoplasma** als Eiweiß erkannt wurde. Von etlichen Forschern wurde im lebenden Körper ein spezifisches lebendes Eiweiß angenommen, daß im toten Körper nach Ansicht von E. PFLÜGER und später M. VERWORN (J. S. FRUTON 1972) nicht mehr nachweisbar ist. Die chemische Eiweißforschung gehört zu den großen Leistungen der Naturstoffchemie ab dem Ende des 19. Jh.

An einzelnen Eiweißen gewann W. KÜHNE (H. NEURATH et al. 1986) 1864 das von ihm **Myosin** genannte Muskeleiweiß, indem er bei einem gefrorenen Froschmuskel das als gelbliche und schwach alkalische Füssigkeit erscheinden Myoplasma herauspreßte, aus dem sich beim Erwärmen ein wie ein Eiweißkörper reagierendes Koagulat bildete.

## Weitere Stoffe aus dem Tierreich

Aus **Tiergewebe** wurden weitere Substanzen bekannt, deren Rolle im physiologsichen Geschehen im 20. Jh. bekannt wurde. Das war etwa das **Sarkosin**. Das **Kreatin** fand 1832 CHEVREUL als Bestandteil der Fleischbrühe, 1847 LIEBIG im Fleisch verschiedener Säugetiere. Kreatin ist ein weißer Feststoff, wird im Körper spontan gebildet und auch mit der Nahrung, Fleisch vor allem, aufgenommen.

## Der rote Blutfarbstoff und andere Farbstoffe der Lebewesen

Blut war gewiß die auffälligste und für die Mediziner stets auffälligste Flüssigkeit im Körper des Menschen und der höheren Tiere, so wie das grüne Chlorophyll im Pflanzenreich. Der **rote Blutfarbstoff** (E, BAUMANN et al. 1895, M. H. BICKEL 1972, P. BRIGL 1931), das **Hämoglobin**, wurde als besonders Substanz erkannt und untersucht, nachdem gefunden worden war, daß in mit Wasser verdünntem Blut die roten Blutkörperchen (rote, kernlose Blutzellen) zerfallen und ihren Inhalt, eben den 1837 nachgewiesenen roten Farbstoff freigeben. 1825 war Eisen in den Roten Blutkörpern nachgewiesen. LUDWIG TEICHMANN erwärmte Blut mit etwas Eisessig und etwas Kochsalz und sah unter dem Mikroskop 1853 das kristallisierte **Haemin** (Hämin), später **Haem** genannt. Der erste führende deutsche Physiologische Chemiker, HOPPE-SEYLER stellte es später in größeren Mengen her. Behandlung des Hämin mit Lauge ergab Hämatin, und HOPPE-SEYLER erkannte, daß das Hämoglobin, also der Gesamtfarbstoff, aus einem Eiweiß und einer **Farb-Komponente**, dem **Hämatin** oder **HÄM**, besteht. HOPPE-SEYLER nannte das Hämoglobin das "komplexeste bisher bekannte Molekül". Aufgeladen mit Sauerstoff ist es das hellrote Oxyhaemoglobin des arteriellen Blutes, nach Abgabe von Sauerstoff das blaurote venöse Haemoglobin. Der Arzt der Waldenburger Kohlenbergwerke in Schlesien Dr. WOLFF hatte bei der Obduktion verunglückter Kohlearbeiter mit Kohlenmonoxid (CO)-Vergiftung gefunden, daß in ihrem Herzen das Blut von kräftig hellroter Farbe war. HOPPE-SEYLER (1854) untersuchte den Einfluß von CO etwa auf schwarzes venöses defibriniertes Ochsenblut und fand, daß es hellrot wurde, was auch beim Stehen dieses Blutes erhalten blieb. Das verwies darauf, daß CO gebunden und nicht nur absorbiert wird. Durch Aufnahme von Kohlenmonoxdid wird aus dem Hämoglobin das kirschrote Carboxyhaemoglobin und der Betroffene starb bei fehlender baldiger Regeneration.

Bei der weiteren chemisch-analytischen Untersuchung des Hämatin, nach Abtrennung also des Eiweiß-Anteils durch Säure oder Lauge,wurde durch energische Säure-Einwirkung Eisen entfernt, und HOPPE-SEYLER erhielt so durch Behandlung mit Schwefelsäure, das eisenfreie "organische Skelett des Metallkomplexes", das Haematoporphyrin. Eine ähnliche porphyrin-ähnliche Substanz, ohne hier zu entfernendes Eisen, ließ sich aus dem Chlorophyll erhalten. Daraus wurde auf eine nahe "Verwandtschaft" von Hämoglobin und Chlorophyll geschlossen, deutete sich eine chemische Ähnlichkeit grundsätzlicher Substanzen im Organismus an.

NENCKI erhielt um 1882 durch Behandlung von Haemin mit Bromwasserstoffsäure Haematoporphyrin kristallisiert und später durch Unterwerfen des Haematin der Kaliumhydroxid-Schmelze bekam er **Pyrrol**, eine bisher vom Steinkohlenteer her

bekannte Substanz, ein 5-Ring mit einem Stickstoff-Atom im Ring. WILLIAM KÜSTER (P. BRIGL 1931, W. JAENICKE 2007, S. 198) ) zerlegte das von ihm ab der 1890-Jahre erforschte Hamatin, zerlegte in kleinere, gut definierte Bruchstücke setzte Oxydationsmittel zur näheren Aufklärung und wurde ebenfalls auf Pyrrol im Hämatin verwiesen. Er sah in den 4 ein Porphyrin bildenden Pyrrol-Reste, Tetrapyrrol, mit dem Eisen-Ion eine **Komplexverbindung**. WERNER hatte einige Zeit vorher die Koordinationschemie begründet. Noch war festzustellen, daß auch die Protein-Komponente ein definierbares Molekül und nicht eine unbestimmte Kolloid-Verbindung war. "Der Durchschnittsmann enthält fast 1 kg Hämoglobin und darin 3,5 g Eisen und 80% seines gesamten Körpereisens" (W. JAENICKE 2007, S. 198).

Verwandt mit dem Hämoglobin ist das die Muskeln anders als das 'blutrote' Hämoglobin blasser rötlich färbende **Myoglobin**, das ebenfalls HOPPE-SEYLER benannte (W. JAENICKE 2007, S. 198). Myoglobin überträgt den Sauerstoff innerhalb des Muskels an die Muskelzellen .

Als dem Hämatin nahe verwandt erwiesen sich auch ie **Gallenfarbstoffe**. Durch Extraktion mit Amylalkohol erhielt NENCKI **Harnfarbstoffe**. KÜSTER erforschte dann auch den **Gallenfarbstoff Bilirubin** und andere Bestandteile der Gallensteine, wobei der Materialbeschaffung manche Schwierigkeiten hatte.

Vom grünen Pflanzen-Farbstoff, durch PELLETIER und J. B. CAVENTOU "**Chlorophyll**" genannt, erhielt um 1880 HOPPE-SEYLER durch Erhitzen mit Alkali einen roten Farbstoff, der in seinen optischen Eigenschaften an die Haem-Derivate erinnerte und damals Phylloporphyrin genannt wurde. NENCKI fand aus der Muttersubstanz des Phylloporphyrin, dem Phyllocyanin, ebenfalls Pyrrol und Pyrrolderivate. Das aus dem Blattfarbstoff gewonnene Haemopyrrol konnte in Urobilin und damit in eine physiologische Substanz des tierischen Organismus umgewandelt werden. Anstatt das Chlorophyll in reiner Form darstellen zu können, war nur die Untersuchung aus ihm gewonnener Derivate möglich, wobei bei Einwirkung von Säure oder Alkali jeweils verschiedene Substanzen hervorgingen (R. WILLSTÄTTER 1915).

Noch jedoch war von der Konstitution des Blut-und Blattfarbstoffs zu wenig bekannt, um weiterreichende Schlüsse abzuleiten

Das **Nuclein - die interessante Substanz der Zellkerne** erforschte MIESCHER (s. d.).

Unabhängig von der Frage nach seiner biologischen Funktion wurde das Nuclein chemisch weiter untersucht vor allem durch ALBRECHT KOSSEL (S. EDLBACHER 1928, C. KELLNER 1980), Der 1853 als Sohn des Bankdirektors, Schiffs-

reeders und preußischen Konsuls in Rostock geborene KOSSEL war ebenfalls bei HOPPE-SEYLER ausgebildet worden, wurde 1883 ao. Professor in Berlin, 1895 Professor in Marburg und ab 1901 in Heidelberg. 1910 war er Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin. Gestorben ist der als Nuklein- wie Eiweiß-Forscher hervorgetretene A. KOSSEL 1927 in Heidelberg. **1884** berichtete KOSSEL über die Spaltprodukte der "Adenylsäure" der Thymusdrüse **Thymin** und **Cytosin** und stellte eine Formel für diese auf und diese waren somit chemisch gefaßte Verbindungen. Als weitere Bestandteile der Nucleinsäuren kannte er Kohlenhydrate und Phosphorsäure. Zur Funktion der Nucleine reflektierte KOSSEL etwa 1882/1883 (S. 12): "Eine Beziehung der Nucleïne zu bestimmten physiologischen Funktionen zu erkennen, wäre um so werthvoller, da damit zugleich ein Licht auf die Funktion des Zellkerns geworfen wäre." Untersuchungen, ob der Nuclein-Gehalt sich beim Hungern ändert und vielleicht ein Reservestoff ist, ergaben ein negatives Ergebnis, also keine Änderung. 1891 (R. S. TIPSON 1945, S. 195) berichtete KOSSEL über die Hydrolyse einer von Protein freien, also vom **Protein abgetrennten Nukleinsäure**. KOSSEL fand, daß die teilweise schon vorher bekannten, aber in ihrer Herkunft nicht geklärten und nach 1953 so viel genannten Basen **Adenin, Cytosin, Guanin, Thymin**, Uracil (A. KOSSEL 1911), ebenso Xanthin, Hypoxanthin Hydrolyse-Produkte nicht irgendwelche Spaltprodukte von Eiweiß sind, sondern solche der Nukleinsäure. Es fanden sich **Unterschiede** in der Nukleinsäure der **Hefe** auf der einen Seite und anderseits der Nukleinsäure von **Thymus**-Drüse sowie dem Fisch-Sperma (R. S. TIPSON 1945, S. 195). Nukleinsäure + Eiweiß werden ja als Nukleoproteid bezeichnet und die Nukleinsäure-Forschung wurde dann ein Vorzugsobjekt im 20. Jh.

## Über die Ring-Verbindungen mit Stickstoff im Ring zur Konstitution der Alkaloide

Ärzte, Drogensüchtige, Giftmischer, Hexer interessierten sich schon lange für Gewächse, die bessere Stimmung, Heilung, Rausch oder Tod bringen konnten, für die Nachtschattengewächse Bilsenkraut, Stechapfel, Tabak, Tollkirsche, auch für das Doldengewächs Gefleckter Schierling, *Conium maculatum L.*, und in denen und anderen auffälligen Gewächsen sich meist jene stickstoffhaltigen "Pflanzenbasen" fanden, die seit 1819 "Alkaloide" hießen. Diese, das wirksame "Prinzip" dieser Pflanzen, ließen sich zunehmend isolieren, reiner und reiner, und auch die Summenformel war zunehmend feststelllbar. Mit den 6-er-Ringen mit N im Ring, mit vor allem dem Pyridin kam nun auch der Weg zu den Konstitutionsformeln. Wegen des Aufmerksamkeit für die genannten Gewächse und ihre Substanzen mußte der Weg sogar zur Synthese der 'stickstoffhaltigen Pflanzenbasen' als besonderer Sieg

organo-chemischer Forschung erscheinen.

Vor 1860 etwa, also noch vor der Aufklärung der Konstitution von Pyridin, hatte NIEMANN bei WÖHLER (1860, S. 216).) festgestellt, daß **Cocain** bei "höherer Temperatur ... sich grossentheils unter Bildung ammoniakalischer Producte" zersetzt.

**Oxydation** galt dann als Verfahren zur Aufklärung der Zusammensetzung von Alkaloiden, indem man dadurch gewinnbare Derivate gewann.

Mit am Anfang dieser Aufklärung stand das **Nicotin**, das wichtigste Alkaloid des Tabaks, *Nicotiana*, etwa der angebauten Arten *tabacum L.* und *rustica L.* Der Name Nicotin geht zurück auf den Franzosen JEAN NICOT DE VILLEMAIN, französischer Gesandter in Lissabon, der den Tabak nach Frankreich gebracht haben soll. Der sonst wenig bekannte CARL HUBER berichtete 1867 (S. 271) durch Oxydation von Nicotin (B. SCHÄFER 2008) mit "saurem Chromsaurem Kalium und Schwefelsäure" eine "Amidosäure" – also Aminosäure – erhalten zu haben. 1870 (S. 849) korrigierte er diese Mitteilung und gab die erhaltene Säure nun als "Pyridincarbonsäure" an. Pyridin erschien also als offensichtlicher Bestandteil eines Alkaloids, als möglicherweise überhaupt verbreiteter Bestandteil der Alkaloide. Mit Salpetersäure (1873) behandelte zur Derivat-Gewinnung das Nicotin der auf dem Gebiet bald führende Wiener Chemiker HUGO WEIDEL (J. HERZIG 1900) und erhielt die dann als **Nicotinsäure** bezeichnete Substanz. K. LAIBLING (1877), Bonn, oxydierte nach Verarbeitung von mehreren Zentnern 'Ausgangsmaterial' sein erhaltenes Nicotin mit Kaliumpermanganat und erhielt ebenfalls die Nicotinsäure, deren Formel er als die noch gültige C5H4N-COOH, also eine Pyridin-Verbindung, feststellte.

**Pyridin – immer wieder und auch anderswo erschien es als Grundbestandteil von Alkaloiden**, eröffnete die Möglichkeit zur Feststellung ihrer chemischen Konstitution**.**

Die Nicotinsäure wurde im 20. Jh. als in allen lebenden Zellen vorkommender Coenzym-Bestandteil erkannt.

ADOLF PINNER, der Nicotin mit Brom oxydierte, klärte 1893 die Struktur des Nicotin selbst (B. SCHRÖDER 2008).

WILHELM KOENIGS (TH. CURTIUS 1912, J. BREDT 1912) hat 30. Jahre lang, seit 1876 im Laboratorum BAEYERs in München, **den China-Alkaloiden**, also denen in der Rinde des Chinarinden-Baumes, nachgespürt. 1879 gewann er daraus ebenfalls das ihm in der Konstitution unbekannte, aber als Substanz identifizierbare **Pyridin** (1875). Das zunächst aus solcher Substanz erhaltene Piperidin konnte KOENIGS durch "Oxydation mit concentrirter Schwefelsäure in Pyridin

umwandeln und so die Beziehung beider im Wasserstoff-Gehalt unterschiedenen Substanzen. Man arbeitete noch mit recht hohen Substanzmengen, erwärmte etwa 7 Stunden lang 10 g Piperidin mit der überschüssigen Schwefelsäure. Das als Zersetzungsprodukt der Chinapräparate bekannte Chinolin konnte er auch synthetisch aus Allylanilin gewinnen (1879), also wieder ein Schritt zur Alkaloid-Auflärung.

Das **Piperin**, das "sich durch Kochen mit alkoholischem Kali glatt in Piperidin und Piperinsäure spalten lässt", erschien als "das erste Alkaloid, dessen Constitution man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit kennt" (S. 2343).

WEIDEL (1879) suchte aus "animalischem Teer", also Knochenteer, die auch für die Alkaloide wichtigen Derivate zu erhalten, was den Weg zur künstlichen Herstellung der Alkaloide bereiten mußte. Aus 1400 kg Teer erhielt WEIDEL 18,5 l "trockener Basen" – was wiederum eine Vorstellung von den Mengen gibt, mit denen man damals noch arbeitete. Der Wiener WEIDEL (J. HERZIG 1900), Schüler des führenden Phytochemiker H. HLASIWETZ, starb 1899 noch nicht ganz 50-jährig nach der Vorlesung zwischen 7 und 8 Uhr im Laboratorium.

## Auf dem Wege zur Synthese des Coniins: Beherrschung eines Alkaloids

**Coniin** ist das Hauptalkaloid des Gefleckten Schierling, *Conium maculatum L.*, einer auch in Mitteleuropa verbreiteten Gebüsch-und Unkrautpflanze. Auch in diesem auch der Antike als schwere Giftpflanze bekannten Gewächs wurde Pyridin als Grundkörper festgestellt und wurde die Errforschung in den 80-er-Jahren des 19. Jh. forciert fortgesetzt. Kurz vor der Reife enthält der Gefleckte Schierling etwa 2% Piperidin-Alkaloide, die Früchte bis zu 3,5%. Etwa 90% davon ist Coniin, ein farbloses Öl, das eingenommen je nach Menge in 0,5 bis 5 Stunden bei vollem Bewußtsein durch schließlich Lähmung der Brustkorbmuskulatur zum Tode führt, verwendet im antiken Athen etwa bei SOKRATES zur Durchführung der Todesstrafe.

A: W. HOFMANN, Berlin, suchte nach der Formel des Coniin und hat (1884) 10g trockenes salzsaures Coniin mit einem Überschuß von 15g Zinkstaub destilliert, erhielt eine Base mit offensichtlich weniger Wasserstoff als Coniin, Conyrin genannt, und das Destillat erinnerte an den Geruch von Pyridinbasen. Coniin besitzt, wie HOFMANN bemerkte (S. 829) also "Beziehung zum Pyridin", aus dem Conyrin ließ sich Coniin regenerieren und durch Untersuchungen an Fröschen die Identität des so zurückerhalteen Coniin mit dem aus dem Gefleckten Schierling gewonnenen feststellen. Man war also der Synthese nahe. LADENBURG (1884) erforschte 2

Isopropylpyridine, gewann aus der einen dieser Basen, der höhersiedenden, eine dem Coniin ganz ähnliche Verbindung und konnte die Identität aus chemischen Reaktionen und der dem Coniin ganz ähnlichen physiologischen Reaktionen ebenfalls bei Fröschen nachweisen. Ausgehend von dem Alpha-Picolin, dem einen der Methyl-Pyridine, kam LADENBURG, damals in Kiel, zu einer Substanz, die dem Coniin, wie weitere Untersuchungen der Reaktionen und auch der physiologischen Wirkungen bezeugten, identisch sein mußte, dem Alpha-Isopropylpiperidin. Damit war, **1886**, die **erste Synthese eines Alkaloids** gelungen. Die auf weiße Mäuse wirkende tödliche, letale Dosis war genau so hoch wie beim 'natürlichen' Coniin. Alpha-Picolin aber war gewinnbar durch trockene Destillation von Kohle und Knochen, damit ein Alkaloid, das Coniin, also auch von der **Kohle bzw. dem Teer aus zugänglich.**

## Synthese des Nicotin

Die Synthese des Alkaloids **Nicotin** gelang dem Genfer Chemiker AME´-JULES PICTET, und Mitarbeitern zunehmend bis 1904, ausgehend vom Beta-Aminopyridin. Nicotin hat 2 optische Antipoden, und das natürliche Nicotin ist die l-Form, die abzuspalten war. Bestätigt wurde das auch durch die Untersuchung der physiologischen Wirkung, etwa an Meerschweinchen.

Für das 20. Jh. blieb unter anderem aufzuklären, **wo in oder an den Zellen und wie Alkaloide wirken.**

## Organische Verbindungen aus Fäulnis, so aus Darm-Exkrementen

BERZELIUS hatte einst Menschenkot 'zergliedert', der ja auch mit Mist gemischt zu Dünger diente und etwa auf die Färbung durch Galle verwiesen, und nach HERMBSTÄDT (1808, S. 294) hatte BERZELIUS "um so mehr Dank" verdient, "daß er sich aus Eifer für die Wissenschaft, dem Kampfe des Widrigen und Unangenehmen entgegengesetzt hat, ..."

Darmgestank und blaue Farbe, Indigo – es gibt **chemische Beziehungen** fast lächerlicher Art.

Eine Quelle für schon bekannte und sogar neue organische Substanzen erwies sich die **Fäulnis** organischer Körper, speziell die Eiweiß-Zersetzung. Solche gab es etwa bei Zersetzung von nicht resorbiertem Eiweiße im Dickdarm des Menschen, durch Bakterien. Der Mediziner LUDWIG BRIEGER ((M. H. BICKEL 1972, M.

WATZKA 1955) und M. NENCKI untersuchten daher die **menschlichen Exkremente**. BAEYER (1870 a) sprach vom Indol als "in der Chemie ohne Analogon" dastehenden Körper (S. 56), aber wie Indigoblau im Harn gefunden worden war, so Indol oder eine sehr ähnliche Verbindung durch KÜHNE bei der Zersetzung des Pankreas-Saftes. Und es fand es sich wie M. NENCKI (1875, 1877) untersuchte, im Darm gerade des Menschen. Und BRIEGER fand 1877 eine dem Indol nahestehende Verbindung, das **Skatol**. BRIEGER, bei NENCKI in Bern, hat 5 bis 6 kg frischer Fäces vom Menschen mit 8 Liter Waser zu einem Brei angerührt, mit Essigsäure angesäuert, auf dem Sandbad destilliert. Nach einigen weiteren Arbeitsgängen setzte sich vom Indol abtrennbar das Skatol in "unregelmässig gezähnelten, glänzenden dem Indol ähnlichen Blättchen ab", Kristalle schließlich mit einem "äusserst unangenehmen, anhaftenden, specifisch fäcalen Geruch", einem Schmelzpunkt bei 93 – 95°C (1877, S. 1030). Skatol wurde später ermittelt als sich nur durch eine CH3-Gruppe am Pyrrol-Ring vom **Indol** unterscheidend. Im Hundedarm fand BRIEGER damals nur Indol. Obwohl in geringen Mengen in Parfümen verwendet, kommt vom Indol wie dem Skatol der ekelige Geruch der Exkremente – ist namentlich Skatol der Stinkstoff. Fäkalien und Indigo– chemisch eng verwandt, wieder eine der überraschenden Fakten in der Chemie der Organismen! Indigoblau etwa im Harn allerdings nur in geringen Mengen (M. NENCKI 1875). **Auch das Ekligste zu erforschen**, die Produkte der Fäulnis – auch das mußten Chemiker unternehmen, und man war auch auf dem Wege zu den Geruchssubstanzen von besonders apartem Käse. Gifte, namentlich dann auch die **Leichengifte**, die **Ptomaine** und Bakteriengifte, bei Cholera, blieben BRIEGERs Foschungsobjekt. BRIEGER wurde 1890 ao. Professor, 1891 Abteilungsvorstand am Kgl. Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.

## Überraschungs-Entdeckung Thiophen

Mit Schwefel im 5er-Ring erwies sich das 1882 von VICTOR MEYER (et al. 1920, R. MEYER 1909, 1920) **zufällig** gefundene **Thiophen**: C4SH4. In einem Vorlesungsversuch, in Zürich, sollte die bekannte, von BAEYER gefundene Benzol-Reaktion einer tiefen Blaufärbung mit Isatin und konzentrierter Schwefeslsäure, die "Indophenin-Reaktion", vorgeführt werden. Das dieses Mal benutzte Benzol zeigte die Reaktion nicht! Ein "mißratener" Vorlesungsversuch mochte eine Peinlichkeit sein. Jedoch er konnte auch zu einer Neuentdeckung führen. MEYER sah, das Versagen der Reaktion mußte eine Ursache haben. Dem war nachzugehen! Es erwies sich, daß bisher das zu dem Vorlesungsversuch benutzte Benzol aus dem Steinkohlenteer stammte und diesmal solches aus Benzoesäure benutzt worden war. Es gab also offenbar zwei "Benzole verschiedenen Ursprungs". Es erwies sich das "Benzol" aus Steinkohlenteer als gar nicht rein, enthielt, wie sich zeigte, zu

etwa 0.15% eine bisher unbekannte, aber in den Eigenschaften dem Benzol doch sehr ähnliche Substanz, eben das Thiophen. Nur das Thiophen lieferte aber die dem Benzol insgesamt zugeschriebene Reaktion. Die Chemiker sahen nicht ohne Erschütterung die immer noch bestehenden Grenzen ihrer Stoff-Trennung gerade auch in der organischen Chemie. Unter VICTOR MEYER wurde nun eine ganze Thiophen-Chemie aufgebaut, 1888 in der Monographie "Die Thiophengruppe" niedergelegt. P. FRIEDLÄNDER fand von Thiophen ableitbare "Küpenfarbstoffe", auch wenn Thiophen insgesamt mehr theoretische Bedeutung hatte.

## Ein "mißlungener" Vorlesungsversuch, eine Zufallsentdeckung – das führte zu einer ganzen "Chemie", der des Thiophen.

## Immer neue Ring-Verbindungen, auch mit 2 Stickstoff-Atomen im Ring

2 N-Atome im 5-er-Ring enthalten **Pyrazol** und **Imidazol**. Von Imidazol leitet sich ab das Histamin. Das **Oxazol** enthält im 5-er-Ring 1 O- und 1 N-Atom, das **Thiazol** 1 N- und 1-S-Atom.

Weitere, und zwar auch in der Natur wichtige Stoffe konnten auf Strukturformeln aus **kondensierten heterozyklischen Ringen** zurückgeführt werden. Das wurde ermittelt für das **Purin**, den Grundkörper der einst von WÖHLER und LIEBIG in bezug auf ihre Derivate schon gründlich untersuchte und ihrer Summenformel schließlich festgestellte Harnsäure und ihrer zahlreichen Abkömmlinge. LUDWIG MEDICUS (H.-D. SCHWARZ 1990b), um 1870 in Würzburg und später Lebensmittelchemiker, schlug 1874 die auch von EMIL FISCHER (1899) dann akzeptierte Strukturformel für den Grundkörper Purin vor, wonach dieses aus einem **Pyrimidin- und einem Imidazol-Ring** besteht. Geklärt hat MEDICUS auf dieser Grundlage auch die zunächst hypothetische **Harnsäure-Struktur** und die von Purin-Derivaten wie Xanthin, Coffein, Guanin u. a.

Das auch im Steinkohlenteer vorkommende und bei der Destillation von Chinin mit Kalilauige und bei anderen Prozessen entstehende **Chinolin**, eine farblose, ölige Flüssigkeit, erwies sich als ebenfalls Kondensationsprodukt, aus einem Benzol- und einem Pyridin-Ring, wobei im **Isochinolin** das N-Atom im Pyridin-Teil eine andere Lage hat.

Auch **mehrere "Heteroatome"**, also andere Atome als Kohlenstoff, C, können in einem Ring enthalten sein. ADOLF PINNER, Jude, ab 1878 ao. Professor an der Universität und auch Professor an der Tierärztlichen Hochschule in Berlin,

berichtete 1885, daß er bei der Reaktion von Acetessigäther mit Amidinen unter Wasserabspaltung Derivate "einer dem Pyridin analogen Grundsubstanz" (S. 2845) erhielt, die **2 N-Atome** neben 4 C-Atomen **im 6-er-Ring** selbst enthielt und die PINNER als **Pyrimidin** bezeichnete. Pyrimidin (1,3-Diazin) ist ab 20-22°C flüssig und riecht charakteristisch.

Diese und andere Verbindungen, mit nicht nur C-Atomen im Ring und kondensierte Ring-Verbindungen, erwiesen sich als **Grundkörper**, denen andere, gerade auch **biologisch wichtiger Verbindungen** zugrundliegen, so das Pyrimidin den Basen der Nukleinsäuren wie Cytosin, Thymin, Uracil, oder dem Beruhigungsmittel Barbitursäure.

Die **Triazine** enthalten im 6-er-Ring gar 3, die Tetrazine 4 N-Atome. 2 verschiedene Heteroatome enthalten im 5-er-Ring enthalten **Oxazol**: 3 C-Atome, 1 N-Atom, 1 N-Atom; **Thiazol**: 3 C-Atome, 1 N-Atom, 1 S-Atom.

Das Thiazol erwies sich – später – als Bestandteil des Vitamins B1 (Aneurin) und führte zur Konstitutionsaufklärung der Penicilline.

Am Ende des 20. Jh. waren von den 8-9 Millionen bekannten und definierten organischen Verbindungen über 50% heterocyclische Verbindungen (W. SCHROTH 1993).

## Terpene und die allerdings Mischsubstanzen der Ätherischen Öle

Die Struktur der **Terpene**, Bestandteile der **ätherischen Öle** zahlreicher Pflanzen wie Anisöl (Anethol) und Pfefferminzöl (Menthol), erschloß ab 1884 OTTO WALLACH, der bei KEKULÉ in Bonn gewesen war und 1889 Ordinarius in Göttingen wurde, der Chemie-Nobelpreisträger von 1910 (A. ELLMER 1931, H. M. LEICESTER 1976, O. MONTELIUS 1911). Verschiedenen Terpene wiesen dieselbe quantitaive Zusammensetzung auf, dasselbe Molekulargewicht, siedeten bei etwa derselben Temperatur, unterschieden sich aber in Geruch, optischen Eigenschaften und chemischen Reaktionen, es war schon eine große Leistung, für die verschiedenen Terpene scharfe und bestimmte Merkmale für die Unterscheidung festzustellen. Sie besitzen Ring-Struktur mit teilweise nach innen gerichteten Valenzen, gelten als eine den aliphatischen und aromatischen Verbindungen gleichwertige, eigenständige Stoffgruppe, die **alicyklische Serie** der organischen Verbindungen. Ihre Erforschung beeinflußte und veränderte die chemische Industrie der ätherischen Öle, der künstlichen Riechstoffe.

In der Terminologie wurden am Ende des 20. Jh. unterschieden: 1. **Acyclen**: al-

le Verbindungen mit linearem und verzweigten Kohlenstoffgerüst, 2. Isocyclen, **Carbocyclen**: nur aus Kohlenstoffatomen zusammengesetzte ringfömrige Molekülarchitektur, 3. **Heterocyclen** (W. SCHROTH 1993).

## Aromatische Verbindungen mit teilweise großer praktischer Bedeutung

Etliches geht zurück auf ADOLF BAEYER (W. H. PERKIN 1923, R. WILLSTÄTTER 1915, 1917) und seine Schüler zurück.

1871 (a,b.c) hatte BAEYER (1876) begonnen 1871 die Reaktionen zwischen der **Phthalsäure,** also Benzol mit 2 Carboxylgruppen, und **Phenolen**, etwa Pyrogllaussäure, Phloroglucin, Resorcin, zu untersuchen und fand Farbstoffe, dabei 1871, mit Resorcin, das **Fluorescein**. Letzteres erwies sich in alkalischer Lösung als prachtvoller gelbgrüner Farbstoff. CARO stellte die Brom-Verbindung des Fluorescein her und erhielt einen Farbstoff in Rosa. In dessen Kaliumsalz wurde der Farbstoff von der badischen Anilin- und Sodafabrik ab Sommer 1874 als "**Eosin**" verkauft. Wegen mangelnden Patentschutzes in Deutschland wurde die Zusammensetzung zunächst geheim gehalten.

Mit der Untersuchung der Reaktionen des Phenol mit Phthalsäure wurde auch ein Gruppe vergleichbarer Reaktionen erschlossen, "gewonnen" "eingeheures Feld für die Synthese" nicht nur von Farbstoffen "in unbegrenzter Zahl", sondern auch andere Susbtanzen versprach (1871 c, S. 665). Die Phthasäure war zwar nur vom Laboratorium bekannt, aber war aus dem im Steinkohlenteer reichlich vorhandenen Naphthalin herstellbar, die Reaktionen also industriell einsetzbar.

Der ebenfalls bald führende EMIL FISCHER (1876), ab 1875 mit der "Körperklasse" der **aromatischen Hydrazine** befaßt, entdeckte und erforschte auch in der Vielgestaltigkeit seiner Reaktionen das **Phenylhydrazin**, C6H5-NH-NH2. Die gelbliche bis rotbraune, in reinstem Zustand nahezu farblose Flüssigkeit diente als Ausgangsstoff weiterer wichtiger Verbindungen, aber VICTOR MEYER und E. FISCHER (1881) fanden sie auch als Reagenz für Aldehyde und Ketone, durch die Entstehung von ölartigen Substanzen, auch mit Verschiedenheit bei den einzelnen Stoffen. E. FISCHER fand sie als geeignet für seine Erforschung der Zucker. Verbinden "sich", hatte FISCHER schon 1881 (b) gefunden, "wie es scheint mit allen Zuckerarten" und die dabei entstehenden "Hydrazinkörper", gelbe Nadels etwa, "sind in Wasser schwer löslich und deshalb leicht zu isolieren. Man wird sie in vielen Fällen zur Erkennung und Unterscheidung der einzelnen Zuckerarten benutzen können" (S. 579). Phenylhydrazin ist aber auch ein die roten Blutkörperchen zerstörendes Blutgift und ruft Hautexzeme hervor. E. FISCHER hat mit dem von

ihm so eingehend erforschten Phenylhydrazin seine Gesundheit ruiniert.

Die '**Pyrazole'**, deren Muttersubstanz das aus einem 5-er-Ring mit 2 Stickstoff-Atomen bestehenden Pyrazol ist, erhielt und erforschte LUDWIG KNORR. Der am 2. Dezember 1859 als Kaufmannssohn in München geborene KNORR (P. DUDEN et al. 1927) wurde nach dem Chemiestudium 1882 Assistent bei EMIL FISCHER in Erlangen. Hier waren die neu entdeckten Hydrazine Mittelpunkt der Forschung geworden und KNORR (1887) untersuchte die Einwirkung von Phenylhydrazin auf Acetessigester und erhielt schließlich auch die Substanz (1)-Phenyl-(2,3)-dimethyl-(5)-pyrazolon. Im Tierversuch fand es sich als fiebersenkend und konnte, als Antipyrin, in die Klinik überführt werden. KNORR ging 1885 mit E. FISCHER nach Würzburg und wurde 1889 Ordinarius in Jena.

Vom Toluol aus wurde das weiße kristalline pulverige **Saccharin**, Benzoesäuresulfimid, hergestellt, ein ganz anders als die Zucker aufgebauter **Süßstoff**, das vom Organismen vertragen und unverändert vom Harn ausgeschieden wird.

## Etwas anderes: die Flüssigkristalle – ungeglaubt und erst viel später genutzt

Flüssigkeiten mit kristallinen Strukturen fand 1888 beim Cholesterrinbenzoat der damals an der Lehrkanzel für Botanik und Rohwarenkunde an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag wirkende und ab 1895 in Graz tätige Chemiker FRIEDRICH RICHARD KORNELIUS REINITZER. Am Schmelzpunkt von 145,5° C schmolz die Verbindung, blieb aber wolkig trübe, wurde bei 178,5° C klar. Was also lag dazwiwschen? Näher untersuchte das der Physiker OTTO LEHMANN, der bei solchen Verbindungen einen neuen Aggregatzustand sah. 1904 bot die Firma MERCK flüssigkristalline Substanzen an (M. RÖMER et al. 2009). Für etwa das Jahr 2000 wird mit über 15.000 solchen Substanzen gerechnet. Moderne Kommunikationsgeräte sind auf sie angewiesen.

## Allgemeine Verfahren zur Erzeugung bestimmter organischer Stoffgruppen

Wie bei der Schilderung von **BAEYERs Arbeiten mit Phthalsäure** deutlich wurde, gab es also Reaktionen, die sich zwischen analogen Stoffen in analoger Weise vollzogen und die also dann für verschiedene Substanzen ableitbar waren.

Neue Farbstoffe kamen zustande durch die 1858 von PETER GRIESS (A. W. v. HOFMANN et al. 1891) gefundene Reaktion, daß primäre aromatische Ami-

ne, so das Anilin, bei Umsetzung mit salpetriger Säure in saurer Lösung **Diazo-Verbindungen** liefern. P. GRIESS war Sohn eines Landwirtes in einem Dorfe südlich von Kassel, der sein Studium etwa in Marburg zunächst verbummelte, dann aber auch als befähigt auffiel und nach England vermittelt wurde, wo er ab 1862 als Chemiker in der Brauerei von Allsopp and Sons in Burton on Trent arbeitete und seine Farbstoff-Untersuchungen neben seinem Beruf ausführte. GRIESS hatte den Weg zu den aromatischen Diazo-Verbindungen betreten, als er die Pikraminsäure salpetriger Säure unterwarf und ein stickstoffreiches Produkt erhielt. Er entwickelte dann auch die Azo-Verbindungen, die die -N=N- - Gruppe enthalten, etwa Azobenzol C6H5-N=N-C6H5.

Ein allgemeineres Verfahren bestand etwa auch darin, Verbindungen **wasser-entziehenden Substanzen** auszusetzen, war also Wasser-Entzug eine allgemeine Reaktionsweise. So wurde, bei EDUARD LINNEMANN (et al. 1872), Brünn, dann Prag, Glycerin dem wasser-entziehenden "Chlorcalcium", Calciumchlorid, ausgesetzt und entsteht neben anderen "Körpern" Phenol (E. LINNEMANN et al. 1872). BEILSTEIN (1864) fand als allgemein anwendbare Methode die Reduktion von aromatischen "Nitrokörpern" **mittels Zinn und Salzsäure**, was besser als bisherige Reduktionsverfahren war, und ob bei der Reduktion der Pikrinsäure oder anderen Nitro-Verbindungen, "stets ein ... völlig analoges Resultat lieferte" (S. 244).

BAYER (1866b, 1867), damals in Berlin, nutzte 1866 die ihm von einem Kollegen empfohlene **Reduktion aromatischer Verbindungen** durch **Zinkstaub** bei der Erforschung des Indigos, denn ansonsten war der Sauerstoff aromatischen Verbindungen schwerer zu entziehen als den aliphatischen. Auch das -OH der Säuregruppe wurde so reduziert.

Ebenfalls BAEYER 1872) befaßte sich auch in Verbindung und neben seinen Phthalsäure-Arbeiten eingehend mit Synthesen, die mit **Wasser-Austritt** verbunden sind, fand so **Kondensationen** – Vereinigungen unter Wasserverlust – von Kohlenwasserstoffen und von Phenolen mit Aldehyden und auch mit Phthalsäureanhydrit, auch die Vereinigung zahlreicher Moleküle. Das war der zunächst bei dem ohnehin sich von der Industrieanwendung fernhaltenden BAEYER der damals nur im Laboratorium begangene **Weg zu den Kunstharzen**, den **Kunststoffen**. So ergab wäßriges essigsaures Methylen mit Phenol bei Zusatz von konzentrierter Salzsäure ein farbloses Harz. Es setzte BAEYER (S. 1097) auch "concentrirte Schwefelsäure zu einem Gemisch von Benzol und essigsaurem Methylen" und die Masse verharzte unter einem an Benzylalkohol erinnernden Geruch."

WURTZ fand eine Synthese ganz allgemein für den **Aufbau höherer gesättigter Kohlenwasserstoffe**, wenn Alkylhalogenide (1 H-Atom im Kohlenwasserstoff durch

ein Halogen ersetzt) mit Natrium reagieren. FITTIG übertrug das 1862 auf die aromatischen Kohlenwasserstoffe.

Der Franzose CHARLES FRIEDEL (A. LADENBURG 1900) und der US-Amerikaner JAMES MASON CRAFTS fanden in einer Gemeinschaftsarbeit ab 1877, daß **bei** Gegenwart von **Aluminiumchlorid zahlreiche Benzol-Abkömmlinge** leicht zu erhalten sind, indem Benzol und seine Homologe mit den Halogen-Verbindungen der einzuführenden Radikale behandelt werden, was als die **Friedel-Craft'sche Reaktion** bezeichnet wird. FRIEDEL, der auch Mineraloge war, arbeitete jahrelang mit dem zweimal, zuletzt 1874 bis 1891 in Paris forschendem, in Boston aufgewachsenen CRAFTS (H. P. T. 1958) zusammen. In ihrer Reaktion erhielt man etwa das Triphenylmethan ((C6H5)3CH), von dem aus sich die Konstitution der Farbstoffe Malachitgrün (1877), Fuchsin (Rosanilin), Methylviolett verstehen ließ. Bei Gegenwart von Aluminiumchlorid ließen sich in die aromatischen Kohlenwasserstoffe auch Sauerstoff, Schwefel, Kohlensäure und andere Säureanhydride einbringen und Zersetzungsreaktionen mit Gewinnung von Toluol, Xylol u. a. durchführen.

Mit dem Namen "Friedel-Craftsche Reaktion" wurde also für einen bestimmten Typ von Reaktion eine Bezeichnung gegeben. Noch lange Zeit war dies ein seltener Fall. Unterdessen wurde **für eine Vielzahl von spezifischen Reaktionen eine Bezeichnung geschaffen**, gewöhnlich nach dcm Entdecker.

Im 20. Jh. wurde erst nach der Untersuchung zahlreicher Reaktionen mit Substanzen mit 2 Doppelbindungen im Molekül, also kondensierten Doppelbindungen, durch OTTO DIELS (S. OLSEN 1962) und KURT ALDER (F. FEHÉR et al. 1970) ab 1928 die Allgemeingültigkeit der **Diels-Alder-Reaktionen** gefunden - und 1950 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet.

# Molekularstruktur und Eigenschaften

## Von chemischen und physikalischen Eigenschaften zur Kenntnis des Molkeülbaues

Nicht die Summenformel wurde als ausreichend für das Verständnis der organischen Verbindungen erkannt, sondern der Molekülbau, die Anordnung der Atome im Molekül, sollte so viel wie möglich aufgeklärt werden. Schon die Isomerien legten das nahe. F**ür alle irgend feststellbaren besonderen Eigenschaften** der Substanzen, gerade auch der organischen, wurde eine **Erklärung im strukturellen Bau** der Moleküle **gesucht** - und zunehmend gefunden. Es ist eine der großen

Anstrengungen der organischen Chemie, wie schon vorher teilweise bemerkt, **zwischen der Struktur, der Konstitution** der Moleküle und ihren chemischen und physikalischen **Eigenschaften eine Verknüpfung, eine Beziehung** zu finden. Was ist also das 'Innenleben' der organischen Moleküle, im stabilen Zustand und bei Reaktionen. Der Weg zu solchen Erkenntnissen ging bis zu Atomvorstellungen im 20: Jh. **über die Feststellung von Reaktionen der Moleküle** oder **physikalischen Eigenschaften,** wie etwa Verhalten bei Wärme oder der Drehung der Ebene von polarisiertem Licht. Was dabei herausgekommen ist, muß als bewundernswert gelten, ist die eine klassische Glanzleistung der Chemie, namentlich auch der organischen, in ihrer vielleicht als zweite klassische hohe Zeit der Chemie zu bezeichnenden Epoche in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. , Die erste klassische Zeit wäre die der grundlegenden Enteckungen ab dem späten 18. Jh. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh., also der Zeit der DALTON, BERZELIUS, DUMAS. Es wäre interessant im einzelnen festzustellen, was mit den Verfahren der Molekülaufklärung vor 1900 im Lichte der ganz neuen Methoden im 20. Jh., etwa der Röntgenstrukturanalyse an Richtigem oder wenigstens Teilrichtigem gefunden wurde. Von Eigenschaften auf Besonderheiten der Struktur, der Konstitution zu schließen, blieb im 19. Jh. vielfach nur **Hypothese**, wurde fast als nur Wunsch formuliert. Als GRAHAM (1862, S. 2) den Unterschied zwischen kristalloiden und kolloidalen Substanzen sah, konnte er **nur** meinen: "Diese Unterscheidung ist ohne Zweifel eine auf Verschiedenheiten der innersten Molecularstructur beruhende." Ein Problem war gestellt. Die Lösung konnte von der Zukunft erhofft werden.

"Die Atomhypothese hat", wie WILHELM OSTWALD einmal (1899, S. VIII) bemerkte, "in ihrer Anwendung auf die spezielleren Eigentümlichkeiten der chemischen Verhältnisse eine Unzahl von Sonderhypothesen entstehen lassen", von denen viele allerdings auch bald wieder aufgegeben wurden. Im 20. Jh. konnte der Bau der Moleküle durch neue Vorstellungen und neue Methoden viel mehr aufgeklärt werden und wurde dieses Bestreben, zwischen Molekülbau, Molekül-Konstitution, und Eigenschaften, auch praktisch wichtigen, eine Beziehung festzustellen, fortgeführt. Ansätze zu diesem Streben, diesem Denken, liegen aber schon tief im 19. Jh. und kamen mit der Aufklärung so manches zur chemischen Struktur nach 1860 zur Sprache. In der Suche nach dem Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Eigenschaften liegt also ein weiterwirkendes Streben bedeutender Chemiker.

HUGO KAUFFMANN, Technische Hochschule Stuttgart, formulierte 1917 (S. 17): "Der Bau des Moleküls, also die Anordnung der Atome im Molekül, entscheidet über die Eigenschaften eines Stoffes, und jede Abänderung des Baues hat eine Abänderung der Eigenschaften , d. h. eine Umwandlung in einen anderen Stoff zur Folge." Mit anderen Worten: Keine besondere Eigenschaft sollte auf der atomaren

Ebene unerklärt bleiben, unter der Aufstellung teilweise recht andersartiger Vorstellungen. **Die immer wieder aufgenommene Weiterentwicklung der Formelsprache**, die Aufstellung immer einmal anderer Konstitutionsformeln, wurde **wesentlicher Teil der Entwicklung der** theoretischen **Chemie**.

## Chemische Eigenschaften und Konstitution / Struktur der Moleküle

Chemische Eigenschaften wären also die Proportionen, in denen etwa Kohlenstoff und Wasserstoff zusammentreten und spezifische chemische Reaktionen und diese dienten, um gewisse Molekülbilder aufzustellen. Aus C2H6 wurde also H3C-CH3 abgeleitet, aus C2H4, also H2C=CH2, die Doppelbindung, aus C2H2 die 3-Fachbindung. Der Benzol-Ring sollte 3 Doppelbindungen enthalten. Wichtig waren auch die Reaktionen, zu denen diese Verbindungen in der Lage waren, etwa Oxydations- und Reduktions-Verfahren, auch Derivatisierungs-Reaktionen.

Gerade das **Benzol** bot manche Probleme und Löungen. Bei den 3 Doppelbindungen im Benzol-Molekül hätte erwartet werden können, daß Substituenten für H-Atome je nach Lage zu einer der Doppelbindungen sich nicht gleichartig verhielten. Das war nicht der Fall. Spalteten die 3 unterschiedenen Oxy-benzoësäuren Kohlendioxyd ab, so entstand stets dasselbe Phenol, was für die Gleichheit der 6 H-Atome des Benzol sprach. KEKULÉ erklärte das mit seiner "**Oszillations-Hypothese**", wonach die Atome entlang der Atomverbindungslinie schwingen, die Doppelbindung nicht immer an demselben Platz im Benzolmolekül bleibt. Aus den chemischen Reaktionen, hier aus einer CO2-Abspaltung, wurde auf die ansonsten absolut nicht direkt sichtbare Struktur geschlossen. Die Neigung des Benzols und seiner Derivate zu **Additionsreaktionen** erwies sich verglichen mit kettenförmigen Kohlenwasserstoffen mit Doppelbindung als **gering**, trotz der im Benzol anzunehmenden Doppelbindungen. Immer wieder hat sich etwa VON BAYER mit dem **Benzol** beschäftigt, 1886 bis 1891 eine Serie von Arbeiten veröffentlicht, auch seine Ansichten je nach den Laboratoriumsergebnissen geändert. Bei BAEYER wurde das violette **Kaliumpermanganat**, in sodaalkalischer Lösung, als Reagens gefunden, das Ethylenabkömmlinge, mit ihrer Doppel = -Bindung sofort oxydiert und sich dabei entfärbt. Aber beim Benzol mit seinen 3 Doppelbindungen in der KEKULÉschen Formel bleibt das Kaliumpemanganat wie bei gesättigten Verbindungen wirkungslos. Warum? Was war bei den Doppelbindungen des Benzol anders? Oder mußte gar die Benzol-Formel geändert werden? Verschiedene organische Chemiker haben darauf reagiert, und eigene, **andere Benzolformeln vorgeschlagen**, welche besser allen Eigenschaften gerecht werden sollten. LADENBURG empfahl 1874 eine **prismatische Formel**, noch andere Formeln stammen von CLAUS, VON

BAEYER, DEWAR.

**Was** aber, wurde dann auch gefragt, **bedeutet Doppel-oder gar Dreifach-Bindung** überhaupt? Festere Bindung? J. W, BRÜHL, Universität Lemberg, meinte 1882 nach Untersuchungen über das Lichtbrechungsvermögen von Gasen, daß in "ungesättigten Atomen" eine "eigenthümliche Bindungsweise" besteht, aber diese nicht "mehrfache oder stärkere Anziehung" ist, sondern im Gegenteil "unvollständige oder schwächere Anziehung" (S. 176), "vermehrte Zerstreuung der Atome (Disgregation), daher eine Lockerung ihres Zusammenhangs ..." (S. 177). Das mochte dann die Kaliumpermanganat-Entfärbung bei Substanzen mit Doppelbindung erklären.

Im Zusammenhang mit den Fragen nach der Struktur der Moleküle standen viele , damals nicht beantwortbare Überlegungen. Gefragt wurde etwa, warum im elektrischen Lichtbogen Kohlenstoff und Wasserstoff sich ausgerechnet zu Azetylen (Äthin) und nicht zu einem anderen Kohlenwasserstoff verbinden (V. MEYER 1890, S. 582). NIKOLAI A. MENSCHUTKIN (B. MENSCHUTKIN 1907) fand, daß die primären Alkohole sich rascher zu Estern umsetzen als die tertiären und auch Seitenketten die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen.

Gab es bei **Verbindungen** mit gleichem Molekulargewicht Varianten mit nur etwas unterschiedlichem Schmelzpunkt konnte schon das auf das Bestehen isomerer Verbindungen zurückgeführt werden. Auch ARTHUR RUDOLF HANTZSCH (A. BURAWOY 1935) widmete im beginnenden 20. Jh. der Auffindung der Beziehung von Konstitution und Eigenschaften in bezug auf Isomerien einen beträchtlichen Teil seiner Zeit, unter Anwendung auch neuer **Methoden.**

## Wird deutlich: Die einfachen Molekülvorstellungen sind unzureichend

Wenn die Anfänger in Chemie notwendigerweise noch die **einfachen Moleküle** vorgeführt bekommen, so das NaCl, dann mußte mehr und mehr und bis hinein ins 20. Jh. zunehmend erkannt werden, daß diese Vorstellungen für die Erklärung zahlreicher Erscheinungen **nicht ausreichen**. Es kamen **neue Vorstellungen** von dem, **was bei vielen Substanzen ein Molekül ist oder nicht ist** und welche Eigenschaften sich aus einem zu vermutenden Bau **ableiten lassen.** Es gibt kein einfachen NaCl-Moleküle, nicht im Kochsalzkristall mit seinem Gitter und der dortigen Anordnung der Atome im Gitternetz noch in der wäßrigen Lösung. Und anders sehen mußte man die Zugabe von Ammonika zum Kupferhydroxid/Cu(OH)2 oder auch das Kristallwasser im Gips, Na2SO4. erklärt als **Koordinationsverbdindung**. Und es erschien nicht gleichgültig, wie die Atome im Molekül angeord-

net sind. Es erschien, im 20. Jh, als wichtig, ob die elektrischen Ladungen in einem Molekül unterschiedlich verteilt sind und zu **Polarität** des Moleküls führen. Oder ob es in einem Molekül **hydrophobe**, vom Wasser abgestoßene, oder **hydrophile**, dem Wasser sich zuwendende Teile gibt, so bei den Lipiden. Dem Anfänger kann es erst einmal Schwierigkeien bereiten, alle diese Dinge in seine vorherhgehenden Molekül-Vorstellungen einzubauen und der Lehrkraft Mühe, dorthin zu führen. Aber es erschien so etwas wie eine **neue Chemie, über KEKULÉ** immer weiter **hinaus**gehend.

**Wechselwirkungen der Atome im Molekül - Das Molekül als Ganzheit?**

Eine weitere Frage war: Sind die in Benzol eingetretenen weiteren Atome oder Atomgruppen, die Substituenten, unabhängig voneinander oder gibt es **wechselseitige Einwirkungen**, gibt es **so etwas wie eine Ganzheit im Molekül**? Beeinflußte das die weiteren Reaktionen des Benzol mit anderen weiteren Substanzen? Etwa aus Benzol-Derivaten abgeleitete Substanzen gemäß den Formeln wie auf dem Reißbrett zu konstruieren und dann real herzustellen, funktionerte oft so einfach nicht, weil die Moleküle sich je nach den eingeführten Gruppen teilweise komplizierter verhielten. **Die Atomgruppen an den Ringen der aromatischen Verbindungen, und das schon beim Benzol, beeinflußten sich gegenseitig.**

Von dem russischen Chemiker WLADIMIR WASILIEWITSCH MARKOWNIKOW (H. DECKER 1905) wurde das schon 1865 überlegt und das bei seinem Aufenthalt bei KOLBE in Leipzig erweitert. MARKOWNIKOW, geboren 1838 in der Nähe von Nishni-Novgorod, wuchs zu einem beträchtlichen Teil auf dem väterlichen Landgut auf. Er studierte an der Universität Kasan, wo CLAUS 1844 das Ruthenium entdeckt hatte, ZININ tätig gewesen war und wo nun BUTLEROW lehrte - also einem dem westlichen Europa fernen Zentrum erfolgreicher chemischer Forschung. Kameralstudien ließen MARKOWNIKOW auch volkswirtschaftlich denken. Professor war MARKOWNIKOW in Kasan, Odessa, 1873 in Moskau. Politisch nach der strengen Reglementierung der russischen Universitäten 1881 als Opponent aufgefallen, wurde MARKOWNIKOW in den Ruhestand versetzt, konnte aber, großer Erdölforscher, an der Universität in einem Privatlaboratorium weiterforschen.

Gemäß seinen Untersuchungen bei aromatischen Substanzen sollte **jedes Atom in einem Molekül auf jedes andere Atom wirken** und die Eigenschaften einer Verbindung mitbestimmen – wobei das auch mit der völlig offenen Frage verbunden war, wie es zustandekam, daß die **Elemente in einer Verbindung ganz andere Eigenschaften** ausüben als wenn sie als chemische Elemente wir-

ken. MARKOWNIKOW kam zu der Schlußfolgerung (1868, S. 347), daß etwa in COCl2 die Wirkung des Chlor nicht allein vom Kohlenstoff bestimmt wird, sondern auch der Sauerstoff mitwirkt, obgleich der Sauerstoff nicht mit dem Chlor unmittelbar verbunden ist, sondern augenscheinlich getrennt an dem Kohlenstoff sich befindet .Ist in einer Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindung ein Wasserstoff-Atom, H, durch ein Chlor-Atom ersetzt worden, so werden die beiden ihm benachbarten H-Atome leichter substituiert als die übrigen H-Atome, die im Molekül weiter von ihm entfernt liegen. Beim Bromieren, Chlorieren usw. wurden, wie sich zeigte, nicht irgendwelche Wasserstoff-Atome ersetzt, sondern eben besimmte, in Abhängigkeit vom gesamten Molekül. KEKULÉ hatte gemeint (zit. bei MARKOWNIKOW 1868, S. 350): "Wenn die sechs gleichwerthigen Wasserstoffatome des Benzols nach und nach durch Brom ersetzt werden, so tritt das erste eintretende Bromatom an irgend einen der sechs gleichwerthigen Orte." Ein zweites eintretendes Bromatom meide gemäß KEKULÉ die Nähe des ersten, weil an einem entfernteren Ort "die Summe der noch wirksamen Anziehungen eine möglichst große ist ..." – was sich aber so nicht bestätigen ließ. Es erschien MARKOWNIKOW, daß dann, wenn "das Molecul aus vielen verschiedenen Elementaratomen besteht, ihr gegenseitiger Einfluss äusserst complicirt sein kann; ..." (S. 349).

Ähnliche Untersuchungen unternahm VICTOR MEYER (1870, 1873) mit seinen Mitarbeitern. Schon KEKULE´ hatte angenommen, daß sich gleichartige Gruppen abstoßen. KÖRNER konnte das Dinitrobenzol in Resorcin überführen und damit die Stellung 1.4, also gegenüber im Benzol-Ring, annehmen. Eine Gesetzmäßigkeit solcher Einflüsse ließ sich aber bei vielen Substituenten, etwa den in verschiedenen Graden substituierbarem Brom, nicht feststellen. Festgestellt wurde bei MEYER (1873), daß etwa bei Anilin und anderen aromatischen Aminen weitere Substituenten wie Chlor, Brom, Jod oder der Nitrogruppe der NH2-, der "Amidgruppe", benachbart substituiert wurden.

Untersuchungen dieser Art wurden fortgesetzt, wenn etwa 1919 DANIEL VORLÄNDER (C. WEYGAND 1943), Halle, über seine Untersuchungen berichtet, wie "Radikale der einen Klasse" am Benzolkern den "eintretenden zweiten Substituenten" nach der einen oder der anderen Stelle, in meta-Stellung oder in para-ortho-Stellung, lenken (1919, S. 264).

In den USA, an der Johns Hopkins University in Baltimore, hatte IRA REMSEN (W. A. N. 1962), der in Deutschland bei FITTIG Assistent gewesen war, gefunden, daß im Benzol ein Substituent in Nachbar-Stellung zu einer Methyl-(CH3)-Gruppe vor der Oxydation durch die sonst stark wirkende Mischung aus Schwefel- und Chromsäure geschützt ist. Oxydierend wirkte aber Kaliumpermanganat und andere Alkalimetall-Verbindungen. Die Nachbarstellung eines Substituenten mit der Methyl-Gruppe allein bot also nicht allgemeinen Schutz vor Oxydation. Es war

also problematisch, hier Gesetzmäßigkeiten in den Reaktionen zu finden.

Bei REMSEN in Baltimore war zeitweise auch der Deutsche FAHLBERG, der von REMSEN angeregt das "sulfamide of toluene" mit Kaliumpermanganat behandelte und als eine unerwartete neue Verbindung das stark süß schmeckende **Saccharin** fand.

## Weiteres über "Doppelbindungen" bei organischen Substanzen – JOHANNES THIELE

An **ungesättigten und aromatischen Verbindungen**, die ja mit Doppelbindungen ausgestattet sind, erschienen JOHANNES THIELE (O. TH. BENFEY 1976, F. STRAUS 1927) nach bisherigen Vorstellungen so viele Ungereimheiten zu bestehen, weshalb er, publiziert **1899**, nach weiterführenden Erklärungen suchte, das "von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aus zu erklären und untereinander in Zusammenhang zu bringen" (S. 87). Auch das ging von chemischen Reaktionen aus. THIELE war 1865 in Ratibor in Oberschlesien geboren,verlor im Alter von 6 Jahren seine Mutter studierte in Breslau und Halle, war bei BAEYER in München, wurde 1902 Professor in Straßburg und der recht national eingestellte Mann starb, unverheiratet, noch vor Ende des Weltkrieges am 17. April 1918. Einerseits erforschte THIELE wichtige Stickstoff-Verbindungen. Dann ging er der Tatsache nach, daß "**Doppelbindung**", deren Hydrierung er zuerst beim Äthen/Ethylen nachging, nach allen Reaktionen der damit ausgestatteten Stoffe **nicht besondere Festigkeit** bedeutet. Daß zwischen 2 Kohlenstoff-Atome 2 Bindungsstriche, 2 Valenzen gezeichnet wurde, konnte zu der Vorstellung verführen, daß hier 2-mal dasselbe vorhanden ist. Aber das war es eben nicht. Und zudem verhielten sich auch bei Kohlenstoff-Ketten und der Ringverbindung Benzol die Doppelbindungen nicht gleichartig. Nicht Verdoppelung der verkettenden Kräfte, sondern das Gegenteil tritt ein, "die Doppelbindung ist der Ort, wo das Molekül am wenigsten widerstandsfähig ist" (H. KAUFFMANN 1917, S. 19). Ebenso ein "heikler", einer eigenen Erklärung bedürftiger "Punkt" war, daß Kohlenstoffketten, die alternierend, also unterbrochen durch eine Einfachbindung, Doppelbindung besitzen, gemäß THIELE, "**konjugierte Doppelbindung**", C=C-C=C, besonders reaktionsfähig sind. Das betrifft die C-Atome in Richtung außerhalb der Doppelbindung. Also bei der Verbindung nur C=C-C=C addieren die C-Atome am Kettenende H-Atome, wobei unter Wegfall der bisherigen Doppelbindungen eine solche Doppelbindung sich neu dazwischen ausbildete. THIELE meinte (1899, S. 89), daß bei Doppelbingungen "thatsächlich zwei Affinitäten von jedem der betheiligten Atome zur Bindung derselben verwendet werden", aber, wie die Additionsfähigkeit zeige, "die Affinitätskraft nicht völlig verbraucht ist und an jedem der Atome noch ein

Affinitätsrest" oder eine **Partialvalenz** "vorhanden ist." Valenzen sind teilbar. Bei Addition an den Enden bei konjugierter Doppelbindung neutralisieren such die Moleküle im Inneren und lassen die Endatome reaktiv sein. In Benzol besitzt im Ring ein geschlossenes konjugiertes System von Doppelbindungen und reagierte daher anders als Ketten mit Doppelbindungen, nämlich vielfach gar nicht, addierte etwa Brom nur bei Licht.

THIELEs Arbeit stimulierte Überlegungen zu den Bindungen in organischen Substanzen. Zunächst gab es es aber grundlegendere Überlegungen für anorganische Verbindungen (s. u.).

## Physikalische Eigenschaften: Vorstellungen über die räumliche Struktur organischer chemischer Moleküle - Stereochemie.

Die physikalische Eigenschaft von Molekülen, **das polarisierte Licht unterschiedlich zu "drehen"**, führte zum Verständnis des räumlichen Baues von Moelkülen, zur **Feststellung der 3-dimensionalen Struktu**r, zur 'Stereochemie', und das fast 2 Jahrzehnte vor den Überlegungen von THIELE.

Daß gelöste oder flüssige organische Verbindungen die **Ebene des polarisierten Lichtes drehen**, fand 1815 JEAN-BAPTISTE BIOT (E. HEILBRONNER et al. 1998, P. WALDEN 1905) zuerst am Terpentinöl, dann an den wäßrigen Lösungen von Weinsäure und Glucose, später auch noch bei anderen Substanzen. BIOT führte das Drehungsvermögen, das sich im Polarisationsapparat verfolgen ließ, auf eine räumliche, schraubenförmige Anordnung der konstituierenden Atome zurück. Daß das Drehungsvermögen keine einfache Stoffkonstante ist, wurde schon BIOT deutlich, als er 1837 fand, daß wäßrige Weinsäure-Lösungen bei Zusatz von Borsäure oder Boraten eine erhebliche Veränderung im Drehungsvermögen aufweisen und GERNEZ das noch gesteigert fand bei Zusatz von Salzen der Molybdän- und Wolfram-Säure (P. WALDEN 1905), also je nach Molekül sich ändert.

Diese Drehung der Ebene des polarisierten **Lichtes ist ein mit manchen Faktoren verbundener Vorgang,** der seine Erforschung und Deutung auf manche Herausforderungen stellte: Der **Drehungswinkel** ist **proportional der Dicke der durchstrahlten Flüssigkeitssäule.** Auf ein und denselben aktiven Körper wirken wachsende Mengen der verschiedenen Verdünnungsmittel unterschiedlich verändernd. Die Drehung **ändert sich mit der Wellenlänge** (heute: Art der Photonen) des eingesetzten Lichtes, ist am größten bei violettem Licht, am kleinsten bei rotem Licht – würde bei unendlich großer Wellenlänge also auf Null verschwinden (H. LANDOLT 1877).

Aus der "optischen Drehung", der Drehung der Ebene des polarisierten Lichtes, wurde abgeleitet, daß die Moleküle wenigstens der organischen Verbindungen offensichtlich eine **räumliche**, also eine 3-dimensionale **Struktur** besitzen, erkannt unabhängig voneinander 1874 durch den Niederländer JACOBUS HENRICUS VAN'T HOFF (W. OSTWALD 1911, P. WALDEN 1925) und den Franzosen LE BEL (J. D'ANS 1953, H. A. M. SNELDERS 19). Es war sicherlich eine fast a priori abzuleitende Annahme, daß **Atome, wenn es sie denn gibt**, kaum flächig sind, nicht nur als Formeln in der Ebene des Papiers dargestellt werden können, sondern sie eine räumliche, eine **3-dimensionale Struktur** besitzen – worauf VAN'T HOFF fast wie selbstverständlich kommen mußte, wie WILHELM OSTWALD 1899 (S. VII) meinte. Begründet wurde damit die auf der "**Stereoisomerie**" aufbauende "**Stereochemie**". Letztere beiden Termini stammen von VICTOR MEYER.

Zu den Vorarbeiten zur Stereochemie gehörte, daß BERZELIUS 1830 gefunden hatte, daß die chemisch etwa im Schmelzpunkt etwas unterschiedlichen **Weinsäuren**, Dioxybernsteinsäure, dieselbe Bruttozusammensetzung haben, was ihn zur Isomerievorstellung führte (K. ROTH et al. 1995). J. B. BIOT zeigte, daß die "natürliche" Weinsäure in wäßriger Lösung die Ebene des polarisierten Lichts nach rechts dreht, während Paraweinsäure, die "Traubensäure", die nur selten auftrat, optisch inaktiv ist (s. J. BERZELIUS Jahresberichte 1840, S. 177). PASTEUR hatte um 1849 gefunden, daß die Paraweinsäure **zwei Formen von Kristallen** bildet, die sich spiegelbildlich zueinander verhalten und von denen die eine Form das polarisierte Licht nach rechts und die andere nach links dreht. Man spricht von den 2 **Enantiomorphen**. JOHANNES WISLICENUS (A. B. COSTA 1976), Sohn eines bekannten verfolgten freisinnigen Pfarrers, seit 1867 Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, ab 1872 in Würzburg und ab 1885 in Leipzig, erforschte in den Jahren 1863 - 1873 die Isomerien der beiden in der Bruttozusammensetzung gleichen **Milchsäuren**, Oxypropionsäure, der optisch inaktiven gewöhnlichen Milchsäure in saurer Milch und der rechtsdrehenden Fleischmilchsäure im Muskel. WISLICENUS gelangte zur der Schlußfolgerung, daß die Unterschiede im Molekülbau geometrischer Art sein mußten, was also VAN'T HOFF wie LE BEL als die eigentlichen Begründer der Stereochemie ausbauten.

VAN'T HOFF hatte unter anderem bei KEKULÉ studiert und war von der Arbeit PASTEURs über die Weinsteinsäuren beeidnruckt. Nach eigenem Bericht las VAN'T HOFF als 23-jähriger, ungraduierter Chemie-Student im September 1874 die Arbeit von WISLICENUS und war zur Hälfte der Arbeit angelangt so erregt, daß er einen Spaziergang unternahm und an der frischen Luft ihm die Räumlichkeit der Moleküle aufging. Das Kohlenstoff-Atom sollte im Zentrum eines Moleküls stehen, von ihm sollten in gleichem Winkel nach vier Richtungen die Valenzen

ausgehen, die andere Atome oder Atomgruppen an das zentrale C-Atom binden. Das Molekül mit seinem zentralen C-Atom wies also "**tetraedrische** Lagerung" der gebundenen Atome bzw. Atomgruppen auf. Ist an jedem der vier "Bindungsarme" ein andersartiges Atom resp. eine andere Atomgruppe gebunden, dann sind Moleküle denkbar, in denen zwar dieselben Atome beziehungsweise Atomgruppen, "**Liganden**", dem zentralen C-Atom verbunden sind, sich aber in verschiedener Stellung zueinander befinden können. Diese "räumlichen" Moleküle mit verschiedener Stellung anhängender Atome oder Atomgruppen sind nicht zur spiegelbildlichen Deckung zu bringen. Es gibt also räumliche "Isomere", "Stereoisomere", die sich in etlichen ihrer Eigenschaften unterscheiden können, im gelösten Zustand auffallend in der "**optische Aktivität**", bei den einen dieser Verbindung im Drehen der Ebene des polarisierten Lichtes nach links oder oft die stereoisomere Verbindung, nach rechts. Kohlenstoffatome, bei denen alle vier Valenzen unterschiedliche Atome beziehungsweise Atomgruppen binden und und die dann solche unterschiedliche optische Aktivität besitzen, wurden "**asymmetrische**" **Kohlenstoff-(C-) Atome** genannt.

Die Theorie vom Kohlenstoffatom als Tetraeder wurde zuerst nur für optisch aktive Isomere angewandt, obwohl jedes C-Atom ja wohl tetraedrisch zu sehen war, auch bei geichen Liganden. LE BEL suchte vor allem durch Experimentaluntersuchungen das Prinzip zu fundieren. VAN'T HOFF verfolgte den Gedanken der asymmetrischen Kohlenstoff-Atome und der Stereoisomerie bis in letzte Konsequenzen, begründete es noch. 1874 an etwa 20 optisch aktiven Verbindungen. Die 11 Seiten starke Veröffentlichung VAN'T HOFFs in holländischer Sprache wurde noch kaum beachtet. Die Übersetzung ins Französische im Jahre 1875 wurde schon mehr bekannt. VAN'T HOFF sandte die Arbeit auch an WISLICENUS, der sie zustimmend las und Dr. FELIX HERRMANN übersetzte sie unter dem Titel "Die Lagerung der Atome im Raume" ins Deutsche. Sie erschien **1875**.

Die Vorstellungen der Sterochemie fanden neben zunehmender Anerkennung zuerst **auch** scharfe Ablehnung, ja Spott. Verächtlichmachung gab es bei KOLBE in Leipzig, Ablehnung bei BERTHELOT in Paris. KOLBE warf dem seit 1876 an der Tierarzeneischule in Utrecht beschäftigten und augenscheinlich noch nicht als Kollegen geachteten VAN'T HOFF vor, daß er mit seiner Stereochemie es "bequemer erachtet" hat, "den Pegasus", also das Dichterroß, "zu besteigen (offenbar der Tierarzneischule entlehnt)". Für KOLBE waren die räumlichen Strukturformeln überflüssiges Gedankenspiel, ohne Wert für das Verstehen der organischchemischen Verbindungen.

Aber bald fand VAN'T HOFFs Anerkennung durch viele. HANS HEINRICH LANDOLT (R. PRIBRAM 1911), führender Vetrreter der physikalischen Chemie, der sich im optischen Drehvermögen organischer Verbindungen bald mehr als andere

auskannte, hatte schon unabhängig von LE BEL und VAN'T HOFF seine Untersuchungen mit optisch aktiven Verbindungen begonnen. Er nannte 1879 bereits 140 optisch aktive und damit stereoisomere Verbindungen., 1898 in einer weiteren Auflage seines Buches "Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen" zählte LANDOLT 700 solche Verbindungen auf, WALDEN schrieb 1904 von über 900 (J. D'ANS 1953). LANDOLT (1877) hatte schon in seinen frühen Untersuchungen, damals am Polytechnikum in Aachen, verfolgt, ob und wie sich das **optische Drehungsvermögen einer Verbindung bei Abwandlung der Verbindung verändert.**

Aber mit der einfachen stereochemischen Erklärung, wie sie VAN'T HOFF zunächste geliefert hatte, war es nicht endlos getan. Bald wurden durch PAUL WALDEN (1905) Phänomene bekannt, die das Bild komplizierten. Das **Drehungsvermögen** konnte selbst beim Rohrzucker durch verschiedene Faktoren, die Temperatur, die Konzentration und die Art des Löungsmittels, **verändert** wird. Kohlenstoff-Doppelbindung gab erhöhtes Drehungsvermögen, Dreifachbindung stand in der Wirkung wieder nach, Ringsysteme mit Doppelbindung steigerten die Drehung erheblich. Hier zeigte sich offenbar ein Weg für Feststellung molekularer Konstitutionen. WALDEN (1974) fand 1896 auch, daß bei bestimmten Reaktionen **die linksdrehende Äpfelsäure in die rechtsdrehende Chlorbernsteinsäure überführt** werden kann, aus der man die mit feuchtem Silberoxid die rechtsdrehende Äpfelsäure erhält und dann von dieser über die linksdrehende Chlorbernsteinsäure wieder zur linksdrehenden Äpfelsäure kommt. EMIL FISCHER (1911), der weitere Beispiele fand und genauer untersuchte, nannte das die "**Waldensche Umkehrung**". FISCHER behandelte solche Vorgänge experimentell "in der Hoffnung, dadurch einen neuen Einblick in das Wesen der Substitutionsvorgänge zu erhalten" (S. 123). Er leitete ab, daß bei einer Substitution die eintretende "neue Gruppe nicht an die Stelle der abzulösenden zu treten braucht, sondern ebensogut eine andere Stellung einnehmen kann" (S. 127). Die Vorstellung vom starren tetraedrischen Kohlenstoff-Atom war damit jedenfalls für viele Fälle fraglich geworden und es mußte überlegt werden, was bei der Ersetzung einer Gruppe durch eine andere in einem organischen Molekül stattfindet. FISCHER knüpfte etwa an eine Überlegung schon von KEKULÉ an, daß zunächst eine "Addition der aufeinander wirkenden Moleküle" voraufgeht "und durch Zerfall der Additionsverbindung entsteht das Substitutionsprodukt" (S. 129). Bei diesem Zerfall aber konnte "eine neue sterische Anordnung der Substituenten am Kohlenstoffatom" stattfinden. Auch die Addition von etwa Brom an Doppelbindungen gab Anlaß zu Überlegungen über die Molekülstruktur.

Bei der Herstellung mancher stereoisomeren Verbindung wurde oft nur die eine Form benötigt, so, wenn etwa die l-Form vn Arzneimitteln wirksamer ist, so l-

Adrenalin 15-mal wirkungsvoller als der d-Antipode (P. WALDEN 1925, S. 438). Daß nur die eine Form einer stereochemischen Verbindung gefährlich sein kann, zeigte sich bei dem für Schwangere als Schlafmittel eingenommenen so verhängnsvollen Medikament Contergan im 20. Jh., bei dem sich nur die eine Form auf die Embryonen so furchtbar auswirkte, mit den zurückgebildeten Vordergliedmaßen.

Im wesentlichen, wie die Stereochemie demonstrierte, ging es um die Feststellung der **Verhältnisse in Molekülen**, seltener wagte man sich an Aussagen gar über die Atome heran. Letzteres etwa, wenn VICTOR MEYER 1890 (S. 618) meinte: "wir dürfen mit den Atomen nicht mehr wie mit materiellen Punkten rechnen, sondern sind gezwungen, ihre Dimensionen in Betracht zu ziehen und wir können über die relativen Grössenverhältnisse derselben schon jetzt, wenn auch nur in bescheidenem Maasse, Vorstellungen gewinnen."

Begründeter war schon eine Aussage wie die von HOPPE-SEYLER und MULDER, daß wenn sich das **optische Drehungsvermögen** organischer Verbindungen "bis zu einem gewissen Grade in ihre Derivate fortpflanzt", also **bei gewisser Abänderung einer optisch aktiven Verbindung fortbesteht**, "die Acitivität nicht von der Gruppirung sämmtlicher Atome im Molecul, sondern nur von einer bestimmten Anzahl derselben herrühre", von gewissen aktiven Radikalen, d. h. Atomgruppen (H. LANDOLT 1877, S. 259). Das betonte die Auffassung von den Radikalen, den ziemlich festen Atomgruppen in den organischen Molekülen. Durch LE BEL und VAN'T HOFF und auch LANDOLT war die optische Aktivität auf die asymmetrischen Kohlenstoff-Atome zurückgeführt worden, jene, die also an allen 4 Bindungs"armen" unterschiedlich gebunden sind, also ein "Connex zwischen asymmetrischem Kohlenstoff und optischer Aktivität" besteht, wie es LANDOLT an möglichst vielen untersuchten Verbindungen nachwies, wenn er auch nicht an allen Verbindungen mit asymmetrischem Kohlenstoff optische Aktivität fand. Aber alle optisch aktiven Verbindungen waren solche mit mindestens einem asymmetrischem C-Atom. Das konnte bei der Formel-Aufstellung hilfreich sein. Die Asymmetrie der C-Atome bei 4 verschiedenen Radikalen oder anderen gebundenen Atomen führte LANDOLT(S. 260) darauf zurück, daß die "untereinander" verschiedenen Radikale (und dgl.) "zufolge ungleicher Anziehung jedes derselben in einem anderen Abstande von dem Kohlenstoffatom sich befinden.". WALDEN sagte 1905 (S. 345), daß die Entdeckung des Drehungsvermögens organischer Verbindungen und die daraus abgeleiten Vorstellungen "das erfolgreichste Hilfsmittel" wurden, "um den Bau der Moleküle geistig zu erschauen und körperlich zu versinnbildlichen."

## Eigenschaften und Struktur / chemische Konstitution - allgemeinere Betrachtung

Bekannt waren Eigenschaften der Substanzen. Dazu zählen auch die chemischen Reaktionen. Etwa die von Benzol. Oder, bei anderen Substanzen, die Drehung beim polarisierten Licht und dabei die Unterschiede von Substanzen mit Rechts- und mit Linksdrehung. Aus den erfaßten Eigenschaften suchte man die Struktur der Moleküle. die Atomanordnung, abzuleiten. Die Struktur sollte dann die Eigenschaften erklären. Ein Zirkelschluß lag nahe. Wie problematisch etwa die Entwicklung ablief zeigt die Entdeckung, daß Benzol im Unterschied zu anderen Substanzen mit postulierter Doppelbindung Kaliumpermanganat nicht entfärbt. Verschiedene Benzolformeln sollten dem entgegenkommen.

Wichtig war daher, daß die **Struktur direkt erfaßt** wurde. Das geschah dann, im **20. Jh**., namentlich mit Hilfe der **Röntgenstrukturanalyse**. Zuerst für Kristalle. Das war wohl einer der ganz großen Fortschritte in der Geschichte der Chemie, ja war wohl eine längerdauernde 'chemische Revolution'. Später wurde auch die Struktur organischer Moleküle direkt sichtbar gemacht.

Zunächst erfaßte die Strukturanalyse Moleküle, also Verbindungen, wobei die Struktur der einbezogenen Atome nicht erfaßt wurde.. Im 20. Jh. kam hinzu, aus der Erkenntnis der **Struktur der Atome**, wie sie das Bohrsche Atommodell zuerst nahelegte, also aus dem Schalenaufbau der Atome, die Eigenschaften der Atome, **die Eigenschaften der Elemente**, abzuleiten, sie zu erklären.

In der Biologie geschah Ähnliches. Phänomene der Vererbung wurden bekannt. Daraus wurde eine hypothetische Vererbungssubstanz konstruiert. Dann wurde, mit den Chromosomen und ihren Feinheiten, der Weg direkt zu der Vererbungssubstanz gefunden, eher als die Strukturdirekterfassnung der Vererbungssubstanz auch in ihrer Chemie möglich wurde.

## Struktur von Ringen prinzipiell

Auf molekularer Ebene suchte VON BAEYER (1885; O. DIMROTH 1915) zu erklären, warum seiner Ansicht nach C-**Ringverbindungen vielleicht nur mit 6 oder 5 C-Atomen im Ring beständig** sind, und das, weil sie seiner Meinung nach die damit verbundenen Festigkeit eines Moleküls widerspiegeln. BAEYER verwies auf die Winkel zwischen den Atomen im Molekül mit optischen Eigenschaften und schloß, daß vor allem in 5-er-Ringen und dann in 6-er-Ringen die Atome in einem relativ spannungsfreien Verhältnis zueinander stehen und so die Existenz gerade dieser Ringverbindungen aus der anzunehmenden Molekülstruktur

begreifbar ist, was als die **BAEYERsche Spannungstheorie** zeitweilig geschätzt wurde.

Es wurden **später**, im 20. Jh., auch Ring-Verbindungen gefunden, in deren Molekülen **wesentlich mehr, ja 30 C-Atome** vorhanden sind (G. WILKE 1975), womit die manchmal als Hemmnis für weitere Untersuchungen angesehene. BAEYERsche Spannungstheorie in ihrer Form nicht haltbar war. RUZICKA, angeregt durch die Untersuchung der Duftstoffe von Moschus, gewann nach 1926 cyclische Ketone mit 6 bis 18 Ringgliedern. KARL ZIEGLER erhielt durch Cyclisierung von Alpha- und Omega-Dinitrilen Ringverbindungen mit 14 bis 33 Kohlenstoff-Atomen. Das sich solchen Verbindungen schließende Ausgangsmaterial mußte in genügender Verdünnung vorhanden sein und ZIEGLER schloß daraus auf die molekularen Vorgänge, nämlich daß "die Zahl der Kollisionen zweier verschiedener Moleküle verringert, die nur in den Eigenschaften des einzelnen Moleküls begründeten Ringschlußwahrscheinlichkeit aber nicht verändert" ist.

Selbst zwischen auch feinsten Eigenschafts-Unterschieden bei den Substanzen wurde nach der Zurückführung auf die Konstitution gesucht.

## Isomerien verschiedenster Art – erklärt aus der KEKULÉschen Benzolformel und aus dem Tetraeder-Modell des Kohlenstoffs

Isomerien, verschiedenartige Substanzen gleicher Summenformel, bekannt von LIEBIGs und WÖHLERs Erforschung der Fulminate und Cyanate, wurden gerade nach 1866 bei den organischen Verbindungen immer **neue** gefunden und sollte in ihrer Aufklärung viel über den Bau der Moleküle erschlossen werden können. Isomerien - das war also ein Objekt bedeutender Chemiker und ihre Aufklärung war ein wesentlicher Teile gerade der organischen Chemie.

Schon mit den Kohlenstoff-Ketten wurden ab einer Kettenlänge der Moleküle ab dem Butan unterschiedliche Formen deutlich. ob **gerade (n-) und verzweigte** (l-) Ketten, und durch die **Ketten-Isomerie** erklärbar.

Neuartige Isomerien nach 1866 wurden gefunden 1. **Auf der Grundlage der** KEKULÉschen **Benzolformel**, 2. Dem darauf aufbauenden **Tetraeder-Modell des Kohlenstoffs**. Zum einen wurden Isomerien gefunden, wenn untersuchte unterschiedliche Substanzen die gleichartige Summenformel aufwiesen, wobei hier also **von den Substanzen ausgegangen** wurde und so Isomerien gefunden wurden. Hier standen also zuerst die sich unterscheidenden formelgleichen **Substanzen** und dann folgte die Erklärung durch Isomerie. Aber aus den Strukturformeln und

den sterischen Konstitutionsformeln wurden **auch theoretisch Isomerien abgeleitet** und **diese dann gesucht**, vor allem auch experimentell zu verwirklichen gesucht. Es gab auch Fälle, wo theoretisch als möglich erachtete Isomerien nicht nachgewiesen wurden und auch dies ließ Rückschlüsse auf die Verhältnisse im Molekül zu.

## Isomerien auf der Grundlage der KEKULÉschen Benzolformel

AUGUST MAYER schrieb noch 1866 (S. 219): "Die Kekule'schen Theorieen über die Constitution der sogenannten aromatischen Verbindungen bieten neben anderen Vortheilen auch den, daß sie einestheils die in dieser Gruppe so häufig beobachteten Isomerieen erklären, andererseits eine grosse Anzahl neuen Isomerieen voraussehen."

Noch bei KEKULÉ in Gent etwa stellte W. KÖRNER (1866), der die Entstehung der Benzol-Theorie miterlebt hatte, die "Substitutionsproducte des Phenylalkohols", des Phenol, her.

Für die "Disubstitutionsprodukte" von solchen aromatischen Verbindungen, in denen 2 H-Atome wie möglich im Benzol durch Atome oder Atomgruppen ersetzt sind, so die Dioxyphenole mit 2 OH-Gruppen im Benzolring, hat MAYER die erwarteten 3 Isomere, **Stellungsisomere, Strukturisomere** gefunden, je nachdem, ob die substituierten Atome oder Gruppen benachbart sind, durch ein H- Atom getrennt werden oder sich gegenüberstehen. KÖRNER (R. ANSCHÜTZ 1926, H.-W. SCHÜTT 1980, H. A. STAAB 1985) bezeichnete 1866 die Nachbarstellung Stellung von Substituenten als **"ortho"** = benachbart)**,** durch eine Lücke getrennt als **"para"** Lücke)**,** gegen+berstehend als **"meta"** (gegenüber). Im Jahre 1874 konnte KÖRNER die **Stellung der Substituenten am Benzolkern** ermitteln. KÖRNER suchte nach voraussagbaren aromatischen Verbindungen, das heißt, waren 2 Disubstitutionsprodukte bekannt, so suchte er das 3., noch zu erwartende. Er führte etwa Brom und Jod in Benzol oder dessen Derivate ein. Mit einem Apparat zur Destillation unter vermindertem Druck konnte er Brom gelinde auf Monobromphenol einwirken lassen und gelangte zum Dibromphenol. KÖRNER stellte etwa 126 substituierte Benzole dar. Als KEKULÉ 1867 nach Bonn ging, übersiedelte der an Rheumatismus erkrankte KÖRNER zu CANNIZZARO in Palermo und wirkte, schließlich als Professor, mit zwei kinderreichen Ehen, an der 1870 in Mailand gegründeten "Agrikulturhochschule".

Ließ man auf schon "gebromte", also mit Brom versehene Phenylsäuren "Bromphosphor" einwirken, so wurde auch "die mögliche Verschiedenwerthigkeit der

Wasserstoffplätze im Benzol" interessant (AUG. MAYER 1866, S. 219).

Unterschiedlich konnte aber nicht nur die Stellung der Substituenten, der Seitengruppen, am Benzolkern sein, auch bei dem 6-er-Ring mit 2 N-Atomen im Kern, so dem Pyrimidn, konnten diese N-Atome benachbart oder nicht benachbart stehen und gab es so isomere Substanzen

## Isomerie der optischen Antipoden bei Verbindungen mit dem asymmetrischen Kohlenstoff-Atom

Bei den Verbindungen mit wegen des asymmetrischen C-Atoms 2 die Ebene des polarisierten Lichtes unterschiedlich drehenden Isomeren, den optischen Isomeren, später genannt **Enantiomere**, und dazu dem beide Verbindungen vereinigenden Racemat, war nicht nur das chemische, sondern vor allem auch das **physiologische Verhalten** oft **so unterschiedlich**, daß für Pharmaka das unbedingt zu beachten war. Razemate sind zu spalten, nur der eine Enantiomere oft pharmazeutisch zu verwenden.

Das wurde erst im 20. Jh. richtig deutlich, aber um 1893 war gefunden worden, daß eine Lösung der Links-Weinsäure bei Injektion in das Peritoneum eines Meerschweinchens ungefähr doppelt so giftig ist wie Rechts-Weinsäure (zit. b. A. PICTET et al. 1904, S. 1233). Bei Rechts-, also d-und Links-, l-Asparaginsäure und bei d- und l-Glutaminsäure gab es Geschmacks-Verschiedenheiten. Und bei Nicotin brachte sich das Links-, l-, Nicotin bei Meerschweinchen als 2-mal stärkere Giftwirkung als die Rechtsform.

## Isomerie erklärbar aus dem stereochemischen Bau der Verbindungen? : Cis-Trans-Isomerie – das Rätsel der Malein- und Fumarsäure

VAN'T HOFF erkannte auch, daß bei zwei durch eine Doppelbindung miteinander verknüpften Kohlenstoff-(C-) Atomen, C=C, mit ihnen verbundene Atome resp. Atomgruppen auf der gleichen oder auf verschiedenen Seiten ihres Moleküls gebunden sein können. VAN'T HOFF erklärte das etwa bei den in der Summenformel gleichen und in den Eigenschaften doch so ungleichen organischen Säuren **Malein- und Fumarsäure**, die beide durch Wasser-Entzug **aus der Äpfelsäure** entstehen. WILHELM OSTWALD (1911) bemerkte einmal, daß wegen ihres rätselhaften Wesens Malein- und Fumarsäure vorher verschämt in den Anhang verwiesen wurden.

Schon LIEBIG hatte 1838 die Formel-Gleichheit der in den Eigenschaften so ungleichen Säuren beeindruckt – hier mußte Isomerie wieder auffallen. Maleinsäure schmilzt bei 130°C und löst sich leicht in Wasser. Fumarsäure sublimiert bei 200°C und ist in Wasser schwer löslich. Daß hier unterschiedliche Substanzen vorliegen wurde zurückgeführt auf die unterschiedliche Lage der –COOH-Gruppen, ob beide auf der gleichen Seite im Molekül liegen, also benachbart sind, oder entgegengesetzt sind, was VON BAYER später die "**cis-trans-Isomerie**" nannte. VON BAYER (O. DIMROTH 1915) hatte als ein für seine Erklärung dienendes Beispiel zunächst die Hexahydrophthalsäuren untersucht, denn dachte man sich deren Molekül als eben, sollten sich deren Carboxylgruppen in die eine Richtung oder in verschiedene wenden. Im Falle der Malein- und der Fumarsäure wurde die benachbarte oder getrennte Lage der Carboxylgruppen, der -COOH, daraus abgeleitet, daß in der Maleinsäure die 2 COOH-Gruppen benachbart sind und das die Wasser-Abspaltung und damit Anhydritbildung erlaubt. Aus einer chemischen Reaktion, der Wasser-Abspaltung, und einigem anderen, wurde die räumliche Struktur von Molekülen abgeleitet. Die Erklärung wurde aber nicht von allen akzeptiert. Es war auch angenommen worden, daß die Fumarsäure ein doppelt so großes Molekül hat wie die Maleinsäure oder wurden auch noch andere Formelbilder vorgeschlagen. Die Erklärung der Isomerie der Maleinsäure und der Fumarsäure galt etwa 1887, bei RICHARD ANSCHÜTZ, als "eine Aufgabe ..., deren Lösung von fundamentaler Bedeutung für die organische Chemie zu werden verspricht" (S. 161). Gefunden wurde auch, daß von den isomeren organischen Verbindungen Maleïnsäure und Fumarsäure, HOOC-CH=CH-COOH, erstere die Elektrizität besser leitet und daraus wurde abgeleitet, daß in der Maleinsäure die beiden Karboxylgruppen benachbart liegen, sie also die Cis-Form ist (S. ARRHENIUS 1906, S. 66).

WISLICENUS (1888) unternahm noch ein übriges, indem er untersuchte unter welchen Bedingungen die Isomeren der Äpfelsäure in welche auch unterschiedlichen Mengen von Malein- und Fumarsäure ungewandelt werden, was auch Schlüsse auf den Molekülbau zuließ. Das wurde als temperaturabhängig erwiesen.

Etwa 1895 hat der auch fließend deutsch schreibende USA-Chemiker ARTHUR MICHAEL mit Untersuchungen bei anderen Dicarbonsäuren die angenommenen Ableitungen aus der Maleinsäure - Fumarsäure-Isomerie als nicht zutreffend bezeichnet und auch VAN'T HOFFs Darstellung der Stereochemie verworfen.

## Gleichzeitiges Nebeneinander von 2 isomeren Substanzen, flüssig oder in Lösung - Tautomerie

Noch andere Verbindungen mit Doppelbindung ließen bei verschiedenen Bildungs- und Umsetzungsarten mehrere Strukturformeln als gleichwertig erscheinen und auch in der Realität in ihnen wechselnde Bindung, wechselnde Schwingungszustände der Atome annehmen, so bei der Acetessigsäure sowohl CH2 - CO - CH2 - COOH wie CH3 - C . OH = CH – COOH nebeneinander bestehen. Es gab hier also eine **Keto-** und eine **Enol-Form,** die nebeneinander in der Lösung vorhanden sind, und es gelang zunächst nicht die eine wegen sofortiger Nachbildung der anderen zu entfernen. CONRAD LAAR nannte das Nebeneinander zweier (oder mehrerer) isomerer, also nicht in der Summenformel, jedoch in der Konstitution unterschiiedlicher Substanzen 1885 **Tautomerie**. Für FRIEDRICH BEILSTEIN (F. RICHTER 1938 b), den Verfasser des "Handbuch der organischen Chemie" war das "ein Gräuel", wollte er doch jede Verbdindung eindeutig an einem Ort in einer einzigen Klasse organischer Verbindung unterbringen. "Ich kann doch nicht einen Körper in 2 Kapiteln herumschwingen lassen", klagte er (zit. F. RICHTER 1938, S. 107). Das dauernde wechselseitige Umwandeln der Isomeren ineinander **widersprach dem festen architektonischen Bau der Moleküle**. Immerhin hatte schon KEKULÉ ein Oszillieren der Doppelbindung im Benzol-Molekül angenommen. BUTLEROW hatte 1876 schon – eher als Möglichkeit - davon gesprochen, daß sich die Mengen des einen und des anderen Isomeren etwa in einer Lösung in "Concurrenz" befinden können, daß "die chemischen Metamorphosen eines solchen Körpers bald im Sinne der einen, bald in Sinne der anderen chemischen Gruppirung sich vollziehen müssen, je nach der Natur des Reagenses und je nach den Versuchsbedingunen." Dem "Begriff der chemischen Structur" käme dann eine "weniger absolute Bedeutung" zu (zit. bei A. RABE 1900, S. 181).

Näher untersuchten die Tautomerie dann etwa KURT H. MEYER (W. V. FARRAR 19, H. HOPF 1959), KNORR, CLAISEN (P: RABE 1900). Durch Vakuumdestillation konnte MEYER mit V. SCHOELLER die Keto-und die Enol-Form des Acetessigesters sogar trennen.

## Isomerie fast ohne Ende

Selbst Stoffe, die zunächst wegen eines stets gleichen Schmelzpunktes wie bei Nitrobenzol als einheitlich galten, zeigten bei genauerer Untersuchung bestimmter Eigenschaften doch **Unterschiede**, so, festgestellt Jahrzehnte später, beim **Nitrobenzol** in zwei verschiedenen Werten bei der inneren Reibung je nachdem, ob es frisch destilliert oder mehr als 5 Stunden bei Zimmertemperatur aufbewahrt

war oder das im flüssigen Zustand in Dichte und Dielektrizitätskonstante sich beim Erwärmen bei etwa + 9,5° in zweierlei Weise plötzlich änderte. HANTZSCH (1931) führte das auf unterschiedliche Lage der Sauerstoff-Atome in der Nitro-Gruppe zurück, ob also beide O-Atome nach einer Seite gerichtet sind oder nach entgegengesetzten, also derselbe Fall wie bei den Carboxyl-Gruppen von Maleinsäure und Fumarsäure. Mit solchen Unterschieden in der Konstitution entstanden also offenbare Unterschiede, ohne eingehende Untersuchung nicht erkennbar, in den Substanzen, die also doch in zwei Isomeren auftraten.

**Die zahlenmäßige Übereinstimmung der nachgewiesenen Isomeren mit der von einer neuen Theorie vorausgesagten galt als bestes Kriterium ihrer Gültigkeit** (A. HANTZSCH 1931, S. 86 / 87).

**Atomgruppen in den Molekülen und deren spezifische Wirkungen - Eindringen in Einzelheiten des Molekülbaues**

Statt nur die Summenformel der Substanzen suchte man festzustellen den **Aufbau eines Moleküls**, seine **Konstitution**. Dazu gehörte auch, das **Vorhandensein bestimmter Atomgruppen**, -OH, -NO2, in einem Molekül festzustellen. Schon aus den Summenformeln hatten bestimmte, in den verschiedensten Substanzen wiederkehrende Atomgruppen ableiten lassen. auf welche namentlich die gemeinsamen Eigenschaften bestimmter organischer Stoffgruppen, etwa der Alkohole oder Aldehyde, zurückgeführt wurden. Etwa P. EHRLICH betonte 1885: Nur ein Teil der Atome in einem Molekül bedingt dessen spezifische Eigenschaften. Die **Immunreaktionen** wird EHRLICH später auf bestimmte Teile in den die Reaktion bewirkenden Antikörpern zurückführen, seine berühmte **Seitenketten-Theorie**.

Es fanden sich Methoden, diese Atomgruppen unabhängig vom Gesamtmolekül festzustellen. Das wurde versucht durch Ableitung aus den **chemischen Reaktionen**, ob Säure, Base usw., Auseinandersetzungen etwa wie beim USA-Chemiker MEYER. Aus der Synthese des Anthracen war immer wieder versucht worden, die Lage der Bindungen, der Doppelbindungen, im Molekül, festzustellen. Für die Feststellung bestimmter Atomgruppen erwiesen sich dann besonders geeignet **physikalische Eigenschaften,** etwa die **Farbigkeit und die damit verbundene auch über das Licht hinaus ausgedehnte Absorption bestimmter Teile des elektromagnetischen Spektrums.**

GRAEBE und LIEBERMANN, die den roten Farbstoff Alizarin aufklärten, suchten 1868 nach Gründen der Farbigkeit bestimmter organischer Verbindungen, damit die Suche nach weiteren Farbstoffen zu begünstigen. Farbstoffe absorbieren aus dem sichtbaren Spektrum nur einen Teil. Farbstoff-Moleküle wiesen ungesättigte Gruppen auf, C=C, C=N, N=N, N=O (B. EISTERT 1938, S. 176).

OTTO NIKOLAUS WITT, der dem eingehender nachgegangen war, nannte sie **1876** "**Chromophore**". Häufung mehrerer gleicher oder verschiedener Chromophore wurde gefunden als verbunden mit einer "Vertiefung" der Farbe. Ein Molekül mit Chromophoren wurde "**Chromogen**" genannt. Sollte ein Chromogen ein wirklicher Farbstoff sein, muß es "**Auxochrome**" enthalten, so die Hydroxyl- und die Amino-Gruppe, welche die Farbe weiter "vertiefen" und das Haften an färbbaren Substraten ermöglichen. WITT (E. NOELTING 1916) war 1853 in St. Petersburg als Sohn eines aus Holstein stammenden deutschen Professors geboren worden, studierte bei dem Farbenchemiker KOPP und ging in die Farbenindustrie, 1875 in Brentford in England, 1879 in die Firma LEOPOLD CASELLA & Co in Frankfurt a. M., zog 1883 nach Berlin und wirkte ab 1891 als Professor für technische Chemie an der technischen Hochschule.

BAEYER hatte wie andere im Benzolkern den eigentlichen Farbträger gesehen, aber die Chromophore sollten die Absorption aus dem kurzwelligen in den langwelligen Bereich des Spektrums verschieben und auxochrome Gurppen verstärken und unterstützen das. War die spezifische **Farbigkeit** und damit auch die Absorption bestimmter Wellen des elektromagnetischen Spektrums nicht an ganze Moleküle **gebunden**, sondern **an bestimmte Atomgruppen**, so eröffnete sich hiermit immerhin ein Weg, das **Vorhandensein solcher bestimmten Atomgruppen** in Molekülen eben durch ihr Verhalten gegenüber bestimmten Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums festzustellen. War erwiesen, daß bestimmte Atomgruppen in einem Molekül vorhanden sind, auch unabhängig von ihrer Stellung in dem Mokekül, war damit die Konstitution solcher Moleküle gesicherter. Man wußte also auch unabhängig von chemischen Reaktionen, ob sich in einem Molekül etwa OH-Gruppen befinden.

## Mit Infrarot zur Aufklärung von Gas-Molekülen

Hinsichtlich der **Infrarot-Strahlung**, der 'Wärme-Strahlung', in ihrer Wirkung auf Moleküle gehen erste Einsichten auf TYNDALL (W. H. BROCK 2004) zurück. Er fand, ausgehend von der Frage nach den Gründen für die Existenz der Gletscher, um **1859**, daß aus mehreren Atomarten oder mehr Atomen bestehende Gase Wärme bis zu 80% besser absorbieren als einfache Gase. Diese bessere Absorption traf also zu auf Wasserdampf und auch auf das aus 3 O-Atomen bestehende Ozon gegenüber dem einfachen Sauerstoff O2. Man konnte umgekehrt aus der Absorption der Wärmestrahlung schließen, ob ein Gas also eine kompliziertere Zusammensetzung hat.

## Anfang von physikalischen Methoden der Feststellung bestimmter Atomgruppen in einem Molekül

Die Infrarot-Strahlung machte dann für die Konstitution-Feststellung verwertbar **1881** der englische, hauptsächlich im Dienste des Militärs stehende Photochemiker Sir WIILIAM de WIVELESLIE ABNEY (P. J. T. MORRIS 2004). Sein Befund war, daß die **Absorptionsbanden organischer Verbindungen im Infrarot** (Ultrarot) in vielem **von den im Molekül vorhandenen Atomgruppen**, etwa der Nitro-Gruppe, bestimmt werden, nicht vom Molekül als ganzem. Das war der zunächst noch kaum beschrittene Weg zur **Infrarot-Spektroskopie, IR-Spektroskopie**.

Atomgruppen-abhängige Absorption fand für die **langwelligen elektromagnetischen Wellen** PAUL DRUDE (F. STIER 1959), seit 1894 ao. Professor der technischen Physik an der Universität Leipzig. 1897 veröffentlichte er über "das eigenthümliche Verhalten der Substanzen gegenüber sehr schnell wechselnden elektrischen Kräften, sogenannten elektrischen Schwingungen" (S. 940) und fand hinsichtlich der Absorption solcher Schwingungen, daß mit Ausnahme des Wassers "alle hydroxylhaltigen Flüssigkeiten anomale elektrische Absorption besitzen, die hydroxylfreien dagegen im Allgemeinen nicht" (S. 941), was also den Nachweis der **OH-Guppe(n)** ermöglichen sollte. Diese **Absorption langer elektromagnetischer Wellen** galt als nicht durch elektrische Leitung bedingt. Also auch hier warnicht die Summenformel, die zahlenmäßige Zusammensetzung aus den Atomen, sondern die Bildung von Atomgruppen, so bei Alkoholen die -OH-Gruppe, für die Absorption entscheidend. Das ergänzte die Untersuchungen mit dem Infrarot.

KAUFFMANN (1898 / 1899) setzte das fort, aufbauend auf Untersuchungen von DRUDE und kam (1899, S. 706) zu dem Ergebnis, daß die "Moleküle aller dielektrischen Körper, welche elektrische Schwingungen von etwa 75 cm Wellenlänge absorbieren" "lockere Bindungen" enthalten. Der Grad der Lockerung erschien ihm als maßgebend "für die Grösse der Absorption." So erschien ihm der Benzolkern "in einem eigenthümliche gelockerten Zustande, in welchem er sich prädisponiert" zeigte, "in Ringe von chinonartiger Struktur überzugehen" (S. 707).

KAUFFMANN, der ebenfalls nach den Strukturen der organischen Substanzen fahndete, die sie zu Farbstoffen machten, faßte 1920 die **"Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution"** in einem Buch zusammen. Die physikalischen Eigenschaften, ob nun die optische Drehung, also die Drehung der Ebene des polarisierten Lichtes, oder die Lichtabsorption, die Elektrizitätsleitung, die dielektrischen Eigenschaften ließen sich mehr oder weniger gut direkt messen, während die chemische Konstitution der Mo-

leküle mehr Hypothese war, ja diese aus den gemessenen Eigenschaften erschlossen wurde. Immerhin waren die Summenformeln der Moleküle sicher. Assoziationen von Molekülen oder auch lockere Verbindungen gelöster Stoffe mit Molekülen des Lösungsmitteln machten sich bemerkbar. Beziehungen erwiesen sich oft nicht als einfach. Etwa nahm bei den einbasischen organischen Säuren mit steigendem Molekulargwicht der Schmelzpunkt zunächst ab und stieg dann wieder ab der Säure mit 6 C-Atomen, und solches Oszillieren fand sich auch in anderen homologen Reihen organischer Verbindungen (S. 136). Die Viskosität homologer Fettsäureester wuchs mit dem Molekulargewicht, aber nicht parallel, sondern stärker.

Auch für das Auffinden von Substanzen für spezifische praktische Zwecke war die Zurückführung bestimmer Eigenshaften auf **bestimmte Struktureigenschaften**, etwa organischer Verbindungen auf bestimmte Atomgruppen in den Molekülen immer wichtiger. Etwa für Farbstoffe oder die Arzneiwirkung. Und das Fernziel mochte sein, **für bestimmte Zwecke** die **geeigneten Verbindungen zu erzeugen**.

Im 20. Jh. kam hinzu die **Ultraviolett-Absorption**, etwa, bei HEINZ DANNENBERG (1939) zur Identifizierung der Steroide, der Vitamine, ob etwa konjugierte Äthylenbindung vorliegt.

Aber Atomgruppen waren nicht alles. Auch die **innere Struktur der Mokeküle**, sollte, und das zunächst aus Reaktionen, ermittelt werden.

## Noch Abstinenz von der Chemie in Lebewesen

Für den Heidelberger Chemiker VICTOR MEYER war es um 1890 eine offene Frage (1889 / 1892), wie schnell und umfassend sich der organische Chemiker wieder den Lebewesen selbst zuwenden soll, denn ungeachtet aller erfolgreichen organischen Synthesen hatte sich die Herstellung "der einfachsten Zelle" nicht bewerkstelligen lassen, lag "jenseits der Grenzen der chemischen Gebiete - ", vielleicht für immer von der Wissenschaft "durch eine unüberbrückbare Kluft getrennt". Bei der Erörterung der noch ausstehenden Nachahmung des Assimilationsprozesses der Pflanzen warnte V. MEYER: "Doch der Chemiker möge sich hüten, das Feld der Biologie vorzeitig zu betreten; ..." Er hat auf seinem engeren Gebiet noch ausreichend Aufgaben. FRANZ HOFMEISTER, einer der ersten Biochemiker, sprach 1901 (S. 3875) von "den schwer fassbaren, vom Fachchemiker scheu gemiedenen, chemischen Problemen des Lebensprocessses." Eine **eigene "physiologische Chemie**" entstand um 1870 (s. d.).

# Allgemeine und Anorganische Chemie im späten 19. Jahrhundert

## Chemischen Laboratorien, und ausgestattet mit neuen Geräten und Apparaten

Eine Vorbildwirkung gerade für die Ausbildung von Chemikern besaß für etliche Zeit das **Laboratorium** von J. LIEBIG in einem ehemaligen Wachgebäude in Gießen. Bis zum Jahre 1868 stattete der 1865 an die Universität Leipzig gerufene H. KOLBE (H. M. LEICESTER 19) hier das damals größte und am besten eingerichtete chemische Laboratorium aus, und trotz seiner von LIEBIG kritisierten Größe war das Laboratorium bald mit Studenten gefüllt.

Die Konstruktion geeigneter **Apparate** hat nicht nur die chemische Forschung ungemein erleichtert, sondern auch präziser gemacht und vor allem auch bessere Demonstrationen der Befunde ermöglicht. Viele Namen bedeutender Chemiker wurden in meistens von ihnen erfundenen Laborgeräten für die Nachwelt bewahrt. **Erhitzt** wurde einst mit Holz- oder Kohlen-Feuer, Ab **1855** gab es den **Bunsenbrenner**. BUNSEN erdachte 1868 auch die **Wasserstrahl-Luftpumpe**, um Gase abzusaugen, erfand das BUNSEN-Ventil, ein neues Eiskalorimeter (1870); ein Dampfkalorimeter (1878) (G. LOCKEMANN 19). F. MOHR (1862) entwickelte die Geräte zur **Maß-Analyse**, so die Bürette mit elastischer Klemme, um den Flüssigkeitsauslauf rasch zu unterbrechen. E. ERLENMEYER konstruierte **1861** den nach ihm benannten "**Erlenmeyer-Kolben**" und die bei den damals noch nicht hitzefesten Glasgefäßen unbedingt nötige Asbest-Gaze über der Bunsenbrennerflamme, .

Eine für viele Untersuchungen unabdingbare Technik wurde die **Vakuumtechnik**, ohne welche die Chemie leichtflüchtiger Verbindungen nicht möglich ist.

Manche neuen Dinge dienten vor allme in der **Industrie**, so die **Raschig-Ringe**.

Anzumerken sei auch, daß noch zur Zeit der Entdeckung des Germaniums durch WINKLER und auch durch ihn selbst im Laboratorium nicht mit Schutzkitteln gearbeitet wurde, sondern **im Frack**, den der gewissehaft Arbeitende nicht zu beschmutzen hatte. Das wurde auch von den Studenten verlangt (M. HAUSTEIN 2011, S. 400).

## Arten chemischer Reaktionen - Verlauf chemischer Reaktionen - Reaktionskinetik

Unter welchen Bedingungen reagieren Substanzen miteinander? Unter welchen Bedingungen finden chemische Reaktionen statt? Es gab etwa die Auffassung, daß nur unter Vermittlung einer **flüssigen Phase** Reaktionen stattfinden. In den 1880er-Jahren fand W. SPRING, daß Substanzen auch **im kristallinen Zustand** miteinander **reagieren** können (P. ESKOLA 1946, S. 288). Die Bestandteile werdann weit unter ihrem Schmelzpunkt trocken erhitzt. "So kann Wollstastonit aus Calciumoxyd und Quarz schon bei etwa 700° und Forsterit aus Magnesiumoxyd und Quarz bei 620° hergestellt werden, obgleich der Schmelzpunkt des Wollastonits bei 1540° und der des Forsterits bei 1890° liegt" (S. 288).

Explosionen, plötzlicher Farbumschlag beim Zusammengießen zweier Flüssigkeiten, allmähliches Rosten oder Faulen - chemische Vorgänge boten ein recht unterschiedliches Bild. Anorganische Reaktionen verlaufen oft rasch, Reaktionen bei organischen Verbindungen oft langsamer und es gerade hier erschien möglich, den Ablauf von Reaktionen im einzelnen, im **zeitlichen Verlauf**, möglicherweise mit Zwischenreaktionen, zu verfolgen. SCHÖNBEIN bemerkte einmal an LIEBIG, daß "jeder chemische Vorgang synthetischer und analytischer Art ein aus verschiedenen Akten zusammengesetztes Drama, ein wirklicher processus ist ..." (zit. bei A. MITTASCH 1926, S. 32). Von der **Komplexität der** in der Endgleichung einfach erscheinenden **Reaktionen** zeugt etwa, daß, wie zuerst H. B. DIXON zeigte, ein Gemisch von Kohlenmonoxid und Sauerstoff sich nur verbindet, explosiv, wenn Feuchtigkeit, also Wasser, zugegen ist (H. E. ARMSTRONG 1927, S. 662/663). Wasser geht offensichtlich eine **Zwischenverbindung** oder gar Zwischenverbindung**en** ein. Und auch BERTHELOTs Synthese von Wasserstoff und Kohlenstoff zu Ethin/Acetylen im elektrischen Lichtbogen ist kaum eine einfache Zusammenfügung der Atome zweier Elemente. Wie der **Aufbau** von Stoffen über Zwischenreaktionen geschieht, so auch der **Abbau**, was für biochemische Vorgänge im 20. Jh. deutlich wurde, und etwa CARL NEUBERG (1923) für die Gärungen, auch die sogenannte alkoholische Gärung, also den Traubenzucker-Abbau, hervorhob. Im Blick auf die auf Mikroben zurückführbare Prozesse, welche HOPPE-SEYLER noch im 19. Jh. untersuchte, heißt es bei NEUBERG (S. 659): "*Hoppe-Seyler*, auf dessen grundlegende Arbeiten wie auf die Befunde älterer Autoren hier verwiesen sei, hat niemals einen Anhaltspunkt für das Auftreten irgendwelcher intermediärer Produkte zu konstatieren vermocht; trotzdem müssen solche vorhanden sein" - und sie wurden gefunden (s.d.).

Chemische Reaktionen werden oft **durch** bestimmte **Energiezufuhr ausgelöst,** Wärme oder bei photochemischen Reaktionen Licht. Viele chemische Reaktionen

setzen **Energie frei,** oft **Wärme**, teilweise verbunden mit 'Feuer', aber auch Licht ohne Hitze, '**kaltes Licht**', und das auffallend bei Reaktionen bei Organismen, ob leuchtende Bakterien oder bei den zu den Käfern gehörenden Glühwürmchen.

Was bestimmt, warum **gewisse Elemente besonders fest zusammenhalten**, etwa in den **Radikalen**, die, wie das von BUNSEN genauer untersuchte Kakodyl, bei den verschiedenen chemischen Umsetzungen erhalten bleiben, sich darin fast wie Elemente verhalten? Warum – fragte CAHOURS (1860; S. 229) – ist "von allen möglichen Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff die Phosphorsäure die beständigste", neigen die anderen Phosphor-Sauerstoff-Verbindungen dazu, "in Phosphorsäure überzugehen." Warum – fragte er etwa weiter – nimmt schweflige Säure Sauerstoff leichter auf als der Schwefel selbst. Das waren Phänomene, die mit dem Verhalten der Atome zusammenhängen mochten, aber noch fehlte für den Feinbau der Atome das Wissen. Immerhin wurde also ein Fülle von Phänomenen, **von Reaktionsfähigkeiten und Reaktionen** erfaßt, die nach Erklärung verlangten – die Jahrzehnte später in zunehmendem Maße kam.

Waren bisher Tausende von verschiedenen Substanzen, namentlich auch organische, gefunden worden, aus Naturprodukten oder als Ergebnis von Laboratoriumsmanipulationen, und kannte man zahlreiche Reaktionen, so trat nun auch die Suche nach den Ursachen, der Kausalität, der chemischen Reaktionen in den Gesichtskreis der Chemiker. WILHELM OSTWALD kennzeichnete den Wandel 1899 (S. XII / XIII): "Nachdem der beschreibende oder systematische Teil im wesentlichen bearbeitet ist, tritt der rationelle oder kausale Teil in den Vordergrund."

Die Untersuchung von Reaktionsabläufen wurde Gegenstand der **Reaktionskinetik**. Zunächst konnten nur solche verfolgt werden, die langsam ablaufen. Die "**Zeit**" aber erschien als Faktor bei chemischen Vorgängen. BIOT und PERSOZ verfolgten die Zersetzung von Rohrzucker bei Anwesenheit von Säure, indem sie die Änderung der Drehung der Ebene von polarisiertem Licht, abhängig von der Rohrzucker-Konzentration, beobachteten. Vollständig quantitativ verfolgte das ebenfalls mit dem Polarimeter in einer klassischen Untersuchung LUDWIG FERDINAND WILHELMY (1850) (S. J. KOPPERL 1976). Die in der Zeiteinheit zerfallende Menge des Ausgangsmaterials erwies sich in jedem Augenblick der Menge des noch unveränderten Ausgangsmaterials proportional.

Es war schon im frühen 19. Jh. BERTHOLLET (M. CROSLAND 1973 b), der fand, daß **chemische Reaktionen** prinzipiell **in beiden Richtungen**, **von den Ausgangstoffen** zu den Endstoffen, nach neuerer Terminologie von den Edukten zu den Produkten, **und umgekehrt**, verlaufen. BERTHOLLET war der Chemiker, welchen der Verlauf **chemischer Reaktione**n und nicht nur die Ausgangs- und Endstoffe interessierten und auch die den Verlauf bestimmenden Faktoren, also

Masse Reaktanten, Temperatur und die durch sie bedingte Flüchtigkeit (volatiliy). BERTHOLLET erfaßte auch die Bedeutung der **Zeit**, welche notwendig sein kann, damit eine Reaktion abläuft, wenigstens vollständig, denn scheinbar unmögliche Reaktionen kämen bei ausreichend Zeit doch zustande. BERTHOLLETs Arbeiten zum Reaktionsablauf von 1801 und 1803 wurden kaum beachtet.

Die Erforschung des **Verlaufs von Reaktionen** kam dann nach 1850/1860, wobei BERTHELOT eine führende Rolle spielte. Grundtatsache ist, daß wenn von den Endprodukten einer chemischen Reaktion nicht wenigstens das eine restlos weggeführt wird, dann reagieren die zusammenbleibenden Endprodukte wieder miteinander unter erneuter Bildung der Ausgangsstoffe. Wird beim Kalkbrennen, bei dem aus CaCO3 beim Erhitzen CaO (Branntkalk) + CO2 entstehen, das Kohlendioxid nicht durch gute Ventilation weggeführt, entsteht nicht aus dem gesamten Kalk gebrannter Kalk. Zwischen der Hin-und der Rück-Reaktion bildet sich ein "**chemisches Gleichgewicht**". Dieses hängt von der Menge der reagierenden Stoffe ab und unabhängig vom Ausangsmaterial wird das an einem besimmten Punkt erreichr, aber die Reaktionsgeschwindigkeit zu dessen Erreichen wird etwa von Druck und Temperatur nach der einen oder der anderen Seite hin verschoben. BERTHELOT (1869 a,b) untersuchte die 'temporären Gleichgewichtszustände' in der von ihm im elektrischen Lichtbogen gefundenen Reaktion zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff zum Azetylen (Äthin/Ethin) und dessen gleichzeitig erfolgende Zersetzung wieder in die Elemente, verfolgte es bei der Zerlegung von Methan im elektrischen Funken in Acetylen und Wasserstoff, bei den Reaktionen zwischen den Kohlenwasserstoffen (1867 a), bei der Bildung von Estern. Eine Röhre, in die gleichmolekulare Mengen von Essigsäure und Alkohol eingefüllt und die dann verschlossen wurde, bewahrte BERTHELOT 16 Jahre lang auf und fand dann, daß, bei Normaltemperatur, der Grenzwert von etwa 65 Prozent Ester fast erreicht war. Bei 200 Grad C war der Grenzzustand nach 22 Stunden hergestellt (C. GRAEBE 1909). Ein Verkennen der Umkehr der chemischen Reaktionen konnte zu für die Praxis falschen Schlußfolgerungen führen. Weil aus dem Hochofen die oben austretenden Gichtgase noch viel Kohlenmonoxid enthielten war vorgeschlagen worden, die Hochöfen möglichst sehr hoch zu bauen, sodaß noch alles CO durch weitere Berührung mit dem oxydischen Eisenerz in CO2 verwandelt wird. Es war verkannt worden, daß eine Rückreaktion besteht und so immer neu CO gebildet wird (C. H. DESCH 1938).

Gleichgewicht stellte sich auch ein bei tautomeren Isomeren, etwa in Lösung (P. RABE 1900).

'Chemische Dynamik', "Dynamique chimique", wurde dann ein für etliche Zeit um 1884 spezifisches Thema bei VAN'T HOFF (W. OSTWALD 1899). **Bei chemischen Reaktionsgleichungen** konsequenterweise **den Pfeil in beiden Rich-**

**tungen** zu schreiben führte VAN'T HOFF ein.

Zur **Wärmeabgabe bei chemischen Reaktionen** prägte BERTHELOT (C. GRAEBE 1909) den Begriffe "**exothermisch**", Wärme**aufnahme** nannte er "**endothermisch**". Eine exotherme Reaktion ist seit alters der Menschheit wichitgste Energiequelle: die Oxydation von Kohlenstoff und kohlenstoff-haltigem Material (P. L. WALKER et al. 1959, S. 134), also Holz, Kohle, in der jungen Neuzeit auch Erdöl und Erdgas, also ihr Verbrennen. Die Norweger C. M. GULDBERG und P. WAAGE formulierten 1864 das **Massenwirkungsgesetz**.

Besonderes Interesse entwickelte der an chemische Reaktionen so interesseirte BERTHELOT auch an **Explosionen**, also besonders rasch verlaufenden chemischen Reaktionen, untersucht in seinem Bomben-Kalorimeter (M. SUTTON 2007, S.61).In England erforschte Explosionen HAROLD BAILY DIXON (s. Journal of the Chem. Soc. 1931). DIXON fand auch die Erscheinung, daß ein völlig trockenes Gemisch von Kohlenmonoxid und Sauerstoff im Unterschied zum nicht-trockenen Zustand nicht explodiert.

HENRY LOUIS LE CHATELIER (G. TAMMANN 1936), der bei SAINT CLAIRE DEVILLE gewesen war, und auch F. BRAUN (Wikipedia 2019), ermittelten Bedingungen, unter denen die Reaktion nach der einen oder der anderen Seite verläuft und es fand sich, zwischen 1884 und 1888, ausgedrückt im "**Le Chatelierschen Prinzip**" oder dem 'Prinzip des kleinsten Zwanges', daß bei Temperaturerhöhung die Konzentration der unter Wärmeabsorption entstehenden Stoffe zunimmt, bei Druckerhöhung die unter Volumenverminderung. Wachsender Druck verschiebt die Reaktion N2 + 3H2 = 2 NH3 nach der Seite des NH3.

Weitere Reaktionen wurden unter verschiedenen Bedingungen verfolgt. Seit 1890 verfolgte VICTOR MEYER (H. BILTZ 1898) die Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff, die nur unter bestimmten Bedingungen explosiv abläuft, bei niedrigeren Temperaturen geschieht eine Vereinigung ohne Feuererscheinung. Bei 305°C vereinigten Sauerstoff und Wasserstoff langsam, erst nach Wochen wahrnehmbar. Als führender Begründer der Reaktionskinetik erscheint MAX BODENSTEIN (1897 a, b). Er untersuchte zuerst eingehend die Zersetzung und Bildung von Jodwasserstoff: HJ = H + H unter Einfluß von Hitze und namentlich von Licht. Es fanden sich Unterschiede über den Verlauf der Reaktion im Dunkeln bei Wärme und durch **Licht**. Licht resp, einzelne "Lichtwellen", wie es 1897 hieß, zersetzen die einzelnen Jodwasserstoff-Moleküle für sich. Die Anzahl getroffener Jodwasserstoffmoleküle ist der Konzentration des Jodwasserstoff proportional.Bei Chlorwasserstoff sah es – 20. Jh. - anders aus

**Wärmeumsetzungen** erschienen auch beim **Lösen und Kristallisieren** (s. a. H. FOLLMANN et al. 1997, S. 30/31). Unter Energieaufnahme, endotherm, **lösen**

**sich** etwa kristallwasserfreies Kaliumchlorid/Cl oder kristallwasserhaltiges Calciumchlorid(CaCl2 + 6 H2O. So können '**Kältemischungen**' zustandekommen. Andere Lösungen verhalten sich anders.

## Physikalische Chemie

Die Reaktionskinetik war schon weitgehend physikalisch und die allgemeinen physikalischen Eigenschaften und Verhaltensweisen von Stoffen waren immer beachtet worden. Der erste und lange einzige Lehrstuhl für physikalische Chemie bestand an der Universität Leipzig, besetzt von GUSTAV WIEDEMANN. Das große Jahr der "physikalischen Chemie" war 1887, als in der neuen "Zeitschrift für Physikalische Chemie", ergänzt durch den Untertitel "Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre", grundlegende Arbeiten von ARRHENIUS und VAN'T HOFF erschienen. Theoretische und methodologische Besonderheiten gaben der Physikalischen Chemie ihre Eigenstellung (H. GUERLAC 1961, S. 195). Als WIEDEMANN auf den frei gewordenen Lehrstuhl für Physik überwechselte, wurde der führende Mitbegründer der Physikalischen Chemie WILHELM OSTWALD der Nachfolger WIEDEMANNs auf dem Leipziger Ordinariat für physikalische Chemie.

## Substanzen und chemische Reaktionen in ihrer Beeinflussung durch physikalische Agenzien

Mit **Elektrizität** aus der Volta - Säule konnten ANTHONY CARLISLE und WILLIAM NICHOLSON 1800 Wasser zerlegen und wurden manche Metalle erstmals dargestellt.

**Photochemie**, die Untersuchung der Lichtwirkung auf chemische Stoffe resp. Reaktionen, war etwa die schon im 18. Jh. beobachtete Lichtzersetzung von Silbersalzen. GAY-LUSSAC und THÉNARD fanden 1809 die Wirkung von Licht auf die Bildung der Salzsäure aus einem Gemisch von Wasserstoff und Chlor, dem explosiblen "Chlorknallgas". J. W. DRAPER (D. FLEMING 1971) wie GROTTHUS stellten fest, daß nur von den Stoffen absorbierte Strahlen chemische Wirkung ausüben. Die Photochemie wurde ab zwischen 1855 und 1859 namentlich von R.BUNSEN und seinem englischen Schüler HENRY E. ROSCOE vorangebracht (G. LOCKEMANN 19), die eingehend die Lichtwirkung Wirkung des Lichtes auf das Gemisch von Chlor und Wasserstoff untersuchten. BUNSEN war wohl durch die gewaltige Lichtentwicklung beim Verbrennen von Magnesium beeindruckt worden, um dem Licht bei chemischen Prozessen so viel Interesse zu widmen (TH. CURTIUS 1900). Aussagen über die chemische Struktur wurden daraus abgeleitet,

daß, feststellbar im Polarimeter, manche Verbindungen die Ebene des polarisierten Lichtes drehen. Wirkungen von physikalischen Faktoren auf chemische Reaktionen und Stoffe wurden um 1890 und den folgenden Jahren eingehender untersucht, so die Wirkung auch der Röntgenstrahlen.

Daß selbst stabil erscheinende chemische Verbindungen wie Wasser, Kohlendioxid, Chlorwasserstoff bei **höheren Temperaturen dissoziieren** und bei plötzlicher Abkühlung wiedererzusammentreten untersuchte HENRI ÉTIENNE SAINTE-CLAIRE DEVILLE (H. M. LEICESTER 19). VICTOR MEYER und CARL LANGER (1885) versuchten 1882 / 1883 im chemischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikum in Zürich die zweiatomigen Moleküle von gasformigen Elementen wie Cl2, Br2 usw. durch hohe Temperaturen in ihre Einzelatome zu zerlegen, hatten aber augenscheinlich nur bei Jod, J2 in 2 J, Erfolg..

## Diffusion von Substanzen in Lösungen – der Weg auch zu Entdeckung der Kolloide

Substanzen, etwa Salze in Lösungen, so in Wasser, auch Flüssigkeiten darin, verteilen sich dort unterschiedlich leicht, haben **unterschiedliche Diffusion**. Es mag ein physikalischer Vorgang sein, aber der Chemiker hat damit im Besonderen zu tun, wegen der möglichen Stofftrennung und anderem Mit dieser Diffusion in Flüssigkeiten und vorher mit der von Gasen befaßte sich eingehend schottische Chemiker THOMAS GRAHAM (1861) (A. W. HOFMANN 1869, G. B. KAUFFMAN 1972). Geboren am 21. Dezember 1805 in Glasgow, besuchte GRAHAM ab 1819 die Universität seiner Heimatstadt, studierte dann in Edinburgh, mußte es zur Erfüllung seines Wunsches nach den Naturwissenschaften jedoch zum Bruch mit seinem Vater, einem erfolgreichen Fabrikanten, kommen lassen, weil der ihn für die schottische Kirche vorgesehen hatte. 1829 wurde er Dozent für Chemie an der Mechanical Institution in Glasgow, 1830 an der Andersonian University in Glasgow, in jener Stadt, wo auch eine Statue für ihn steht. Verfasser etwa auch eines wichtigen Lehrbuches wurde GRAHAM 1837 Chemieprofessor an der University of London, 1854 Münzmeister von England, starb am 16. September 1869 in London.

Durch ihre unterschiedliche Diffusion ließen sich verschiedenartige Substanzen etwa in Wasser **trennen**, also **ein Stoffgemisch sich so der 'Analyse'**, gemeint hier der Trennung, unterwerfen, und GRAHAM, gefunden 1854, pubiziert 1861 (dtsch. 1862) verglich diese Ausnutzung des **unterschiedlichen "Diffusionsvermögens"** mit der altbekannten Stofftrennung durch Verdampfen und Destillieren. LIEBIG ließ die Arbeit GRAHAMs rasch auch in Deutsch publizieren. Im



Abbildung 1503: GRAHAM. Glasgow.

einfachen Falle konnte man mittels einer Pipette ein Stoff-Gemisch vorsichtig und ohne Wirbel an den Boden einer Wassersäule bringen, und beim ruhigen Stehen setzte die "freiwillige Diffusion" ein (S. 4). Ein "deutlicher Effect" trat schon ein, wenn etwa ein Gemisch von Kaliumchlorid und Natriumchlorid an den Boden einer Wassersäule gebracht wurden. Die "sofort beginnende freiwillige Diffusion" ließ man durch ruhiges Stehen des Gefäßes mit der Wassersäule ihren Fortgang nehmen und die rascher diffundierende Substanz reicherte sich in den höheren Wasserschichten an. Gemessen wurde bei Kalium- und Natriumchlorid ein unterschiedliches Diffusionsvermögen von 1 : 0.841.

Untersucht wurde von GRAHAM dann, inwieweit sich in Flüssigkeit befindende Substanzen durch membranöse Scheidewände dringen können. Manche Substanzen diffundierten durch Membranen, durch Häute etwa. GRAHAM nannte die Diffusion durch eine Scheidewand "**Dialyse**", die Scheidewand "**Dialyser**". Manche Substanzen jedoch diffundierten durch sie sehr viel langsamer oder sogar **gar nicht**. Hier fand sich also ein als wichtig gesehener Unterschied von Stoffen, eine neue Möglichkeit ihrer Trennung. GRAHAM führte für die Substanzen, welche **nicht durch die Membran** traten, den Terminus "**Kolloide**" ein. Der Terminus war abgeleitet vom Wort für Leim. **Von** Untersuchungen über **Diffusion** kam GRAHAM also **zur Entdeckung der Kolloide** und des "Colloidzustands der Materie" (S. 2), sprach von ihrer "eigenthümlichen Aggregatform", und dem "Colloidalsein" als Gegensatz zu den 'Krystalloidsubstanzen'. Beruhen sollte der Kolloidzustand

auf gegenüber den Kristalloiden bestehenden "Verschiedenheiten der innersten Molecularstructur" – auch hier suchte man für eine spezifische Eigenschaft, diejenige, Kolloid zu sein, eine Erklärung, in der damals allerdings für diese Stoffe noch nicht auflösbaren Molekülkonstitution. Eine Vorstellung von der Größe kolloider Teilchen gab es also nicht (a. H-D. DÖRFFLER 2002, S. 3). Daß verschiedene Stoffe in einer Lösung eine Pergamenthaut unterschiedlich rasch durchdringen war schon im 18. Jh. und dann durch DUTROCHET erkannt worden, Osmose. GRAHAM zeigte auch wie zwei voneinander durch eine **poröse Trennwand geschiedene Gase** unterschiedlich hindurchdringen.

Schon gewisses Briefpapier, noch mehr Pergamentpapier, erschien für die Trennung von "**crystalloids**" von "**colloids**" ("Kolloide") geeignet, so von Kieselsäurehydrat, Hydrate der Tonerde, Stärke, Dextrin u. a.. Für solche Trennung wurde ein weiter, beiderseits offener Glas-Zylinder, der "Dialysator" benutzt, der unten mit Pergamentpapier verschlossen wurde. Ein Lösungsgemisch wurde in das Glasrohr mit dem unteren Pergamentpapierverschluß eingefüllt. Das Glasrohr mit dem unteren Pergamentverschluß wurde in ein größeres Gefäß voller Wasser gebracht, dabei das Glasrohr mit dem Pergament nicht bis auf den Grund des Wassergefäßes gestellt. Die Flüssigkeitspiegel in dem pergamentverschlossenen Zylinder wie in dem Glasgefäß sollten etwa gleich hoch stehen. Aus dem Lösungsgemisch folgte ablesbar an den Wasserspiegeln die Trennung von Krisalloiden und Kolloiden.

GRAHAM fand auch, daß die Kolloide sich im gelösten Zustand befinden können, als "Hydro**sol**", wie eben in einem zu trennenden Lösungsgemisch, aber kolloidale Stoffe auch gallertartig werden, als "Hydro**gel**". Die Zuckerindustrie machte sich etwa zur Zuckerreinigung, der Trennung des Zuckers von gummiartigen Substanzen, diese Erkenntnisse ebenso zunutze wie die forensische Chemie, um Gifte wie arsenige Säure oder Strychnin aus Speisebrei abzutrennen.

## Kolloide - die nicht recht faßbaren Stoffe, die für manches herhalten mußten

Kolloide das war die Welt der Harze, Leime, Balsame, des Kautschuk. In Lösunf gingen sie auch, aber verhielten sich dann anders als gelöste kristallförmige Substanzen, wie etwa Kochsalz. TYNDALL fand 1868, daß sich **gelöste** kristalloide und **kolloide** Substanzen auch **in der Lichtstreuung unterscheiden lassen**, Nach seiner Meinung sollten nur die gelösten kolloiden Substanzen Streulicht, den "Tyndall-Effekt" zeigen, und zwar je nach kolloidaler Substanz in verschiedenen Farben. Der 'Tyndall-Effekt' isr aber nicht auf Kolloide begrenzt (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 4).

Membranen für Stoff-Trennung von Kristalloiden und Kolloiden wurden ergänzt durch die "**Niederschlagsmembranen**", die fast nur Wasser hindurchlassen. Für alle Stoffe fand sich also unterschiedliche Durchlässigkeit durch irgendwelche Membranen, eben je nach Teilchengrößen, was den Unterschied zwischen kolloidalen und kristallinen Stoffen jedenfalls bis zu gewissen Grade relativierte. Niederschlagsmembranen lassen sich bilden in Poren von durchlässigem Material, wie Ton, in den Wänden von Tonzylindern, so aus Ferrocyankupfer, das zustandekommt durch Berührung von Gelbem Blutöaugensalz und Kupfersalzlösung in den Poren der Wand des Tongefäßes. Wasser tritt hindurch, gelöste Stoffe nicht oder nur je nach Molekulargewicht. MORITZ TRAUBE (E. FISCHER 1894) und dann der Botaniker PFEFFER fanden solche "Häute"/Membranen in den Wänden von Tongefäßen herzustellen, die auch für manche gelösten Stoffe fast vollkommen undurchlässig sind, aber Wasser unbehindert durchlassen. TRAUBE betrieb diese Forschungen neben seiner Tätigkeit als kaufmännischer Leiter. PFEFFERs Kupfer-Ferrocyanid bildete in der Wand vom Tongefäß eine ideale semipermeable/halbdurchlässige) Membran. Zuckerlösung in solchen Ton-Zylindern mit einer solchen "semipermeablen Haut", der in Wasser gesetzt werden, entwickeln einen zunehmenden Druck, weil zwar Wasser von außen in die Zuckerlösung hinein, aber kaum Zucker nach außen dringen kann. PFEFFER erhielt den überraschenden Nachweis von möglichem hohem osmotischem Druck.

## Materie unter Extrembedingungen: Chemie und Physik bei höherem Druck und extrem tiefen Temperaturen

In ihren Verfahren in den großartigen Ausführungen Physik, in vielen und ihren Ergebnissen auch Chemie war die **Verflüssigung** von normalerweise, bei normalen Temperaturen, **gasförmigen Substanzen** (A. BIELER 1953, A. B. COSTA 1971) bei viel tieferen Temperaturen. Die einzelnen Gase verhielten sich da ganz verschieden, in Abhängigkeit von den Siedepunkten der Substanzen. Es wurde eine **Gas- und Kältetechnik** entwickelt

1792 verflüssigte MARTIN VON MARUM Ammoniak durch Druck, um 1800 gelang LOUIS CLOUET die Verflüssigung von **Schwefeldioxid** allein durch Abkühlen – wobei Schwefeldioxid auch leicht kondensierbar ist. Ab 1823 verflüssigte FARADAY in Kombination von Kühlung und Druck Gase. Bei den erreichten – 110°C und etwa 50 Atmosphären widerstanden der Verflüssigung jedoch Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Stickstoff-Oxide, Kohlenmonoxid, Methan, die nun längere Zeit als die .6 "**permanenten**" Gase gesehen wurden.

Flüssiges Kohlendioxid in größeren Mengen stellte 1835 THILORIER her (J. DE-

WAR 1902 / 1903). THOMAS ANDREWS, seit 1849 am Queen's College in Belfast Chemie-Professor, wandte höheren Druck an, aber mit Druck allein war Verflüssigung nicht zu erreichen, also eine bestimmte **kritische Temperatur** mußte auch vorhanden sein muß. Oberhalb 31°C ließ sich auch Kohlendioxid durch Druck nicht verflüssigen.

Tiefere Temperaturen, also Kälte, zu erzeugen (PETERS 1935) geschah 1. durch **Kompresionskaltdampfmaschinen**. 2. Über Flüssigkeiten wurden die von ihnen aufsteigenden Dämpfe absorbiert, was zu **Absorptionskältemaschinen** führte. LESLIE hat mittels Schwefelsäure Wasserdämpfe im Vakuum absorbiert. Einen Handapparat für solche Dampf-Absorption lieferte F. CARRE´ 1857, und eine Maschine, mit der Wasser Ammoniak absorbierte erlangte eine gewisse industrielle Anwendung. 3. Mit **Kaltluftmaschinen** wurde 1862 Gefrierfleisch in England transportiert.

Der Angriff auf einige permanente Gase gelang erfolgreich unabhängig voneinander LOUIS CAILLETET in Paris und RAOUL PICTET in Genf im Dezember 1877, als sie kleine Mengen **Sauerstoff und Stickstoff verflüssigten.** CAILLETET erreichte das mit der plötzlichen Expansion der stark komprimierten Gase. Sauerstoff war bei ihm auf 300 at komprimiert und auf – 29°C abgekühlt worden und wurde plötzlich entspannt. PICTET benutzte die Kombination von Schwefeldioxid- und Ammoniak-Kältekreisläufen. Den hohen Druck zu erhalten, legte CAILLETET ein Stahlrohr von 256 m Länge an einen Berg bei Chatillon-sur-Seine und erreichte damit Drucke bis 210 Atmosphären. Eine ähnliche Einrichtung wurde in einen artesischen Brunnen versenkt. Zur Druckmessung bis zu 400 Atmosphären dienten schließlich Quecksilberbarometer mit Säulen bis 300 m Höhe. JAMES DEWAR (H. M. ROSS et al. 2004) führte 1878 während einer Vorlesung in der Royal Institution erstmals in Großbritannien verflüssigten Sauerstoff vor. DEWAR entwickelte die Apparate zur Gas-Verflüssigung weiter und stellte 1885 flüssige Luft und flüssigen Sauerstoff her. Zunächst tätig in der Royal Institution und ab 1902 in einem eigenen, dem Davy-Faraday-Laboratorium, machte DEWAR die Kältetechnik, die **"cryogenics"** zu seinem Hauptarbeitsgebiet, über die er 1903 in seiner Präsidenten-Ansprache auf der 72. Versammlung britischer Naturforscher in Belfast ausführlich berichtete. Das Problem war nicht nur die Erzeugung sehr tiefer Temperaturen, sondern die dabei unter ihr stehenden Stoffe gegenüber der wärmeren Umgebung zu isolieren. DEWAR leitete aus seiner Technik der Erzeugung tiefer Temperaturen zahlreiche Untersuchungen ab, untersuchte die Wirkung großer Kälte auf viele Körper, auf deren Phosphoreszenz, Farbe, Materialfestigkeit, auf das Verhalten chemischer Verbindungen und Reaktionen, auf die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Metalle.

Mit MOISSAN verflüssigte DEWAR 1886 das reaktionsfähige **Fluor** (F), das noch

bei -252,5° C mit Wasserstoff explodierte. Im Jahre 1898 konnte gar **flüssiger Wasserstoff** erzeugt werden (a. R. P. HUEBENER 2011, S. 14).

Viel war überlegt worden, wie der flüssige oder gar feste Wasserstoff aussehen, das leichteste Element, daß manchmal vor die Alkalimetalle gestellt worden war und von dem man gar im festen Zustand metallische Eigenschaften erwartete. Flüssiger Wasserstoff erwies sich als farblos und durchsichtig, hat eine eindeutige Oberfläche, bildet ungeachtet seiner gegenüber Wasser geringeren Dichte Tropfen, ließ sich von einem Gefäß in ein anderes gießen, leitete Strom nicht. Nicht gelang DEWAR die auch angestrebte Verflüssigung des kurz vor 1900 verfügbaren Helium. Das noch nicht lange verfügbare **Helium** verflüssigte KAMERLING ONNES 1908.

Die bei den Stoffen unter sehr tiefen Temperaturen beobachteten Phänomene wurden benutzt, um Erscheinungen in der als sehr kalt eingeschätzten Hochatmosphäre und der Sonnenkorona zu erklären, etwa die "Aurorae", die nicht nur in der Arktis auftretenden "Nordlichter". Beachtet wurde auch das überraschende Überleben niederer Lebensformen in großer Kälte.

DEWAR gab ein Beispiel dafür, wie eine **neue Technik**, hier die Erzeugung tiefer Temperatur, zahlreiche **Untersuchungen** in bestimmter Richtung **bestimmte**, also die Technik und nicht in erster Linie die Bestätigung einer Hypothese forschungsleitend war.

Zur Aufbewahrung von Gasen bei großer Kälte entwickelte DEWAR die **Dewar-Gefäße**, ein kleineres Aufbewahrungsgefäß in einem größeren mit isolierendem Zwischenraum zwischen beiden. DEWAR (A. SELLA 2008) war sehr erbost, daß ein vorher für ihn liefernder sehr erfolgreicher deutscher Glasbläser REINHOLD BURGER (Wikipedia, Glasmuseum Glashütte) ein Isoliergefäß mit Vakuum zwischen den Glaswänden zum Warm- oder Kalthalten von Getränken entwickelte und das konstruiert als Flasche und mit luftdichtem Verschluß 1903 als **"Thermos"flasche**, eine ab 1904 geschützte Warenbezeichnung, patentieren konnte. Werbespruch: "Hält kalt und heiß, ohne Feuer und Eis." Der geschickte Praktiker hatte den Gelehrten überholt. Geschäftlich konnte sich auch der Namensgeber und eher zum Erfinder geschaffene BURGER nicht recht durchsetzen und die kleine Thermosflasche zum Alltagsgebrauch kam auf der Grundlage von BURGERs verkauftem Patent aus den USA, ehe sie auch im Erfindungsland erfolgreich wurde.

DEWAR fand auch, daß **im Vakuum Aktivkohle letzte Gasreste absorbiert**, diese Eigenschaft bei -185 Grad C gewaltig anstieg, unterschiedlich für verschiedene Gase. Durch Adsorption in großer Kälte ließen sich die Edelgase von Luft abtrennen, aus Radium erzeugtes Helium einfangen und die Menge messen.

Die polnischen Physiker ZYGMUNT FLORENTY VON WROBLEWSKI und KAROL OLSZEWSKI (1883 a, b) konstruierten wirkungsvollere Apparate. Gase konnten dem Druck von ein paar Hundert Atmosphären ausgesetzt werden und ihre Temperatur wurden festgestellt im Augenblick der Expansion. Es wurdei der erreichten Kälte beim Sieden von flüssigem Äthylen im Vakuum eine Kälte erreicht, bei der Schwefelkohlenstoff und Alkohol erstarrten, Sauerstoff "sich mit grosser Leichtigkeit vollständig verflüssigt" (S. 58) zeigte. Bei der Temperatur von etwa –136°C und bei etwa 150 Atmosphären Druck verflüssigten sich weder Stickstoff noch Kohlenoxid, aber bei einer plötzlichen Druckbefreiung des Gase gab es in dem vorher leer erscheinen Stickstoff ein "gewaltiges Aufbrausen von Flüssigkeit" (S. 60). Bei langsamerer Expansion und einem bleibden Druck von mindestens 50 Atmosphären verflüssigten sich Stickstoff wie Kohlenoxid vollständig. WROBLEWSKI war seit 1882 ordentlicher Professor der Physik an der Universität Krakau und starb 1888 bei einem Unfall mit einer Lampe im Laboratorium.

Im Mai 1895 nahm CARL VON LINDE den ersten Apparat in Betrieb, der flüssige Luft in größerer Menge lieferte, zuerst 3 Liter pro Stunde (PETERS 1935), also das erste brauchbare Verfahren der **Luftverflüssigung**. LINDE war der maßgebliche Mann, der Kältemaschinen in die Industrie, für Brauereien wie für den Transport verderblicher Lebensmittel, eingeführt hatte.

## Druck und Stoffumwandlungen

Beim **Druck auf feste Stoffe** fanden sich Diskontinuitäten in der Volumenabnahme, die auf **Modifikationsumwandlungen** der so behandelten Substanzen unter Druck verwiesen (A. BIELER 1953). MALLARD und LE CHATELIER fanden das beim Silberjodid, REICHER konnte 1883 rhombischen Schwefel allein durch Druckwirkung in die monokline Modifikation überführen. Seit 1889 publizierte BARUS beim Geological Survey in Washington in den USA seine Befunde, welche auf Stoff-Umwandlungen im **Inneren der Erde** bei den dortigen Druck- und Temperaturverhältnissen verwiesen und Erklärungen für geologische Probleme boten. Druck und Temperatur – die erschienen schließlich auch wohl wichtige mögliche Faktoren bei der Kohle- und Erdöl-Bildung.

## Lösungen als ein Hauptgegenstand der Physikalischen Chemie

Was die Physikalische Chemie und auch die Kolloidchemie wie die Rekationskinetik erforschte, das waren vor allem **Vorgänge in Lösungen**, namentlichen denen mit

Wasser als Lösungsmittel, aber nicht diesem.

Die Löslichkeit einer Substanz in einem bestimmten Lösungsmittel (Solvens), ob gut löslich, schwer löslich, "unlöslich", gilt als eine die Substanz charakterisierende, identifizierende Eigenschaft, die "Löslichkeit und ihre Temperaturabhängigkeit sind für jeden einzelnen Stoff charakteristisch" (H. FOLLMANN et al. 1997, S. 31). Von der linksdrehenden gewöhnlichen Äpfelsäure heißt es beispielsweise, daß die sie bildenden Nadeln "sich in Wasser und Alkohol leicht, in Äther schwerer lösen." Von den Kristallen der Bernsteinsäure wird berichtet, daß sie in 23 Teilen in kalten, etwa zu 1 Teil in heißem Wasser löslich ist, leicht löslich in Alkohol, schwierig in Äther. RÖMPPs Chemie-Lexikon (S. 1992) mußte aber auch in der zweiten Hälfte des 20. Jh. feststellen, daß man immer noch nicht sicher weiß, "warum sich der eine Stoff in diesem, der andere in jenem Lösungsmittel auflöst."

Schon weil viele chemische Reaktionen in Lösungen durchgeführt werden, war die Klärung der Probleme von Lösungen so wichtig, und es wurde im 20. Jh. sehr danach gesucht. Die Alchemisten suchten sogar einst nach einem "Universallösungsmittel", was also alle Substanzen löst - für die Beherrschung der verschiedenen chemischen Reaktionen kaum ein Ideal.

JOHANNES LEMBERG aus Reval/Tallin, seit 1888 ao. Professor, seit 1889 ordentlicher Professor in Dorpat, untesuchte die **Löslichkeit** zahlreicher **Mineralien**, der Silikate und anderer, damit auch ihre **Verwitterung**, und prägte nach der Erinnerung seines Schülers WILHELM OSTWALD (1926, S. 99) seinen Studenten immer wieder ein, "daß es keine absolut unlöslichen Stoffe, keine absolut vollständigen Reaktionen, überhaupt nichts Absolutes in der Natur gebe." OSTWALD habe dadurch den Grund zu seiner "chemischen Denkweise" erhalten.

Wasser hat im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten ein sehr hohes Lösungsvermögen für viele Substanzen (L. J. HENDERSON 1927).

## Verwitterung an der Erdrinde

**Verwitterung** ist einmal das mechanische oder auch von Pflanzen beförderte Zerbröckeln von Gestein und dann dessen chemische Umsetzung mit den Substanzen in der Atmosphäre, den Atmosphärilien, und dem Wasser mit seinen Inhaltsstoffen. Der Angriff von CO2-haltigem Wasser auf Kalk/CaCO3 oder Magnesiumcarbonat/MgCO3 ist auch vom Laboratorum her leicht verstehbar, die chemische Zersetzung von Silikatgesteinen ist schon komplexer (W. STUMM et al. 1968).

## Die Ionen -, die Dissoziationstheorie

Bei der Untersuchungen von Lösungen, zunächst im Lösungsmittel Wasser, und deren elektrischer Leitfähigkeit wurde in den 80er-Jahren des 19. Jh. die Ionen- oder Dissoziationstheorie voll ausgebildet, wonach in **in elektrisch leitenden Lösungen**, zuerst untersucht an wäßrigen Lösungen, die gelösten Elektrolyte, also Salze, Säuren, Basen, wenigstens teilweise **unabhängig** von irgendeinem Stromfluß nicht als intakte Moleküle vorliegen, sondern in zwei elektrisch geladene Bestandteile, die **Ionen**, zerfallen. Damit konnten viele Dinge verständlich genacht werden. Und es war ein erstes Beispiel dafür, daß **einfache Atom- und Molekülvorstellungen für die viele chemische Sachverhalte nicht ausreichten.** Mit Vorstellungen von 'Polymeren', Komplexverbindungen, Kristall-Aufbau, Wasserstoff-Brückenbindung sollte im 20. Jh. noch manches dieser Art folgen.

FARADAY hatte das 1834 bis zu gewissem Grade vorweggenommen, weil bei Zersetzung erst durch den elektrischen Strom größere Unterschiede bei der Elektrolyse der verschiedenen Verbindungen zu erwarten gewesen wären. DANIELL dehnte diese Gedanken 1839 aus (M. L. ALDRICH 19). Auch R. CLAUSIUS meinte, daß wegen Kollisionen der sich in Lösung bewegenden (Wärmebewegung) und kollidierenden Moleküle Molekülbrüche stattfinden und dabei ein Anzahl elektrisch geladener Teilchen entsteht. JOHANN WILHELM HITTORF griff das 1853 auf und fand ein Verfahren, die Veränderungen in der Konzentration der Salze beziehungsweise ihrer Bestandteile in der Nähe der zwei Elektroden zu messen. Es galt dabei zu unterscheiden zwischen den Wirkungen der Elektrizität allein und jenen Veränderungen, welchen die sich abscheidenden Stoffe an den Elektroden unterlagen (W. HITTORF 1859). Die Transportgeschwindigkeit der einzelnen Kationen und Anionen erwies sich als unterschiedlich. FRIEDRICH KOHLRAUSCH (1896 in 1910, S. 1062) meinte in einer Adresse zum 50-jährigen Doktojubiläum von HITTORF: "Es ist schwer zu sagen, ob die Bewunderung, zu welcher diese Arbeiten zwingen, mehr der Exaktheit und Ausdauer bei der Bestimmung der Ionenwanderugn entspringt, einer der mühsamsten jemals angestellten experimentellen Forschungen ... oder aber der Folgerichtigkeit und Stetigkeit Ihrer Anschauungen über die elektrolytischen Vorgänge." KOHLRAUSCH maß (1874) die Leitfähigkeit in Lösungen weiter. Bei HITTORF fehlte nach WILH. OSTWALD (1927, S. 68 ff.) noch der letzte radikale Endpunkt für die Ionentheorie, die vom Strom unabhängige Bildung der Ionen. MAGNUS und WIEDEMANN polemisierten gegen HITTORF heftig, der nach Anerkennung der Ionentheorie nach WILHELM OSTWALDs Beobachtung dann seine späte volle Anerkennung und Berühmtheit "wie ein unverhofftes Glas edlen Weines" genoß und wie verjüngt erschien.

Ohne den Terminus "Dissoziations-Theorie" brachte die Gedanken der Dissozia-

tion 1884 SVANTE ARRHENIUS in seiner nur als mittelmäßig bewerteten Dissertation vor (H. A. H. SNELDERS 1970). ARRHENIUS sandte Kopien seiner Darlegungen an Forscher wie R. CLAUSIUS, L. MEYER, O. LODGE, und fand Zustimmung vor allem bei WILHELM OSTWALD, damals am Polytechnikum in Riga. OSTWALD besuchte im August 1884 ARRHENIUS in Uppsala, ermutigte ihn an seiner Idee festzuhalten, an einem Sommerabend und "... Die Stimmung wurde von den goldenen Wellen eines Punsches zum Himmel gehoben. ..." (zit. bei P. WALDEN 1928, S. 327). OSTWALD sprach mit maßgebenden Leuten, bemühte sich für ARRHENIUS um eine Dozentenstelle in Riga, dieser konnte reisen, weilte auch bei OSTWALD und erhielt dann einen Lehrauftrag in Uppsala. ARRHENIUS wirkte seit 1891 an der neu gegründeten Hochschule in Stockholm. Er befaßte sich dann mit Physik in der Atmosphäre und im Kosmos, mit Immunchemie, mit dem "Werden der Welten". Es ist zu beachten, daß der Begriff "Dissoziation" (W. NERNST 1889) allerdings nicht nur für die Dissoziation von Elektrolyten in Lösung verwendet wird, sondern auch bei andersartigem Molekülzerfall, bei dem dann keine Ionen entstehen, Verwendung findet.

Die entscheidenden **Beweise** für die Ionentheorie, die Existenz der Ionen in Lösung, waren 1. die von RAOULT und VAN'T HOFF festgestellte Eigenschaft elektrisch leitfähiger Stoffe, in Lösung einen höheren **osmotische Druck** und eine größere **Gefrierpunktserniedrigung** (S. ARRHENIUS 1913) zu besitzen als die Lösungen nichtleitfähiger, also vieler organischer Substanzen. VAN'T HOFF konnte den höheren osmotischen Druck der gelösten Elektrolyte nicht erklären. ARRHENIUS jedoch bot die Erklärung: Die Zahl der Ionen in einer Lösung mußte auf jeden Fall größer sein als die Zahl der intakten Moleküle, aus denen sie entstehen. Die Gesamtzahl der Partikel, intakte Moleküle und Ionen, bestimmen osmotischen Druck und Gefrierpunktserniedrigung. Da die Zahl der in Ionen zerfallenden Moleküle bei verschiedenen Stoffe in Lösung zwischen wenigen und hundert Prozent lag, gab es nicht für alle gelösten Elektrolyte eine gleiche Erhöhung des osmotischen Druckes bei äquivalenter (äquimolarer) Lösung. ARRHENIUS schrieb das an VAN'T HOFF am 30. März 1887 (H. A. H. SNELDERS 1970) und formulierte die Ionentheorie klar **1887** in einer Arbeit in der neuen Zeitschrift für physikalische Chemie: "Über die Dissoziation der in Wasser gelösten Stoffe" (S. ARRHENIUS 1913, 1914, E. H. RIESENFELD 1930, H. A. H. SNELDERS 1970). Die Salze zerfallen in wäßriger Lösung in das positiv geladene Metallkation und das negativ geladene Säureanion, die Basen in das Metallkation und die negativ geladene OH-Gruppe, die Säuren zerfallen in das positiv geladene Wasserstoffkation und das negativ geladene Säureanion. Im Falle der Salzsäure oder der Chloride wäre das negativ geladene Säureanion das Chlor-"Ion". Etliche Chemikern begegneten dieser Vorstellung mit großer Skepsis. Der skeptische Spott bezeichnete die Anhänger der "Ionen-Theorie" auch als "Ionier". War etwa Kochsalz, KCl, im Wasser gelöst, war

von grünlichem "Chlor" nichts zu bemerken und ebensowenig von jenem Kalium, das als Metall heftig mit Wasser reagierte. Die Antwort war: daß eben hier nicht elementares Chlor, auch nicht Cl2 vorliegt, sondern negativ elektrisch geladenes Chlor, mit eigenen Eigenschaften, und das auch K+ nicht Kalium-Atome sind. In Uppsala war OSTWALD noch von dem dort führenden Chemiker mit Hinweis auf ein Becherglas mit Kochsalz-Lösung spöttisch gefragt worden: "Und Sie glauben auch, dass dort die Natriumatome nur so herumschwimmen" (zit. WI. OSTWALD 1909, S. VII), wobei er hätte "Natriumionen" fragen müssen. Dissoziation war nur gleichzeitig mit äquivalenten Mengen entgegengesetzt geladener Ionen denkbar. Auf den Versammlungen der British Association wurde 1886 und in Leeds 1890 in der Sektion für Chemie über die Lösungen auch unter Teilnahme deutscher Chemiker wie WILHELM OSTWALD diskutiert. Bei der Diskussion 1890 sagte als Anhänger der Hydrat-Theorie U. PICKERING, daß "die Theorie der Dissociation in Ionen der Mehrheit der Chemiker ganz unverständlich" (Verhandlungen ..., S. 389). Es darf nicht verkannt werden, daß zur Zeit der Begründung der Ionentheorie und ihrer ersten Diskussionen weder die Elekronen-Vorstellung ausgearbeitet war noch die Edelgase und vor allem nicht die Vorstellung von der stabilen, 8 Elektronen aufweisenden Eddelgas-Außenschale, ja nichts über die innere Struktur der Atome bekannt war, wobei gerade die Vorstellung der Edelgasschale eine Erklärung für Elektronenabgabe oder Elektronenaufnahme und damit über die Entstehung einer positiven oder negativen Ladung eines Atoms gab. Sicherlich war es nur eine auch von Vertretern der Ionentheorie kaum anerkannte extreme Annahme, daß das Lösungsmittel nur den Raum zur Zerteilung der gelösten Substanz darbietet und nicht auch Einfluß auf den gelösten Stoff ausübt. Die **einfache Ionentheorie** in ihrer ersten Form ließ sich n**icht erhalten**. im Sinne von Wasser als Solvent ist ein allein materieller Vakuumbehälter, der Raum bietet für das Dissoziieren der Salze (so zit. n. H. E. ARMSTRONG 1927, S. 36) und andere Elektrolyte, Umstritten blieb, wie man das nun deuten müsse, umstritten gerade auch H. E. ARMSTRONG (1927, S. 36/37) (s. 20. Jh. Dipole).

Aber unabhängig von den anzunehmenden komplizierteren Vorgängen bei der Ionenbildung, zunächst in Wasser: Die Ionentheorie **erklärte** noch etliches, was zur weiten Anerkennung beitrug. WILHELM OSTWALD schrieb (1889, 1908, S. 189) von der "... Mannigfaltigkeit von Aufklärungen auf den verschiedensten Gebieten ..., die wir jener genialen Theorie verdanken":

1. Die erhöhte Gefrierpunkterniedrigung und der erhöhte osmotischen Druck von elektrisch leitenden Substanzen in Lösung gegenüber nicht als Ionen gelösten Stoffen.

2. Der **rasche**, ja momentane **Ablauf** der Reaktion beim Zusammenbringen solcher Elektrolytlösungen, deren Ionen zu einer nicht löslichen, zu einem Nieder-

schlag führenden Verbindung zusammentreten. Kommen Ag+ und Cl- -Ionen zusammen, fällt schlagartig schwarzes Silberchlorid, AgCl, aus. Silberlösungen sind daher Reagens auf Chlorverbindungen, sofern das Cl- -Ion in Lösung auftritt. GAY-LUSSAC waren solche schlagartigen Reaktionen schon aufgefallen (S. ARRHENIUS 1906). Die zusammentretenden Ionen sind eben vorhanden, entstehen nicht erst aus sich zersetzenden Molekülen.

Auch können etwa H und CH3COO nicht als Ionen unverbunden nebeneinander bestehen, und wenn Salzsäure, HCl, und Natriumacetat, CH3COONa aufeinander wirken, entstehen die nichtdissoziierten Molekel CH3COOH, Essigsäure, und als Ionen bleiben in Lösung Na+ und Cl-. Die "stärkere" Salzsäure setzt die "schwächere", kaum dissoziierte Essigsäure CH3COOH frei.

Nicht Elektrizität leitende, also nicht in Ionen zerfallende Verbindungen, wozu viele organische Verbindungen gehören, haben einen charakteristischen langsamen Verlauf ihrer Reaktionen.

3. **Spezifische analytische Reaktion** gibt es für die Ionen unabhängig von deren Herkunft aus irgendeiner Verbindung. Es gibt so spezifische Reaktionen für jedes Metall+, eben auch Ag+, oder die NH4+ -Gruppe, andererseits spezifische Reaktionen für die einzelnen "Säurereste-", etwa SO4-, unabhängig aus welcher Kombination diese Ionen stammen.

4. Silbersalzlösungen reagieren nicht auf Chlorverbindungen, aus denen keine Cl--Ionen in Lösungen auftreten. Die Ionen etwa des Natriummonochloracetat sind Na+ und CH2ClCOO-, also nicht Cl-Ionen.

5. Werden KCl und NaNO3 in die gleiche Wassermenge gegeben wie KNO3 und NaCl sind die, verdünnten, Lösungen völlig gleich, weil eben KCl, NaCl, KNO3, NaNO3 in ihre Ionen zerfallen und diese, K+, Cl-, Na+, NO3-, in beiden Lösungen dieselben sind. Auch beim Zusammenschütten dieser Lösungen bleibt der Zustand unverändert, abgesehen von Konzentrationsänderungen, die sich auf den Dissoziationsgrad auswirken können. Aber die dissoziierten Ionen bleiben dieselben. Sie reagieren, wenn sie eben als Ionen bleiben, miteinander nicht.

6. Werden Lösungen von Säuren wie Salzsäure HCl und Laugen wie Kalilauge KOH zusammengebracht, entsteht Wärme, aber beim Zusammenbringen gleichmolarer Mengen solcher Säuren und Hydroxyde stets dieselbe Wärmemenge, die Neutralisationswärme von etwa 137 K. Das wurde, im obigen Fall, damit erklärt, daß Cl- und K+ und auch viele andere Ionen auch beim Zusammenbringen nicht zusammentreten, sondern als Ionen in Lösung bleiben und nur H+ und OH- sich wegen ihrer geringeren Dissoziationskonstante zu einem großen Teil vereinten, dabei immer unter Bildung derselben Wärmenge. Die weitgehend gleichartige Neutralisa-

tionswärme war, wie WILHELM OSTWALD 1889 (S. 590) darlegte, "bisher allen Thermochemikern aufgefallen, ohne dass jemals für dieselbe eine genügende Erklärung beigebracht worden wäre. Erst die Dissociationstheorie hat ein derartiges Verhalten nicht nur verständlich gemacht, sondern als notwendig erwiesen."

7. Es war zu beachten: In Flüssigkeiten der Organismen ebenso wie in Gewässern oder Böden befinden sich nicht gelöste "Salze", sondern eben Ionen. Von ihnen her mußten die Eigenschaften dieser Flüssigkeiten erklärt werden. Verständlich wurden Erscheinungen der Lichtabsorption in Lösungen, auch die unterschiedliche "Stärke" von Säuren und Basen, je nach Ionen-Zerfall. Der dänische Chemiker SÖRENSEN bestimmte 1909 die Wasserstoffionen-Konzentration und gelangte zu dem Konzept des **pH-Werte**s (H. M. LEICESTER 1975), was er zuerst nur für seine Protein-Untersuchungen eingeführt hatte.

8. Farbige Ionen hatten dieselbe Farbe unabhängig von ihrer Herkunft aus verschiedenen Verbindungen, wobei die Farbe bei Farblosigkeit des anderen Ions deutlich war (WILHELM OSTWALD 1892).

9. Die Ionentheorie beförderte Vorstellungen über die chemische Bindung und konnte mit den namentlich ab 1916 hierzu aufkommenden Vorstellungen in Einklang gebracht werden. Im Kochsalz-Kristall befinden sich Na+ und Cl- -Teilchen an getrennten Gitterplätzen. Es liegt ein **Ionengitter** vor, ein aus vorgebildeten Ionen bestehender Kristall. Das macht die Ionen-Trennung eines Salzkristalls in der wäßrigen Lösung verständlich. Es liegen **in dem Kochsalz-Kristall** aber **keine Moleküle** vor und **die Ionen sind auch keine NaCl-Moleküle**. Es **versagt** bei Kochsalz also **der Molekülbegriff**. ABEGG deutete die Ionen 1899 als Verbindung des Ions mit einem negativen oder - wie er noch annahm - positiven Elektron.

Neben der Dissoziation einer Verbindung in Ionen, wird der Begriff "Dissoziation" auch auf andere Trennvorgänge von Molekülen angewandt, so die hydrolytische Zerlegung. Der Begriff 'Dissoziation' ist also in dem jeweiligen Zusammenhang deutlich zu charakterisieren.

In anderen Lösungsmitteln als Wasser, etwa in flüssigem Schwefeldioxid, gab es **andere Dissoziationsgrade** und konnten Assoziationen die Dissoziation übertreffen (P. WALDEN et al. 1902).

Im Wasser, so war besonders deutlich geworden, mit den in ihm gelösten Substanzen, oft Ionen, spielten sich zahlreiche nur hier stattfindende Reaktionen ab. Wasser ist ein ausgezeichnetes Reaktionsmedium, ein Reaktionsbeschleuniger. Wie und wo immer das erste Leben entstand, im Wasser gab es wohl jene Ursuppe, in der das frühe Leben heranwuchs (B. LEHMANN 1994).

## Erklärung der Wirkung der galvanischen Elemente, also auch der Voltasäule

Mit der Ionentheorie **erklärte** WALTHER NERNST **1889** (a) eines der bisher großen Rätsel der Physik, die elektromotorische **Kraft von galvanischen Elementen**, "die seit Voltas Zeiten die Physiker beschäftigen" (S. 181). Von den Metallelektroden strebten nach NERNST Ionen in die Lösung, eine Art Expansionsvermögen, vergleichbar dem Druck eines Gases, das bis zum Druckausgeich Arbeit leistet. Auch die Thermoelektrizität wurde erklärt.

## Chemiker im Umfeld der Ionentheorie und der Physikalischen Chemie überhaupt

Die großen Vertreter der Physikalischen Chemie, ARRHENIUS, VAN'T HOFF, NERNST, waren vielseitig denkende und sich zu manchen Fragen äußernde Leute.

Mit vielen Ideen trat hervor WILHELM OSTWALD (1926 / 1927, P. WALDEN 1932). Geboren am 2. September 1853 als Sohn eines Böttchermeisters in Riga, studierte er ab Januar 1872 die deutschsprachige Universität Dorpat im damaligen Zarenreich, begann dort Untersuchungen, mußte jedoch auch als Schullehrer arbeiten. 1881 folgte er 28-jährig einem Ruf an das Polytechnikum in Riga, 1887 einem solchen nach Leipzig. Von den allgemeinen, zu den verschiedensten Themen geäußerten Gedanken OSTWALDs konnten nicht alle Zustimmung finden, aber anregend war sie oft. Für jedes innere wie äußere Problem des Daseins böte die Wissenschaft eine Lösung. Immer drehte sich sich viel bei ihm um die "Energie". Sie solle man nicht verschwenden, auch nicht in der einem mitgegebenen Lebensenergie. Man sollte also seine Kräfte nicht sinnlos verbrauchen, in frischen Zustand an die Arbeit gehen und sich nicht zwingen. Die Kinder mit alten Sprachen zu quälen anstatt sie zu kritischem Denken zu führen sah er als einen solchen Verbrauch. Sein Haus in Großbothen bei Grimma nannte OSTWALD "Haus Energie" und hierher hatte er sich nach der Trennung von der Universität Leipzig mit ihren Altphilologen 1906 zurückgezogen. Religion hielt OSTWALD für unwahr und daher sinnlos. Er wurde 1910 Vorsitzender des von HAECKEL ins Leben gerufenen Monisten-Bundes. Mit "Monistischen Sonntagspredigten" rief er Gegnerschaft der Kirchen hervor. Vor den etwa 3500 Zuhörern auf dem ersten internationale Monistenkongreß in Hamburg eröffnete er zum Schluß "das monistische Jahrhundert". Da der weitere Erfolg dennoch nicht seinen Erwartungen entsprach und auch der Weltkrieg ausbrach, trat OSTWALD 1914 von der Leitung des Monistenbundes zurück. Krieg hielt er für sinnlos, schon weil Energieverschwendung ist. Da er sah,

daß Frankreich nicht zur Abrüstung bereit war, stand er im Weltkrieg aber auf Seiten Deutschlands. Jugend, dem Neuen sollte die Zukunft gehören. Nicht die Sage vom "verlorenen Paradies", sondern der Blick auf den künftigen "Garten der Menschheit" wäre nötig. Von der Sozialdemokratie hielt er allerdings nichts. In der Kultur wie in der Wissenschaft solle man dem Neuen dienen. Das Kino ermögliche mehr an Kunsterlebnissen als das alte Theater mit Stücken aus der Vergangenheit. Sinnlos wäre Ehrfurcht vor Büchern bloß weil sie alt sind. Eine von OSTWALD geforderte neue künstliche Weltsprache mußte ein Phantom bleiben. OSTWALDs DIN-Papierformat, bei dem sich Papier immer wieder genau halbieren läßt, war eine sinnvolle Tat. Eugenik stand er positiv gegenüber.

NERNST (M. BODENSTEIN 1942, L. SUHLING 1991), der als weiterer Vertreter der Physikalischen Chemie wichtige vertiefende und auch kritische Beiträge lieferte, war am 25. Juni 1864 in Briesen in Westpreußen als Sohn des Landrichters geboren worden, verbrachte die Jugend in Graudenz, studierte namentlich Physik in Zürich, Würzburg, Berlin, Graz. Er wurde Assistent bei OSTWALD in Leipzig, Assistent in Heidelberg, in Göttingen, 1891 Extraordinarius in Göttingen, 1894 hier Ordinarius, 1905 Ordinariums in Berlin, am "Physikalisch-Chemischen Institut". Er unterbrach die Tätigkeit an der Universität 1922 bis 1924 als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Nach der Emeritierung übersiedelte er auf das gekaufte Rittergut Oberzibelle bei Muskau an der Neiße und starb hier am 18. November 1941.

## Weiteres über das Verhalten von Substanzen in Lösung oder bei Absorption – anorganische wie organische

Über die Vorgänge in Lösungen gab es in den verschiedenen Zeiten bei den verschiedenen Chemikern unterschiedliche Auffassungen, bis sich im Angesicht der modernen Atomtheorie um 1920 manches in neuem Lichte sehen ließ (K. FAJANS 1921).

## Lösen ist wohl nie nur einfache Aufteilung einer Substanz in einem neutralen Medium, sondern stets mit chemischen Reaktionen verbunden.

Früh festgestellte Eigenschaften beim Lösen waren Wärmebildung oder Wärmeverbrauch, Volumenänderungen, optische Änderungen, auch Änderung von Gefrier- und Siedepunkt gegenüber dem Gefrier- und Siedepunkt des Lösungsmittel ohne gelösten

Stoff. Hier war eine chemische Reaktion zwischen Lösungsmittel und gelöstem Stoff anzunehmen, handelte es sich nicht nur um eine rein physikalische Mischung, entstand eine lose Verbindung zwischen Lösungsmittel und gelöster Substanz (R. ABEGG 1904).

Gefrierpuntkserniedrigung wie Siedepunktserhöhung wurden zu einem sehr wichtigen Mittel, um das **Molekulargewicht** organischer Stoffe zu bestimmen. Schon 1771 hatte RICHARD WATSON und 1788 CHARLES BLADGEN erkannt, daß der Gefrierpunkt von Salzlösungen in Proportion zum Gewicht des gelösten Salzes erniedrigt wird (L. I. KUSLAN 1975). Es wurde im späten 19. Jh. erkannt, daß sich aus **Gefrierpunktserniedrigung** und der **Dampfdruckerhöhung** von Lösungen das **Molekulargewicht** des gelösten Stoffes bestimmen läßt, weil äqui(gleich-)molekulare Lösungen von Stoffen in demselben Lösungsmittel eine gleiche Gefrierpunkts- oder Dampfdruckerniedrigung hervorrufen.

Die entscheidenden Untersuchungen zur Gefrierpunktserniedrigung stammen von FRANÇOIS MARIE RAOULT (J. R. PARTINGTON 1951). Aus bescheidenen Verhältnissen stammend, wurde er Lehrer am Lyceum in Reims, dann in Sens, promovierte 1863 in Paris. Im Jahre 1867 wurde er Chemie-Assistent an der Universität Grenoble und 1870 hier Professor. RAOULT untersuchte um 1878 die Erniedrigung des Gefrierpunktes und des Dampfdruckes bei 18 verschiedenen Salzen und wies die Parallelität beider nach (L. I. KUSLAN 1975). Im Jahre **1882** veröffentlichte RAOULT seine Ergebnisse über wäßrige Lösungen organischer Verbindungen. Gleiche Mole einer Substanz in einer gleichen Menge Lösungsmittel, etwa 1000 Gramm, zeigten den gleichen Gefrierpunkt. Für jedes Lösungsmittel ist die Gefrierpunktserniedrigung bei einem Mol gelösten Stoff eine Konstante, bei Wasser 1,86°, bei Eisessig 3,9°, bei Benzol 5,1°. Die Meßmethode, den Unterschied zwischen dem Erstarrungspunkt des reinen und des den gelösten Stoff enthaltenden Lösungsmittel zu bestimmen, hat er verfeinert bis 1892 auf die Feststellung von 1/500 Grad Unterschied. Das konnte dann etwa angewandt werden für Mineralwässer, Nährflüssigkeiten und andere praktische Untersuchungen. RAOULT hatte auch gefunden, daß Salze sich verhielten, als ob sie in Teile zerfallen, also mehr als nur einfache Moleküle aufweisen. RAOULT sprach von ihren Radikalen, die unabhängig voneinander in der Lösung vorhanden sind.

Nach RAOULT 1886 / 1887 fand JOHANNES BECKMANN (G. LOCKEMANN 1928) 1889, damals Assistent bei WILHELM OSTWALD in Leipzig, 1889, daß die dadurch bedingte **Erhöhung des Siedepunktes** einer Lösung, bedingt durch ebenfalls eine Stoffkonstante des Lösungsmittels, günstiger zu bestimmen ist und auch sie dazu dienen kann, das Molekulargewicht eines gelösten Stoffes in einem Lösungsmittel zu finden. BECKMANN konstruierte die im Laboratorium günstig zu verwendenden Apparate für die Gefrierpunkts- (Kryoskopie) und Siedepunkts-

(Ebullioskopie) Bestimmung.

Eine grundegende neue Vorstellung über die Lösungen bot VAN' HOFF mit seiner Arbeit "Die Rolle des osmotischen Druckes in der **Analogie zwischen Lösungen und Gasen"** von 1886. Waren in einem bestimmten Volumen eines Gases bei bestimmten Druck gleichviele Moleküle anzunehmen, wie AVOGADRO postulierte, so sollte ebenso für Lösungen gelten: "... bei gleichem osmotischen Druck und gleicher Temperatur enthalten gleiche Volume der verschiedensten Lösungen gleiche Molekülzahl und zwar diejenigen,, welche bei der derselben Spannkraft und Temperatur im selben Volum eines Gases enthalten ist" (VAN'T HOFF 1886, S. 490 / 491). Von vornherein war das nicht als selsbtverständlich anzunehmen, und in der Tat gibt Unterschiede, etwa die Ionenbildung nicht bei Gasen. VAN'T HOFF baute seine physikalische Lösungstheorie ausdrücklich auf äußerst verdünnten Lösungen auf, bei denen die "spezifischen Affinitäten des gelösten Stoffes" nicht zur Geltung kämen (P. WALDEN 1906, S. 685), also Reaktionen zwischen gelöstem Stoff und Lösungsmittel unberücksichtigt bleiben konnten. Das Lösungsmittel konnte dann als neutraler Raum gesehen werden, in dem sich die Moleküle des gelösten Stoffes verhielten wie die Gas-Moleküle in einem Vakuum. Bei höherer Konzentration des gelösten Stoffes traten Abweichungen auf, sind die Lösungen vom Zustande "idealer Lösungen" mehr oder weniger entfernt, erschienen Wirkungen des Dispergierungsmittels. Naturgesetze, so wurde hier wieder einmal deutlich, besitzen ihren Gültigkeitsbereich (W. NERNST 1888 a, b). Bei VAN'T HOFF wird das aus den hinter dem Gesetz angenommenen Molekülen verständlich. Physikalisch war zu beachten, daß "in einem Gasraum der Druck nahezu momentan sich ausgleicht", also der Druck überall gleich ist (S. 614). In Lösungen gleich sich eine anfänglich unterschiedliche Konzentration der gelösten Substanz erst allmählich, nach Tagen oder mehr, aus, und wird erst dann der Druck überall gleich sein. Nach RAOULT (W. NERNST 1889) stimmte das aus der Dampfdichte und das aus der Gefrierpunktserniedrigung bestimmte Molekulargewicht überein, unter Annahme, daß die Substanz in Lösung wie im Gaszustand "gleiche molekulare Konstitution" besitzt.

Die **Beziehungen zwischen Flüssigkeiten und Gasen** suchte dann auf weitere Art zu erfassen der Niederländer JOHAN DIDRIK VAN DER WAALS (O. MONTELIUS 1910 / 1911), schließlich hatte jede Flüssigkeit ihren Dampfdruck, konnten viele Substanzen bei derselben Temperatur sowohl als Dampf wie als Flüssigkeit bestehen. Flüssigkeiten erschienen dann verdichtete Gase bei niedriger Temperatur, verschwand wesentlicher Unterschied zwischen dem gasförmigen und dem flüssigen Zustand der Materie, kam der Gedanke der Kontinuität (P. ZEEMAN 1917)

## Lösungen – Eigenschaften über OSTWALDs ursprüngliche Vorstellungen hinaus

Die bei den Begründern der Ionen-Theorie zunächst doch vorherrschende Tendenz, sich in der Betrqachtung auf die Ionen zu beschränken und sie in einem als weitgehend nicht beteiligten Lösungsmittel zu sehen, wurde namentlich nach 1890 überwunden, ja teilweise ins Gegenteil verkehrt und wurde **Reaktionen in Lösungen**, die starke Beteiligung des Lösungsmittels an der Ionen-Bildung, verstärkte Aufmerksamkeit zuteil. Die Lösungs-Theorie(n) wurden teilweise stark umgestaltet, auch bei WILHELM OSTWALD.

Verkannt worden war die in der Lösung weiterbestehende Einflußnahme der **Ionen aufeinander**, was sich bei starken Elektrolyten bemerkbar machte (P. DEBYE 1933).

Vor allem verkannt war zuerst die **Reaktion zwischen Ionen und Lösungsmittel**, wobei letzteres ja nicht nur Wasser sein mußte. PAUL WALDEN (1906) verwies auf diese Dinge, formulierte, daß "die Annahme von losen Verbindungen zwischen lösendem und gelöstem Stoff in der Lösung" mit der Ionentheorie fälschlicherweise "vollkommen in Misskredit" geriet (S. 685). VAN'T HOFF wäre von stark verdünnten Lösungen ausgegangen, in denen die Wirkung der Ionen aufeinander und die Reaktion mit dem Lösungsmittel keine bemerkbare Rolle spielte. Andererseits lieferte die Ionentheorie die Hilfsmittel, die Assoziationen in Lösung zu erkennen und damit die Verhältnisse in Lösungen besser zu erforschen, "ein eigenartiges Schauspiel" (P. WALDEN 1906, S. 685).

Chemische Reaktion der gelösten Substanz mit dem Lösungsmittel, wenigstens bei höherkonzentrierten Lösungen hatte anerkannt MENDELEJEW, und dazu seine "Hydrat-Theorie" entwickelt. Neben P. WALDEN verwies auf die Vorgänge in Lösungen, die wenigstens durch Nebenvalenzen zustandekamen etwa R. ABEGG (1904). Für chemische Vorgänge beim Lösen sollten sprechen die beim Vermischen der Komponenten auftretenden Wärmetönungen, Volumänderungen, optischen Änderungen, "kurz wo die Mischung nicht absolut additiv die Eigenschaften ihrer Bestandteile repräsentiert" (R. ABEGG 1904, S. 353).

"**Solvatation**" hieß später die Anlagerung von Wasser-Molekülen an in Wasser dispergierte oder gelöste Ionen oder auch Elektronen, Kolloide u. a., unter Beibehaltung der H-OH-Bindung.

Schon vorher war bekannt, daß verschiedene Salze in derselben Menge Wasser als Lösungsmittel sich bis zu einem gewissen Grade beeinflussen, also, wie schon KOPP wußte, Kaliumnitrat und Kaliumsulfat, Kaliumnitrat und Kaliumnitrat usw. gemeinsam eher in der Lösung als gesättigt erscheinen als wenn die allein

gelöst werden (W. NERNST 1889). Die Vorgänge, wenn **mehrere dissoziierte, also als Ionen vorliegende 'Körper' in einer Lösung** sich zusammen befinden und dabei eine **gegenseitige Beeinflussung** deutlich wird untersuchte in OSTWALDs Laboratorium der aus den USA hier zum Studium gekommene ARTHUR AMOS NOYES (1890). NOYES wurde zurück in den USA dort einer der führenden Chemiker, der die Physikalische Chemie in den USA einführte, am M.T.I und ab 1913 und ab 1919 am California Institute of Technology in Pasadena (L. PAULING 1958).

Die gleichzeitige Löslichkeit von zwei Salzen war auch vorher untersucht worden, jetzt aber unter dem Gesichtspunkt der Ionentheorie erneut überprüft.

**Andere Lösungsmittel als Wasser** brachten andere Eigenschaften für die gelösten Substanzen. WALDEN und MIECZYSLAW CENTNERSZWER (1902) in Riga untersuchten Lösung in flüssigem Schwefeldioxid, in Salpetersäure, flüssigem Ammoniak, Phosphoroxychlorid, Arsentrichlorid u. a. Etwa in dem flüssigen Schwefeldioxid verhielten sich gelöste Stoffe in der elektrischen Leitfähigkeit anders als im Wasser. CENTNERSZWER (W. HUBICKI 1971), Jude, war ab 1929 Professor in Warschau und wurde 1944 unter ungeklärten Umständen getötet.

HANTZSCH berichtete 1931, daß sich gewisse Nitroverbindungen, Tetranitromethan wie Nitrohydrochinondimethyläther, die im festen Zustand nur in einer Form bekannt sind, in verschiedenen Lösungsmitteln in verschiedener Farbintensität lösen und führte das auf Verbindung der Nitrogruppe mit Lösungsmitteln oder indifferenten Stoffen zu "farbigen Additionsprodukten von der Form – NO2 ...Solvens zurück" (S. 66), also auf Reaktionen von gelösten Stoffen im Lösungsmittel – was also nicht nur einfache Lösung war und solche Reaktionen in Lösungsmitteln waren sicherlich öfters zu erwarten.

## Phasen - ein wichtiger Begriff auch in Chemie und Physik

Besonders auf den USA-Physiker und Mathematiker JOSIAH WILLARD GIBBS geht der Begriff der **Phasen** zurück. Hier nicht als ein aus einem zeitlichen Geschen sich heraushebende Besonderheit, wie bei 'Phasen der Gebirgsbildung' u. a. In der Chemie gilt als eine **Phase der homogene Teil in einem zusammengesetzteren System**, getrennt durch physikalische Grenzen. In einer **Lösung** gibt es 2 Phasen, das 1. **Dispersionsmittel**, 2. die **gelöst**en Partikel, welche die **disperse Phase** bilden (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 9). Beide stehen auch in Wechselwirkung. In einer Flasche voll **Wasser kurz unter dem Nullpunkt** bestehen 3 Phasen: 1. flüssiges Wasser, 2. das solide Eis, 3. die in der Flasche befindliche

Luft (so und auch weiter erklärt bei L. PAULING 1970/1988, S. 9). Eine Phase in einem System vereinigt alle Teile, welche gleiche Eigenschaften und Zusammensetzung aufweisen. Ist das Eis in verschiedene Brocken zerteilt, sind diese alle eine Phase. In einem hämmerbaren Stück **Gußeisen** zeigen sich unter dem Mikroskop 1. kleine Körner von Eisen, 2. Partikel von Graphit - das Eisenstück enthält also 2 Phasen. Aus 2 wenigstens etliche Zeit nicht mischbaren flüssigen Phasen bestehen die **Emulsionen**, so Öl auf Wasser, Milch in Wasser. Die Berührungsfläche zweier nichtmischbarer Phasen "wird im mathematischen Sinne" als **Grenzfläche** bezeichnet (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 11). Bei Emulsionen senken **Tenside** die Spannungen an der Grenzfläche.

## Phänomene von fast wunderbarer Art

## Plötzliches Erstarren übersättigter Lösungen oder unter dem Schmelzpunkt befindlicher flüssiger Stoffe

Ein weiterer Beitrag von WILHELM OSTWALD (1897) zu Vorgängen in Lösungen war seine Untersuchung, wie **übersättigte oder "überkaltete" flüssige Körper sofort erstarren**, wenn auch nur ein winziges Stäubchen des gleichen Stoffes hineinfällt. Stoffe aus anderem Material bewirken das nicht. Der Vorgang konnte auch analytisch benutzt werden, um festzustellen, ob ein Stäubchen aus dem gleichen Stoff wie eine überkaltete Schmelze besteht, wobei "ungefähr die Grenze der empfindlichsten spektralanalytischen Reaktionen" (S. 329) erreicht wurde. Es wurde etwa festgestellt, daß sich Meta-Chlornitrobenzol bis auf Zimmertemperatur leicht überkalten ließ, ohne zu erstarren, und dann "augenblicklich" erstarrte "bei Berührung mit einem Glasfaden, der noch so leise an einem Krystall von festem m-Bromnitrobenzol gestrichen worden ist" (S. 330). Die isomeren p-Chlornitrobenzol und p-Bromnitrobenzol blieben auch in größeren Stücken "ohne jede Wirkung", was also eine analytische Unterscheidung der Substanzen ermöglichte.

## Absorption - Wasserstoff-Aufnahme durch Palladium

Zur **Absorption** fand der viel mit Gasen probierende GRAHAM um 1866 daß Palladium unter bestimmten Bedingungen, zwischen 100°C und 400°C, das Viel-Hunderte-fache, wie man nun weiß, das 935-fache seines eigenen Volumens an Wasserstoff absorbieren kann, und zwar aus einem Gasgemisch auch nur Wasserstoff entnimmt, der rein auch wieder ausgetrieben werden konnte (R. HAMERLA 2003,

H. KOHLMANN 2016). Der elektrische Widerstand steigt linear mit zunehmendem Wasserstoff-Gehalt. Seinerzeit wurde das als Legierung zwischen Palladium und Wasserstoff gedeutet, als Palladiumhydrid, feste Lösung eine Metalls mit einem Nichtmetall, aber auch der Wasserstoff gesehen als Dampf eines sehr flüchtigen Metalls. Diese Wasserstoff-Aufnahme durch Palladium bewegte manche Chemiker, Mit der Röntgenstrukturanalye ab 1915 wurde das fast völlige Weiterbestehen der 'kubisch-dichtesten' Kristallstruktur des Palladium auch nach der Wasserstoff-Aufnahme festgestellt. Mit Neutronen ließen sich die Wasserstoff-Atome im Palladiumhydrid lokalisieren, wurde das "Strukturmodell für festes Palladiumhydrid", die Natur einer festen Lösung erhärtet (H. KOHLMANN 2016, S. 1286).

Für das 19. Jh. war mit der überraschenden Feststellung der Wasserstoff-Aufnahme in Palladium ein Beispiel für **eine unerwartete Entdeckung** gegeben, ein **aus der Reihe fallendes Phänomen**, das für immer erneutes Probieren anregen mußte. Warum das bei Palladium? und mit Wasserstoff?

Die gewaltigste Wasserstoff-Bindung fand sich spater beim **Iridium-Hydrid**.

## Umstrittene Valenz-Lehre

Hinter den großen Einzelleistungen in der Erzeugung von Substanzen gerieten, wie die Literatur der Zeit aufweist, die **Grundfragen** manchmal fast in den Hintergrund, aber wurden auch immer wieder hochgebracht. Die Frage nach dem Wesen der **Atome**, die Frage nach dem **Wesen der Affinität und der Wertigkeit**, also der Valenz, gehörten dazu.

KEKULÉ hatte jedem Element im wesentlichen nur eine Wertigkeit zugesprochen und diese als jedenfalls für die Mehrzahl der Fälle als konstant erhofft, als konstante Valenz. Was für die organischen Verbindungen meistens zu gelten schien, suchte man auf die anorganischen Verbindungen zu übertragen. Wenigstens sollten die Elemente eine Hauptwertigkeit aufweisen. Aber es kamen zunehmend auch Einwände. Den Phosphor nahm KEKULÉ als 3-wertig an, aber offensichtlich war er auch 5-wertig (A. MICHAELIS 1872).

Man kann sagen, daß ein aufsehenerregender Teil der Überlegungen führender Chemiker wenn nicht der völligen Überwindung, so doch der **Verbesserung**, in vielen Punkten, der Variation der **KEKUÉschen Valenzlehre**, den Grenzen ihrer Formeln galt.

Manche ältere Chemiker waren den neuen Vorstellungen im Gefolge von KEKULÉ ohnehin nicht gefolgt. Von dem großen WÖHLER in Göttingen wird um 1860 berichtet, daß er Wasser noch immer HO schrieb, die Begriffe Atom und Molekül

nicht erörterte und die Wertigkeitslehre ablehnte (W. HÜCKEL 1961, S. XIII). Der kritische KOLBE (1873) kam zur Abwertung der Wertigkeitslehre, der er vorwarf, zu einem chemischen Dogma zu werden. Und es stellte sich immer mehr heraus, daß in anorganischen Verbindungen die Elemente recht verschiedene Wertigkeiten zeigen. Auch ERLENMEYER und BUTLEROW dachten darüber nach, daß die **Wertigkeiten** der Elemente **variabel** sind.

Für ARRHENIUS war 1906 (S. 64) klar, daß die KEKULÉsche Vorstellung von möglichst nur einer Wertigkeit für jedes Element "unhaltbar ist", es aber auch lehrreich ist zu sehen, "wie lange sie mit Hilfe spezieller Hypothesen, die man leider nicht zu prüfen versuchte, aufrecht erhalten und als Erfahrungstatsache ausgegeben wurde." "Wenn man den Elementen eine sehr große Zahl von Valenzen erteilen würde", schrieb ARRHENIUS weiter (S. 76), könnte man zwar die verschiedensten Atomkombinationen damit scheinbar erklären, aber der "Nutzen der Valenzlehre" ginge verloren. Immerhin war eine für die Elemente auffällig Valenz diejenige, die der Zahl der Elementengruppe im Periodensystem entsprach. Eine Herausforderung blieben etwa das Ammoniak und die Ammonium-Verbindungen, denn im Ammoniak NH3 erschien der Stickstoff 3-wertig, etwa im Ammoniumchlorid NH4Cl 5-wertig, wenn das Cl-Atom als gleichwertig wie das H an den Stickstoff gebunden angesehen wurde. Eine ungleiche Bindung der H-Atome an den Stickstoff war andererseits nicht festzustellen. Die Elektronentheorie der chemischen Bindung gab dann neue eine neue Lösung.

In den USA hatte F. P. VENABLE 1899 darüber spekuliert, ob angesichts der unterschiedlichen Valenzen die Atome wirklich als unveränderlich anzunehmen sind, was die Atomlehre, jedenfalls in bisheriger Form, in Frage stellte. Vielleicht, überlegte VENABLE, der in Chemie sicherlich keinen großen Einfluß hatte, daß die Atome Bewegung besitzen und damit hängt zusammen, daß sie Moleküle mit verschiedener Wertigkeit bilden.

## Beziehungen zwischen Eigenschaften von Verbindungen und deren Konstitution auch bei anorganischen Verbindungen gesucht

In dem Bestreben, die spezifischen Eigenschaften von Verbindungen auf den Bau der Moleküle **zurückzuführen**, hat LE CHATELIER (1891) zu klären gesucht, was bei **Legierungen** von 2 oder mehr verschiedenen Metallen im einzelnen mit den Atomen geschieht, ob nur mechanische Wirkung aufeinander, Lösung oder eine Art chemische Verbindung, und das mußte bei den verschiedenen Legierungn nicht gleichartig sein.

Grundlegende neue Erkenntnisse über Atombau und chemische Bindung brachte nach 1913 das Atommodell mit den Elektronenbahnen.

Der Lernende mußte immer wieder umlernen. Das so einfach wirkende Kochsalz NaCl war eben in wäßriger Lösung Na+ + Cl-, und im Kristall sollte es keine einzelnen Moleküle geben. Wenigstens für Anfänger gab es in diesen Dingen auch ein chemie-didaktisches Problem, und der Chemielehrende muß das ausreichend berücksichtigen.

Es gab dann, im 20. Jh. verstärkt, immer wieder Versuche, neue Erkenntnisse, so die elektrische Polarität von Molekülen, die Elektronen-Übergänge und anderes auch in die Formelbilder einzubringen. Viele der Versuche wirkten aber zu kompliziert, zu unübersichtlich, weshalb die alten, fast noch die KEKULE´schen Formelbilder bei vielen Chemikern nicht verschwunden sind.

## Probleme mit der Bindungslehre, Nebenvalenzen und Verbindungen zwischen Molekülen

Ab dem Ende des 19. Jh. wurde diskutiert über Nebenvalenzen, Polymerisation und Assoziation, die ein neues erweiteres Bild von den Möglichkeiten chemischer Verbindung lieferten (P. WALDEN 1906 u. a.). Das kam besonders, als ALFRED WERNER, wie unter dargelegt, neue Vorstellungen von den anorganischen Verbindungen aufwarf. HANTZSCH wandte sie auch auf organische Verbindungen an.

Namentlich für viele anorganische Verbindungen erschienen die Wertigkeiten der Atome vielfach weniger fest als für organische Verbindungen und organische Gruppen. Aber überhaupt gab es Vorstellungen über die Verknüpfungen über die Atome und Moleküle, die über die KEKULÉschen Vorstellungen hinausgingen. VICTOR MEYER (H. BILTZ 1898) entwickelte die Bestimmung der Gasdichte auch bei hohen Temperaturen, schätzungsweise womöglich 3000°C weiter und erkannte, in seinen Untersuchungen etwa, daß, wie es auch nach AVAGADRO für gasformige Elemente angenommen wurde, die Mehrzahl der Nichtmetalle aus bis zu höchsten Hitzegraden beständigen doppelatomigen Molekülen aufgebaut sind, daß ein Metall wie Zink (Zn) aber 1-atomig ist, daß die Moleküle der Halogene bei niederen und mittleren Temperaturen sich aus 2 Atomen zusammensetzen und bei höherer Temperatur zerfallen. Letzteres konnte bei Jod bis zur völligen Spaltung durchgeführt werden.

Nicht nur in Lösungen, sondern in allen Aggregatzuständen, bei Gasen wenigstens unter höherem Druck, wurde, ermittelt etwa aus den Siedepunkten, "**Polymerie**",

**Assoziation**, Zusammentreten von Molekülen zu höheren Verbänden, für die verschiedensten Substanzen festgestellt (P. WALDEN 1906), so bei Schwefel als S8, für Phosphor als P4, es wurden ermittelt polymere gasförmige Moleküle für As4O6, (SO3)2 und für die Metallchloride wie (FeCl3)2, (AlCl3)2. Im flüssigen Zustand wurden als stark polymerisiert festgestellt, Schwefelsäure, als (H2SO4)32, Brom, Alkohole, Ketone, Nitrokörper u. a. Bei Formaldehyd fiel die Verharzung auf. Der Gedanke von Polymerie ging also der Vorstellung der "Makromoleküle" beträchtlich voraus. Die Idee von den Molekülen, die kleinste Bestandteile aus nur den in der Summenformel gegebenen Atomen sind, erwies sich also wenigstens für viele Fälle als Ideal-Vorstellung. Viele Substanzen aber erwiesen sich als in der Tat monomolekular.

Zusammentreten nicht nur lose, sondern durch "Restvalenzen", konnten aber auch veschiedenartige Moleküle. Etwa so sollte man Kristallwasser etwa in Verknüpfung mit Gips, CaSO4, sehen. Solche **Assoziationen oder Polymerisationen** konnten auch wieder in ihre einfachen Moleküle zerfallen. Das galt etwa eben für die Hydrate oder die NH4 im ansonsten vollständigen Molekül enthielten. Diese Verbindungen konnten wie Gips, CaSO4, ihr Kristallwasser auch relativ leicht abgeben und Gips zerfiel in die beiden Moleküle Anhydrit, also Gips minus Wasser, eben CaSO4, und das abgegebene H2O. CaSO4 wie H2O erschienen als abgesättigte Moleküle, die sich verknüpft hatten, zunächst, bis zur Klärung durch WERNER, auf noch unbekannte Art. Auf jedenfall konnten sich verschiedenartige Moleküle miteinander verknüpfen.

ANSCHÜTZ suchte 1889 etwa in der 'Raoult'schen Methode' der Molekulargewichtsbestimmung ein Kriterium zu finden, die von ihm 'Atombindung' genannte Aneinanderlagerung mehrer gleichartiger Moleküle im Sinne von KEKULÉs Valenztheorie von der anders zusammenstandekämenden 'Molecularverbindung' anderer Moleküle zu unterscheiden. ABEGG sprach etwa 1904 von **Molekularverbindungen**–Verbindungen zwischen vollständigen Molekülen. Auch in Lösungen zwischen gelöstem Stoff und Lösungsmittel entstehende lose Verbindungen wurden hierher gerechnet. In dieser Zeit brachte, s. unten, auch schon ALFRED WERNER neue Gedanken hierzu.

Das und anderes führte zu bemerkenswerten **Erweiterungen der Vorstellungen von chemischer Konstitution**.

## Verbreitung der Elemente und Substanzen im Raum und auch der Zeit

## Mineralienbestand und Elementen-Verbreitung auf der Erde: Geochemie

Nach dem Bürgerkrieg in den USA und der weiteren Ausbreitung nach Westen, mit dem Eisenbahnbau, mit der Industrialisierung, wuchs das Interesse am Bekanntwerden zu erwartender Vorräte an Bodenschätzen. Am 3. März **1879** wurde durch einen "Act of Congress" für den 1. Juli der '**U.S. Geological Survey**' als zusammenfassende Einrichtung für entsprechende Erkundungen gegründet. In diesen U.S. Geological Survey wurde 1883 als Chief Chemist der schon berühmte Chemiker FRANK WIGGLESWORTH CLARKE (CH. E. MUNROE 1935) berufen. CLARKE war schon bekannt als Silikatforscher und auch durch seinen Einstieg in die Atomgewichts-Ermittlung. Die oberen Schichten der Erdkruste, ihre Ablagerungen, waren weniger ein Ergebnis chemischer Vorgänge, aber die Sonderung der Elemente in der Frühgeschichte der einst heißen Erde bis hinab in den Erdkern und auch der Vulkanismus waren von der Chemie her zu erklären. 1889 und erneut 1891 erschien CLARKEs erste geochemische Veröffentllichung "The relative abundance of the chemical elements", der unter etlichen anderem "The data of geochemistry" 1908 folgte. In modernen Chemie-Lehrbüchern wird nun angegeben, in welcher **Häufigkeit jedes Element in der Erdkruste** auftritt.

**Die so unterschiedliche Häufigkeit der einzelnen Elemente, ihre so unterschiedliche Konzentration in bestimmten Lagerstätten wurden eine große Herausforderung** für die Erforschung der chemischen Elemente überhaupt.

## Chemie mit Blicken in den Kosmos

1873 hat F. W. CLARKE (CH. E, MUNROE 1935) in einer eher populärwissenschaftlichen Zeitschrift, der "Popular Science Monthly", in den **Spektren von Himmelsobjekten**, von Nebeln über feurige und festere Sonnen bis zum starren Erdmond, eine **zunehmende Komplexität der chemischen Zusammensetzun**g abgelesen. In den Nebeln bestimmte hauptsächlich Stickstoff und Wasserstoff bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck die chemische Zusammensetzung. Auf den heißeren Sternen, den Sonnen, erscheinen auch Metalle. "Flecken", Spots, wie auf der Sonne sind wahrscheinlich Zentren chemischer Aktivität, werden häufiger, der Stern tritt in sein drittes Stadium. Nur noch einige vulkanische Aktivität steht vor dem Erlöschen

Gerade im Zusammenhang über Chemie im Kosmos wurde auch gedacht an eine **mögliche Zusammensetzung der Atome aus kleineren Partikeln und damit Möglichkeit** einer allmählichen Bildung, **einer "Evolution der Elemente" resp. ihrer Atome** aus den kleineren Bestandteilen. NORMAN LOCKYER (A. F. 1923) (etwa in N. LOCKYER 1900, H. KRAGH 2000) nannte das "**Inorganic Evolution**". Die organische Evolution, die der Lebewesen, mochte dann nur ein Appendix der "Inorganic Evolution" sein (1900, S. 168). Über Zersetzung der Elemente spekulierte LOCKYER an Hand der Spektren von Himmelskörpern. Das nur von der Sonne bekannte Helium hatte eine so einfache Spektrallinie, daß es eventuell die Urmaterie sein sollte, vielleicht von der Hälfte des Atomgewichts von Wasserstoff. Im ganz heißen Zustand gäbe es einen Ultragas-Zustand, bei dem chemische Atome nicht existieren können und sich im Weltall die Elemente aus einfacheren Teilchen bildeten. Die innere Zusammensetzung der Atome und Moleküle brächte die Unterschiedlichkeit der Spektrallinien zustande.

Das Problem einer **Urmaterie** behandelte in einer aufmerksam verfolgten Sitzung dann CROOKES als President der Sektion der Chemical Science auf der 56. Versammlung der britischen Naturforscher, die 1886 in Birmingham stattfand. Die Ausführungen erschienen 1888 auch in Deutsch. Es war weiterhin vor allem das Periodensystem der Elemente, mit seinen Zusammenhängen und Unterschieden zwischen den Elementen, die CROOKES bewegten. Es sprächen zwar die Atomgewichte vieler Elemente gegen die PROUTsche Hypothese vom Aufbau der Atome aus Wasserstoff-Atomen, aber andererseits lägen auch zu viele Atomgewichte einem ganzzahligen Wert oder der Hälfte eines solchen zu nahe, als daß es nur Zufall sein könnte. Auch das gemeinsame Vorkommen mancher verwandter Elemente könne nicht nur Zufall sein. Den hypothetischen einfachsten Materiebaustein nennt CROOKES "**Protyl**" ("protyle"). Aus diesen einfachsten Teilchen hätten sich möglicherweise die Elemente in einer Art Evolution, in einer Art 'Polymerisation', wie man formulierte, zusammengefügt. Möglicherweise hätten dabei auch noch andere als die nun existierenden Atomen entstehen können. Unter den Atomarten aber hätte vielleicht so etwas wie eine Auslese stattgefunden, überlebten nur die stabilsten. Allerdings, mußte CROOKES erörtern, gibt es weder ausgestorbene und fossile Elemente und auch bei den vorhandenen Elementen keine Modifikationen. Aber vielleicht würden sich die nahestehenden verwandten Elemente, etwa die der Eisen- und die der Platin-Gruppe sowie die der Seltenen Erden, noch zu je einem einzigen Element zusammenfügen. Vielleicht könne Denken über Evolution die Chemie einmal so verändern wie die Evolutionstheorie die Biologie veränderte. In Dänemark verkündete ähnliche Vorstellungen 1865 und vor allem 1887 JULIUS THOMSEN (H. KRAGH 1982), ab 1866 Professor der Chemie an der Universität Kopenhagen. CLEMENS WINKLER meinte 1890 (S. 147), daß für die Energie, die "Kraft", eine vereinheitlichende Betrachtung erreicht sei, aber: "Eines gleichen

Gottesgeschenkes weitgehender Erkenntnis harrt zur Zeit der Chemiker noch, insoweit es sich für ihn darum handelt, die Natur des Stoffes ihrem innersten Wesen nach zu ergründen." So merkwürdig diese Überlegungen wirken, so haben sie wohl die Akzeptierung der neuen Vorstellungen über die Elemente und Atome nach 1900 vorbereitet.

MENDELEJEW blieb Gegner der Vorstellungen über eine Urmaterie und die Evolution der Atome. Nichts spräche für die Möglichkeit der Transformation eines Elementes in ein anderes und die Annahme einer Polymerisation eines einfachen Bestandteile, etwa "Protyl", würde das Verständnis von den Substanzen und Phänomenen in der Natur weder erleichtern noch vereinfachen. Warum, fragte MENDELEJEW auch, sollte ein Aufbau der Atome in diskreten Schritten vor sich gehen und sollte nicht eine undefinierbare Zahl von Zwischenmassen vorliegen können. Es sei schwierig zu verstehen, warum eine einfache Zunahme von irgendetwas ein Element, so vielleicht von Sauerstoff in Fluor, verwandeln könne (frei übersetzt aus dem Englischen, aus W. A. TILDEN 1909, S. 2097 ff).

## "Evolution" - ein Begriff aus der Biologie in die anorganische Welt und auch die Chemie?

Der Begriff "Evolution" stammt aus der Biologie und seine Verwendung wandelte sich auch hier grundlegend. "Evolution" war einmal die "Auswicklung" der einst als eingeschachtelt gedachten Embryonen in der Präformationstheorie. Für die Abstammung der Organismen im Sinne DARWINs sagte man im 19. Jh. "Deszendenz". auch 'Transmutation'. Erst im 20. Jh. und das auch nicht sofort wurde die DARWINsche Theorie bevorzugt "Evolutionstheorie" genannt und der Terminus "Evolution" setzte sich allgemein durch. Die nun in den Blick genommene Entstehung der Elemente oder anderer chemischer Substanzen auseinander kann als 'Evolution' sinnvoll nur bezeichnet werden mit Beschränkung auf Entwicklung. **Die inneren Vorgänge der Evolution sind bei Organismen und chemischen Elementen nicht vergleichbar**. Die Organismen-Evolution beruht nach heutiger Kenntnis auf der Umbildung in der Erbsubstanz und der Kokurrenz der dadurch entstehenden Lebewesen. Bei der Entstehung neuer Elemente aus vorhandenen gibt es keinen "Kampf ums Dasein". Die 'inneren' Eigenschaften der Elemente entscheiden über ihre Stabilität, auch über die Häufigkeit ihres Vorkommens auf der Erde, oben oder in der Tiefe, und auch im Weltall. Auch die Sternen-Enwicklung und Abfolge der Sedimente in der Erdgeschichte ist nicht "Kampf ums Dasein".

## Mögliche Chemie auf anderen Himmelskörpern im Weltall

Die Analyse der Stern-Spektren hatte schon gezeigt, daß dort jedenfalls nach vielen der gefundenen Linien die gleichen Elemente und Substanzen wie auf der Erde vorkommen. Sie müßten aber wenigstens teilweise in einem anderen Zustand vorliegen, was später als "Plasma" deutlich wurde, Und wie stand es mit Verbindungen?

Etwa der Chemiker CLEMENS WINKLER (1891, 1897) richtete den Blick namentlich auch auf **Verbindungen**, die auf **anderen Himmelskörpern** unter **anderen Bedingungen** vorkommen und die auf der Erdoberfläche viel seltener zu finden sind, vielleicht auch nur im Laboratorium hergestellt werden konnten. Der Blick von der Erde mit ihren oft engen Laboratorien und engen Versuchsgefäßen in die Weite, unter Fremdes! Daß sich 4-wertige Elemente in hoher Temperatur mit Wasserstoff vereinigen öffnete ihm Spekulationen über dortige Wasserstoff-Verbindungen von Silicium, Calcium usw., also daß sich auf anderen Himmelskörpern mit höherer Temperatur ein "Chemismus ... ganz anderer Art" abspielt, anders als "auf der im Zustande weit vorgeschrittenen Abkühlung befindlichen Erde beobachtet" (1891, S. 898). Die "Chemie" in der Natur auf der Erdobrfläche war also nur eine der möglichen 'Chemien', ein Ausschnitt aus den möglichen chemischen Vorgängen. Schon im Erdinneren sah es ganz anders aus. Und im Meer gibt es eine andere Chemie als auf dem Festland, und auch hier sind die Temperaturverhältnisse unterschiedlich. Um etwas über den Chemismus wenigstens in oberen Bereichen des Erdinneren zu erfahren wurde auch den Auswürfe aus Vulkanen und vor allem frischen Gasaushauchungen nachgegangen. In der vom Vulkan Krakatau ausgeworfenen und weit verbreiteten Asche wurde sogar auf neue Elemente gehofft. Material aus dem Weltall waren nicht nur Meteorite, sondern auch auf den Schneefeldern der Polarzone liegender Staub, Kryokonit, den E. NORDENSKIÖLD einsammelte.

Mit der Veränderung der Bedingungen auf den Himmelskörpern gab es eine Entwicklung, irreversibel, begleitet von immer einmal anderen Substanzen. Noch gab es nicht den Terminus "chemische Evolution", aber eben wohl Ansätze in der Sache. Die Erde galt WINKLER als schon weit fortgeschrittener, ja als alternder Himmelskörper, so wie er auch die industrielle Zukunft in Mitteleuropa wegen der abnehmenden Bodenschätze düster sah. "Chemietod" statt nur "Wärmetod". Als chemisch völlig ruhig erschien ihm der Mond. WINKLER war also einer jener um 1900 wirkenden Chemiker, wie auch ARRHENIUS, "dessen Denken und Empfinden über den Interessenkreis des Menschendaseins hinausreicht", und der sich "von andächtigem Schauer erfasst" fühlt, "wenn ein Meteorit" – Bote der 'Chemie' anderswo – "in seiner Hand ruht" (1897, S. 6),

In vielem erst im späten 19. Jh. und dann im 20. Jh. wurde bewußt, in welchem Ausmaß **die Existenz von Leben**, niederem und dann höherem, auf der **Erde chemische Zustände** geschaffen hatte, die es auf anderen Himmelskörpern, auf keinem Mond, keinen Planetoiden, Kometen und **anderswo nicht** gibt und es über Anfänge organischer Verbindungen nicht hinausgekommen war. Die Stoffkriesläufe (s. u.) auf der Erde - alle entscheidend von Lebewesen geprägt.

## Diskussionen über die Elemente und das Elementare. - Die Atome der Chemiker

Die relativ große Zahl der chemischen Elemente ließ immer wieder fragen, ob nicht noch einfachere Bestandteile als die scheinbar wesensverschiedenen Atome existieren oder es nicht möglich sein müßte, die Materie auf nur einen Grundbestandteil oder wenigstens auf ganz wenige Grundbestandteile zurückzuführen, wie es die alten griechischen Denker angenommen hatten. PROUT (W. H. BROCK 19) hatte ja angenommen, daß alle Atomgewichte ein Vielfaches vom Atomgewicht des Wasserstoffs sind und aus der Vereinigung einer unterschiedlichen Zahl solcher Wasserstoff-Atome hervorgingen. Das Wasserstoff-Atom wäre dann der einzige notwendige Baustein der Materie, deren "**Einheit**" somit offensichtlich wäre. Aber das Atomgewicht vieler Elemente erwies sich **nicht** als ein Vielfaches vom Atomgewicht des Wasserstoffs, wie die zur Prüfung von PROUTs Hypothese namentlich durch STAS (A. W. v. HOFMANN 1892) und den Genfer Chemiker JEAN-CHARLES GALISSARD DE MARIGNAC (E. ADOR 1894) durchgeführte genaueren Bestimmungen der Atomgewichte von wichtigen Elemente ergaben. Hatten die Physiker ihre Umwandlung der "Kräfte" ineinander und damit die Einheit der Kräfte, so schienen die Chemiker bei ihren getrennten Elementen bleiben zu müssen. Die chemischen Elemente erschienen anders als etwa die seinerzeit gleitend wirkenden Energietransformationen als **diskrete** Entitäten, die bis in das 20. Jh. nicht ineinander verwandelbar erschienen. Es wurde sogar einmal statt von einem "Universum" von einem "Multiversum" gesprochen (L. E. STRONG 1971). Etwa CHARLES DAUBENY führte 1857 (S. Iii) aus, daß es bei organischen Verbindungen recht fest zusammenhaltende Atomgruppen, die Radikale, gibt, die aber mit etlicher Mühe doch aufgespalten werden konnten und solche Aufspaltung, wie mühvoll immer, sollte vielleicht für andere als unzersetzbar geltende Atome möglich sein. DAUBENY schrieb (1857, ) von der "idea, that many of the so-called elements of inorganic matter may likewise be compounds, differing from the organic radicals above mentioned merely in their constituents being together by a closer affinity".

Wenn jedoch schon offensichtlich nicht die Wasserstoff-Atome die erwünschte nie-

derste Einheit sein konnten, so vielleicht Teilchen, die Bruchteile des Wasserstoff-Atoms sind. Überlegt hat das schon DUMAS, später etwa LOTHAR MEYER. Nach MEYER sollte gerade das Periodensystem auf dem noch unbekannten Aufbau der Atome aus tieferen Elementareinheiten, auf eine "Urmaterie" verweisen. Der französische Erkenntnistheoretiker EMILE MEYERSON hielt es, wie F. PANETH (1930, S. 969) schreibt, für absurd, daß jemand nach Zahlenbeziehungen zwischen den chemischen Elementen suchen könne, ohne vorher von der Existenz einer Urmaterie überzeugt zu sein und es wurde gemeint: "Wir sehen hier an einem besonders klaren Fall, daß die Entwicklung der Gedanken in den Köpfen der einzelnen Forscher nicht nach einfachen logischen, sondern nach sehr verworrenen psychologischen Gesetzen erfolgt". Und demgemäß wurde die **Aufspaltung** der Elemente mit bisher ungewöhnlichen Mitteln von manchem versucht. Als Philosoph erörterte das Problem kleinerer Elementarteilchen HERBERT SPENCER.

Aus dem Verhalten der Atome in Verbindungen, gerade auch in den stereochemischen Substanzen, schlossen Chemiker auch **auf die Gestalt der Atome selbst** und die der Moleküle. Von neuen Befunden wurden immer wieder einmal neue Einsichten erhofft. Allerdings war das schließliche Resultat: Die Atomphysik des 20. Jh. ließ die Hypothesen der Chemiker über die Atome zu historischer Makulatur werden - Zeugnisse vom Bemühen menschlichen Geistes und auch von Scharfsinn und doch nicht endgültig. Was konnten denn die Atome der Chemiker sein, wie konnten sie dimensioniert sein und dennoch unteilbar? VAN'T HOFF schrieb im Januar 1893 an ARRHENIUS (zitiert bei P. WALDEN 1932, S. 125): "Die Vorstellung selbst, Atom, Molekül und deren Dimensionen, vielleicht Form, haben doch im Grunde etwas Mißliches, sowie Tetraeder mitsamt; aber solange etwas Gutes daraus zu haben ist, tröstet man sich und glaubt, es wird auch wohl etwas Gutes darin sein ..." Hatte VAN'T HOFF die Ablenkung des polarisierten Lichtes auf die Atomgestalt zurückgeführt, fand P. WALDEN 1896 eine "Umkehr" der Drehrichtung, die nach der Realität des Tetraeder-Bildes fragen ließ VAN'T HOFF konnte nur zu WALDEN sagen: "Schlagen Sie was Neues vor!"

In der Erklärung der Eigenschaften der Elemente und damit des Universums erschien vieles rätselhaft, um 1895 auf jeden Fall. RAYLEIGH und RAMSAY meinten 1895 (S. 368): "Was das physikalische Verhalten des Argons als das eines Gases anbetrifft, so wissen wir nicht, warum Kohle mit seinem niedrigen Atomgewicht ein fester Körper, während Stickstoff ein Gas ist, wenn wir dies nicht der molekularen Komplexität der ersteren und der verhältnissmässigen molekularen Einfachheit des letzteren zuschreiben."

## Zweifel am Atom

Als eine Abkehr von den bisherigen Vorstellungen, die damit zum Scheinproblem werden mußten, verkündete 1895 der gern Bisheriges bezweifelnde, aber durchaus in der 'Atomgewichts'-Bestimmung so tätige WILHELM OSTWALD auf der Naturforscherversammlung in Lübeck, daß ihm die Existenz von Atomen, überhaupt von Materie, nicht gegeben erscheint und alles auf Energie zurückzuführen ist. Er sah in dieser mit viel Kopfschütteln aufgenommenen und nicht allzu klaren Rede die "Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus". Eines seiner sachlichen Argumente war, daß im Eisenoxid alle "sinnfälligen Eigenschaften des Eisens und des Sauerstoffs" verschwunden sind und dennoch angenommen wird, daß Eisen und Sauerstoff im Eisenoxid "nichtsdestoweniger vorhanden seien und nur eben andere Eigenschaften angenommen hätten" (S. 308). Wir wären an eine solche Auffassung so gewöhnt, "dass es uns schwer fällt, ihre Sonderbarkeit, ja Absurdität zu empfinden." Aber: "... die Behauptung, es sei ein bestimmter Stoff zwar noch vorhanden, hätte aber keine von seinen Eigenschaften mehr... von einem reinen Nonsens nicht sehr weit entfernt ist." Später bekehrte sich OSTWALD wieder zu Atom und Molekel. Die Erscheinung, daß zwei oder mehr Entitäten, seien es Atome, Mokeküle, biologische Einheiten, im Zusammenwirken eine neue Entität mit neuen Gesetzmäßigkeiten und Eigenschaften hervorbringen, vor diesem Zusammenwirken unbekannt im Universum, wurde im 20. Jh. als "**Emergenz**" bezeichnet.

Mit Zweifeln, letztlich gegenüber dem früheren 19. Jh. erneuten Zweifeln an der Existenz von Atomen stand OSTWALD nicht allein. Es war immerhin die Zeit des **Positivismus**, der alle nicht sicher begründeten Dinge aus der Wissenschaft verbannen wollte und bestrebt war, nur Fakten gelten zu lassen. Der so oft verteufelte Positivismus begünstigte die Zweifel, und mit vollem Recht, übrigens auch auf die ihn Religion, der ja OSTWALD so entschieden feindlich gegenüberstand. EDWARD DIVERS (W. J. DAVIS 2004), 1873 bis 1899 Englands Chemiker in Japan, erkannte ebenso die hohe Bedeutung der Atomtheorie für die Meisterung der Phänomene in der Chemie, aber eben doch, wie er vor der chemischen Sektion der britischen Naturforscherversammlung ausführte, ruhend auf einer "metaphysical basis ... the ancient hypothesis that bodies are not continuous in texture, but consist of discrete, ultra-minute particles whose properties, if known, would account for those of the bodies themselves" (zit. bei I. REMSEN 1903, S. 126). Es bestand der Wunsch, wenn für die Atomauffassung auf "a more solid foundation" gestellt werden könne (S. 127). Der Amerikaner REMSEN (1903, S. 132) bezweifelte zumindestens, daß wir über die Atome schon genügend wissen. Vielleicht bewegen sich die Atome in einer mysteriösen Weise und sind vielleicht alle Phänomene der Chemie auf solche Bewegung zurückzuführen. Und, fragte REM-

SEN auch (S. 130) wie stand es mit dem "Richtungswirken" der Atome, auf der VAN'T HOFFs Tetraedermodell des Kohlenstoffs beruhte?

Der Trend der Zeit um 1900: Ja, wenn wir mehr über die Eigenschaften der Atome wüßten, über das Zustandekommen der chemischen Bindung, dann würden wir viele chemische Phänomene besser verstehen! Den Fragenden wurde bald geholfen Neue Vorstellungen waren schon unterwegs. Wenn auch bei den Physikern.

Erneut suchte um 1900 HANS HEINRICH LANDOLT (R. PRIBRAM 1911) subatomare Teilchen zu erhalten, damals erfolglos.

## Immer bessere Bestimmung der Atomgewichte - auch ungeachtet OSTWALDs zeitweiligen Zweifeln an den Atomen

Atomgewichte waren versucht worden immer genauer zu bestimmen. Aber mit besseren Analysen wurde gerade ab der letzten Jahrzehnte des 19. Jh. nach immer genaueren Werten gestrebt, sammelte in den USA CLARKE (CH. E. MUNROE 1935) ab Herbst 1877 die Daten für die "**Recalculation of the Atomic Weight**s", und folgten bald in Deutschland LOTHAR MEYER und SEUBERT. Je genauer, auch noch weit hinter Kommastellen, desto mehr sollte möglichweise an Erkenntnissen über die Materie gewonnen werden. Denn, wie CLARKE schrieb (zit. CH. E. MUNROE 1935, S. 25) die Atome, "these aggregates of matter which possess definite and constant masses and from which all other matter in the universe is formed." Auf dem meeting in Pittsburgh 1892 wurde CLARKE ernannt für das Committee on Atomic Weights und ab dem meeting 1893 in Baltimore wurde jährlich Bwericht erstattet. 1897 ernannte die Deutsche Chemische Gesellschaft LANDOLT, OSTWALD, SEUBERT für ein Kommitee für Atomgewichte. 1898 schlug dieses ein internationale Vereinigung für die Atomgewichts-Bestimmung vor und wurden die Atomgewichte regelmäßig veröffentlicht. CLARKE schuf auch eine immer wieder erneuerte Wandkarte mit den immer erneuerten Bestimmungen für alle einschlägigen Institutionen.

## Gelten das 'Gesetz von der Erhaltung der Masse" und die Konstanz der Atome uneingeschränkt? - Untersuchungen der Chemiker

In der Zeit der Entdeckung der Radioaktivität, aber begonnen schon vorher 1893, hat LANDOLT (1908) unter Benutzung neuer Präzisionswaagen überprüft, ob bei

chemischen Umsetzung des Gewicht der Ausgangsstoffe (Edukte) wie der Endstoffe wirklich völlig gleich bleibt, oder vielleicht kleinste Gewichtsänderungen doch auftreten. Nachdem nach 1900, nach der Entdeckung der Radioaktivität 1896, gefunden wurde, das beim radioaktiven Zerfall kleinste Partikel aus dem Atom abgespalten werden, war das für normale chemische Reaktionen gemäß LANDOLT wenigstens überprüfungswürdig. Denn, nach LANDOLTs Überlegung, daß vielleicht "infolge der heftigen Erschütterung, welche die Atome bei den chemischen Reaktionen erleiden, vielleicht auch bei anderen Elementen als den radioaktiven eine Abspaltung kleiner Masseteilchen von noch unbekannter Natur stattfinden kann, und dass diese Emantionen das Vermögen besitzen, die Glaswände der Gefässe zu durchdringen" (S. 582).

LANDOLTs Ergebnis war: Es gibt keine Gewichtsänderung bei chemischen Reaktionen, "liegt gegenwärtig wohl kein Grund mehr vor, an der völligen Konstanz der Atomgewichte zu zweifeln" (S. 613). Eine Erschütterung der Chemie durch LANDOLT blieb aus. Mit der späteren Entdeckung der Isotope gab es aber hinsichtlich der Einzelatome doch neue Vorstellungen. Bei LANDOLTs chemischen Reaktionen reagierten eben nur Massen von Atomen und Gewichtsunterschiede bei Einzelatomen blieben unentdeckbar. Man mochte als Chemiker um 1900 gar den Sinn solch aufwendiger Überprüfungen scheinbar unerschütterlicher 'Gesetze' wie dem der Erhaltung der Masse in Frage stellen. LANDOLT glaubte sich gar regelrecht entschuldigen zu müssen: "Wenn auch Untersuchungen der vorliegenden Art viel Mühe erfordern und wenig lohnend erscheinen, so müssen sie doch als notwendig bezeichnet werden" (S. 613).

Mit neuen Methoden, aus der Physik, sah im 20. Jh. die Sache mit den 'Atomgewichten' dann doch sehr anders aus!

# Industrielle chemische und metallurgische Verfahren

## Entwicklung der chemischen Industrie, unter besonderer Berücksichtigun auch der deutschen Territorien

Neue chemische Verfahren, neue Produkte, waren Ergebnis von Entdeckungen im Laboratorien, oft systematischer Forschung. Erst die Industrie lieferte andererseits Substanzen wie Nitrobenzol oder Anilin in solcher Menge, daß die Forscher mit ausreichenden Mengen versorgt wurden, auch für theoretische Forschung. Erzeugt wurden 1.weiterzuverarbeitende Substanzen, Zwischenprodukte, 2. Endpro-

dukte wie Pharmaka, Düngemittel, Plasten, Kunstfasern u. a. (H. WITTCOFF et al. 1979). Stoffe aus der Natur (H. FISCHER 2012) und daher nachwachsend waren oft durchaus hochwertig. Hanf-Fasern lieferte sehr feste Seile (S. 202), Gummi-Arabicum war ein ausgezeichneter Klebstoff und ebenso das Dammar-Harz vom Dammerbaum/*Shorea wiesneri*. Aber manchmal waren sie teuer, ihre Verfügbarkeit nicht beliebig ausweitbar und die Chemie konnte oft ganz anders variieren.

**Die Stoffumsetzungen in der chemischen Industrie** wurden, im 20./21. Jh., auch **mit dem Stoffwechsel in der Natur verglichen** (H. FISCHER 2012, S. 33 u..a.). Die chemische Industrie benutzt Rohstoffe, die nicht Nahrung von Lebewesen sind und deshalb nicht dem im Stoffwechsel der Lebewesen in der Evolution herausgebildeten üblichem Abbau unterliegen, Viele in der chemischen Industrie entstehenden Produkte und Abfallprodukte sind für Organismen abbau-resistent. Wenigstens bis zum Ende des 20. Jh. nutzte die chemische Industrie wie andere Industrien mit Ausnahme der stromerzeugenden Wasserkraft zum größten Teil **nicht-regenierbare Energieträge**r. Mit der Nutzung der Solarenergie und mit dem Einsatz von Enzymen nicht nur für manche Nahrungs- und Genußmittel wie Wein und Essig hofft man, den sich im 20. Jh. abzeichnenden Problemen entgegenzutreten. Aber im **19. Jh.** sah man dem Aufstieg der chemischen Industrie **euphorisch** entgegen. Auch von zahlreichen Pflanzen werden verschiedene ihrer Inhaltsstoffe verwendet. aber die chemische und die metallurgische Industrie wie die Rohstoff-Ausbeutung waren auch so geartet, daß in manchen ihrer Verfahren wenigstens 2 nutzbare Substanzen erzeugt wurden, '**Koppelprodukte**', Das betraf etwa Thomas-Stahl und das Düngemittel Thomasmehl und bei etlichen Metallen (s. u.).

Chemische Produkte wurden zunächst vielfach in kleineren Unternehmen, auch in Apotheken und Drogerien erzeugt. Die 1806 über die von ihm beherrschten Länder durch NAPOLEON verhängte **Kontinentalsperre** trennte den europäischen Kontinent von der Einfuhr etwa von Rohrzucker aus der Karibik, auch von Chinarinde, Indigo und anderem. Die Suche nach Surrogaten, nach Ersatz, wurde akut und angeregt. **Stärkezucker**, wie ihn KIRCHHOF um 1812 in St. Petersburg gewonnen hatte und dafür von Zaren ausgezeichnet wurde, galt auch etwa im Großherzogtum Sachsen-Weimar als Lösung. Mehrfache Tagebuch-Eintragungen GOETHEs dazu sind überliefert (P. WALDEN 1930). "Zu Hause. Stärkezuckerfabrikation" wird etwa am 8. Juni 1812 notiert (zit. S. 848). Der namentlich auch durch GOETHE nach der Universität Jena als Professor berufene DÖBEREINER etwa hatte 1812 eine kleine Stärkezuckerfabrik in Tiefurt bei Weimar gegründet (R. ZAUNICK 1959).

Die Suche nach neuen Produkten und Verfahren wird gerade von DÖBEREINER



Abbildung 1504: DÖBEREINER. Jena.

in Zusammenarbeit auch mit GOETHE fortgesetzt, und mündet etwa in dem viel beachteten und gekauften Platinfeuerzeug, auch in Färbeversuchen. Ja selbst die Herstellung optischer Gläser in Jena wird in noch kleinem Mastab aufgenommen. Weimar – das war nicht nur die Klassikerstadt, wo Dichter in höheren Sphären schwebten – das war auch und gerade auch mit dem an der Wirtschaft des nunmehrigen Großherzogtums Sachsen-Weimar-Eisenach und an praktischer Wissenschaft hoch interessierten GOETHE ein Land, in dem wirtschaftlicher, ja ein gewisser gewerblich-industrieller und bergbaulicher Aufschwung erfolgreich angestrebt wurde.

"Chemische Großindustrie" war bis etwa 1860 nur die Herstellung der Mineralsäuren und Alkalien, also anorganischer Substanzen, wobei das LEBLANC-**Soda**-Verfahren eine führende Stellung innehatte (O. N. WITT 1907). Das Farbpigment **Ultramarin** wurde in Europa zuerst in Lyon bei JEAN BAPTISTE GUIMET und 1829 in Meißen (Elbe) durch FRIEDRICH AUGUST KÖTTIG hergestellt (K. SCHUMACHER 1985). FRIEDRICH WILHELM CURTIUS (TH. CURTIUS 1924) gründete 1824 eine Schwefelsäurefabrik in Duisburg und damit das erste Industriewerk in der bisher unbedeutenden Stadt Duisburg, was der Beginn der chemischen Großindustrie am Niederrhein war (K. FREUDENBERG 1963, A. MÜHL 1957). F. W. CURTIUS schuf 1838 mit seinem Schwiegersohn MATTHES und seinem früheren Lehrling KARL AUGUST WEBER die erste westdeutsche Sodafabrik "Matthes & Weber". Der Apotheker CARL LEVERKUS (K. SCHUMACHER 1985) produ-

zierte nach 1833 in Wermelskirchen chemische Produkte wie Soda, Glaubersalz, Borax, Zinnsalze, Bleisalze, Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure und erzeugte schließlich künstliches Ultramarin, was 1834 zur ersten Ultramarin-Fabrik in Preußen führte. In den Jahren 1860 bis 1863 / 1864 wurde eine neue Produktionsstätte in Leverkusen errichtet und ihr eine Alizarinfabrik angegliedert, die "Rheinische Ultramarin-und Alizarinfabrik von Dr. Carl Leverkus & Söhne". Als Apotheker begann auch CHRISTIAN **SCHERING** (J. F. HOLTZ 1890), der 1854 eine vom ihm "Grüne Apotheke" genannte Apotheke in Berlin übernahm, dort als erster in Deutschland die für die Fotografie notwendigen Chemikalien (alkalische Metalljodide, Silbersalze, Goldsalze, Pyrogallussäure) herstellte, um schließlich zu Arzneimitteln überzugehen. Im Krieg 1870 / 1871 lieferte er einen großen Teil der für die deutsche Armee erforderlichen Medikamente.

Im Jahre 1863 wurde die **Farbenfabrik MEISTER LUCIUS & Co.** , die späteren 'Farbwerke Hoechst vorm. MEISTER, LUCIUS & Co. gegründet, wo JOHANN ADOLF BRÜNING (D. v. BRÜNING 1955) wirkte.

Eines der größten Unternehmen wurden die **Farbenfabriken BAYER & Co.** in Elberfeld, die später unter die Leitung von CARL DUISBERG kamen. In Ludwigshafen entstand die Anilinfabrik, wo unter den Direktoren FRIEDRICH ENGELHORN und AUGUST CLEMM die Chemiker GRAEBE und CARO die LIEBERMANNsche Entdeckung der künstlichen Alizarin-Darstellung zur Fabrikreife ausarbeiteten (C. GLASER 1913).

Durch die Vereinigung mit Stuttgarter Firmen kam 1871 die AG '**BASF**', "**Badische Anilin- und Sodafabrik**", zustande. Unter den großen Industrieführern vereinten etliche den Industriemanager und den Chemiker in einer Person, so BRUNCK (C. GLASER 1913, K. SAFTIEN 1955), unter dessen Leitung die Indigo-Synthese und das Schwefelsäure-Kontaktverfahren bei der BASF verwirklicht wurden.

Die eine Zeit lang bei dem neu nach Berlin berufenen HOFMANN wirkenden jungen Chemiker CARL ALEXANDER MARTIUS (M. ENGEL 1990) und PAUL MENDELSSOHN-BARTHOLDY (M. ENGEL 1994) gründeten 1867 in Rummelsburg bei Berlin eine chemische Fabrik, aus der die **AGFA** hervorging (R. WILLSTÄTTER 1931), 'Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation', Warenzeichen 'AGFA' ab 1898. PAUL MENDELSSOHN-BARTHOLDY war Sohn des berühmten Komponisten FELIX MENDELSSOHN-BARTHOLDY. Zuerst wurde in der Rummelsburger Fabrik der Gesellschaft für Anilinfabrikation aus dem bei der Teerdestillation gewonnenem Benzol Anilinehergestellt und an andere Firmen geliefert. Dann wurde eine Farbenfabrik zugekauft. PAUL MENDELSSOHN-BARTHOLDY starb 1880, 39-jährig, und war damit kaum älter geworden als sein Vater. In die Fabrik war eingetreten auch ein Schwager PAUL MENDELSSOHN-BARTHOLDYs, der umsichtige

wirkmächtige FRANZ OPPENHEIM (F. HABER 1930). Unter ihm wurde nach gescheiterten Versuchen am Rhein die Fabrik nach Mitteldeutschland verlegt, in den Raum Biterfeld, nach **Wolfen**, ein "Entschluß, der in der deutschen Industriegeschichte bleibende Wichtigkeit" erlangte (S.144). Eine neue Region chemischer Industrie war begründet. Hier floß zwar kein großer Strom und man war auf viel auf Grundwasser angewiesen, aber es gab nahebei den Rohstoff Braunkohle und Arbeitskräfte. Hier kam die die Fotografie hinzu, erstand die größte europäische Filmfabrik.

Ab 1860 erstand in Erkner bei Berlin durch JULIUS RÜTGERS ein Steinkohlen-Teer verarbeitendes Werk zur Erzeugung von Imprägniermaterial für Schwellen der

Schienenwege der Eisenbahn, das im Laufe der Zeit zu einem großen Unternehmen anwuchs, 1902 schließlich zur '**Rütgerswerke Aktiengesellschaft**'.

FRIEDRICH/FRITZ RASCHIG (A. ROSENHEIM 1929, A. SELLA 2008) war 1887 - 1891 bei der BASF in Ludwigshafen tätig und wurde dann einer der letzten deutschen Chemiker, denen "es noch vergönnt war", mit eigenen, zunächst geringen Mitteln 1890 /1891 in Ludwigshafen ein sich stark entwickelndes eigenes chemisches Unternehmen zu begründen, wo namentlich "Carbolsäure" und Kresol hergestellt etwa in der Hamburger Cholera-Epidemie viel gebraucht wurden. Die Destaillation in den Kolonnen für die Destillation wurde stark verbessert durch in ihnen befindliche "**Raschig-Ringe**", kurze durchbohrte Keramik- oder Metall-Zylinder, welche den Kontakt zwischen der Dampfphase und der flüssigen Phase erhöhte für Füllkörper blieb der Name dieses Industriellen erhalten.

Für die deutsche Industrie arbeiteten am Ende des 19. Jh. zwischen 1800 und 2000 hochqualifizierte Chemiker (F. LEPRIEUR 1984).

Im Jahre 1877 erstand in Deutschland ein eigener "Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands" (J. F. HOLTZ 1890). Gerade die Chemie-Industrie machte einen Teil der Weltgeltung der deutschen Wirtschaft aus.

Auch **England** hatte im 19. Jh. seine Chemie-Unternehmer, etliche vor der Entstehung der chemischen Großindustrie in Deutschland, so CHARLES TENNANT, JAMES MUSPRATT, ALEXANDER CHANCE, WALTER WELDON, WILLIAM PERKIN. Die chemische Industrie erfuhr starken Aufstieg durch die Werke von LUDWIG MOND (J. I. WATTS 1918), der, jüdischer Herkunft, 1839 in Kassel geboren wurde und nach England ging, wo er auch die Staatsbürgerschaft erhielt und, ab 1873, mit JOHN TOMLINSON BRUNNER (F. DICK 2004) jenes Unternehmen **Mond, Brunner & Co.** schuf, das 1926 in die ICI führte.

In den **USA** gründete ÉLEUTHÈRE IRÉNÉE **DU PONT**, Sohn des 1815 endgültig nach Amerika gegangenen französischen Ökonomen und politisch tätigen PIERRE SAMUEL DU PONT 1802 bei Wilmington, Delaware, eine Schießpulverfabrik. Kriege und Bürgerkriege brachten DU PONT voran. DU PONT stieg im 20. Jh. zu einem der größten Chemieunternehmen der Welt auf, trat hervor auch mit Kunstkautschuk, Kunstfasern und der Beteiligung an der Entwicklung der Kernwaffen.

Neuartige Verfahren wurden immer wieder eingeführt. Manches brachten **elektrochemische Verfahren** (s. a. S, ARRHENIUS 1922)..

**Angewandte Chemie** und **chemische Technologie** wurden auch als eigenes Fach gelehrt und in eigenen Lehrbüchern dargestellt, so in F. KNAPPs "Lehrbuch der chemischen Technologie" von 1847 (R. MEYER 1904) und in GEORG LUNGEs vielbändigem Handbuch. HANS BUNTE (E. TERRES 1950) an der Technischen Hochschule Karlsruhe verband seine chemisch-technologischen Vorlesungen mit der Behandlung der wirtschaftlichen Zusammenhänge.

Wie HEINRICH BRUNCK von der BASF einmal ausführte (1901) nahm die Industrie zunächst die "Gaben" der Chemiker aus dem Laboratorium, die als Ergebnis ihrer eher zweckfreien Forschung und im allgemein publiziert entstanden und nimmt sie auch noch. Aber in der Industrie wurden auch eigene Forschungslaboratorien eingerichtet und in diesen Chemiker eingesetzt. Die Industrie benötigt nicht nur irgendwelche Laboratoriums-Methoden, sondern **technisch ausführbare Verfahren**, die einen **nach oben begrenzten Herstellungspreis** etwa durch die einzusetzenden Rohstoffe nicht übersteigen.

## Rohstoff-Fragen, Rohstoff-Kriege

Chemie-Industrie wie Energie-Erzeugung benötigten Rohstoffe. Wurde auch die Steinkohle zunehmend zum wichtigsten **Chemie-Rohstoff**, behielten auch grüne Pflanzen und etwa deren Öle, Kohlenhydrate und Farbstoffe, Holz, Harze, Tierfett, Wachse wechselnde Bedeutung, zu denen schließlich Kautschuk hinzutrat (M.-D. WEITZ 2008). Aber die **Abkehr vom Holz** zugunsten von **Kohle**, zuerst Steinkohle und in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. zunehmend auch **Braunkohle**, und später die weite Nutzung von Erdöl, war eine maßgebliche Wandlung in den verschiedensten Industrien, die "Fuel revolution" (n. WHITE in W. H. MURDY 1975, S, 1170). Die "Holzchemie" kam jedenfalls in Deutschland bis auf etwa für die Zellulose-Herstellung zu einem Ende, und vom Holz zur Kohle wurde übergegangen im Hüttenwesen, besonders auch der Eisenmetallurgie, ebenso in der Glaserzeugung. Damit verbunden war die **Standortveränderung** solcher Industrien: Es

bedeutete Wegziehen von den Wäldern, weg von den nur Holz bietenden Regionen, und hin zu den Lagerstätten von Kohle. Braunkohle lagerte in Mitteldeutschland wie in der Niederlausitz, und dort entfaltete sich schließlich chemische Industrie wie vorher in Steinkohlenregionen im Westen. Vor allem im 20. Jh. kam auch die Nutzung von **Erdöl** und **Erdgas** nicht nur als Energieträger, sondern als Rohstoff der Produktion chemischer Produkte.

Rohstoffe mußten in der Zeit der nationalen Volkswirtschaften und des noch unterentwickelten Verkehrs möglichst im eigenen Land vorhanden sein, sonst importiert oder gar durch Aneignung fremden Territoriums verfügbar werden. Um Bergbaurechte hatte es wie um Handelsmonopole manchen Streit gegeben. Im 19. und 20. Jh., gab es Kriege um **Rohstoffe**, damit um Reichtum. Um Kalilager und die Eisenerze in Lothringen ging es unter anderem bei der Aneignung des Elsaß und großer Teile von Lothringen durch das **Deutsche Reich 1871**.

Ein schwerer echter Rohstoffkrieg, zwischen souveränden Staaten in diesem Ausmaß der erste, war der "**Salpeterkrieg**" oder "The War of Pacific" (L. BETHELL 1985), den im April 1879 **Chile** gegen die miteinander verbündeten Länder Bolivien und Peru herbeiführte. Jenseits der Nordgrenze Chiles, in der Atacama-Wüste, waren wertvolle Salpeter-Lager erschlossen worden. Bolivien, dem das Gebiet zukam, ließ zur Ausbeutung ein chilenisch-britisches Konsortium zu. Bolivien erhöhte 1878 entgegen bisherigem Vertrag die Ausfuhrtaxe. Die Armee des vorher in schwerer Rezession gewesenen Chile war 1881 tief im Inneren von Peru. Erst 1883 gab es einen Friedensvertrag mit Peru, 1884 und nochmals 1904 mit Bolivien. Letzteres Land verlor sein Küstengebiet und denkt an Revanche zur Wiedergewinnng wenigstens eines Meeresstreifens noch heute, was für den Handel Boliviens mit der übrigen Welt wohl berechtigt wäre.

## Wichtige chemisch-industrielle Erfindungen und Verfahren bis um 1900

Die chemische Technologie und Industrie (A. SCHMIDT und K. FISCHBECK 1943) wurde bestimmt durch 1. **neue Produkte**, 2. **neue Verfahren** für schon vorher erzeugte Produkte, 3. **neue Rohstoffe**, völlig neu Erdöl, Kalisalze, Kautschuk. Zahlreiche chemische "Erfindungen" veränderten und erleichterten den Alltag vieler.

Bei chemischen Verfahren fielen auch wenigstens zunächst nicht nutzbare **Abfallstoffe** an. Es gab gefährlichen 'Müll', auf Halde oder im Wasser. Möglichst alle bei einem chemisch-technischen Verfahren anfallenden Produkte zu nutzen war oft



Abbildung 1505: Öllampen.

das Gebot. Der schließlich nutzbare **Teer** oder das kaum verwertbare **Lignin** bei der Zellstoff-Gewinnung sind Beispiele,

## Beleuchtung mit den verschiedensten Substanzen

Aus den Rübsen/*Brassica rapa*, dem Raps/*Brassica napus* nah verwandt, stammte das **Rüböl** für in deutschen Dörfern viel verbreitete Öllampen. In Ölmühlen wurde das Öl aus den Samen ermahlen. Der Ölmüller KÜTZING, Vater eines späteren Botanikers (hrsg. 1960), in einem Dorf an der Unstrut, verkaufte Öl auch im Kleinen und dann konnte passieren, "wenn wir am Abend bei Tische saßen, kamen die Leute aus dem Dorfe, um sich Öl auf die Lampe oder zu ihrem Abendbrote zu kaufen. ..." (S. 24). In Frankreich häufig und dann auch in Deutschland angebaut wurde, so berichtet 1839 (S. 2) bei ALEXANDER VON LENGERKE der **Leindotter**, nun *Camelina sativa*, und das aus ihm "fabricirte Oel ist nicht nur zum Brennen eben so tauglich als das Rübsamen- und Rapsöl, sondern übertrifft auch diese beiden in Hinsicht der Fettigkeit und des Gescmacks, ...", was also seinen Anbau empfiehlt.

In armen Waldgegenden wurde mit **Kienspänen** ein flackerndes Licht erzeugt. Bei all diesen Beleuchtungskörpern verbrennt in Kleinstmaßstab Gas. Der in Heidelberg wirkende Mediziner ADOLF KUSSMAUL bereiste in der Mitte des 19. Jh als Arzt auch die Dörfer in nahegelegenen Gebirgen und erinnerte sich (1899, S. 456): "Die Dörfer des Hügellandes hatten nur ziegelgedeckte Häuser aus Stein oder Fachwerk mit lichten getünchten Stuben, worin das Talglicht und die Öllampe Eingang gefunden hatten; das Petroleum diente damals noch nicht zur Beleuchung. Das ruhige Licht gestattete den Familien an den Winterabenden höhere geistige



Abbildung 1506: Kienspan-Beleuchtung.

Unterhaltung durch das Lesen von Druckschriften. Anders in den Bergen. Hier herrschte noch das flackernde Licht der billigen, stark rußenden Lichtspäne, die der Wäldler selbst aus dem Holze seiner Fichten und Tannen an der Schnitzbakn shcnitzte. Vom Ruß geschwärzt, glänzten die Wände der Stuben in den geschindelten, strohbedeckten Hütten. Das unruhige Licht langte nicht zum Lesen, Brach der frühe Abend herein, so sammelte sich die Familie in der dunklen Stube, und bald flammte der entzündete Holzspan. Der Bauer streckte sich gähnend auf die warme Bank am riesigen Kachelofen, Frau und Tochter, beim Hofbauern auch die Magd, spannen den selbstgezogenen Hanf und Flachs, die Söhne unterhielten die Flamme der Späne, gingen ab und zu, besorgten den Stall und zogen aus zu Licht-oder Kiltgang." JEAN PAUL (in 1977, S. 153) schildert, wie man neue Kienspäne angezündet "von Zeit zu Zeit" in den Kienstock steckte - und das in einem dörflichen Pfarrerhaushalt am Fichtelgebirge.

Im normalen Wohnzimmer dienten für die Beleuchtung **Kerzen**. Wachs war teuer und der normale Haushalt mußte sich mit Öl-oder anderen Fettlampen begnügen Ein an ihnen verbesserbarer Anteil war der **Docht**, der zunächst immer wieder beschnitten werden mußte, mit der **Lichtputzschere**. GOETHE schrieb 1779 an CHARLOTTE VON STEIN: "wüsste nicht, was sie Besseres erfinden könnten, als dass die Kerzen ohne Putzen brennten. Neue Erfindungen verbesserten das Kerzenlicht (Mittelbayerische 16. 12. 2009, WALTER SCHMIDT). Die geflochtenen Kerzendochte, die 1829 JULES DE CAMBACE'RES ersann, ersetzten die Lichtputzschere, weil sich die abgebrannten Teile der Dochte zur Seite neigten. Stearin fand CHEVREUL aus verseiftem Schweinefett zu erzeugen.

Im Hörsaal in Heidelberg, für Mediziner, erlebte KUßMAUL (1899, S. 220): "Auf den Straßen lag Schnee und Eis, im Hörsaal strömte behagliche Wärme aus dem glühenden Ofen. Einige Talglichter verbreiteten ein Dämmerlicht in dem stillen

Raum ... " und der Professor "ließ nun" seinen Lehrstoff "in saftem Regen auf uns niederrieseln."

Die **Talgkerze, also aus Tierfett,** war weich und zerfloß, bedurfte fortlaufender Wartung, brannte mit trüber rußender Flamme. Die nach 1825 durch CHEVREUL und GAY-LUSSAC mit der Auffindung der Fettzerlegung produzierte "blendend weiße, geruchlose **Stearinsäurekerze**" (A. W. HOFMANN 1889) mit ihrer hellleuchtenden Flamme wurde eine der Wachskerze ebenbürtige, sich viel weiter verbreitetende Lichtquelle. "Stearin" enthält außer der Stearinsäure andere höhere Fettsäuren. Wichtiger Rohstoff für die Stearin-Gewinnung wurde das Öl aus den Früchten der **Ölpalme** West-Afrikas (J. HENDERSON 2000). Öl wurde dann überhaupt einer der wichtigen Beleuchtungsstoffe.

## Walöl, Walrat

Bis zum Aufkommen der Petroleumlampe nach 1859 war namentlich in den angelsächsischen Ländern der aus dem Speck der Wale (YouTube 2019, so Planet wissen, Ökosystem Erde) stammende **Tran**, das 'Walöl', für die Beleuchtung besonders geschätzt, das angenehm brannte, und endlich ein weit verfügbarer flüssiger Brennstoff zu sein schien. Ein Grönlandwal lieferte bis 12,000 l Tran, Es wurde verwendet auch für die Beleuchung ganzer Straßenzüge. In der Mitte des 19. Jh. befuhren über 700 Walschiffe namentlich von den USA aus die Weltmeere. Die Meere für Leuchtstoff-Gewinnung so wichtig wie später Erdöl, und Zehn-oder Hunderttausende rieisger Meerestiere mußten dafür getötet werden. Aus dem Kopf des Pottwals wurde ohne vorhergehendes Verkochen der hochwertige **Kerzenbrennstoff 'Walrat'** gewonnen. Der amerikanische Schriftsteller MELVILLE hat aus eigenem Erleben eine jahrelange Walfangreise in die Weiten der Ozeane beschrieben, denn die Reisen dauerten auch etliche Jahre. 1873 fuhr das erste **Dampfschiff** für den Walfang. Mit der **Sprengstoffharpune** wurden auch schnelle Walarten erlegt. Zeitweise wurde bis in die entferntesten Regionen, in der Südsee und den Polarregionen, nach den Riesentieren, vor allem Blauwal und Pottwal, gesucht. Zuletzt, ab um 1820, wurden auch in der Antarktis Wale erbeutet. Zur Gewinung ihres Fettes wurden auf baumlosen Inseln im Süden auch massenweise Pinguine verfeuert, lebend in die Kessel geworfen. Viele Arten der harpunierte Wale mußte noch lebend auf der Deck des Fangschiffs gezogen werden, da sie tot absanken. Walfangschiffe wurden auch schwimmende Industrieanlagen, auf denen die harpunierten Wale ausgeweidet und ihre Rohstoffe gewonnen wurden. Wichtige Energie-und Rohstoffquelle, jedenfalls für manche Länder - das waren nicht nur Holz und Kohle und später Erdöl, sondern das waren eben Riesensäugetiere in den Ozeanen. Sie lieferten Beleuchtung auch für viele normale Haushalte, auch für Straßenbeleuchtung.

Erdöl und Gas aus Kohle waren dann wohl doch Erlösung. Aber Wale lieferten dann noch die Rohstoffe für Margarine, für die Herstellung von Nitroglyzerin, für Kosmetika.

Am Ende des 19. Jh. nahm der Bestand der Wale beängstigend ab. 1930/1931 wurden um 13.000 Blauwale erbeutet. Zu Angang des 21. Jh. leben wieder vielleicht 1000 bis 2000 dieser Art. Und Wale waren immerhin ein 'nachwachsender' Rohstoff. Beim **"Nachwachsen',** auch von Holz, ist stets zu **bedenken**, **wie schnell es 'nachwächst'**. Was Wale liefern, kann heute auch aus Pflanzen gewonnen werden.

An den Küsten gesammelt wurden die **Klumpen von Ambra**, die für hochwertige Parfüme dienten und die aus dem Darm des Pottwale stammten, in ihm aber noch nicht ihre Dufteigenschaften besaßen.

## Gaswerkstechnologie, Leuchtgas für Beleuchtung

In den Gaswerken wurde **Leuchtgas** erzeugt, als noch vielerorts die alte Beleuchtung fortbestand..

Die Erzeugung **brennbarer Gase** aus Kohle oder Holz für **Licht** oder Wärme war eine schrittmachende chemische Technologie. Gase boten in der Handhabung und Verteilung große Vorteile gegenüber der direkten Verbrennung fossiler Brennstoffe. Eine mit Kohle beheizte Dampfmaschine konnte im Unterschied zum Gasmotor eine gewisse Größe nicht unterschreiten und konnte nur mit einigem Zeitaufwand in betriebsbereiten Zustand gebracht und wieder ausgeschaltet werden. Aber zuerst diente aus Steinkohlen erzeugtes Gas vor allem der Beleuchtung.

Zur Gasherstellung wurden entwickelt: 1. die **Entgasung**, das Erhitzen von Kohle oder auch Torf und Holz unter Luftabschluß. Zunächst geschah das bei einer Temperatur um 1000°C, **Schwelen**, **Verschwelen** ist das Entgasen bei niedrigerer Temperatur. Je nach Ausgangsmaterial und Verfahren entstehen unterschiedliche Produkte, aber neben dem Gas auf jeden Fall Teer, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und anderes. 2. Viel später das **Vergasen**, die Gasentstehung aus Kohle in Reaktion namentlich mit Wasserdampf.

Ab 1812 wurde das bisher ungereinigt verwendete und daher ziemlich unangenehm riechende Gas mit Kalkmilch gereinigt. Gaslaternen brannten in London zuerst 1808. Die verschiedenen Gasunternehmen legten dabei in London ihre eigenen Rohrnetze. In Paris gab es Gaslaternen 1816, in Philadelphia 1817. In Paris wurden zurückgreifend auf die Erfindung des längst verstorbenen PHILIPPE LEBON mit Hilfe eines zunächst einzigen Gasometers 1822 einige bedeutende Gebäude

der Innenstadt mit Gas zur Beleuchtung versorgt. 1829 gab es Gasbeleuchung in etlichen Straßen. Der Journalist LUDWIG BÖRNE berichtete 1835: "Die Pracht und Herrlichkeit der neuen Galerie d'Orleáns im Palais Royal kann ich ... nicht beschreiben" (zit. bei W. JASPER 2005, S. 164).

Zahlreiche Vebresserungen bei der Erzeugung wie Verwendung von Gas aus Steinkohle brachte MURDOCHs Schüler SAMUEL CLEGG. Gaswerke in Deutschland wurden abgesehen von Freiberg zunächst von englischen Firmen gebaut. In Berlin wurde die Straße "Unter den Linden" am 19. September 1826 mit Gas beleuchtet. Der Inspektor des Dresdener Mathematisch-Physikalischen Salons BLOCHMANN vollendete 1828 eine Gasanstalt hinter dem Dresdener Zwinger und am 26. April 1828, dem Geburtstag des Prinzen ALBERT, illuminierten 36 Gaslaternen das Dresdener Zentrum vor dem Schloß. Im Jahre 1860 gab es in Deutschland etwa 350 Gasanstalten, dazu etwa 20 Holzgasfabriken ((G. KLEPEL 1958).

Erhöhung der Lichtausbeute gegenüber der Wärmebildung wurde erstrebt durch Erhitzen geeigneter Metalloxide bis zum Glühen durch das brennende Gas. Mit verschiedenen Materialien experimentierte THOMAS GURNEY, der Kalk und Magnesia zusammenbrachte und das von THOMAS DRUMMOND benutzte "Drummond Licht" vorwegnahm. DRUMMOND gab 1826 Kalkpastillen in ein Knallgasgebläse und beobachtete deren Aufleuchten, das "**Kalkglühlicht**". Besser noch war das Zirkonoxid. Versuche einer solchen "**Incandescenz-Beleuchtung**" führten jedoch nicht zu einer technischen Lösung (J. D'ANS 1931), wie sie (s. unt.) das "Gasglühlicht" brachte.

Gas wurde auch in Ledersäcken an Verwendungsorte getragen, jedenfalls der 1875 in Berlin geborene BRUNO H. BÜRGEL schrieb (1919, S. 20), daß ihm sein Vater erzählte, wie er als Junge erlebte, "wie das Beleuchtungsgas in Ledersäcken von der Englischen Gasanstalt zum Königlichen Opernhaus getragen wurde."

## "Leuchtgas" als Heizgas - Der Bunsenbrenner

Hitze-, Wärme-Erzeugung beim Chemiker war immer ein Problem. PRIESTLEY, LAVOISIER hatten Brenngläser oder gar **Brennspiegel** verwendet. Erhitzt wurde mit Holzkohle und der mit Spiritus gespeiste Berzelius-Lampe.

Eine heiße, rußfreie und geruchlose Gasflamme lieferte der **1855** von BUNSEN erdachte und vom "Universitäts-Mechanikus" PETER DESAGA ausgeführte "**Bunsenbrenner**" (G. LOCKEMANN 1955), der regulierte Luftzufuhr zuließ. BUNSEN war im Oktober 1852 nach Heidelberg gekommen und am 1. Oktober 1852 nahm die Gasanstalt in Heidelberg ihren Betrieb auf, was also den Bunsenbrenner im Laboratorium BUNSENs besonders sinnvoll machte, mit einer bequemen und vor allem

regulierbaren Heizungsquelle. Ohne Bunsenbrenner wäre BUNSEN nicht zu seinen Erfolgen in der Spektralanalyse gekommen.

## Öl verschiedener Herkunft als Beleuchtungsmaterial

Nicht nur Erdöl im engeren Sinne, auch aus ölhaltigen Sedimenten, **Bitumenen**, so den Ölschiefern, wurde in der Mitte des 19. Jh. Beleuchtungsmaterial gewonnen, vollwertiger Ersatz etwa für Öl aus Pflanzen, so den Rübsen. 1857 (H. VOHL; S. 308) etwa wurde angegeben, daß "Rüböl so hoch im Preise steht". Die **Lampen** waren namentlich bei Ölen **je nach benutztem Leuchtstoff abgewandelt** zu konstruieren, um etwa durch je nach Kohlenstoff-Gehalt durch unterschiedlichen Luftzug das Rußen zu vermeiden (TH. ENGELBACH 1857).

THEOPHIL ENGELBACH (OPPENHEIM 1877), nach LIEBIGs Weggang 16 Jahre Unterrichtsassistent am Gießener Universitätslaboratorium und dort ab 1863 sowie ab 1869 in Bonn ao. Professor, schilderte 1857 (S. 1): "Unter den Unternehmungen, die in der neuesten Zeit der Gegenstand industrieller Thätigkeit geworden sind, ist vielleicht keine mit so lebhaftem Interesse aufgenommen und verfolgt, als die Gewinnung fester und flüssiger Beleuchtungsstoffe aus Fossilien." Gewonnen wurden ölige Beleuchtungsstoffe etwa aus dem bituminösen Sand von Heide in Holstein (TH. ENGELBACH 1857). Als reich an organischen Substanzen erwiesen sich Schiefer in Frankreich, bei Autun etwa, auch der **rheinische Blätterschiefer** (H. VOHL 1855), der dunkle, feinblättrige, fossilreiche **Posidonienschiefer des Lias** etwa bei Reutlingen in Württemberg (C. HARBORDT 1862). Infolge eines "inneren Erdbrandes" bei Boll floß hier 1628 bis 1634 ein damals von Bauern gesammeltes Öl. Und nun, nach der Mitte des 19. Jh., war in Reutlingen "eine schöne Fabrik für mineralische Leuchtstoffe" errichtet worden und wurde auch der aus dem Schiefer gewonnene Teer eingehend analysiert.Um 1856 wurde war auch die **Braunkohle** oder war **Torf** in die Beleuchtungsmaterial liefernden Substanzen aufgenommen, wobei sich deren Gehalt an solchen Substanzen an verschiedenen Fundplätzen als unterschiedlich erwies (H. VOHL 1856).

Wichtiges Beleuchungsmittel wurde dann der 'Kerosin'genannte Anteil des **Erdöls** (s. u.)

## Teer-Verwertung

Gas, ob für Licht oder Wärme zum Kochen, war einmal das erste Ziel der Gaswerke. Nahezu in jeder Stadt wurde ein solches Gaswerk errichtet. Und dabei fiel stets eine bestimmte Menge Teer an, jener schwarze Teer, der schließlich wertvoller als

das Gas wurde. Teer-Destillation lieferte bald Produkte, die als solche oder für weitere Umsetzungen wichtig wurden. Teer - das führte zu Farben, zu Arzneien, schließlich, im ersten Jahrzehnte des 20. Jh. zu 'Kunststoffen'.

Es wurden **Teer-Verwertungs-Fabriken** gegründet (A. W. v. HOFMANN 1891, S. 1019). In Blansko in Mähren hatte REICHENBACH, der Entdecker des Kreosot, große Teerwerke errichtet. Mit den Erfahrungen von dort errichtete ERNST SELL eine Teerdestillationsanlage in Offenbach, die zunächst den Teer der Frankfurter Gaswerke und dann auch anderer erreichbarer Städte verwertete. SELL brachte die von RUNGE entdeckte "Carbolsäure" (Phenol) als erster "blendend weiss und prachtvoll krystallisiert" in größeren Mengen in den Handel. Mit der Verarbeitung größeren Teermengen wurde es den Chemikern möglich, größere Mengen der Teerprodukte zu erhalten und sie zu untersuchen. Nötig war, daß die **aus dem Steinkohlen-Teer gewonnenen Substanzen** rentabel **in jene umgewandelt** wurden, **die man** für die Weiterverarbeitung, etwa Farben **benötigte**. Die auf dem Anilin aufbauende Farben-Industrie wurde etwa möglich, nachdem BECHAMP gefunden hatte, daß fein verteiltes Eisen und Essigsäure Nitrobenzol in Anilin umwandelten (W. H. PERKIN 1896, S. 607).

Seit 1860 kaufte der Unternehmer JULIUS RÜTGERS (CHR. KLEINSCHMIDT 2005), der die Holzimprägnierung und die Industrie für Holzimprägnierungsmittel in Deutschland ins Leben gerufen hatte, den Teer der heimischen Gaswerke. So gründete RÜTGERS die erste deutsche Teerraffinerie in Erkner bei Berlin. Das von hier ausgehende Unternehmen besaß am Ende des 19. Jh. außer den 77 Imprägnieranstalten 9 Teerdestillationen. Von diesem Unternehmen erhielt die chemische Industrie auch auf den Teer zurückgehende Rohstoffe, erhielt Benzol, Phenol, Naphthalin. 1902 erstand diie "Rütgerswerke Aktiengesellschaft". RÜTGERS starb 1903. Kunststoff-Produktion trat 1909 hinzu. Vor und nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Rütgers AG zu einem internationalen Konzern, Weltmarktführer bei Pechen und Naphthalien, mit weltweit 10.000 Beschäftigten.

Noch im 19. Jh. wurde mit zunehmendem Bedarf an Teer-Produkten wurde die **Gaswerkstechnologie** ab Anfang der 1880er Jahre auf **erhöhte Teererzeugung umgestellt** (O. N. WITT 1907). Etwa ALBERT HÜSSENER untersuchte, wie sich gleichzeitig ein guter Koks und möglichst reichlich die Nebenprodukte Teer und Ammoniak gewinnen lassen. Etwa durch FRIEDRICH OTTO (M. RASCH 1999) wurde die Nebenproduktgewinnung in Kokereien verstärkt, womit die chemische Verwertung der Kohle, zunächst der Steinkohle, im industriellen Maßstab stieg. Die Produktion von Steinkohlenteer betrug in Deutschland 1873 85.000 t, 1910 1 Millionen t (P. WALDEN 1926 a). Von dem vielseitig verwendeten Benzol wurden in Deutschland aus Steinkohlenteer 1899 9600 t, 1916 etwa 2600.00 t, 1922 etwa 160.000 t erzeugt.

## Fette als Rohstoffe für chemische Substanzen

Fett lieferte **Stearin**, die mit der Industrialisierung zunehmend in größeren Mengen geforderte **Seife** und das später für die Dynamit-Herstellung wichtige **Glycerin.** Wichtiger Fett-Rohstoff wurde das Öl aus den Früchten der **Ölpalme** (J. HENDERSON et al. 2000). Zunächst wurde das Palmöl aus West-Afrika eingeführt. Später kam es auch von Plantagen im tropischen Südost-Asien.

## Farben, Farbstoffe

Schon das Altertum kannte **organische Farbstoffe** aus Organismen, so den Purpurfarbstoff aus der Purpurschnecke. Die Malerei andererseits beruhte auf **farbigen,** im Bergbau gewonnenen oder anderen Ausgangsmaterialien **erzeugten Mineralien**. Mit pflanzlichem Öl vermischt erhielt man die **Ölfarben**, Mineralfarben. Die Herstellung etwa der Kobaltfarben ließ im 17. Jh. im sächsischen Westerzgebirge eine "Blaufarben-Industrie" erstehen. Die anorganischen **Farbpigmente** haften abkratzbar auf Oberflächen, so der Leinwand. Das am meisten hergestellte anorganische Farbpigment wurde das **Ultramarin**, dem "Lasurstein" des Altertums nachgebildet, das 1828 durch JEAN BAPTISTE GUIMET in Toulouse aus Quarz, Kaolin, Soda oder Natriumsulfat, Schwefel und Holzkohle erzeugt wurde, das F. A. KÖTTIG in der Meißner Porzellanmanufaktur und 1834 C. LEVERKUS fabrikmäßig herstellte (F. SEEL et al. 1974)**.**

Farbig war die Welt auch bisher, die Welt der **Kleidung**, farbig durch **natürliche organische Farbstoffe**. Gerade die Frauen der verschiednesten Kulturen liebten Farbige Textilien, ob Kleider oder Kopfbedeckung. Groß war die Zahl benutzter Wildpflanzen. Die Farbstoff sollten fest auf der Textilfaser haften, sollen licht- und waschecht sein.

Mit dem Färben kam auch die Frage, was mit dem Farbstoff auf der Faser geschieht, also wurde die **'Färberei' auch 'wissenschaftliches Problem'** (so R. HALLER 1947): So wurde schon im 18. Jh. diskutiert, ob der Farbstoff mit der Faser eine chemische Verbindung eingeht, also wurde die '**chemische Färbetheorie**' vertreten, Andere standen für die 'physikalische', die **'mechanische'** Färbetheorie, wonach der **Farbstoff in Poren der Fasern** geht, und das wurde auch versucht mikroskopisch nachzuweisen. Wenn eine erste Färbung eine zweite Färbung nicht verhindert, sprach das gegen die Porentheorie. Weiteres galt dem **Beizen**, dem Anbringen von Gerbstoffen, 'Mittelsubstanzen'. auf der Faser **vor dem Färben**. Weder die Farbstoffe noch die zu färbenden Materialien verhielten sich gleichartig.

Der **Anbau von Farbpflanzen** für **natürliche organische Farbstoffe,** Waid oder Krapp, weitete sich im 19. Jh. zunächst aus. Chemiker **isolierten und analysierten** auch **die Farbstoffe** aus den Pflanzen. Das Alizarin und Purpurin aus der Krapp-Pflanze isolierte und analysierte 1826 / 1827 ROBIQUET (A. BERMAN 1975) mit J. J. COLIN in Frankreich, in England EDWARD SCHUNCK (T. E. JAMES 2004). Der Krapp-Farbstoff Alizarin war also chemisch bekannt, als es an seine synthetische Herstellung gehen sollte. Aus der Waid-Pflanze erhielt SCHUNCK das Indican.

Nach der Mitte des 19. Jh. wurden **organische Farbstoffe** aus Teer und damit **aus Kohle** erzeugt und es entstand die **Teerfarben-Industrie**, womit ein neues, das farbenreichste Kapitel der Färbung begann. Daß nach immer neuen Farbstoffen gesucht wurde, war nicht nur bedingt durch das Verlangen nach immer wieder neuen Farbtönen, sondern ebenso, weil von den Farbstoffen verlangt wurde "**Echtheit**", was meinte '**Beständigkeit**' im Licht und auch beim Waschen. also kein 'Ausbleichen' (s. A. LÜTTRINGHAUS 1956, S. II). So gelang es A. v. WEINBERG und RICHARD HERZ im August 1900 einen reinen, dem Methylenblau ähnlichen blauen Farbstoff zu erzeugen, das "Immedialreinblau", der "auf ungebeizter Baumwolle im schwefelalkalischen Bade ... walkecht, lichtecht, säureecht und mäßig chlorecht" war.

In der Fabrik hergestellte Farbstoffe bedeuteten vielfach die Opferung jener Farbstoffe, die bisher aus angebauten Pflanzen erzeugt wurden und vernichtete die bisherige Existenz jener, gerade auch im Ausland, auf anderen Kontinenten, welche die Farbpflanzen anbauten und die sich nicht schnell genug oder überhaupt nicht auf neue und wenigstens ähnlich bezahlte Agrarprodukte umstellen konnten. So litt Indien. Liebe zu dem nunmehr den Farbstoffmarkt beherrschenden industrialisiertem Deutschland erweckte das bei den Betroffenen kaum. Aber andererseits wurden Ackerflächen für mehr Nahrungsmittelproduktion frei.

Vom Anilin ("Kyanol") wurden schon bei seiner Entdeckung und bald danach **Farbreaktionen** bekannt, die zwar noch nicht zu angewandten Farbstoffen führten, aber in diese Richtung wiesen (A. KEKULÉ 1866). RUNGE fand 1835, daß kleinste Spuren von Anilin mit unterchlorigsaurem Kalk eine tief purpurviolette Färbung geben, zurückgehend auf eine Zufallsentdeckung, weil er gegen seinen Gartenrand verunreinigende Hunde dort Chlorkalk streute und dieser mit den Hundeexkrementen tief farbig wurde. RUNGE ging dann Farbreaktionen von ihm zugänglichen organischen Substanzen nach und veröffentlichte 1834, 1842, 1850 3 Bände "Farbenchemie". RUNGE dachte durchaus an die gewerbliche Verwendung der verschiedenen farbigen organischen Stoffe, aber fand dazu keine Möglichkeit. Später wurde RUNGE aber als "Pionier der Teerfarbenindustrie" (G. KRÄNZLEIN 1935) anerkannt FRITSCHE fand bald danach bei Reaktion von Anilin oder Anilinsal-

zen mit wäßriger Lösung von Chromsäure einen blau-schwarzen Niederschlag, 1843 fand BEISSENHIRTZ bei gleichzeitiger Einwirkung von konz. Schwefelsäure und chromsaurem Kali auf Anilin oder dessem Salze ein Produkt von allerdings nach einiger Zeit wieder verschwindender rein blauer Farbe. A. W. HOFMANN erhielt 1843 ein intensiv rotgefärbtes Produkt bei Behandlung des Anilin mit rauchender Salpetersäure. Große Anregungen für die Farbstoffchemie entstammen dem Laboratorium von AUGUST WILHELM HOFMANN, der 1845 einer Einladung an das aus Privatmitteln begründete Londoner Royal College of Chemistry in London folgte, als dieses um einen LIEBIG-Schüler nachsuchte. Dieses College wurde 1852 der staatlichen Royal School of Mines angeschlossen (J. VOLHARD und E. FISCHER 1902).

Hier bei HOFMANN hat **1856** der damals 18-jährige Engländer WILLIAM HENRY PERKIN (S. EDELMANN 1974, W. H. PERKIN 1906, R. MELDOLA 1911) bei Versuchen zur Chinin-Herstellung den **ersten** genutzten **künstlichen organischen Farbstoff**, das rosa-malvenfarbige **"Mauvein"**, gefunden. Es kam bei seinen Untersuchungen zur Bildung malvenfarbiger Kristalle, die PERKIN löste und in die Lösung tauchte er ein Stück weißer Seide. Es färbte sich schön malvenfarbig und die Färbung ließ sich nicht auswaschen (F. SZABADVA´RY 1993). PERKIN nahm ein Patent und unterstützt von seinem begüterten Vater errichtete er im Juni 1857 eine Fabrik zur Erzeugung dieses und später auch anderer Farbstoffe in Greenford Green nahe Sudbury. Der Farbstoff wurde zuerst besonders in Frankreich verwendet und wurde durch dort gefärbte Textilien in England bekannt. Vieles mußte dazu ausprobiert werden, etwa die Beize der Textilfaser, für die PERKIN und unabhängig ROBERT PULLAR für Baumwolle Tannin zusammen mit einem Metalloxid fanden, später PERKIN mit ALEXANDER SCHULTZ das "unlösliche Aluminiumarsenit". Mit der Entdeckung PERKINs wurde ein Absatzmarkt für Benzol und überhaupt für Produkte des Steinkohlenteers erschlossen. Die Reduktion von Nitrokörpern und damit aus Benzol mit Salpetersäure gewonnenen Nitrobenzol geschah in der technischen Übertragung des Verfahrens von BÉCHAMP von 1854 mit Eisen und Essigsäure.

Bald betätigten sich zahlreiche Chemiker bei der Farbenentwicklung. Das **Fuchsin** fand technische Verwendung, nachdem VERGUIN 1858 seine Herstellung durch Einwirkung von Zinnchlorid auf Anilin fand, wobei dann festgestellt wurde, daß Toluidin beigemischt sein muß. Abkömmlinge waren weitere Farbstoffe. Der erste gelbe Anilinfarbstoff war das von HOFMANN entwickelte **Chrysanilin**. HOFMANNs Assistent CARL ALEXANDER MARTIUS erfand noch in England 1863 das **Bismarckbraun**, den ersten Azofarbstoff, und 1864 folgte das Martiusgelb, ein schöner Nitrofarbstoff. HOFMANN ging 1863 als Nachfolger von E. MITSCHERLICH an die Universität Berlin. In den 60er Jahren des 19. Jh. wurden

gerade auch für die Farbenherstellung die ersten größeren organisch - chemischen Fabriken in Deutschland gegründet und wurde die Farbenherstellung fast zum Symbol der deutschen chemischen Industrie.

CARL GRAEBE (1868) und CARL LIEBERMANN (O. WALLACH 1918) in BAEYERs Laboratorium an der Berliner Gewerbe-Akademie, Vorläuferin der Berliner Technischen Hoschule, ergründeten dort **1868** den **chemischen Aufbau** des **Alizarin**, des roten Farbstoffs, der aus der Wurzel der feldmäßig angebauten **Krapp-Pflanze**, ***Rubia tinctorum L.***, gewonnen wurde und bereiteten den **Weg zu dessen industrieller Erzeugung**. LIEBERMANN war der 1842 geborene Sohn des Besitzers einer florierenden Berliner Kattunfabrik. Nach der Promotion ging er auf Wunsch des Vaters im Herbst 1865 in eine große Färbereifirma nach Mulhouse (Mülhausen) im Elsaß, hier, wo viel Krappfärberei betrieben wurde. Die Färbung gelang nicht immer nach Wunsch. GRAEBE andererseits, der 1864 für einige Zeit in die 1863 gegründete Farbenfabrik MEISTER LUCIUS & Co. eingetreten war, hatte sich bei BAEYER in Berlin dem Chinon zugewandt. Die Isolierung der Farbstoffe der Krapp-Wurzel, des Purpurin und des Alizarin, hatte mit einer eleganten Methode EMILE KOPP in Mülhausen geleistet. LIEBERMANN und GRAEBE vereinbarten die chemische Aufklärung des so gewonnenen Farbstoffs, des Alizarin. Wie GRAEBE mitteilte (P. JACOBSON 1918), begannen er und LIEBERMANN am Freitag, den 21. Februar 1868, die gemeinschaftliche Untersuchung, verbrachten auch den folgenden Sonntag im Laboratorium und am Montag waren sie um 19 Uhr soweit, in der um 19.30 Uhr beginnenden Sitzung der Chemischen Gesellschaft ein Resultat mitzuteilen. Gelungen war das mit der von BAEYER 1867 veröffentlichten "Zinkstaub-Methode", die dieser entwickelt hatte, um Indigo resp. das Isatin zu reduzieren und die GRAEBE und LIEBERMANN nun auf ihre Proben eines Alizarin-Präparates anwandten. Es entstand das aus dem Steinkohlenteer bekannte **Anthracen**, damit erwiesen als der dem Alizarin zugrundeliegende Grundkörper. Die Identifizierung des vom Steinkohlenteer her bekannten Anthracen geschah etwa durch die charakteristischen roten Kristalle mit in Benzol gelöster Pikrinsäure (1870, S. 297). Das Alizarin selbst erwies sich als ein Derivat des aus dem Anthrazen herstellbaren Anthrachinons.

Anthracen war GRAEBE und LIEBERMANN zunächt nur in geringen Mengen verfügbar und mußten über erhaltene weitere fast 500 g für weitere Untersuchungen froh sein. Zur industriellen Auswertung der Alizarin-Herstellung nahmen GRAEBE und LIEBERMANN Verbindung mit der Badischen Anilin-und Sodafabrik, BASF, auf, wo CARO für die technische Umsetzung hinzutrat. Zwei billigere Verfahren für die Alizarin-Erzeugung fand W. H. PERKIN (S. EDELSTEIN 1974) in England. Das Alizarin konnte industriell bald billiger als aus der Krapp-Wurzel hergestellt werden. Auch wurde bekannt, weshalb, wegen der Bildung anderer Farb-

substanzen, die Färbung mit dem Naturprodukt nicht immer gleichartig war. Der Krapp-Anbau brach zusammen, was das Elsaß und auch Teile von Frankeich betraf (M. DUNIKOWSKA et al. 2011). BAEYER fand zwar auch den Weg zum Indigo, aber hier lagen die Möglichkeiten der Gewinnung anders. Die Krappwurzeln enthält nur wenige Prozent Alizarin, also aus viel Wurzelmasse war nur relativ wenig Alizarin zu gewinnen und zudem verschlechterte sich die Ware sich beim Lagern (RASCHIG 1906). Indigo war damals aus Pflanzen noch weniger aufwendig als industriell zu erhalten und so blieb die Gewinnung aus Pflanzen bis Ende des 19. Jh. bestehen.

Die Alizarin-Erzeugung ab 1870 galt als die **erste große, vollständige Leistung der jungen deutschen Teerfarben-Industrie**, der Auftakt zu den großen organischen Synthesen. P. DUDEN 1928 (S. 17) meinte: "Hier sah der Weitblickende, wie sich rein wissenschaftliche Arbeiten tausendfach bezahlt machen, wenn Wissenschaft und Glück im Bunde sind." Die Erschließung der Chemie der aromatischen Verbindungen war zweifellos eine Voraussetzung der Farbstoffentwicklung, die nun in Deutschland vorankam. Die Teer-Destilleure galt es zur Produktion von Anthracen anzuleiten. In Deutschland wurden 1873 etwa 100000 kg Alizarin erzeugt, 1883 etwa 1,3 Millionen kg, 1900 etwa 2000 t. Um 1914 entsprach die deutsche Alizarinproduktion einem Wert von etwa 12 Millionen Mark pro Jahr. Kaufte Deutschland am Ende der 60er-Jahre des 19. Jh. wohl 50 Mill. Mark Indigo und Alizarin aus dem Ausland, produzierten die Farbenfabriken Deutschlands um 1904 etwa für 130 Mill. Mark und verkauften davon für 130 Mill. Mark ins Ausland, gaben dabei gegen 25000 Arbeiter einen Arbeistplatz (ANSCHÜTZ 1904).

GRAEBE und LIEBERMANN (1868 b) konnten auch das dem Alizarin nahestehende **Purpurin** herstellen. Sie suchten (1868 c) zu ermitteln, welche Moleküleigenschaften generell eine Substanz zum Farbstoff machen.

Im Jahre 1872 kauften die Unternehmer der Anilinfabrik in Rummelsburg bei Berlin, C. A. MARTIUS und PAUL MENDELSSOHN-BARTHOLDY (M. ENGEL 1994), eine Farbenfabrik dazu und es wurde in den folgenden Jahren geliefert **Fuchsin**, **Anilinblau**, das in der biologischen Forschung so wichtige **Methylviolett**, 1877 wurde das Verfahren für **Malachitgrün** erworben und auch das erste **Triphenylmethangrün** erzeugt. Die Firma wurde erweitert durch die Herstellung von Fotomaterialien nach 1890 in die Nähe von Bitterfeld, nach Wolfen, verlagert.

Im Sommer 1874 brachte ebenfalls die Badische Anilin- und Sodafabrik das von CARO aus dem von BAEYER untersuchten Fluorescein entwickelte **Eosin** auf den Markt.

Im Jahre 1876 kamen die ersten **Azofarben** in den Handel. Als **gelber** basischer

Farbstoff war zunächst nur das teure "Phosphin" verfügbar (E. NOELTING 1916). OTTO NIKOLAUS WITT und CARO erfanden das "Chrysoidin", dessen Konstitution A. W. HOFMANN aufklärte.

Zur **Synthese** des Farbstoffs **Indigo** wurde ein bisherige Vorhaben dieser Art übertreffender Aufwand betrieben. BAEYER konnte die Chemie des Indigo und seiner Derivate aufklären. W. H. PERKIN hatte gegen 1875 aus Benzaldehyd Zimtsäure (C6H5-CH=CH-COOH) hergestellt, und auf dieser Grundlage arbeiteten A. BAEYER und H. CARO über die Indigo-Erzeugung aus Teerprodukten. Zur Verwirklichung kam die Indigo-Synthese auf der Grundlage von Ergebnisse von KARL HEUMANN (B. STRAHLMANN 1972). Dieser war bei BUNSEN in Heidelberg gewesen, wurde Assistent am Polytechnikum in Darmstadt, ab 1877 bei LUNGE am Polytechnikum in Zürich. HEUMANN gelang 1890 aus Phenylglycin oder Phenylglycin-carbonsäure Indigo herzustellen und fand auch den Weg über die Anthranilsäure. Das Patent erwarb die BASF (H. BRUNCK 1901). Als **Rohmaterial** war zunächst an Toluol gedacht. Aber die Toluol-Produktion war mit der Benzol-Gewinnung verknüpft, und wenn mehr Toluol gewonnen werden sollte, dann blieb damals viel nicht zu nutzendes Benzol übrig. Das hätte das Verfahren zu teuer gemacht. Schließlich fand sich der Weg von dem billigeren, ebenfalls aus dem Steinkohlenteer gewinnbaren Naphthalin über die Phthalsäure zur Anthranilsäure zu kommen. Naphthalin fiel bei der Verwertung von Steinkohlenteer an, aber wurde es loszuwerden teilweise zu Ruß verbrannt. Nun wurde es wertvoller Ausgangsstoff. Die technische Umsetzung verwirklichten dort bis **1897** KNIETSCH und BRUNCK (C. GLASER 1913). KNIETSCH fand auch das Verfahren für hochkonzentrierte Schwefelsäure. Sie wurde benötigt zur Indigo-Herstellung HEUMANN erlebte die Verwirklichung der Indigo-Synthese wegen seines Todes mit 44 Jahren 1894 nicht mehr. Das industriell hergestellte Indigo war wie schon beim Alizarin in seiner Qualität gleichmäßiger als das in einer eher variablen Pflanzen erzeugte Naturprodukt, wobei manche erst begreifen mußten, daß **Natur- und Industrie-Produkt** ansonsten **identisch** sind.

In ihrer "Echtheit" noch über das Indigo gingen die von R. BOHN 1901 entwickelten Farbstoffe **Indanthren** und Flavanthren (C. GLASER 1913).

Zwischen etwa 1890 und Erstem Weltkrieg synthetisierten allein die Höchster Farbenwerke etwa 11000 Farbstofftypen (P. WALDEN 1926).

Einige als Farbstoffe eingeführte Substanzen besitzen auch **weitere Eigenschaften** und wurden dann wegen dieser auch von den Farbstoffunterehmen produziert, so die zuerst als Farbstoff produzierte Pikrinsäure als Sprengstoff und für Stofftrennungen, das Kaliumsalz des 4-6-Dinitro-o-kresol als Insektizid (E. VAUPEL 2012, S. 393

## Chemie bricht 'Monopole', verändert den Welthandel

Die synthetische Erzeugung von Substanzen aus Kohle oder später aus Erdöl, ob Farbstoff oder andere, die bisher aus Gewächsen aus fremden Regionen bezogen wurden, machte zwar die nun diese Produkte selbst erzeugenden Länder von Kolonien oder überhaupt dem Ausland unabhängig und konnte als **Brechen von Monopolen** gefeiert werden. 1904 exportierte Deutschland 9.000 Tonnen synthetisches Indigo, 1913 3-mal so viel (M. DUNIKOWSKA et al. 2011). Bei Indigo gerieten in **Not** schließlich die Bauern in Indien und El Salvador, wurden ganze Regionen in Indien ruiniert, jene, die vom Anbau der Indigo-Pflanze gelebt hatten, denn auch. nach Asien wurde schließlich Indigo aus Deutschland exportiert. Betroffen waren auch britische Händler. BRUNCK empfahl, die von der Indigo-Pflanze freiwerdenden Flächen in Indien für die Erzeugung von Nahrung zu nutzen, um den in Indien immer wieder auftretenden Hunger zu lindern – ein sicherlich nicht ganz sinnloser Vorschlag, aber industriell nutzbare Güter konnten eben manchmal höhere Preise erzielen. Not durch gebrochenes Monopol konnte auch die Ausfuhr industrieller Güter in diese Regionen mit nun Notleidenden zurückgehen oder gar versiegen lassen, schlug also auch zurück. Der Schweizer Chemiehistoriker H. E. FIERZ-DAVID hoffte 1935 (S. 1935) deshalb sogar, daß die rentable industrielle Erzeugung von künstlichem Kautschuk nie gelingen möge, "weil" wegen des befürchteten Einnahmerückgangs bei den Erzeugern des Naturkautschuks, dies "das Ende jedes Exportes nach dem Orient" – gemeint war wohl Südost-Asien – "bedeuten würde." So schlimm kam es zwar nicht, auch entwickelte sich der Tourismus, aber **jede neue Großproduktion hat soziale Auswirkungen**, die man in vielen Fällen nicht abfängt.

## Arzneistoffe in der industriell gestalteten Welt des 19. Jahrhunderts

### Pharmaka - Allgemeines

Zahlreiche **Pflanzen** enthalten **Substanzen,** die im Körper der Menschen und Tiere physiologisch wirksam sind, mehr günstig oder bis zum Tode 'giftig', sind 'Heilkräuter' oder Giftpflanzen. Oder wenigstens Teile von vielen Pflanzen können schadlos verdaut werden und liefern Nährstoffe oder auch Vitamine und Mineralstoffe. Dazu gehören auch manche Wildpflanzen, wie der Ampfer. Manche Kulturpflanzen mußten aus wenigstens teilweise giftigen Vorfahren zu Nahrungspflanzen gezüchtet werden - was für den Salat gilt.

Pharmaka.waren zuerst vor allem pflanzlicher Herkunft, obwohl etliche Mineralien

schon in der Antike auch als Heilmittel benutzt wurden. Gegen Fieber und vor allem gegen Malaria wurde im 17. Und noch mehr im 18. Jh. die Rinde des China-Baumes, *Cinchona*, in den Anden bekannt. Das Herbeiholen der Rinde von den in oft in wenig zugänglichen Gebieten wachsenden Bäumen war aber nicht unproblematisch. Die Rinde in Europa zu verarbeiten erschien zudem als günstig.

Die Erkenntnis der **Heilwirkung** einer Substanz ist Ergebnis von Probieren, von **Empirie**. Heilwirkung ist einer Substanz äußerlich nicht anzusehen und bei Derivaten, verwandten Substanzen schon genutzter Stoffe, ebenfalls nur durch Probieren ihre eventuell auch vorhandene Heilwirkung zu finden. Daß man das anders wünschte, beweist die einstige Signaturen-Lehre, nach der die Form von Blättern etwa einer Pflanze auf das Organ hinweise, auf das sie günstig einwirkt, also nierenförmige Blätter auf günstige Wirkung auf die Niere, lungenförmige Blätter auf Heilwirkung auf die Lungen. Schön wär's! Wie A. BINZ (1937, S. 126) richtig schrieb: "Aus Zufälligkeiten, verbunden mit scharfer Beobachtungsgabe, müssen die wertvollen Entdeckungen entstanden sein, die aus der Volksmedizin verschiedener Zeiten und Länder stammen." Manche bedeutenden Pflanzenstoffe und auch Alkaloide finden sich nur in einer Art, manche gleiche Alkaloide bei taxonomisch entfernten Arten, in den Nachtschattengewächsen/Solanaceae sind manche durch ein Alkaloid ausgzeichnet, meist ein eigenes (J. HELLMANN 2007). Zufall brachte auf Heilwirkung, das galt auch für in der Medizin nutzbare Substanzen der modernen Chemie!

Aber viele Pflanzen enthalten in den Blüten, Blättern, Früchten oder/und Wurzeln physiolgisch oft sehr wirksame Substanzen, vielfach Alkaloide, die schwere Leiden auslösen und oft zum Tode führen, sind also **Giftpflanzen**. Drogen, heilende Pharmaka, Gifte - sind alle im Pflanzenreich vorhanden und es kann auch die Dosis entscheiden, ob die Wirkung günstig oder Vergiftung ist.

Wie man bei Farbstoffen danach suchte, eine Beziehung zwischen Farbe und chemischer Konstitution zu finden, so wurde das auch für Heilwirkung und Konstitution erstrebt. Immerhin, wie etwa BINZ' richtige Meinung war, lohne es sich stets, von medizinische **hilfreichen Substanzen auch die Derivate auszuprobieren**. So konnten durch oft kleine Veränderungen die Wirkungen der Substanzen im Körper verändert werden, zum Besseren und zum Nachteiligen. Es hatte stattgefunden etwa durch die Verwandlung von Salicylsäure in die geeignetere Acetylsalicylsäure, verkauft als 'Aspirin'. Ebenso zeigte sich das im 20. Jh. bei den Sexualhormonen, etwa auf dem Wege zu Antbaby-"Pille".

Erste in schon als industriell zu bezeichnende Betrieben hergestellte Arzneimittel stammten **aus pflanzlichen Rohstoffen**, wurden aus diesen herausgezogen, waren also keine synthetischen Produkte.

In Frankreich wurden in einem als industriell zu bezeichnenden Verfahren ab etwa 1826 in einer Fabrik von PELLETIER und CAVENTOU aus Borke der Chinabäume, also aus einem pflanzlichen Rohstoff, gegen 90.000 Unzen **Chinin**-Sulfat pro Jahr hergestellt. Damit konnten mehr als eine Million Menschen behandelt werden.

Wegen der unbestrittenen Wirksamkeit und damit Bedeutung von Chinin setzte sofort das Bestreben ein, dessen Summenformel zu finden, was STRECKER 1854 gelang, und möglichst ein Synthese-Verfahren zu finden (W. KOENIGS 1906). Letzteres war nicht möglich. Ersatzstoffe wiesen geringere Wirkung auf. Ja, es war auch nicht möglich, wie KOENIGS etwa 1906 feststellte, zu ermitteln welcher Atomgruppe die Wirkung zukommt. Aber die Überführung von Chinarinden-Bäumen nach dem britischen und dem niederländischen Süd-und Südost-Asien ließ den Preis sinken und die Synthese nicht mehr als sehr dringend erscheinen.

In Deutschland nahm FRIEDRICH JOBST (A. WANKMÜLLER 1974), Stuttgart, in seiner 1808 gegründeten Drogen- und Chemikalienhandlung die Herstellung isolierter Wirkstoffe, vor allem von Chinin, Morphium, Santonin, auf. Sein Sohn KARL und Enkel JULIUS führten das fort, und unter Zusammenschluß mit einem anderen Unternehmen entstand 1887 die Firma 'Vereinigte Chininfabriken Zimmer & Co.'. 1879 hatte KARL JOBST auf Java eigene Plantagen mit Chinabäumen erworben. Die Firma Jobst gehörte zu den größten Chinin-Produzenten Europas.

Wichtiges **Antiseptikum** wurde die "**Carbolsäure**", "Carbolwasser", eine 5%-ige Phenol-Lösung. THOMAS ANDERSON in Glasgow hatte mit ihr den stinkenden Geruch von Abwasser beseitigt. Er sprach darüber mit dem ebenfalls in Glasgow tätigen Chirurgen JOSEPH LISTER. Und LISTER setzte Carbolsäure **ab 1864** zur **Verhinderung von Wundinfektionen** bei Operierten ein. Von der später auch noch benutzten **Carbolsäure** deckte die Firma RASCHIG in Ludwigshafen zeitweilig einen Drittel des Weltbedarfs (A. ROSENHEIM 1929), und der Absatz stieg während der Cholera-Epidemie in Hamburg 1892, dem Burenkrieg in Südafrika 1899/1900 und dem Russisch-Japanischen Krieg 1904/1905.

## Der Weg zu chemisch-industriell erzeugten Pharmaka

Das **erste bedeutsame industriell hergestellte**, **therapeutisch**, also zur Beseitigung ausgebrochener Krankheitserscheinungen genutzte **Arzneimittel** war das 1883 von KNORR entwickelte, patentierte und bei der Firma MEISTER LUCIUS und BRÜNING in Höchst hergestellte fiebersenkende **Antipyrin**, erkannt als 5er - Ring mit 2 N- Atomen (P. DUDEN et al. 1927). Dieses Arzneimittel

war das Ergebnis der Herstellung einer neuen Substanz im Laboratorium und deren Prüfung auf therapeutische Wirkung, durch namentlich WILHELM FILEHNE (H. LOEWE 1961), seit 1876 o. Professor der Arzneimittellehre in Erlangen, danach ab 1886 in Breslau. FILEHNE prüfte auch das von KNORR entwickelte und gegenüber dem Antipyrin dreimal wirkungsvollere "**Pyramidon"**, das in Höchst hergestellt wurde, nachdem es F. STOLZ synthetisiert hatte. Weil das Acetanilid 1886 als antipyretisch, also fiebersenkend, gefunden wurde, wurden auch Derivate des Aminophenol auf solche Eigenschaften geprüft und fanden 1887 O. HINSBERG (1899) und A. KAST als fiebersenkend das in den Arzneischatz einverleibte Acetphenetidin oder **Phenacetin**. Wie sich später, 1948, zeigte, wirkt nicht das Phenacetin als solches, sondern **sein Abbauprodukt Paracetamol** (Wikipedia 2013), und nunmehr wurde dieses direkt eingesetzt. **Pflanzen** mit Drogen- oder Heilwirkung blieben als **Quelle** zur Auffindung von dann auch synthetisch herstellbaren Pharmaka wichtig und es war der Schweizer ARTHUR STOLL (L. RUZICKA 1972), der im 20. Jh. bei der Baseler Firma 'Chemische Fabrik vormals Sandoz' **Pflanzensubstanzen in bisher nicht bekannter Reinheit isolierte** und so eine für Pflanzenmaterial nicht gegebene Dosierung erreichte. STOLL begann mit dem Ergotamin aus dem Mutterkorn-Pilz und es folgten die herzatkiven Glykosiden aus *Digitalis*-Arten/Fingerhut, 9 Glykosiden aus *Scilla*, einem aus einer *Strophantus*-Art, den aktiven Komponenten in der Zwiebel/*Allium* s*ativum* L.

## Der Weg zum Aspirin - fieber- und schmerzsenkend

Der englische Geistliche EDWARD STONE (R. MANN 2004) hatte schon Jahrzehnte vor der Chinin-Isolierung 1763 den bitteren Geschmack von Weidenrinde festgestellt und wegen deren bitteren, dem Chinin ähnlichen Geschmack auch sie gegen Fieber eingesetzt und zwar erfolgreich (W. C. AGOSTA 1997, N. KUHNERT 1999). PELLETIER und CAVENTOU gewannen aus Weidenrinde einen gelbe, Kristalle bildende, als Chinin angesehene Substanz. Der durch manche Naturstoff-Isolation hervortretende JOHANN ANDREAS BUCHNER (Wikipedia 2012), ein in namentlich Erfurt bei TROMMSDORFF ausgebildeter Pharmzeut, späterer Professor in seiner Geburtsstadt München, erkannte die aus der Weidenrinde 1828 erhaltene Substanz als eine eigene Substanz, das Beta-Glukosid **Salicin,** die zu Forschungen über sie anregte. Kristallisiertes Salicin gewann der ebenfalls mit der Heilwirkung der Weidenrinde vertraute Apothker LEROUX in Frankreich, wobei er 1829 Extrakte aus Sumpfmädesüß/damals *Spiraea ulmaria*, später mit Namen *Filipendula ulmaria L.* (A. KLEEMANN et al. 2012, S. 42), benutzt hat. Der damals 24-jährige und bei DUMAS in Paris ausgebildete RAFFAELE PIRIA erhielt 1838 aus dem Salicin die **Salicylsäure**. Ab 1856 war PIRIA Profssor in Turin (Wi-

kipedia 2012). Der führende Leipziger Chemiker HERMANN KOLBE und Schüler (C. NEUBAUER 1875) erkannten in Versuchen die fäulnishemmende Wirkung der **Salicylsäure**, o-Oxy-benzoësäure, die somit als Konservierungsmittel und antiseptische Substanz, so zur Beseitigung von Fäulnisgeruch, dienen konnte. KOLBE hatte schon vorher, 1860, die an bestimmte Bedingungen geknüpfte Synthese der Salicylsäure aus Phenol und Kohlensäure gefunden. Diese, dann auch veränderte Synthese nutzte nach etwa einem Jahr dauernden Versuchen in seiner Wagenremise die von FRIEDRICH VON HEYDEN (W. GRELING 1972, W. RESCHETILOWSKI 2012) in Radebeul, westlich von Dresden, gegründete "Salicylsäurefabrik Dr. F. v. Heyden", die unter Beteiligung von KOLBE und LAUTEMANN (E. VON MEYER 1884) Salicylsäure in größeren Mengen herstellte. Wenn die Salicylsäure auch hauptsächlich prophylaktisch, zum Konservieren etwa verwendet wurde, war sie das **erste,** eben auch therapeutisch wirksame **synthetische Pharmakon**. Wegen Bedenken gegenüber der Carbolsäure empfahl KOLBE dem Leipziger Chirurgen CARL THIERSCH an ihrer Stelle auch im Operationssaal die Salicylsäure einzusetzen, was dieser erfolgreich seit 1867 neben der anderswo auch noch weiterbenutzte Carbolsäure tat.

Mit der Salicylsäure verbunden ist das später am meisten verwendete Arzneimittel, das Antischmerz- und Antifiebermittel "**Aspirin**", die schon vorher bekannte (A. KLEEMANN et al. 2012, S. 45) **Acetylsalicylsäure**, seit 1899 von der Firma Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld als erstes Arzneimittel in **Tablettenform** auf den Markt gebracht. 'Tabletten' - das waren nicht alten 'Pillen'. Auch die Firma HEYDEN hatte Acetylsalicylsäure hergestellt und nach einem Patentstreit erhielt es von Bayer Abfindungen. FELIX HOFFMANN (P. GÖB 1972), der in der Apothekerlaufbahn begonnen hatte, erhielt die Substanz 1897 und HEINRICH DRESER fand, daß es im Unterschied zu dem bisherigen Rheumamittel Natriumsalicylat nicht nur verträglich war, sondern auch fiebersenkend wirkte. Mit von der Partie der sich auch um den Ruhm streitenden Männer war noch ARTHUR EICHENGRÜN (N. KUHNERT 1999). Die Bezeichnung "- spirin" sollte erinnern an das auf feuchten Wiesen häufige Sumpfmädesüß, *Spiraea ulmaria*, heute benannt *Filipendula ulmaria* (L.) MAXIM:, deren Rinde resp. Wurzel wie Weidenrinde bitter schmeckt und auf Salicin in ihr wies. Die Weltjahresproduktion von Aspirin lag am Ende des 20. Jh. bei 50000 Tonnen, der Umsatz bei einer Milliarde Mark, etwa 2,3 Milliarden Tabletten.

Die pharmakologische Untersuchung von Derivaten gerade der schon als wirksam erkannten Salicylsäure und damit die Auffindung des Aspirin entsprach der immer wieder besttätigten Erfahrung, daß **Varianten physiologisch wirksamer Substanzen oft erhöhte oder günstigere Wirkung** aufweisen, etwa auch Nebenwirkungen vermindert sind, oder eben die Aufnahme verbessert wird. Das an-

tiseptische Phenol war zum Einnehmen jedenfalls nicht geeignet. Aspirin gibt im Magen Salicylsäure ab. Der **Weg zum Aspirin** war also ein langer, jedoch recht **kontinuierlicher** Weg von der Chinarinde mit dem fiebersenkenden Chinin über ebenso fiebersenkend wirkende bittere andere Baumrinden und Wurzeln und dann über Salicin und Salicylsäure zur Acetylsalicylsäure. Entdeckungen und Errungenschaften bauten aufeinander auf. Das **war 'Empirische Pharmakologie**'. Warum senkten Chinin wie Aspirin Fieber und Schmerzen? Die '**Kausale Pharmakologie'** kam keine 100 Jahre später.

## Vorbeugung/Prophylaxe und auch zur Krankheitsvermeidung gedachte Hygiene

Zu den einzunehmenden Arzneimitteln kamen **Hygiene-Produkte**, der Gesunderhaltung dienende Stoffe. WILHELM BERKEFELD (N. KAMPMANN 1955), Lüneburg, Kaufmann in einer Papierfabrik, fiel bei einem Jagdausflug die weiße Kieselgur-Erde in der Lüneburger Heide auf. Nach Versuchen seiner Benutzung als Isoliermaterial und seiner Verwendung zur Dynamit-Herstellung beobachtete er auch, daß das Wasser in seiner Kieselgur-Grube immer ganz klar war. Er untersuchte die Verwendung der Kieselgur zur Filtration von Wasser, brannte zunächst Filtersteine und erfand mit seinem Schwager, einem Chemiker, die **Berkefeld-Filterkerze**, die aus hindurchrinnendem Wasser die Bakterien zurückhielt. Mit seinem Schwager gründete BERKEFELD 1891 die Filter-Fabrik in Celle. Die Berkefeld-Filter kamen zur Wasserfiltration weltweit zum Einsatz, bei der Cholera-Epidemie in Hamburg wie im Russisch-japanischen Krieg 1904/1905.

Mit den synthetischen Pharmaka aus der Industrie wurde der Apotheker zum Kleinhändler, der immer weniger selbsterzeugte Medikamente, aus Pflanzen etwa, verkaufte. Heute legt der Apotheker in seiner Ausbildung kein Herbarium mehr an.

Mit der Entwicklung neuer Arzneimittel entstand die moderne **Pharmakologie**, die auf dem **Tierversuch** aufbaute und Kriterien für die Zulassung der Arzneimittel schuf.

**Allgemeine Gesichtspunkte** blieben. Es galt immer die **Dosierung**, auch die Art der Anwendung, auch nach Alter und Geschlecht, auszumitteln. **Nebenwirkungen** wurden manchmal erst mit der Zeit bekannt. Salicylsäure war nicht so harmlos wie es zunächst erschien. Und der große Schrecken im 20. Jh. wurde das **Contergan** (K. ROTH 2005). Die Einnahme dieses Beruhigungsmittel, Thalidomid, der Firma Chemie-Grünenthal Aachen, während einer bestimmten Zeit der Schwangerschaft brachte Mißgeburten etwa ohne Arme hervor. Weltweit zwischen

1958 und 1962 etwa 10.000 Kinder. Solche Mißgeburten sollten schon auftreten bei Einnahme einer einzigen Tablette in der 4. - 6. Schwangerschaftswoche. Bei Ratten und Mäusen, an denen das Contergan getestet wurde, hatte es keine Embryonenschädigungen gegeben. Wieder einmal war es übersehene Spezifität bei Lebewesen. Spezifität in der Wirkung von Arzneimitteln erweist sich auch bei Menschen immer mehr als erforderlich.

Krankheitsbekämpfung galt auch für **Kulturpflanzen**. Die von LORENZ HILTNER (K. BÖNING 1972) eingeführte **Beize für Getreidesaatgut** gegen Rostpilze mittels quecksilberhaltiger Mittel gab den Anstoß für die Pflanzenschutzmittel-Industrie in Deutschland

## Riechstoffe

In Sachsen wurden einige Riech- und Geschmackstoffe wie Menthol und Thymol schon in der ersten Hälfte des 19. Jh. in einigen Firmen isoliert. Durch W. H. PERKIN (R. MELDOLA 1911) wurden um 1868 das **Cumarin**, das riechende "Prinzip" der Tonka-Bohne, und dessen Homologen synthetisiert, die erste Herstellung eines pflanzlichen Riechstoffs aus Bestandteilen des Steinkohlenteers. In Deutschland fanden FERDINAND TIEMANN (E. FISCHER 1899) und W. HAARMANN (1874) aus Coniferin das **Vanillin**, den Riechstoff der Vanille-Schoten, synthetisch herzustellen und 1874 errichtete HAARMANN dafür eine Fabrik in Holzminden. In Paris entstand dafür die Firma De LAIRE & Comp. Wissenschaftlich erschloß die auch die Riechstoff-Industrie interessierenden ätherischen Öle WALLACH (A. ELLMER 1931). Zur Großfabrikation kam es für Terpineol.

## Feuerentzünden - zu erleichtern versucht

Feuerentzünden erforderte bis ins 19. Jh. **Feuerstein und gehärteten Stahl** zum Schlagen von **Funken**, die auf den leicht brennbaren **Zunderschwamm** treffen mußten, um auf ihm zur Flamme zu werden. "Feuerstein" war vielfach **Pyrit**, FeS2, 'Schwefeleisen','pyr' = Feuer,. Der an Bäumen wachsende, teilweise regelrecht kultivierte Zunderschwamm – heute: *Fomes fomentarius* - wurde ausgekocht, dünngeklopft und mit Pottasche und Salpeter behandelt, worauf er sich wie Wildleder anfühlte.

CHANCEL entwickelte 1805 **Tunkhölzchen**, die einen etwa mit Schwefel, Kaliumchlorat, Gummiarabicum und Zinnober getränkten "Kopf" hatten, der sich beim Eintauchen in einen Schwamm mit Schwefelsäure entzündete, teilweise in einer zu heftigen Reaktion.

In Gewerbebetrieben und mittelständischen Haushalten wurde nach 1820 an vielen Orten das **Döbereinersche Feuerzeug** (E. FARBER 1971) eingeführt, welches das Feuerentzünden recht erleichterte, wenn auch bei der Größe von der etwa eines Marmeladenglases das Döbereinersche Feuerzeug kein Taschenfeuerzeug war. Nachdem DÖBEREINER 1823 die Entzündung von Wasserstoffgas an einem Platinschwamm beobachtet hatte, entwickelte er das Feuerzeug innerhalb weniger Tage. Durch Drücken eines Hahns strömte im Inneren des Glasgefäßes aus Schwefelsäure und Zink entwickelter Wasserstoff an fein verteiltem, wenn auch nicht reinem Platin, "Platinschwamm", vorbei, entzündete sich hier und ein an die Flamme gehaltener Fidibus fing Feuer. Nach DÖBEREINER waren 1823 etwa 20.000 dieser Feuerzeuge in Deutschland und England in Gebrauch. Sie mußten aber immer wieder einmal neu eingerichtet werden. GOETHE erwarb ein solches Feuerzeug 1826

Im Gewicht viel leichter waren die **Zündhölzer**. Sie erfand, neben Vorläufern, mit Köpfchen von **weißem Phosphor** unter anderem JAKOB FRIEDRICH KAMMERER (O. KRÄTZ 1977). Als Angehöriger einer republikanischen Vereinigung wurde er 1833 auf der württembergischen Gefängnis-Festung Hohenasperg inhaftiert. Hier soll er seine Erfindung getätigt haben. Nach einem langen Gerichtsprozeß sollte er erneut eingesperrt werden sollte., flüchtete jedoch und betrieb dann die Zündholz-Produktion und die Herstellung anderer Güter in Riesbach bei Zürich. Die Zündhölzchen mit dem Kopf aus weißem Phosphor benötigten keine spezielle Reinfläche, konnten durch Reiben an den verschiedensten Gegenständen entzündet werden. Schweres Leiden kam über die Arbeitenden dieser Zündholzherstellung, die hauptsächlich Frauen waren. Aufnahme auch kleiner Mengen von weißem Phosphor etwa durch Einatmen führten zur Knochenzerstörung, vor allem der Kieferknochen, zur Phosphornekrose. Der aus Böhmen stammende Mediziner KARL IGNATIUS LORINSER hatte den Zusammenhang zwischen der Aufnahme von weißem Phosphor und der Kiefernekrose festgestellt und 1845 veröffentlicht (A. KUßMAUL 1899).

Der Phosphor wurde später an die Reibfläche verlagert und das Köpfchen konnte nicht mehr an anderen Gegenständen entzündet werden (Wikipedia 2019). Den **ungiftigen roten Phosphor** als Zündholzköpfchen schlug SCHRÖTTER für "**Sicherheitszündhölzer**" vor (S. J. KOPPERL 1975). Sie setzten sich, weil sie schwerer zu entflammen waren, nur langsam durch. Immerhin bekam SCHÖTTER 1856 den von der Pariser Akademie der Wissenschaften vergebenen Monthyon-Preis für Entdeckungen und Erfindungen, die ungesunde Gewerbe unschädlich machten. Die Entzündbarkeit wurde verbessert durch Kaliumchlorat.

Ein brauchbares **Taschenfeuerzeug** entwickelte AUER von WELSBACH. W, MUTHMANN in München hatte schon beobachtet, wie gemischte Metalle der Sel-

tenen Erden beim Bearbeiten mit Werkzeugen Funken sprühen (C. DUISBERG 1912). AUER hatte bei BUNSEN in Heidelberg das Funkensprühen des Metalles Cer beim Ritzen erlebt. Bei der Aufarbeitung des Monazitsandes, damals namentlich aus Brasilien, zur Herstellung der "Gasglühstrümpfe" fielen größere Mengen von Cerit-Sulfat an. Suche nach ihrer weiteren Verwendung bot sich geradezu an. AUER von WELSBACH fand als Material eine Mischung des Cer und Lathan mit etwa 30% Eisen als geeignetes Material für Zündsteine zum Schlagen von Funken. Diese Funken entzünden in dem Feuerzeug Benzin. Um 1929 jährlich etwa 500 Millionen Zündsteine erzeugt. Mit ihnen wurden schätzungsweise gegen 500 Milliarden Zündungen getätigt. Das ersetzte etwa 6 Milliarden Zündholzschachteln. Die Weltproduktion an Zündholzschachteln lag damals pro Jahr bei etwa 20 Milliarden.

Gerade im Zusammenhang mit dem Feuerentzünden beeindruckte, wie neue Technik das Dasein erleichterte. Der Mediziner ADOLF KUßMAUL (1899, S. 93) dichtete:

"Mußten als Knaben uns täglich plagen

Mit Stein und Zunder und Feuerschlagen,

Was ein Zündholz der Welt bedeute,

Wissen nur wir, die alten Leute."

## Spreng - , Explosivstoffe

Es gibt sehr viele explosive Substanzen, ja manche Leute verbinden Chemie mit dem was knallt und pufft. Es dauerte aber, bis handbare neue Sprengstoffe aufkamen (W. WILL 1904), und die hochexplosiven Azetylen-Verbindungen nach 1850 gehörten dazu nicht.

EDWARD CHARLES HOWARDs (F. KURZER 1999) fand kurz vor 1800 die hochexplosive Substanz **Knallquecksilber** und untersuchte sie in dicken, für Explosionen geeigneten Apparaten. Knallquecksilber diente später für **Zündhütchen** zur Zündung von Explosivstoffen (J. G. VOGT 1903). BERTHOLLET ersetzte im Schwarzpulver den Salpeter durch Pottaschen-Chlorat, womit die Projektile 3-mal weiter geschleudert wurden. Der Deutschböhme und Südamerika-Reisende THADDÄUS HAENKE (R. GICKLHORN 1966, B. WAESER 1922) erschloß, zuerst nur zur Schießpulver-Gewinnung, die Salpetervorkommen in den Maultier- und Viehpferchen der Anden und dann, ab 1809, die großen **Salpeter**-Lagerstätten in der Atacamawüste, 1 bis 200 km lang und 3 -5 km breit. Der Salpeter war zu 40-60% Natrium-Salpeter (-nitrat) und mußte für die Gewinnung von Salpeter

für Schießpulver mit Pflanzen-Asche, reich an Kaliumcarbonat, behandelt werden. Solche Asche, "Pottasche", "Caliche", wurde aus nicht weit entfernt wachsenden Kakteen gewonnen. Und damit wurde die chilenische Salpetergewinnung rentabel.

Chemisch ganz anders aufgebaut als das Schwarzpulver war die 1846 von SCHÖNBEIN und unabhängig von R. CHR. BÖTTGER in Frankfurt a. M. gefundene **Schießbaumwolle**, Nitrozellulose. SCHÖNBEIN irrte sich allerdings, wenn er die Herstellung und Verwendung der ihm als neuartigen Sprengstoff erscheinenden Schießbaumwolle für gefahrlos hielt. Hauptmann VON LENK fand 1849 eine bessere Schießbaumwolle und 1853 wurde unter seiner Leitung in Hirtenberg bei Wien die erste Fabrik für Schießbaumwolle errichtet. Es gab jedoch Explosion von Magazinen und auch der Kanonenrohre. Nebenprodukte und Unterschiede im Nitrierungsgrad ließen Nitrozellulose unterschiedlicher Stabilität entstehen. Zuerst wurde die hochbrisante Schießbaumwolle vor allem im Seekrieg verwendet. Es gelang dann, vor allem dem Franzosen PAUL VIEILLE, Schießbaumwolle mehr gleicher Qualität herzustellen, Nitrozellulose mit etwas Äther und Alkohol zu gelatinieren, mit verdünnter Salpetersäure die Verbrennung zu regulieren und gerade dadurch Schwarzpulver auch in der Militärtechnik auf dem Land durch Schießbaumwolle zu ersetzen (W. WILL 1910). VIEILLEs rauchschwaches Pulver, 1884, machte das Schlachtfeld übersichtlicher. Die Schlachtenmaler verloren ihr Sujet, den Pulverdampf über dem Kampfgetümmel. Um dennoch an emporstiegendem Rauch zu sehen, wo Granaten einschlagen, wurde nach 1892 roter Phosphor zugesetzt.

Das 1846 im Laboratorium von PELOUZE in Paris von ASCANIO SOBRERO (O. KRÄTZ 2001) gefundene **Nitroglycerin** wurde zunächst flüssig verwendet – explodiert bei Druck, allerdings nur soweit wie der Hammerschlag auf eine Flüssigkeitsansammlung reicht, aber immerhin eine hochgefährliche Angelegenheit. Mediziner benutzten es gegen Herzleiden. SOBRERO war später in Turin. ALFRED NOBEL (K. FANT 1997), der zur gleichen Zeit wie SOBRERO bei PELOUZE arbeitete, bemühte sich seit 1863 das flüssige Nitrogylcerin mit festen porösen Körpern wie Schwarzpulver, Kohle, Papierbrei, in gefahrlos zu handhabende Patronen zu bringen. Am 3. September 1864 gab es in der Fabrik in Stockholm eine heftige Exolsion und kostete den dort Anwesenden, einschließlich ALFRED NOBELs jüngsten Bruder EMIL das Leben. Als handbaren Sprengstoff fand NOBEL schließlich von der durch BERKEFELD als Isoliermaterial genutzten Kieselgur aufgesaugtes Nitrogylcerin, das "**Dynamit**". Legende soll sein, daß die Aufsaugung des Nitrogylcerin gefunden wurde, als Nitroglycerin zufällig in die als Verpackung dienenden Kieselgur ausgelaufen war. NOBEL berichtet, daß er systematisch nach aufsaugendem porösem Material gesucht habe. Mindestens ebenso bedeutungsvoll sind NOBELs Entdeckung der Sprengkapsel und der Initi-

alzündung für diese. Bei Krümmel an der Elbe gründete NOBEL 1865 die größte Nitrogylcerinfabrik auf dem europäischen Kontinent, in der sich allerdings auch noch gewaltige Unfälle ereigneten, eine zweite Explosion am 29. Mai 1870. Mit Dynamit wurde 1866 erstmals gesprengt. Um zu demonstrieren, wie gefahrlos man auch mit Dynamit umgehen kann, ließ NOBEL mit Dynamit gefüllte Kisten in tiefe Schluchten werfen und sie explodierten nicht, auch nicht auf Feuerstellen. Da bei Nitrogylcerin die Energie auf einem viel kleineren Raum als mit bisherigen Explosivstoffen konzentriert ist, ließen sich die Bohrlöcher viel kleiner halten, was eine große Kostenersparnis bedeutete. Die Kosten für das Bohren überstiegen vielfach die des in den Löchern eingesetzten Pulvers.. Mit dem neuen Sprengstoff, "Riesenenergie für den Dienst der Menschheit gezähmt" (W. WILL 1904, S. 274), konnten die Tunnelbauten etwa in den Alpen durchgeführt werden. Wurden auf der Erde 1867 11.000 kg Dynamit erzeugt, waren es 1909 8 Mill. kg. Verwendung von Dynamit statt Schwarzpulver verminderte die Gewinnungskosten im Bergbau auf mindestens 30%. Dem Dynamit war zu verdanken, "wenn es" um 1900 "auf dem Erdballe für den Verkehr kein Hinderniss mehr gibt und die Schätze des Erdinnern uns überall leicht zugänglich geworden sind" (S. 279). Wenn der ansonsten reich gewordene NOBEL gehofft hatte, daß die zunehmenden Schrecken des Krieges vor der Auslösung weiterer Kriege zurückschrecken ließ, sah er sich jedoch getäuscht, wobei er selbst in seinem Unternehmen in Schweden bis zuletzt auch Kanonen bauen und ausliefern ließ. Erst die Atombombe brachte einige Besinnung.

Als weitere Sprengstoffe unter den Nitroverbindungen wurden je nach Möglichkeit angewandt- Die als gelber Farbstoff bekannte **Pikrinsäure,** das **Trinitrophenol** C6H5OH(NO2)3, wurde als Sprengstoff erkannt von H. SPRENGEL (K R WEBB 1965) und Sprengstoff wurden auch das **Trinitrotoluol,** TNT sowie nitrierte Kresole. Pikrinsäure greift Schwermetalle unter Bildung der ebenfalls hochexplosiven Pikrate an, was ihre Füllung in Metallkapseln, also auch Granaten, gefahrvoll machte.

Die **Azide**, die Salze der Stickstoffwasserstoffsäure, wurden von W. WILL und andere für Sprengstoffe untersucht, wobei sich Bleiazid als am geeignetsten erwies, Knallquecksilber als Zünder zu ersetzen.

In Deutschland wurde 1891 durch das Kgl. Kriegsministerium in Berlin ein Institut zur Untersuchung von Sprengstoffen eingerichtet und unter die Leitung von W. WILL (B. LEPSIUS 1921) gestellt. So wurde angestrebt, an Stelle als von Baumwolle aus Holz nitrierte Zellulose als Sprengstoff herzustellen, da im Kriegsfall Deutschland möglicherweise von der Baumwolleinfuhr abgeschnitten sein könnte.

**Herstellung von Sprengstoffen** war für die Produzierenden oft **hochgefährlich**.

Voneinander getrennte Arbeitsplätze und diese von Wällen getrennt sollten daför sorgen, daß bei Unglücksfällen nur einzelne oder wenige betroffen sind. Bei einem Besuch in einer Dynamitfabrik bei San Francisco 1893 fand der führende deutsche Sprengstoff-Chemiker WILHELM WILL (B. LEPSIUS 1921, S. 248) solche Vorsichtsmaßnahme nicht. Hier arbeiteten Chinesen und der Direktor erklärte, "daß mache nichts, denn man könne immer leicht eine neue Schiffsladung Chinesen bekommen, und das sei weit billiger, als Wälle zu bauen."

Daß als ungefährlich eingeschätzte Substanzen hochexplosiv sein können zeigte sich, als ein Düngemittelgemisch aus **Ammoniumnitrat** und Ammoniumsulfat beim Stickstoffwerk Oppau bei Ludwigshafen, das zur BASF gehörte, am 21. September 1921 zu einer gewaltigen Explosion führte. Das Ergebis waren 561 Tote, etwa 2000 Verletzte, 7500 wegen der Gebäudezerstörungen obdachlos gewordene Menschen (Wikipedia 2014). Schäden gab es auch noch in Heidelberg. Ein solches Düngemittel wie Ammoniumnitrat diente zu manchem Terroranschlag.

## F(Ph)otografie

Die Fotografie beruht 1. auf einer durch **Licht zersetzbaren Substanz**, 2. der **Kamera**, einer Loch - und dann Linsenkamera, auf deren Hinterwand das Bild projeziert wird und wo die lichtsensible Substanz reagiert.

Durch kleine Löcher ein Bild der Außenwelt auf eine Wand zu werfen, war bekannt. Maler wie CANALETTO hatten es im Zeichenzelt benutzt. Touristen bewunderten es in den Camera obscura-Hütten, wo ihnen die Landschaft draußen im dunklen Raum vorgeführt und erläutert wurde. Das Problem war: Diese Bilder waren nicht zu halten. Der Maler mußte sie festhalten. Die große Leistung der Fotografie: Das auf eine Wand, eben den Film geworfenen **Bild** konnte durch chemische Vorgänge irgendwie **festgehalten, fixiert** werden, ohne direkte Eingriffe an dem Bild. Auch, wenn das lange nicht in Farbe möglich war. **Das Fixieren war die zentrale Leistung der Fotografie.**

Schon im 18. Jh. war die Schwärzung von Silbersalzen im Licht gefunden worden. JOSEPH NICÉPHORE NIEPCE in Chalon-sur-Saône experimentierte mit von dem lichtempfindlichen Silberchlorid überzogenen Papier. Vor allem unternahm er Versuche mit Asphalt / Bitumen auf Stein. Je nach Stärke der Belichtung härten die Schichten oder, wenn unbelichtet, bleiben für Lavendelöl und Petroleum löslich (O. KRÄTZ 1978). Die mit der Camera obscura auf Stein erzeugten Bilden sollten in diesen für das Drucken eingeätzt werden. Die Belichtungszeit war sehr lang, aber immerhin erzeugte er 1826 das Bild des Blicks aus seinem Arbeitszimmer. Besser war dann die von LOUIS JACQUES MANDÉ DAGUERRE (F. KEMPE 1991)

entwickelte Art der Fotografie, die "**Daguerrotypie**". Aufgewachsen in Orléans, lernte er bei einem Architekten, wurde Bühnenbildmaler in Paris, schuf ein "Diorama" für die realistische Darstellung von Landschaften und der Gedanke, das dauerhaft zu machen, lag nahe. Mit NIEPCE schloß DAGUERRE 1829 einen Vertrag. DAGUERRE setzte mit Silber beschichtete Kupferplatten Jod-Dämpfen aus und auf der Platte bildete sich Silberjodid. Er fand, daß nicht gewartet werden mußte, bis die langsame Zersetzung des Silberjodids je nach Lichtstärke sichtbar wurde, sondern die eingeleitete Zersetzung, das noch "latente" Bild, konnte durch einwirkenden Quecksilberdampf "entwickelt", sichtbar gemacht werden. Je nach Stärke des Lichtes wiesen die einzelnen Teile der Platte mehr oder weniger aus der Zersetzung entstandenes Silber auf. Wo reichlich Licht eingewirkt hatte, glänzte die Platte hell-silbrig. Das Bild war seitenverkehrt, mußte etwas schräg gehalten betrachtet werden und war ein nicht zu vervielfältigendes Unikat. Die Bilder kamen unter Glas. Die Belichtungszeit betrug anfangs etwa eine Stunde. Am 19. August 1839 gab ARAGO vor der Französischen Akademie der Wissenschaften das von DAGUERRE erfundene Verfahren bekannt, das "Lichtmalen" (light painting) oder, wie es NIEPCE nannte, die "Heliographie". Der 19. August 1839 galt dann als der Geburtstag der Fotografie. Als im Januar 1839 über das Verfahren von DAGUERRE Nachrichten in München bekannt wurden, haben dort FRANZ RITTER VON KOBELL und CARL AUGUST VON STEINHEIL experimentiert und am 13. April 1839 darüber vor der Bayerischen Akademie der Wissenschaften berichtet (O. KRÄTZ 1978). Sie netzten Papier auf einer Seite in einer Lösung von Silbernitrat, "Silbersalpeter" und bewahrten es getrocknet im Dunkel eines wohlschließenden Buches. In 5 Minuten wurde ein Bild "hinlänglich eingebrannt" und das Herauslösen des unveränderten Silbernitrats, das Fixieren, geschah durch Ammoniak oder "unterschweflichsaures Kali".

Gerade in Großbritannien (D. BREWSTER 1851) wird die Daguerrotypie lediglich als Vorläufer der Fotografie betrachtet, denn hier entwickelte WILIAM FOX TALBOT (R. V. JENKINS 1976, F. KEMPE 1991) das "**Negativ-Positiv-Verfahren**" mit der lichtempfindlichen Schicht auf durchsichtigem Papier. Es wird von "**Talbotypie**" gesprochen. Der mit BREWSTER zusammenwirkende Erfinder selbst nannte sein Verfahren "Calotypie". TALBOT, Angehöriger der englischen Oberklasse, konnte sich sowohl Reisen auf den europäischen Kontinent wie den Rückzug auf das Familiengut leisten. Zur Fotografie führten ihn einesteils seine Interessen in der Optik und in der Fotochemie, zum anderen seine Liebe zu Natur und Landschaften. Seine eigenen Versuche mit Landschaftsmalerei befriedigten ihn nicht. Er nutzte ab September 1840 die Gallussäure als "Entwickler", um das latente Bild rascher sichtbar zu machen. Die Belichtungszeit wurde um das Hundertfache verringert. Die giftigen Quecksilberdämpfe waren als Entwickler ersetzt. Lord ROBERT JOHN STRUTT, 4. Baron von RAYLEIGH, verwies in seiner An-

sprache als Präsident der British Association for the Advancement of Science 1938 auf manche zufällig aufgefundene, jedenfalls nicht aus einer Theorie abgeleitete Dinge in der **Fotografie**, und meinte, die Geschichte der Fotografie mit Silbersalzen "can not be considered a good example of the triumph of the rational over the empirical" (1938, S. 180). Gallussäure als "Entwickler" war nach seiner Darstellung durch Zufall gefunden worden. WEDGWOOD und DAVY stellten um 1800 (1802) fest, daß die Silbersalze empfindlicher auf Licht reagieren, wenn sie statt auf Papier auf weißes Leder aufgetragen waren. J. B. READE wollte 1837 deshalb für fotografische Versuche weiße Lederhandschuhe benutzen. Seine Frau protestierte. READE brachte deshalb eine Infusion von den als Gerbmittel, also bei der Herstellung der Lederhandschuhe wirksamen Eichengalläpfeln auf Papier mit dem lichtempfindlichen Silbersalz. Er fand die Sensitivität stark erhöht. Gallussäure war Grundlage auch der späteren fotografischen "Entwickler". Damit das Foto haltbar blieb, mußte alles nicht zersetzte Silbersalz herausgelöst werden, da es sonst mit der Zeit sich auch zersetzt und das Bild verdunkelt hätte. Das Foto war zu "**fixieren**". JOHN HERSCHEL (C. A. RONAN 1992) hatte einst eigene Versuche mit der Belichtung von Silbersalzen auf Papier unternommen und fand geeignet zum "**Fixieren**", als "Fixiermittel", 1819 Natriumthiosulfat. Er teilte das TALBOT mit, der Natriumthiosulfat ab 1. Juni 1843 zum Fixieren benutzte. Von dem Foto auf durchsichtigem Papier mit Schwärze von Silber konnten beliebig viele Kopien, Positive, auf Chlorsilberpapier, angefertigt werden, und zwar seitenrichtige. HIPPOLYTE FIZEAU (W. TOBIN 1999) fand 1841, daß Brom statt Jod die Sensibilität der Platten erhöht.

Die Daguerrotypie wurde auch noch etliche Zeit angewandt. In Paris allein sollen 1847 2000 Kameras und eine halbe Million versilberte Kupferplatten verkauft worden sein. Porträtmaler wurden zunehmend Porträtfotografen.

Der lichtempfindliche Stoff, das Silbersalz auf Unterlage, wurde bei der frühen Fotografie an Ort und Stelle in einem dunklen Zelt vor dem Fotografieren auf **Glasplatten**, "**Naßplatten**", aufgetragen. Alle Utensilien waren an den Aufnahmeort zu transportieren. Die ersten länger haltbaren **Trockenplatten**, hergestellt 1856 in Birmingham, konnten vor der Belichtung (exposition) bis etwa 6 Wochen aufbewahrt werden. Die erste kommerziell verwertbare fotografische Emulsion auf Trockenplatte wurde 1864 in Liverpool eingeführt (L. BADASH 1965). Trockenplatten entwickelte ab 1871 der auch für die Glühlampenerfindung bedeutende Sir JOSEPH WILSON SWAN, der festgestellt hatte, daß bei Naßplatten die Empfindlichkeit des Silberbromid in der Wärme zunimmt. Weitere Versuchen führten ihn zu **Trockenplatten**, 8 Jahre später zu Silberbromid auf Papier (a. C. N. BROWN 2004, S. 433). Trockenplatten waren eine revolutionäre Erleichterung für das Fotofrafieren auf Reisen, da sie das Mitführen der aufwendigen Technik erleicherte.

Der englische Arzt und Amateurfotograf RICHARD LEACH MADDOX fand die Gelatine als geeignet, die Silbersalze an die Unterlage zu binden, wobei, wie sich dann herausstellte, die Sensivität der lichtempfindlichen Silbersalze erhöht wurde, und später wurde sogar deutlich, daß Gelatine verschiedener Herkunft Unterschiede aufweist, also das Futter der gelatineliefernden Rinder von Einfluß ist. Der Geistliche HANNIBAL GOODWIN bekam 1887 den biegsamen leichten Rollfilm auf Zelluloid patentiert.

Der Chemiker HERMANN W. VOGEL, schließlich Professor an der Technischen Hocschule Charlottenburg, der schon auf einigen Sonnenfinsternis-Expeditionen bis nach den Nikobaren und nach Aden die fotografischen Arbeiten ausgeführt hatte, fand 1873, daß bestimmte fotografische Kollodiumplatten aus englischer Produktion, mit denen er Sternspektren aufnahm, auch für die im Grün liegenden Lichtwellen empfindlich waren, also im langwelligeren Bereich als bisher bekannt war. Es wurde ermittelt, daß diese Fotoplatten mit einem Gemisch aus Urannitrat, Gummi, Gallensäure und einem gelben Farbstoff versehen waren, wobei ein Zweck dieser Zusätze nicht erkennbar war. Lord RAYLEIGH 1938 (S. 205) erinnerte der Befund an "one of medieval medical prescriptions which made up in complexity what they lacked in clear thinking." Von seiner Zufalls-Beobachtung angeregt, hat VOGEL (1875, 1884) mit anderen **Farbzusätzen** experimentiert. Er konnte die Empfindlichkeit allgemein und namentlich für bisher weniger wirkende Teile des Spektrums **sensibilisieren**, so für die langwelligen Teile. Benutzte Farbstoffe waren etwa Chlorophyll, Eosin, Methylviolett. Von HOFMANN erhielt VOGEL Cyanin, was im Bromsilber die Empfindlichkeit für Orange "ganz ausserordentlich" erhöhte (1875, S. 1635). Zunächst hatte VOGEL den Farbzusatz zum Collodium vor der Präparation der Platten gegeben, dann die fertigen Bromsilberplatten mit der alkoholischen Farbstofflösung übergossen und trocknen gelassen. Manche scheiterten zunächst mit solchen Versuchen, was VOGEL zu neuen Experimenten anregte. Mit Ultraviolett- (UV-)Licht fotografierten zuerst und unabhängig voneinander JOHN WILLIAM DRAPER und EDMOND BECQUEREL (D. FLEMING 1971).

**Fotografie für Millionen** einfacher Menschen brachte in den USA der aus einfachen Verhältnissen stammende GEORGE EASTMAN (F. KEMPE 1976), der Mann des "Kodak", dem ab 1889 zunehmend größten "Foto-Imperium" der Welt, in Rochester (USA-Staat New York). Im Juni 1888 hatte EASTMAN die erste perfekte Amateurkamera, "Kodak", auf den Markt gebracht, mit einer Filmrolle, 1889, für 100 kreisrunde Aufnahmen, die bei EASTMAN eingelegt und entwickelt wurden. 1891 konnten die Rollfilme auch bei Tageslicht eingelegt werden. EDISON normierte den Film auf 35 mm.

In Deutschland verbesserte die Chemie der Fotografie der aus Dänemark stam-

menden MOMME ANDRESEN (C. Graf von KLINCKOWSTROEM 1953), der 1887 in die AGFA eintrat, hier 1889 die fotografische Abteilung übernahm, 1891 den "Universal"-Entwickler "Rodinal" fand, 1895 ein neuartiges Berieselungssystem zur Herstellung fotografischer Platten frei von Verunreinigungen und dann ein haltbares, direkt kopierendes Papier, das den "Film" möglich machte. Nunmehr produzierte die AGFA ihre Fotomaterialien am Standort **Wolfen** bei Bitterfeld. Der Rollfilm für Wechsel bei Tageslicht kam bei ihm 1900.

OSKAR BARNACK führte 1924 bei der Firma Leitz in Wetzlar die **erste Kleinbildkamera**, die "Ur-Leica", ein.

Die Fotografie fand bald **Anwendung** sowohl in mehr künstlerischer Richtung wie zur Dokumentation. In der Wissenschaft wurde die Fotografie zu einem wichtigen Mittel der Dokumentation vor allem dort, wo die menschliche Beobachtungstätigkeit und auch das Festhalten von Ergebnissen an Grenzen stieß. Das betraf die **Astronomie**, die durch die Fotografie in eine regelrecht neue Ära eintrat. Die endlose nächtliche Beobachtung der Astronomen am Fernrohr oder tagsüber an der Sonne wurde ergänzt durch die Auswertung von mit an den Beobachtungsinstrumenten gewonnenen Himmelsfotografien, die Forschung damit stark rationalisiert. Ein bedeutender Vertreter der Himmelsfotografie wurde MAX WOLF in Heidelberg, dessen Vater, ein reicher Arzt, ihm eine private Sternwarte einrichten konnte. WOLF konnte erreichen, daß die Badische Regierung eine 1898 eingeweihte Sternwarte auf dem Königsstuhl reichlich 400 m über Heidelberg errichtete. Eine USA-Mäzenin untersützte bei der Instrumentenanschaffung (S. OLDENBURG 2018), In **Medizin und Biologie** hielt die Fotografie Einzug, als ALFRED DONNÉ und FOUCAULT einen Atlas mit 80 **Mikroaufnahmen** herstellten. In der **Physiologie** entwickelte E´TIENNE-JULES MAREY das Verfahren, durch rasches Hineinanderfotografieren eine Bewegungsablaufes diesen zu analysieren, etwa die Beinbewegung eines Pferdes, das Verfahren der **Schnellfotografie**, bei MAREY noch mit Platten (G. S. BRYAN S. 171).

Ganz wichtig wurde die Fotografie etwa mit der WILSONschen Nebelkammer für die Atomphysik des 20. Jh.

## Agrikulturchemie, namentlich Düngung der Kulturpflanzen

### Grundlegendes

Woher nehmen die Pflanzen und Tiere die Substanzen für ihre Substanzen - das waren grundlegende Probleme, welche für die Landwirtschaft zu klären waren und viele Versuche der führenden Chemiker verlangten. Chemie und Pflanzenphysiologie waren bei vielen der daran beteiligten Forscher nicht zu trennen.

**Was braucht die Pflanze aus dem Boden?**

Gedüngt wurde schon lange, mit Mergel, Kalk und "organisch" vor allem mit **Mist**. GLAUBER hatte schon im 17. Jh. die Düngerwirkung von Salpeter erkannt, aber der stand damals nicht in größeren Mengen zur Verfügung. Mit der Intensivierung der Landwirtschaft wurden die Erträge erhöht, aber auch die Nährstoffvorräte stärker angegriffen. Das "**Mergeln**" erhöhte zunächst die Erträge auch, aber da damit die Pflanzen mehr von den nicht zugeführten Nährstoffen verbrauchten, sanken die Erträg auch wieder, wurde der Boden "ausgemergelt". Die **Agrikulturchemie** begann keineswegs mit LIEBIG. DAVY gab 1802 in England vor dem Board of Agriculture Lektionen über Agrikulturchemie (D. M. KNIGHT 1971), verfaßte die E´lemens de Chimie agricole'. Der technische Chemiker SIGISMUND FRIEDRICH HERMBSTÄDT, Berlin, gründete 1803 das "**Archiv der Agriculturchemie** für denkende Landwirthe oder Sammlung der wichtigsten Entdeckungen, Erfahrungen und Beobachtungen in der Physik und Chemie für rationelle Landwirthe, Güterbesitzer, und Freunde der ökonomischen Gewerbe." HERMBSTÄDT wollte auch Tiermist nicht ungeprüft gestreut wissen und verfolgte den Erfolg von **Mist** verschiedener Haustiere, von Menschenkot, auch von Pflanzenerde auf die Erträge.

Die **Mineralbestandteile** in der Pflanzenernährung zu beachten empfahl der Schweizer Pflanzenphysiologe NICHOLAS DE SAUSSURE und über die **chemischen Elemente in Pflanzen** schrieb 1803 HERMBSTÄDT. Aus Pflanzenasche hatte man schon seit langem Soda und Pottasche, die Alkalien, gewonnen, wird Kali, also mehr oder weniger das Oxid, wegen seiner damals noch nicht erfolgten Zersetzung als "Element" betrachtet. Dieses und andere von Mineralien her bekannten "Erden" waren also Pflanzenbestandteile, wobei allerdings auch überlegt wurde, ob beide wirklich identisch sind. Mist enthielt die Bestandteile, die chemischen Elemente resp. 'Erden' der Pflanzen und gab sie bei seiner Zersetzung dem Boden zurück.

Noch bis etwa 1840 wurde allerdings vermutet, vorher behauptet, als nachgwiesen betrachtet, daß **anorganische Stoffe**, "Erden", ohne Zufuhr von außen **neu im Inneren von Pflanzen** entstehen. In einer Preisfrage der Berliner Akademie wurde gefragt, ob "die erdigen Bestandtheile" "als solche" in die Pflanze eintreten, "oder werden sie durch die Lebenskraft, und durch die Wirkung der Organe der Vegetation erzeugt?" (s. J. C. C. SCHRADER 1805) und die Antwort fiel zunächst positiv aus. Um 1810 wurde diskutiert, daß "Kalkerde" "in den organischen Körpern täglich erzeugt werde ..." (zitiert aus THAER in A. ORTH 1896, S. (26). Wenigstens bei der Pflanzenernährung zugewandten Chemikern gab es noch eigenartige Vorstellungen über chemische Elemente.

Was in der Pflanze an Stoffumwandlungen stattfand, sollte gemäß HUMPHREY DAVY (dtsch. 1807) etwa gefunden werden aus dem **Vergleich** der in der Analyse gewonnenen chemischen **Zusammensetzung der Ackererde direkt** und der **Asche von Pflanzen**. "Denkende" Landwirte sollten gemäß HERMBSTÄDTs Vorschlag solche chemisch-analytischen Untersuchungen auch selbst durchführen, und HERMBSTÄDT wollte ihnen in einer Kiste die nötigen Materialien sogar zusenden.

LAMPADIUS in Freiberg gab 1833 eine recht ansehnliche Übersicht bisher wenigstens versuchsweise benutzter mineralischer Dünger, nannte als neu "Halsbrücker Düngesalz" und "schwefelhaltige Braunkohlenerde". In Werken zu einzelnen Kulturpflanzen wurde auch auf ihre Düngerbedürfnisse eingegangen, und als Beispiel für Krapp bei Mühlhausen bei A. VON LENGERKE 1846 (S. 327) entnommen aus "Weiß": "Als Düngungsmittel zieht Krapp den Kuhmist allen übrigen, von mir versuchten, vor; sehr vortheilhaft auf seine Entwickelung wirken aber auch Gips, Knochenmehl, und ganz besonders sein verwestes Kraut selbst."

Auf Mineralstoffe in der Pflanzenernährung verwies vor LIEBIG namentlich KARL SPRENGEL (A. VON LENGERKE 1839, S. 5, U. POHL 1995). Er war Schüler des Landwirtschaftswissenschaftlers THAER, hielt im Wintersemester 1827/28 die "erste Vorlesung über Agrikulturchemie an einer deutschen Universität in Göttingen (W. BÖHM 1984, S. 224), las (U. POHL 1995) seit 1835 'Landwirtschaftliche Chemie' an dem reorganisierten Collegium Carolinum in Braunschweig, schrieb auch über "Urbachmachungen", verfaßte eine "Chemie für Landwirthe, Forstmänner und Cameralisten". 1839 folgte SPRENGEL einem Ruf an die landwirtschaftliche Lehranstalt in Regenwalde in Pommern.

Von JUSTUS LIEBIG erschien als die viel beachtete Grundlage aller weiteren Diskussionen über Pflanzenernährung **1840** die erste Auflage seines Buches **"Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie"**, und 1864 erschien bereits die 8. Auflage. LIEBIGs Buch wurde durch seinen englischen Schüler, den Chemiker und Geologen LYON PLAYFAIR (G. J. N. GOODAY 2004) sofort ins Englische übersetzt und LIEBIGs Englandreise wurde mit einem Triumphzug für ihn verglichen (J. VOLHARD et al. 1902).

Im Jahre 1842, also etwa gleichzeitig mit LIEBIGs erster Veröffentlichung, hatten WIEGMANN und POLSTORFF, Braunschweig, eine Preisaufgabe der Universität Göttingen beantwortet, "ob die sogenannten anorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanzen gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben nicht dargeboten werden, und ob jene Elemente so wesentliche Bestandteile des vegetarischen Organismus seien, daß dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedürfe?" Die erste Frage, ob die Elemente sich in der

Pflanze auch finden, wenn sie nicht dargeboten werden, demonstrierte eine ncch merkwürdige Auffassung über das, was Pflanzen können, denn woher wären die Elemente sonst gekommen als von außen, doch kaum durch Stoffumwandlung. Ihre Antwort lautete, daß sie den "künstlichen Ersatz" der in der Pflanze in Verbindungen vorhandenen Elemente für nötig und möglich sahen. Ihre Schrift "Ueber die unorganischen Bestandteile der Pflanzen" wurde preisgekrönt. Sie hatten etwa festgestellt, daß ohne phosphorsaure Salze die untersuchten Pflanzen keine Samen bilden. Zum Nachweis ihrer Ansicht hatten sie Pflanzen in chemisch reinem Quarzsand, mit mehreren Verfahren wirklich so rein wie möglich gemacht, mit der Zugabe von Verbindungen der nachgewiesenen Elemente und in Kontrollen von Samen an aufwachsen lassen. Nur in dem Quarzsand mit zugegebenen Verbindungen, etwa "schwefelsaures Kali", "gebrannte Gips", "kohlensaure Magnesia", "Manganoxyd", "Eisenoxyd", "phosophorsuarer Kalk" und anderem wuchsen die Pflanzen. Es wurden allerdings nur diese Verbindungen **allesamt** gegeben, nicht zur Feststellung der Wirkung einzelner Elemente in einzelnen Versuchen immer ein bestimmtes weggelassen.

Auf seiner Farm in Rothamsted hatte JOHN BENNET LAWES bis um 1842 die Wirkung von Dünger auf Pflanzen getestet.

Zu den führenden, mit der Landwirtschaft verbundenen Pflanzenphysiologen kurz vor der Mitte des 19. Jh. gehört JEAN BAPTISTE BOUSSINGAULT (N. PRINGSHEIM 1887). Geboren am 2. Februar 1802 in Paris, studierte er als junger Mann auf der Bergbauschule in Saint-Etienne Geologie und Chemie. Kaum 20 Jahre alt wurde er 1822 nach Bogota an die dortige Bergbauschule berufen, kämpfte freiwillig in der für die Befreiung von Spanien kämpfenden Armee und war im Generalstab von BOLIVAR. Neben Pflanzensäften etwa von *Papaya* analysierte BOUSSINGAULT Wässer und Quellen sowie die Gasexhalationen von Vulkanen (S. X/XI). 1835 in Frankreich verheiratet mit "Fräulein" LE BEL, Schwester eines "hervorragenden Landwirthes" kam BOUSSINGAULT in den Mitbesitz des Landgutes Bechelbronn bei Weissenburg im Elsass und gründete hier eine eigene agriculturchemische Versuchsstation. Durch Boussingault wurde die **Landwirtschaft** in Frankreich 'vom Gewerbe **zur Wissenschaft'** (S. XII). Im Jahre 1841 veröffentlichte BOUSSINGAULT mit DUMAS die Schrift 'Essai de statique chimique des eˆtres organise´s' werden die "allgemeinen Erscheinunungen des Pflanzen- und Tierlebens konsequent unter "dem einheitlichen Gesichtspunkte des Kreislaufs der Stoffe zusammengefasst" (S. XV). Die O2-Freisetzung sollte auf der **Absorption des Lichtes** beruhen (S. XVII), dabei das CO2 wie das Wasser zersetzt werden, und wie bei DAVY schon vermutet, CO2 und H2O unter Abgabe des O2. direkt zu einem Kohlenhydrat, wie die Formeln nahelegten, zusammentreten (S. XIX). Aber auch Öle konnten entstehen, und erklären die bis 5% mehr abgegebem

O2 (S. XXI). CO2 erlegte die grüne Pflanze auch im Gemisch mit Stickstoff und ohne Sauerstoff (S. XXII). Kohlenmonoxid/CO, wie schon SAUSSURE festgestellt hatte, wurde auch nach Versuchen von BOUSSINGAULT und DUMAS von der grünen Pflanzen im Licht nicht zersetzt (S. XIX). BOUSSINGAULT wandte sich dann vor allem auch der **Stickstoff-Herkunft** in den Pflanzen zu und fand, daß der freie Stickstoff in der Luft nicht in die Pflanze eingeht, und Stickstoff in der Pflanze auch in allen vegetativen Teilen und nicht nur im Samen vorkommt. Pflanzenfressende Tiere entnehmen allen ihren Stickstoff nur der Pflanze, ebenfalls nicht der Luft (S. XXXII).

Schon 1851 erschien der Essai von BOUSSINGAULT auch in Deutsch in starker Bearbeitung von N. GRAEGER in Halle.

## LIEBIG und die Mineraldüngung

Mit LIEBIGs Namen jedoch ist die Lehre von der Mineralstoff-Ernährung der Pflanzen und die daraus abgeleitete **Mineraldüngung**, das "Brot aus Steinen", besonders stark verbunden. LIEBIG argumentierte viel mit bereits vorliegenden Erfahrungen und fügte sie zu einem Gesamtbild. Er verwies etwa auf im Wasser schwebende, nicht wurzelnde Pflanzen, die keine Berührung mit Humus haben und dennoch gedeihen, also Stoffe aus dem Wasser entnehmen. Oder er verwies auf Pflanzen, gar Bäume, die in Felsspalten mit kaum Humus gedeihen, um auf den nicht notwendigen Humus zu verweisen. Um seine Ansichten zu erhärten, erwarb LIEBIG ein Stück Land mit kümmerlichen Sandboden am Rande der Stadt Gießen und konnte das Gelände durch chemischen Dünger "in einen blühenden Garten verwandeln" (A. W. v. HOFMANN 1890, S. 792).

LIEBIGs Gedanken über die Agrikulturchemie erregten viel Aufsehen, da die Sicherung der Ernährung der wachsenden Bevölkerung Europas allein geeignet erschien, soziale Spannungen zu mildern. Größte Beachtung erfuhr LIEBIG in England und Schottland. Im Herbst 1837 (J. S. FRUTON 1988), also noch vor dem Werk von 1840, besuchte LIEBIG 2 Monate lang Großbritannien und auch Dublin und Belfast und dessen führende Chemiker. Wieder in England war LIEBIG 1842, 1844, 1845, 1851. Im Jahre 1840 wurden LIEBIGs Ansichten zur Agrikulturchemie vor der British Association for the Advancement of Science in Glasgow mit großer Resonanz vorgetragen (H. E. ROSCOE 1887). Die 40er Jahre des 19. Jh. führten in dem von der Kartoffelfäule betroffenen Irland zu einer Hungersnot wie sie in Europa schon der Vergangenheit anzugehören schien. Die revolutionären Ereignisse der Jahre 1848 und die von 1849 etwa in Baden wurzelten stark in steigenden Nahrungsmittelpreisen (S. FLEISCHMANN 1902), mehr als in der nur eine intellektuelle Minderheit interessierenden Presse- und Versammlungsfreiheit. LIEBIG



Abbildung 1507: LIEBIG. München.

meinte, daß namentlich durch Bodenerschöpfung Kulturvölker herabsinken. Die Erkenntnis von der notwendigen Sicherung der Ernährung soll beigetragen haben, Lehrstühle für Chemie an Universitäten und Hochschulen zu gründen. England erbat auch wegen anderer Forschung die Zusendung eines LIEBIG-Schülers und HOFMANN folgte dem 1845, und in London gründete er das Royal College of Chemistry.

In vielen Böden fehlten nach LIEBIG Erkenntnissen vor allem Salze von **Phosphor** und **Kalium**. Mineraldüngung lieferte aber nicht nur hochgradig höhere Ernte-Erträge, sondern schien manchmal nutzlos zu sein, ja wurde von vielen verworfen (J. LIEBIG 1847, S. 105).

Auf **Humus**, also auch **Mist**, auch in den Boden eingeführte Pflanzenüberreste, meinte LIEBIG zuerst weitgehend verzichten zu können. L. POLSTORFF hat etwa 1847 über entsprechende Versuche veröffentlicht und LIEBIG sie kommentiert. Gewiß konnte sich etwa Gerste in rein 'unorganischem' Boden "vollständig ausbilden" (S. 191), daß sie ihre für die organischen Stoffe notwendigen Substanzen aus der Atmosphäre entnimmt, Humus, auch Mist, hat sich damals und auch in der Folgezeit in verschiedener Hinsicht als doch wichtig, ja später als **unumgänglich** erwiesen. Tier-Exkremente enthalten auf jeden Fall, und in reichlichster Menge, auch die aus den Pflanzen aufgenommenen Mineralbestandteile, stellen gewissermaßen – mit LIEBIGs (1847, S. 194) Worten – "die Asche der im Leibe der Thiere verbrannten Nahrung dar." Organische Substanz im Boden lieferte Ammoniak,

NH3, und Kohlendioxid, CO2, war also so doch Dünger, wobei diese Gase gewiß über die Bodenluft der Pflanze vermittelt wurden. Aber Humus hat darüberhinaus auch weitere Bedeutung, wie man später einsah, nämlich für die Bodengare..

Das Prinzip der künstlichen Düngung sollte nach LIEBIGs Feststellung 1847 (S. 196) gewiß Wahrheit sein, aber "die Form, in welche sie ein Maximum von Wirkung äussern", hatte man "noch nicht gefunden." Für die Pflanze war es offensichtlich "durchaus nicht gleichgültig, in welcher Form, in welchem Zustande die mineralischen Nahrungsmitteln gegeben werden." Auf seinem eigenen Felde erhielt LIEBIG gute Erträge etwa durch Bauschutt, so Lehm von alten Gebäuden.

LIEBIGs Erkenntnisse, auch die weiteren, wurden durch bedeutende Agitatoren verbreitet, auch ergänzt und korrigiert. Der 1847 auf einen neuen Lehrstuhl für Agrikulturchemie berufene ADOLF STÖCKARDT (B. LEPSIUS 1893) verfaßte unter anderem "Chemische Feldpredigten für deutsche Landwirthe", zuerst 1851 – 1853.

## LIEBIG muß sich korrigieren – Düngesalze müssen nicht löslich sein: Adsorption

HERMBSTÄDT hatte ohne Kenntnis des Kommenden 1803 (S. 72/73) gewarnt: "Aber kein Gegenstand ist weniger der bloß spekulativen Entwickelung fähig, kein Gegenstand setzt eine genauere und öfters wiederholte Erfahrung voraus , wenn er ergründet werden soll, als der Ackerbau ... und derjenige, welcher aus allgemeinen Axiomen der Chemie und Naturlehre, für die Gegenstände des Ackerbaus einen Beweis a priori führen will, wird zwar immer eine für den denkenden Kopf interessante, aber keineswegs für den praktischen Landwirth wirklich nutzbare Erfindungen zu Stande bringen." Erfahren mußte das auch LIEBIG – eine Warnung, die wohl nicht einmal nur für den 'Ackerbau' zutrifft.

LIEBIG unterlag zuerst dem **Irrtum**, daß die Düngesalze möglichst unlöslich in den Boden gegeben werden müßten, um nicht durch das im Boden nach unten sinkende Niederschlagswasser gelöst und damit weggeführt zu werden. Klar war andererseits, daß die Pflanze die Salze, von deren Ionen man zunächst nichts wußte, in löslicher Form aufnehmen mußten, und die Kohlensäure im Boden sollte sie in Lösung bringen, also durch CO2 im Regen und das CO2 bei der Fäulnis. Wie LIEBIG annahm, sollte die "Kohlensäure" das Lösungsvermögen des Wassers "für die phosphorsauren Erden und kieselsauren Verbindungen um das hundert-, ja tausendfache" erhöhen (S. 198). Jedoch die **Erfolge** mit weitgehend **unlöslichen Düngesalzen blieben aus**! Enttäuschung breitete sich aus.

Im Auftrag eines Landeigentümers in Yorkshire untersuchte der Chemiker THOMAS SPENCE, warum das dem Dünger beigemischte 'ammonia' verschwand und ließ Salzlösungen durch Boden sickern. Das 'ammonia' blieb zurück und an Calcium reicheres Wasser trat heraus (A. SELLA 2016). Das war das, was im 20. Jh. '**Ionenaustausch**' genannt wurde. Es gab auch die Beobachtung, daß mit Ackererde geschüttelte Mist-Jauche ihren Geruch und ihre Farbe verloren und durch Lehmboden hindurchsickernde Jauche und eben auch Ammoniak festgehalten werden. THOMAS WAY, consulting chemist der Royal Agricultural Society, veröffentlichte 1850, daß eine rasche Auswaschung auch löslicher Salzbestandteile wegen ihrer bis zu einer bestimmten Menge stattfindenden **Adsorption**, für die man seinerzeit "**Absorption"** sagte, an **Humus und Ton** ausbleibt (s. J. LIEBIG 1858, F. STOHMANN 1862), wobei ein Austausch stattfand. Adsorption mochte dann die nicht durch Farbe oder Geruch auffallenden Düngesalze binden. LIEBIG zog die fast in Nichtbeachtung versinkende Erkenntnis WAYs ans Licht, stellte ebenfalls die Adsorption von Lösungen von Ammoniak- und Kalisalzen in verschiedenen Erdarten fest, verkündete in der Beilage der 'Augsburger Allgemeinen Zeitung', LIEBIGs "Chemischen Briefen", am 6. Juli 1857 (zit bei F. STOHMANN 1862, S. 302): "Alles was wir bisher gelehrt haben, war falsch, war ein unheilvoller Irrthum!" Bei dem Wechsel politischer Zustände ändert mancher sofort und lächerlich seine Meinung – aber ein Gelehrter muß das aus sachlichen und sinnvollen Motiven manchmal tun und einem so berühmten Gelehrten wie LIEBIG fiel das bestimmt nicht leicht. Aber **Wissenschaft ist kein Dogma**, gewinnt **öfters neue**, das Alte stürzende **Erkenntnisse.** Hier fiel es besonders auf. LIEBIG war über diese Adsorption der Düngesalze so verblüfft, daß er darin das Werk Gottes erblicken wollte. MOHR suchte ihm das auszureden. Humus war also nicht belanglos (J. LIEBIG 1858) für das Pflanzenwachstum, wirkt wenigstens indirekt durch Düngesalzbindung. Die Pflanzenwurzeln mußten die festgehaltenen und auch die wenig löslichen Substanzen sich verfügbar machen.

FRIEDRICH STOHMANN (1862) hat ab Herbst 1857 an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Weende bei Göttingen im Dienste der kgl. hannövrischen Landwirthschafts-Gesellschaft zuerst zusammen mit W. HENNEBERG (1858) die Adsorption eingehend untersucht – als die erste und gleich bedeutungsvolle Arbeit an dieser landwirtschaftlichen Versuchsstation. Der Agrikulturchemiker STOHMANN wurde 1865 Vorstand des landwirtschaftlichen Instituts in München, noch in demselben 1865 in Halle, und kam 1871 an die Universität Leipzig. In Weende untersuchte STOHMANN das Verhalten der verschiedenen Verbindungen an verschiedenen Ackererden. Dabei fand sich unter anderem, daß bei Kaliumchlorid, "Chlorkalium" der damaligen Terminologie, die "Absorptionsfähigkeit des Bodens sich nicht auf das Chlor, sondern lediglich auf das Kalium erstreckte" (S. 286) – noch wußte man nichts von Ionen! Kalium wurde weitaus mehr zurückgehalten als

Natrium. Was durch die Bestandteile des Ackerbodens geschah, warum braungelbe Mistbrühe oben eingefüllt unten durch ein mit Ackererde gefülltes Rohr nicht als solche Brühe herauskam wußte man nicht und deshalb war der Ausdruck "Absorption" für das wenigstens zeitweilige Verschwinden von Substanzen in Ackererde nicht so unberechtigt – so wie eben Licht "absorbiert" wurde, aber für immer. Wie auch LIEBIG meinte, sollte die Adsorption durch "die Annahme chemischer Zersetzungen nach den Regeln der Affinität" (S. 291), also als normaler chemischer Vorgang, nicht ausreichen. Eine aus praktischen Gründen, zur Feststellung von Dünger-Verhalten ausgeführte Untersuchung riß also chemische Fragen an, die erst in viel späterer Zeit von Chemikern aufgegriffen wurden, unabhängig von STOHMANN. Untersucht wurde bei STOHMANN und auch mit HENNEBERG das Verhalten der Böden gegen Ammoniak und Ammonium-Verbindungen, dann auch das für andere Salze. Adsorption – das erschien STOHMANN als ein "Schlüssel zu Vorgängen ..., die gewiss die wichtigsten für den ganzen Staatshaushalt der Natur genannt werden müssen" (S. 301).

Blieb die Frage, **wie die Pflanzenwurzeln** die adsorbierten, weitgehend unlöslichen Nährslaze **sich verfügbar machen**.

## Humus – wieso er die Erträge fördert

**Humus** (P. GERMANN 2008), wie man heute weiß, dient gerade auch der **Adsorption** der Ionen der Düngegsalze, für die Herstellung einer guten Bodenstruktur, als **Nährstoff für Mikroben** und dabei auch für solche, die Luft-**Stickstoff binden**, also der Humus so indirekt die Pflanzenernährung mit betreibt. Der Ackerboden ist ein Gebilde, auf dessen Fruchtbarkeit etliche Faktoren einwirken, und die anorganischen Nährsalze als solche sind nur einer von diesen.

## Mineralstoffe in der Pflanzenernährung - wozu? Weitere experimentelle Kontrollen

Welche Rolle spielten schließlich die als so notwendig erwiesenen Mineralstoffe? Eine Rolle bei der Stoffumsetzung?

Die viel durchgeführten **Aschenanalysen** ließen nur feststellen, welche Stoffe in den Pflanzen vorkommen. Da rohe Düngerversuche zu wenig hergaben, wurden Pflanzen in möglichst genau kontrolliertbaren Nährlösungen in Gefäßen aufgezogen und dann aus dem Gedeihen der Pflanzen oder der Ausbildung einzelner ihrer Teile, etwa der Blätter, Früchte oder Samen, auf die **Notwendigkeit** oder auch

die Indifferenz der verschiedenen Substanzen geschlossen (H. HELLRIEGEL 1883, S. 28), womit ihre Rolle immer noch offen blieb.

Der für die Ernährung **kontrollierten Aufzucht** von Pflanzen dienten einerseits die von KNOP (etwa 1864) nach vorangegangenen Vorbildern wieder eingeführten **Wasserkulturen**, die Aufzucht von Pflanzen in Gefäßen mit reinem Wasser, in dem bestimmte Substanzen fortgelassen oder zugegeben wurden. KNOP forschte unterdessen in der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Möckern bei Leipzig. 1859 erhielt er "zuerst bei Versuchen, Pflanzen in wässerigen Lösungen weniger Mineralsalze zu ziehen ..." bei "Zwergbohnen bei vollkommen regulärer Gestalt reife keimungsfähige Samen ..." (S. 296). Im Frühjahr 1861 wuchs Gerste meterhoch mit 20 bis 24 reifen Samenkörnern und Kresse wuchs wie im Felde "bei Anwendung von nur fünf Salzen" und meterhoch wuchs auch eine Maispflanze "mit 140 reifen Körnern" (S. 297). Aber wenigstens bis 1864 blieb für KNOP offen, ob Eisenverbindungen für Pflanzen notwendig sind, aber Kieselsäure war es offensichtlich nicht. Pflanzen mit Nährlösunge im Boden zu begießen, das gärtnerisch nutzbar zu machen, brachte unterschiedliche, das heißt oft keine Ergebnisse. **Wurzelausscheidungen**, so Kohlensäure, sollten Nährstoffe im **Boden pflanzenverfügbar** machen – ein weiteres Argument gegen LIEBIGs anfängliches Bestehen auf unlöslichen Düngesalzen.

War für WÖHLER KNOP ein besonders "sinniger" Forscher gewesen, so lernte WILHELM OSTWALD (1927, S. 33 / 34) ihn kennen, als er "ein alter, sonderbarer Junggeselle geworden" war, "kleines Männchen mit eulenartigem Gesicht und drolligem Benehmen, das teils bewußt, teils unterbewußt war. Sein Schädel war kahl und zeigte nur geringe Reste eines roten Haarwuchses, das Gesicht war bartlos. ..." So sieht der junge forscher manchmal den alten!

**Organismen unter künstlichen Bedingungen** – ob nun **in vitro**, 'in Glas', oder anderen Umständen – es blieb die Frage, wie weit die Vorgänge anders als in der freien Natur ablaufen. Wie stand es mit der Temperatur, die leicht zu hoch stieg? Ohne festen Boden – wie weit "war das chemische oder physikalische Moment der Ernährung durchaus abnorm" (W. KNOP S. 297). Wie rein waren die zugesetzten Nährstoffe, selbst wenn von einer renommierten Firma bezogen, wirklich, zumal Glas ganz offensichtlich Kieselsäure abgab (STOHMANN 1864) – wie schon LAVOISIER, SCHEELE und andere festgestellt hatten. Um bei der Zusammensetzung der **Nährlösung** aus den verschiedenen Bestandteilen **möglichst naturnahe Verhältnisse** zu haben, hat STOHMANN (1862, S. 308) die Verhältnisse so gewählt wie er sie in der Asche seiner Versuchspflanzen, so bei Mais, festgestellt hatte, die Pflanze also vielleicht keine überflüssigen Mengen bestimmer Stoffe aufnahm.

## Unersetzlichkeit der einzelnen notwendigen Elemente – Gesetz vom Minimum

Deutlich wurde auch, daß sich die für die Düngung notwendigen Elemente nicht ersetzen können, also etwa Kalium andere Funktionen in der Pflanze ausübt als Phosphor und Stickstoff. Fehlt nur eines der notwendigen Elemente bleibt das Pflanzenwachstum gestört und bestimmt diese zu wenig vorhandene Stoff viel vom Ertrag. LIEBIG formulierte das im **Gesetz vom Minimum**.

## Das Problem der Ermittlung des Düngerbedarfs

Pflanzenernährung und Düngerlehre wurden stark gestützt auf: 1. **Aschenanalysen** der Pflanzensubstanz, die ergaben, daß die Pflanzen die im Boden verfügbaren Mineralbestandteile auch selektiv in die verschiedenen Pflanzenorgane einverleiben, also manche vorzüglich in die Samen (A. W. v. HOFMANN 1890), 2. die schwierigere **Analyse der Böden**, um aus deren Mineralgehalt den Düngerbedarf zu ermitteln, als Schnelltest bis in unsere Zeit problematisch. Die Elementaranalyse der Pfanzensubstanz ließ allerdings offen, wie wichtig die in der Pflanzen vorhandenen Stoffe für ihr Leben sind und ließ auch die Herkunft etwa beim Stickstoff offen, "wie viel davon aus der Atmosphäre, wie viel aus dem Boden stammt, dann schweigt des Sängers Höflichkeit" (H. HELLRIEGEL 1883, S. 16).

Gedüngt wurden schließlich auch Teiche.

## Phosphor-Dünger

In der **Düngemittelindustrie** wurde **Phosphor**dünger als erster Kunstdünger erzeugt, als **Superphosphat**, bald "der bedeutendste und ausgedehnteste Zweig der chemischen Düngerfabrikation" (Die Entwicklung ... 1905, S. 130). Die Superphosphat-Herstellung bestand darin, schwer lösliche Phosphate mit Schwefelsäure in wasserlösliche zu überführen. Zuerst wurde es **1842** diurchgeführt von LAWES und GILBERT in England. Die industrielle Superphosphat-Herstellung nahm in England THOMAS RICHARDSON (C. D. WATKINSON 2004) auf. In Deutschland begann 1855 die Firma STACKMANN und RETSCHI in Lehrte/Hannover. Superphosphat zu liefern. Ausgangsmaterial wurden außer Guano zunächst vielfach Knochen und andere Tierreste, auch die Knochen großer Schlachtfelder der Vergangenheit. In England wurden auch die bis über 75% Phosphat, etwa Ca3(PO4)2 enthaltenden und an einigen orten angehäuften 'Koprolithe' genannten fossilen Exkremente großer Saurier verwertet. Anfangs wurden mit säurefestem Material

ausgemauerte Gruben mit Schwefelsäure gefüllt und dorthinein die phosphorhaltigen Materialien geschaufelt, die entstandene verdickte Masse dann gesiebt (KLIPPERT 1905). Eine Pionierrolle bei der Superphosphat-Gewinnung in Deutschland hatte HEINRICH ALBERT (F. GEISTHARDT 1953, F. KROEMER 1940), 13. unter 15 Kindern des Oberförsters des Fürsten von Leiningen im Odenwaldstädtchen Amorbach, der als Apotheker begann und den LIEBIG wurde in München auf die Agrikulturchemie lenkte. Mit einem seiner Brüder richtete er eine noch kleine Produktionsstätte für Knochenleim, Gelatine und Superphosphat in der Lohmühle bei Biebrich am Rhein ein, wobei die phosphorhaltigen Ausgangsstoffe Lumpen, Knochen, Horn, Leder und Tierklauen mit Schwefelsäure aufgeschlossen und mit Knochenkohle abgesättigt wurde. Durch Vorträge wurden Bauern erfogreich vom Nutzen des Düngers überzeugt, zumal eine Trockenheit 1857 die Vorräte an Viehfutter schwinden ließ und höhere Ernteerträge als Rettung erschienen. Im Jahre 1861 verlegte ALBERT sein Werk nach Amöneburg am Rhein, beutete die an der Lahn gefundenen Phosphorit-Lagerstätten aus, wozu er 1869 bei Fürfurt an der Lahn eine eigene Wassermühle für die Vermahlung dieser Phosphorite einrichtete. In den 80er-Jahren des 19. Jh., als sich die Erschöpfung dieser Lagerstätten abzeichnete, begann die Erschließung der hochwertigen Phosphatlagerstätten in Florida ab 1890, die zeitweilig etwa 1/3 des Weltbedarfs lieferten. Ab 1894 / 1895 begann die Nutzung der Phosphatlager in Nordafrika, wobei die in Marokko mittlerweile an die erste Stelle rückten. 1886 wurden die Phosphatlager im Süden Tunesiens entdeckt und werden ab 1896 abgebaut und durch Eisenbahnbau erschlossen (YouTube 2019). Im Jhre 1907 kam die Verwertung des besonders wertvollen Phosphats auf der seit 1888 deutschen Pazifik-Insel Nauru durch eine britische Corporation und führte hier bis zur Gegenwart zu beachtlichen Reichtum, etwa mit Steuerfreiheit der einheimischen Bevölkerung. Bis zum Ersten Weltkrieg entstanden allein in Deutschland über 100 Produktionsstätten für Superphosphat und gerade für sie wurde die Schwefelsäurefabrikation ausgeweitet und durch neue Verfahren verbessert. Um 1913 gab es auf der Erde über 500 Superphosphatfabriken, die pro Jahr rund 10 Mill. t Superphosphat herstellten. Abfallprodukte bei der Superphosphatproduktion waren Gips, also Calciumsulfat - CaSO4, und Hexaflourokieselsäure (A. SCHMIDT 1973).

Eine reiche Phosphorquelle erschloß sich mit der Ausweitung der **Eisen-** und **Stahlerzeugung**, da Eisenerze oft Phosphor enthalten und dieser beim Verhüttungsprozeß in die **Schlacke** übergeht. Dem 1835 in Hoheneggelsen bei Hildesheim als Apothekersohn geborenen Apotheker GERHARD HOYERMANN (D. SAALFELD 1972) fiel auf, daß am Rande der Schlackenhalden der Ilseder Hütte Unkräuter beziehungsweise Ruderalpflanzen besonders üppig gediehen. Deshalb für Versuche zermahlene Schlacke erwies sich als wirksamer Dünger.

Besonders wichtig wurde das "**Thomasmehl**", das aus der aus Dolomit oder Kalkstein resp. beiden bestehenden Wandauskleidung der phosphorreiche Eisenerze verarbeitenden Thomasbirnen bei der Stahlgewinnung nach dem "Thomas - Verfahren" (s. dort), in Deutschland ab 1879, anfällt, wobei der gehalt an Phosphorsäure in diesem Thomasmehl etwa 17% beträgt. Die Schlacke der Thomasbirnen war zunächst ein lästig werdendes Abfallprodukt. HOYERMANN (D. SAALFELD 1972), der lernte, das Thomasmehl sehr fein zu zermahlen, übernahm alle anfallende "Thomasschlacke" aus dem Peiner Walzwerk, als dieses 1882 bei sich das Thomas-Verfahren einführte und düngte damit Winter 1882 / 1883 erstmalig. Im Jahre 1882 gründete HOYERMANN 1882 in Nienburg ein zweites Werk, 1892 ein drittes in Teplitz und danach weitere in Großbritannien. H. ALBERT war ein zweiter Unternehmer, der ab 1885 die Thomasschlacke für die Düngung nutzbar machte. Er entwickelte ein besonderes Mahlverfahren, wobei die Düngerwirkung in der landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt geprüft wurde. Verträge mit inländischen und ausländischen Stahlfirmen sicherten ihm die Belieferung mit Schlacke. Die 1895 gegründete Aktiengesellschaft besaß Werke in England wie in Rußland. "Thomasmehl" bewährte sich vor allem auch auf Moorboden und auf sandigem Boden. Ebenfalls 1885 enttand als Unternehmen für Thomasschlacke "C.Scheibler & Co." (U. S. SOE´NIUS 2005). Um 1900 übertraf unter den Phosphor-Düngemitteln das "Thomas-Mehl" mengenmäßig das Superphosphat. Die Tonne Thomasstahl verbilligte sich durch das Nebenprodukt Thomasmehl um damalige 10 Mark.

Weltweit wurden 1928 5.330.167 Tonnen Thomasmehl verbraucht, davon in Deutschland 2.467.000 Tonnen (O. STUTZER et al. 1932).

## Kali-Dünger

Kalisalze waren in der Holzasche vorhanden, aber das reichte für die Düngung bei weitem nicht. Der hauptsächliche Begründer der Industrie für **Kali-Düngesalze** war ADOLPH FRANK (H. GROSSMANN 1916), geboren in Klötze in der Altmark als Kaufmannssohn, der Apotheker gelernt hatte und nach dem Chemie-Studium in die Rübenzuckerindustrie ging. Die Kalisalze liegen oft über Steinsalz und wurden zuerst bei der bergmännischer Steinsalzgewinnung als "Abraumsalze" beiseitegeräumt. Düngungsversuche mit solchen Abraumsalzen erbrachten zuerst keine überzeugenden Ertragssteigerungen, wegen des MgCl2. Im Oktober **1861** nahm in **Leopoldshall bei Staßfurt** die erste Fabrik zur Herstellung von Kaliumchlorid ihren Betrieb auf, im gleichen Jahre folgten weitere Werke. Erstmals waren Kalisalze ausreichend verfügbar. FRANK wurde Generaldirektor der vereinigten Kalifabriken in Staßfurt und Leopoldshall. Export erfolgte in größerem

Umfang zuerst in die USA. Aus den Mutterlaugen gewann FRANK ab 1865 auch Brom in größerem Maßstab auf, dessen kg-Preis von 40 bis 50 Mark bald auf 8 bis 10 Mark sank. Den Nutzen der kaliumhaltigen Abraumsalze zur Ertragssteigerung auf erschlossenen Niedermoorböden bewies THEODOR HERMANN RIMPAU (K. VON RÜMKER 1926) in Kunrau im Drömling in der Altmark zu Anfang der 60er Jahre des 19. Jh. In den Jahren 1867 und 1868 wurden die Kalisalze bei der Moordüngung eingeführt und es konnte zunehmend auf Moorbrennen verzichtet werden. Als ertragsentscheidend erwiesen sich Kalidünger auch auf Sandböden. Den Aufbau der Kali-Industrie leitete schließlich auch im 20. Jh. WILHELM FEIT (H. WISSELMANN 1961).

## Stickstoff-Düngemittel - Stickstoffanreicherung im Boden

Daß **Stickstoff** im Lebensgeschehen wichtig ist, war schon wegen seiner Anwesenheit im Eiweiß deutlich. SCHULTZ-LUPITZ meinte zu Recht: "Der Stickstoff ist außer dem Wasser der gewaltigste Motor im Werden, Wachsen und Schaffen der Natur, ihn einzufangen, ihn zu beherrschen, das ist die Aufgabe" (zitiert aus BERNTHSEN 1909). Umstritten war und blieb schon vor LIEBIG die Verwertung des Luft-Stickstoffs durch die Pflanzen, die INGENHOUSZ (C. GRAEBE 1909) um 1790 annahm, während für SAUSSURE 1804 aller Stickstoff der Pflanze aus Verbindungen im Boden entstammte. Gefragt wurde, warum Wiesen und Wälder trotz vermeintlichem dauernden Stickstoffentzugs fruchtbar bleiben. Vor allem JEAN BAPTISTE BOUSSINGAULT erwies, daß der freie Stickstoff der Atmosphäre von den Pflanzen nicht assimiliert wird, und die Experimente etwa der Agrochemiker LAWES und GILBERT in England bestätigten das. In Deutschland kam es zu den teilweise in erregter Form ausgetragenen Auseinandersetzungen zwischen den auf den atmosphärischen Stickstoff setzenden "**Stickstöfflern**" und den "**Mineralstöfflern**", die nur Stickstoffsalze als verwertbar für Pflanzen ansahen. LIEBIG nahm die Bildung von ausreichend Ammoniak in den meisten Böden an und deshalb sollte Stickstoffdüngung im allgemeinen nicht erforderlich sein. Andere Agrarwissenschaftler, so der "Mineralstöffler" EMIL VON WOLFF (O. KELLNER 1897), erhielten bei Gaben von Stickstoffsalzen zumindestens bei manchen Kulturpflanzen, so bei Getreide, Ertragszuwachs. Stickstoffsalze erschienen ihnen als wichtigste Dünger. Es war selbstverständlich, daß KNOP (1887) und WOLF(?) 1860 und 1861 und später den Ammoniak-Gehalt in Ackerböden möglichst genau zu bestimmten suchten. Der Botaniker B. FRANK etwa faßte 1886 (S. 294) zusammen: "Die grosse Frage, welche die Landwirthschaft dermalen bewegt, ob die für den Ackerboden nöthige volle Stickstoffmenge von der Natur kostenlos geliefert werden kann, oder ob jedes Wirthschaftsprinzip, welches auf dieser Voraussetzung aufgebaut ist, in einem schweren Irrthum befangen ist und Raubbau treibt, diese

Frage steht also noch immer offen und harrt noch des strengen wissenschaftlichen Urtheilsspruches."

Im gleichen Jahre 1886 berichtete im September auf der 59. Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Berlin der Leiter der Landes-Versuchsstation in Bernburg HERMANN HELLRIEGEL (W. FRITSCHE 1986, C. LEISEWITZ 1905, K. MAIWALD 1936, A. ORTH 1896) über seinen mit H. WILFAHRT erbrachten Nachweis, daß Hülsenfrüchte **durch Bakterien in ihren Wurzelknöllchen** den **Luftstickstoff binden**, was die Indifferenz der Schmetterlingsblütler gegen Stickstoffsalze erklärt (s. u.)

Ungeachtet der natürlichen Stickstoff-Bindung durch gewisse niedere Organismen, auch in allerdings geringerer Menge durch frei im Boden lebende, wurde der Nutzen von mineralischem **Stickstoff-Dünger** für viele Kulturen. ersichtlich.

**Chilesalpeter**, der zunächst für Schießpulver diente und von dem 1830 850 t verschifft wurden, wurde nach 1840 als wertvolles Düngemittel erkannt. Eine ganze "Salpeterflotte" brachte ihn über das Meer. Die Salpeter-Gewinnung hatte betragen 1860 68.500 t, 1870 182.000 t, 1880 225.000 t, nach B. WAESER (1922) 1860 61.650 t, 1870 132.450 t. Um auf Territorium von Bolivien liegenden Salpeter kam es 1879 zum Krieg mit Chile. Britische Unternehmer wie JOHN THOMAS NORTH gewannen viel. Das 1883 siegreiche Chile eignete sich die Lager allein an. Produziert wurden 1890 1.025.000 t, 1900 1.453.000 t, 1913 2,5 Mill. t. Die Menge des Jahres 1900 stellte einen Wert von etwa 250 Mill. Mark dar. Deutschland bezog von diesem Salpeter etwa 500 000 t (A. FRANK 1903, K. KUBIERSCHKY 1913, E. WELTE 1968).

Als Nebenprodukt der Steinkohlekokerei gewann man das Stickstoff-Düngemittel **Ammoniumsulfat**, **(NH4)2SO4**. Seine Gewinnung war jedoch von einer anderen Industrie als der speziell für Düngemittel zuständigen abhängig (A. FRANK 1903). Die Weltproduktion betrug 1860 etwa 10 000 t, 1900 493 000 t, wobei davon Deutschland 1900 etwa 150 000 t verbrauchte. 1906 verbrauchte in Deutschland für 58, 3 Mill. Mark "schwefelsauren Ammoniak" (Ammoniumsulfat), dem immer noch Chilesalpeter für 120 Mill. Mark hinzutrat (BERNTHSEN 1909). Der Weltverbrauch von Ammoniumsulfat stieg bis 1913 (K. KUBIERSCHKY 1913) auf rund 1,2 Mill. t, was etwa 60% des Weltsalpeterverbrauchs entspricht.

Dann, im 20. Jh., löste zunehmend die **Bindung des Luft-Stickstoffs** die Stickstoff-Frage.

## Organische Düngung besonderer Art

Sowohl für Phosphor wie mit einem Gehalt bis 17% für Stickstoff diente der wertvolle **Guano**, angehäufte **Vogelexkremente** auf Inseln namentlich vor Peru, ein unerwartetes Geschenk der Natur. Auf den Chincha Islands wird eine Maximalbedeckung von 55 Metern angegeben, eine 'gletscherähnliche' Ablagerung (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 453). Auf den Inseln wird jährlich der Guano in einer Schicht von 10 bis 12 cm Dicke gebildet. Ein Vogel produziert pro Jahr etwa 13 kg Guano. Auf den Inseln wird jährlich der Guano in einer Schicht von 10 bis 12 cm Dicke gebildet. Ein Vogel produziert pro Jahr etwa 13 kg Guano. Genutzt hatten diesen "Zweinährstoffdünger" schon die Inka. Die Entstehung und fortgehende Bildung der Guano-Lager (E. SCHWEIGGER 1958) ausgerechnet an der peruanischen Küste wird durch einige geographische Faktoren bedingt, nämlich durch den kalten Meeresstrom vor Peru, den davon abhängigen gewaltigen Fischreichtum, der "Anchoveta", der wiederum Voraussetzung ist für den gewaltigen Massenbestand einiger Vogel-Arten, vor allem eines Kormorans, "Guanayes", und dazu tritt die große Seltenheit von Niederschlägen, welche die Vogelexkremente auf den Inseln und Felsvorsprüngen wegspülen würden. Der Reisende CLEMENTS R. MARKHAM (1865, S. 23 / 24) erlebte die harten Abbaubedingungen, denn der Guano ist "durchdringender als Kohlenstaub und Eisenfeilspäne, und stärker als flüchtige Salze." Für Schiffe aus Europa war die Westküste Südamerikas vor dem Bau des Panama-Kanal nur schwer erreichbar und daß Schiffe dennoch dahin fuhren macht den Wert des Guano und auch das Gebot der Erntesteigerung in Europa, etwa für England, deutlich. Für Peru bdeutete der Guano-Export Reichtum für Private wie eine 5-fache Steigerung der Staatseinnahmen zwischen 1847 und 1873, wobei etwa 60% der Staatseinnahme aus der Steuer für Guano kamen. Die für Freihandel eintretenden Liberalen waren an der Regierung, die Kopfstuer für die Indios konnte wegfallen (L. BROOKE 2004, S. 146, 151). Das westliche Südamerika hatte noch manche für die entwickelten Länder wichtigen Schätze, den Salpeter und die Chinarindenbäume, auch die riesigen Rinderherden in den Pampas. Warum konnte sich dort dennoch solche Armut ausbreiten? Nach Deutschland wurde 1841 der erste Peru-Guano eingeführt, dem später, unter nunmehr industrieller Weiterverarbeitung durch Schwefelsäure-Aufschluß, 1856 342 000 t, 1871 522000 t folgten. Um 1900 erschöpfte sich der bereits abgelagerte Guano. Damit sich der Bestand wieder auffüllte, wurde die Ausbeutung des Guano nur noch der 1909 gegründeten Guano-Kompagnie zugestanden und eine auf Regeneration durch die Vögel bedachte Ausbeutung eingeführt. Im Jahre 1956 wurden etwa 330000 t Guano abgebaut, woran gegen 25 Millionen Vögel beteiligt gewesen sein müssen, was wiederum als etwa 5 Millionen t Fisch, "Anchoveta", als ihre Nahrung voraussetzt.

In wieder von Massen von Fledermäusen bewohnten Höhlen gab es auch **'Fledermaus-**

**Guano'**,

In großen Mengen anfallende menschliche Exkremente kamen in manchen großen Städten, so Berlin, auf **Rieselfelder**. In der Nähe von Königsberg wurden auf einer 124 ha großen Sandflächen, die eine Genossenschaft an die Stelle eines Waldes geschaffen hatte, ab 1899 Rieselfelder angelegt und es gab hier üppige, auf einem bloßen Sandboden nie mögliche Ernten (H. PÖLKING 2013, S. 339).

## Lebens - und Genußmitteln durch Chemie und Chemiker

Die Suche nach anderen zuckerliefernden Pflanzen als Zuckkerrohr kam in Festlandseuropa, als die **Kontinentalsperre** NAPOLEONs die Zuckereinfuhr aus Übersee trotz allem Schmuggels recht erschwerte.

In Frankreich selbst hatte PROUST 1802 den Traubenzucker im Most von Weinbeeren entdeckt und sollte in weinreichen Ländern Traubenzucker aus Weinbeeren gewonnen werden, ein auf die Dauer jedoch scheiterndes Projekt (E. VAUPEL 2006).

Beträchtliches Aufsehen erregte nach 1811 die Herstellung von **Zucker**, es war Glukose, Traubenzucker, **aus Stärke**, der Kartoffel, gefunden von dem deutschen Apotheker KONSTANTIN KIRCHHOFF (PAROW 1912). Am 19. Februar 1764 war KIRCHHOFF in Teterow in Mecklenburg als Sohn eines Postmeisters geboren worden und war als Apotheker nach St. Petersburg gegangen, wo er seine Erfindung machte und 1833 starb. Er fand die Zucker-Entstehung aus Starke als er wie es VAUQUELIN erkannt hatte aus Stärke einen Ersatz für den kaum noch verfügbaren Klebstoff Gummi arabicum suchte, das er für seine Porzellanherstellungsversuche in St. Petersburg benötigte. Daß außer dem damals noch kaum hergestellten Rübenzucker mit der Stärke eine neue Zucker-Quelle gefunden worden war kam den Menschen der Zeit der stark unterbundenen Einfuhr von Zucker aus Zuckerrohr infolge NAPOLEONs Kontinentalsperre sehr entgegen. Schon ein Jahr nach KIRCHHOFFs Erfindung wurde in Tieffurt bei Weimar unter Großherzog KARL AUGUST eine Stärkezuckerfabrik in Deutschland eingerichtet. Der Zar ließ KIRCHHOFF eine Dotation zukommen. HERMBSTÄDT in Berlin konnte die zunächst 36stündige Kochzeit auf 10 Stunden verkürzen. 1910 erzeugten in Deutschland 15 Fabriken 733.000 Doppelzentner Stärkezucker, während der sich durch stärkere Süßkraft auszeichnende Rohrzucker längst wieder durchgesetzt hatte.

Die zahllosen Rinder namentlich Südamerikas nicht nur für Leder, sondern auch für die Ernährung der europäischen Bevölkerung zu nutzen, ermöglichte "**Liebigs Fleischextrakt**"(s. J. v. LIEBIG 1865)**.** Fleisch untersuchte LIEBIG seit 1847.

Sein Fleischextrakt diente zuerst als Krankenkost, und die Münchener Hofapotheke etwa verkaufte ihn. Man dachte, etwa in Frankreich, an Fleischextrakt als Soldatennahrung. Im Frühling 1862 empfing LIEBIG den Besuch eines Herrn GIEBERT aus Hamburg, der als Ingenieur in Südamerika verbracht hatte und sah, wie "Hunderttausende von Ochsen und Schaafen lediglich der Häute und des Fettes wegen geschlachtet werden" (S. 128), denn noch gab keinen Kühltransport, und das Fleisch wurde nur zum kleinen Teil eingesalzen, "das übrige meistens in die Flüsse geworfen ..." LIEBIGs 'Chemische Briefe' machten GIEBERT mit dem Fleischextrakt bekannt. Er erlernte in der Münchener Hofapotheke das Verfahren seiner Herstellung. Im Sommer 1863 kehrte er nach Uruguay zurück. 1864 sandte er nach Verwendung von Apparaten aus Berlin den ersten Fleischextrakt, also eine Möglichkeit der Konservierung bester Bestandteile des Fleisches. Wegen der nicht möglichen Kühlung konnte Fleisch als Ganzes nicht nach Europa transporiert werden und bei in Büchsen konserviertem Extrakt konnte das Fleisch wenigstens zum tgeil als Nahrung auch in Europa verwertet werden. Da das von LIEBIG geprüfte Produkt seinen Vorschriften entsprach, durfte GIEBERT es unter der Firmenbezeichnung "Liebigs Fleischextrakt" auf den Merkt bringen.

Im Auftrag NAPOLEONs III. fand MÈGE-MOURIÈS aus Tierfetten die "Kunstbutter" **Margarine** herzustellen, was Butter für die Armen wäre und eine neue Revolution verhindern würde..

**Essig** (vinegar), der sich in alkoholhaltigen Flüssigkeiten, so Wein oder Apfelwein, in Gemisch mit Wasser bildet und etwa 4% Essigsäure enthält, war im Altertum bekannt, und Essig war etwa ein Konservierungsmittel. Es gab Verbesserungen durch bessere Luftzufuhr, da Sauerstoff für die bakterielle Oxydation der Alkohols nötig ist, und LAVOISIER wie DÖBEREINER und DAVY sahen in der Essig-Bildung einen Oxydationsprozeß. Gab man, wie im Orleans-Prozeß, eine kleine Menge schon erzeugten Essig, "Essigmutter", zu der für die Essigbildung vorgesehenen alkoholischen Flüssigkeit, erleichterte das die Bildung, wegen der zugeführten Bakterien der Gattung *Acetobacter*. Die **Schnellessig-Fabrikation** geht unter anderem auf PAUL SCHÜTZENBERGER zurück. Buchenholz-Späne dienen als Füllkörper in den Gefäßen der Essigbereitung, auf ihnen sitzen die Bakterien, die in durchtröpfelnden alkoholhaltiger Flüssigkeit Essig bilden. PASTEUR hatte 1864 die Rolle der *Acetobacter* für die Essigbildung, die Essig"gärung" nachgewiesen. Erhitzte man für die Essig-Bildung wohl geeignete alkoholhaltige Flüssigkeit, fehlte die Essig-Bildung bis zum 'Impfen', also der Zugabe mit "Essigmutter". Fremdbakterien oder kleine Fadenwürmer, Essigälchen, schädigten die Essig-Bildung.

Der **Gärungsprozeß** wurde weiter erforscht von MAX DELBRÜCK (F. HAYDUCK 1920), der die auf Initiative von MAERCKER 1874 begründete Versuchsanstalt des "Verein der Spiritus-Fabrikanten in Deutschland" übernahm. Zusam-

mengefaßt wurden verschiedene Anstalten an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, wo 1897 ein neues Institut für Gärungsgewerbe gegründet wurde. Es entstand eine Industrie der **Hefe**trocknung, Hefe wurde eine unbegrenzt haltbare Handelsware. Als ein Zweig des "Vereins der Spiritus-Fabrikanten" entstand 1883 der "Verein der Stärke-Interessenten in Deutschland"

**Schnapsbrennerei** - das brachte aber über die Proletarierfamilien auch namenloses Unglück. War dieser Verfall auch gewünscht?

Der Arbeiterastronom B. H. BÜRGEL erinnerte sich, in 1919, S. 55: "In einer Straße im Norden Berlins zählte ich einmal Häuser und Kneipen und fand, daß da auf jedes dritte haus eine Kneipe kam. Wieviel muß umgesetzt werden, um all diese Betriebe erhalten zu können."

Die auch im 19. Jh. teilweise **hungernde Welt erwartete** von den Chemikern ansonsten noch manches. So wurde sogar erwartet, aus Zellulose, also Holz, zu Stärkemehl und damit zu Nahrung zu kommen. In Leguminosen wurde immerhin Luft-Stickstoff in Eiweiß verwandelt. VICTOR MEYER sagte 1889 vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte (s. 1892, S. 205): "Planmäßige Vermehrung des Pflanzeneiweißes aber, in Gemeinschaft mit der Erzeugung von Stärkemehl aus Cellulose, würde in Wahrheit die Lösung der Brodfrage bedeuten. Möchte es der Chemie vergönnt sein, durch solchen Fund dereinst ein goldenes Zeitalter für die Menschen vorzubereiten! – "

**Leder, Zellulose, Glas, Baustoffe** waren Materialien, bei denen die chemische Konstitution bis weit in das 20. Jh. nahezu unbekannt blieb und Fortschritte auf empirischer Basis gewonnen wurden.

## Gerberei, Leder

Die Gerberei, die Bereitung von **Leder aus Tierhäuten**, war noch immer der stinkende Vorstadtbwetrieb, gelegen an Wasserläufen mit möglichst weichem Wasser. Unbehandelte Häute werden rissig bei Trockenheit, faulen beim Feuchtwerden, Also mußte sie zu dem diese Mängel nicht aufweisendem Leder umgewandelt werden. Für Köln werden für 1797/99 63 Rot-, also Lohgerber genannt, 18 Weißgerber, 6 Sämischledergerber (D. EBELING 1987, S. 47).

Die Bearbeitung der Häute erstreckte sich über mehrere Monate. Ein größere werkstatt, der "Lohhof", war nötig. Als **erster Prozeß** zum Gerben einer Haut mußten mit der **Beize,** der "Wasserwerkstatt", die Haut für das Gerben vorbereitet werden (E. TROMMSDORFF 1976, S. 192). Auf Dachböden, etwa in Oschatz, wurden gewässerten Felle getrocknet (Werte unserer Heimat, Band 30, S. 101). Konser-

vierte, also auch von weither herbeigebrachte Häute galten als weniger günstig als frische, aus naher Schächterei (D. EBELING 1987). Epidermis / Oberhaut, Haare, Fleischreste wurden meist mit Kalk, dem 'Äscher', gelockert und mechanisch entfernt. Die so **isolierte Lederhaut** wurde dann von eingelagerten Bestandteilen befreit, und dazu diente seit alters etwa eine in Gärung befindliche Aufschlämmung von Hundekot. Von ihr stammte der penetrante Geruch.

Erst im 20. Jh., 1907, ersetzte OTTO RÖHM diese Hundekot-Behandlung durch ein aus der Pankreasdrüse stammendes Enzympräparat, unter dem Handelsnamen "Oropon" auf den Markt gebracht. Gerbereien verloren ihre Gesuchsbelästigung.

Die so vorbehandelte Lederhaut wurde nun, im **zweiten** Prozeß, **den Gerbstoffen ausgesetzt**. Chemisch konnte die Wirkung der Gerbstoffe lange nicht erklärt werden, da es an Kenntnis über die Eiweiße, aus denen die Häute bestehen, fehlte. Gerbstoffe waren unterschiedlich, konnte in der **Sämisch-Gerberei** Fett sein, Gerbstoffe aus zerkleinerten Baumrinden, in der **Loh-Gerberei**, war Alaun in der **Weiß-Gerberei**. **Künstliche Gerbstoffe,** anorganische Substanzen, führte FRIEDRICH KNAPP (R. MEYER 1904) ein. Nach Versuchen mit Eisenverbindungen gelangte er zu **Chromverbindungen**. KNAPP war Schwager von J. LIEBIG, wurde 1841 außerordentlicher Professor für Technologie in Gießen, 1847 Ordinarius. Seine 2-bändiges "Lehrbuch der chemischen Technologie" war auf seinem Gebiet führend. Nach LIEBIGs Übersiedlung nach München übernahm dort KNAPP die technische Leitung der Nymphenburger Porzellanfabrik. 1863 übernahm er die neu errichtete Professur für technische Chemie am Collegium Carolinum in Braunschweig. Nach KNAPPs Ansicht ist das von ihm seit der Münchener zeit untersuchte Gerben kein chemischer, sondern ein mechanisch-physikalischer Vorgang. Einst, 1797, hatte SE´GUIN, gemeint, daß Gerbstoff und die leimgebende Substanz der Haut eine chemische Vereinigung eingehen. Nach KNAPP drängten sich die Teilchen des Gerbstoffes zwischen die Hautfasern und verhindern deren Zusammenkleben. Außerdem verdränge das Gerbmaterial die Feuchtigkeit, hülle die Fasern ein, halte Sauerstoff und fäulnisbewirkende Bakterien fern. Weil es kein einfacher chemischer Vorgang ist, werden die Gerbmittel von der Haut auch nicht in bestimmten Verhältnissen aufgenommen. In England geht die Chrom-Gerbung auf Sir JOSEPH WILSON SWAN zurück (C. N. BROWN 2004, S. 234).

Die Farb-und Gerbstoffe des Pflanzenreiches, auch die Gerbsäuren der Eichenrinde, untersuchte KARL ETTI (R. WEGSCHEIDER 1890).

Ein **dritter Vorgang** war nun die **Zurichtung** des fertigen Leders.

Der Deutschböhme WILHELM EITNER gründete die älteste Versuchsanstalt für Lederwirtschaft der Welt in Wien und 1874 die Fachzeitschrift "Der Gerber" (J.

A. SAGOSCHEN 1959).

Ein Zentrum der Lederindustrie wurde Worms. Hier wurde auch das wertvolle Lackleder entwickelt (YouTube SWR).

## Papier-Probleme, Herstellung aus Holz, Herstellung von Zellulose

Papier - das wurde seit seiner Erfindung erzeugt aus Leinen, 'Linnen', also namentlich aus abgetragener Kleidung. Der Mediziner FRIEDRICH TRENDELENBURG kannte von seiner Jugend, etwa 1850, was aber noch weiter blieb (1924, S. 26): "Besonders beliebt bei der Kinderwelt war der Lumpensammler mit seinem kleinen Handkarren, der Lumpen für die Papierfabriken sammelte und zur Belohnung an die Zuträger Bilderbogen, Fingerringe aus Messing und andere kleine Geschenke verteilte."

Die Nachfrage nach Papier wuchs, besonders nach der Erfindung der Schnellpresse und der Papiermaschine um 1800 (C. FRITZSCHE 1908). Der bisherige Rohstoff Hadern reichte nicht mehr. aus. Als Surrogat-Rohstoff wurde etwa Stroh aufgeschlossen (C. G. SCHWALBE 1908), ergab jedoch eine zu wenig feste Faser. FRIEDRICH KELLER (H. PÖNICKE 1977) aus Hainichen in Sachsen erfand Papier aus feinen Holzfasern herzustellen, das **Holzschliffpapier**. Um 1765 hatte schon CHRISTIAN SCHÄFFER in Regensburg in Nachahmung der Nester der Wespen das versucht, aber es hatte keine Nachwirkung. KELLER schliff an einem nassen Schleifstein Fichtenholz, zerkochte die Fasern mit Wasser zu einem dicken Brei, seihte den durch ein Tuch und erhielt eine Papiermasse, die, wegen Brüchigkeit der Fasern, mit Hadernfasern gemischt für Papier verwendet wurde. Es waren geeignete Holzschleifmaschinen nötig, wie sie der Paierfachmann HEINRICH VOELTER in Bautzen ab 1846 besaß und damit von dem Verfahren profitierte. Das "Holz(schliff)papier" bräunt sich allerdings bei Licht mit der Zeit, was für Zeitungspapier und anderes Verbrauchspapier in Kauf genommen werden kann. Für Papier konnte also Abfallholz verwendet werden.

### Zellulose- Zellstoff-Herstellung

**Holz** besteht zu bis 4/5 aus **Zellulose**, nicht gleicher Art und auch **Hemizellulosen**, bis 1/3 aus dem vor allem zwischen den Zellen anzusiedelndem **Lignin**, bis höchstens 1/10 aus Zucker, Harz, Tannin (K G A PANKHURST 1965). Das Holz - oder auch die Textilien - mußten zuerst zu einem in Wasser suspensierten Faserbrei, den '**Pulp**', zerrieben werden, weich gewordenes Holz etwa unter einem schärferen Wasserstrahl. Anstatt des Holzes wurde der Pulp zur Papier-Verarbeitung trans-

portiert, wenn denn die Papierfabriken nicht wie teilweise im 20. Jh. gleich in Waldgebieten von Canada etwa errichtet wurden (K G A PANKHURST 1965, S. 584) . Die Trennung der Fasern bestimmte mit die Papierqualität, und Bleichen war ebenfalls erforderlich. Papier größerer Haltbarkeit verlangte die Entfernung des "Holzstoffes", des **Lignin** und dem Harz, aus dem Rohmaterial, sodaß vor allem **Zellulose** übrigbleibt. Dafür wurden Verfahren entwickelt, aus dem stark zerkleinertes Holz, auch Stroh und dem in Mittelmeerländern wachsende Gras Esparto oder Alfa mit zunächst Alkalien und nach einem anderen Verfahren mit Sulfit im "Zellstoffkocher" zu kochen und dabei das **Lignin** und auch Harze, die Ursache der Braunfärbung, herauszulösen. Es bildete mit bis etwa 50% des Holzgewichtes der Zellstoff.

Die beim Zellstoffkochen anfallenden sog. "technischen Lignine" sind nach Feststellung im 20. Jh. allerdings so nicht im Holz enthalten, sondern sind Sekundärprodukte, was erklärt, weshalb je nach Aufschlußverfahren unterschiedliche Abfallsubstanzen anfielen (G. KRÜGER 1976).

Zunächst wurde Stroh und dann auch Holz mit **Alkalien** aufgeschlossen. **Natronzellstoff**-Fabriken gaben nicht die lästige Ablauge, aber eine geringere Ausbeute aus dem Ausgangsmaterial. Der US-Amerikaner BENJAMIN CHEW TILGHMAN stellte Zellstoff unter Verwendung von "doppeltschwefligsaurem Kalk" her. ALEXANDER MITSCHERLICH (F. SCHMIDT 1994, E. WIEDEMANN 1916) entwickelte ab 1872 mit seinen Brüdern ebenfalls ein **Sulfitverfahren**, bei dem zerkleinertes und entrindetes Holz in einem Druckkessel mehrere Tage bei 2,5 bis 5 atü in einer wäßrigen Lösung von Calciumsulfit und Calciumhydrogensulfit erhitzt wird. Es verlief nicht immer wie gewünscht, wie bei der Zellstoff-Gewinnung überhaupt unterschiedliche Ausbeute bei verschiedenen Verfahren und unterschiedliche Reaktionen Unterschiede in der Zellulose nahelegten (C. G. SCHWALBE 1980). MITSCHERLICHs Patent wurde auch in Prozessen angezweifelt, sogar für nichtig erklärt. In Österreich fand ein ähnliches Verfahren nach einer Beobachtung von 1873 infolge einer Gefäßverwechslung beim Kochen von Holz CARL KELLNER (H. WALTER 1977). Der Papierfabrikant EUGEN HEKTOR Ritter von ZAHONY nutzte das technisch in Görz in einer 1878/1879 hierfür gebauten Fabrik. A. MITSCHERLICH versuchte in seiner Fabrik in Hof/Saale von 1893 die lästige, die Flüsse verschmutzende "Ablauge" zu verwerten, so für Leim. Die Zellstoff- bzw. Papierfabriken an den Flüssen der holzreichen Mittelgebirgen verschmutzten diese bald mit Schaum, gaben ihnen braune Farbe und unangenehmen Geruch. Als weitere zellulosereiche Papier-Rohstoffe kamen in Betracht Bambus, Baumwoll- und Maisstengel. Die Qualität der Zellulose und auch der Nitrozellulose unterschiedlicher Herkunft, ob von Baumwolle oder von Holz, wies noch lange Unterschiede auf. Verantwortlich waren Verunreinigungen (B. RASSOW et al. 1924).

Eine große Errungenschaft des 19. Jh. ist die Erfindung von **Papier-Maschinen** mit einem **kontinuierlichen Ausstoß einer Papierbahn** aus dem Zellulosebrei und dieses mit immer höherer Geschwindigkeit (K G A PANKHURST 1965, S. 563).

Um 1908 wurde die jährliche Zellstoffproduktion in der Welt auf 1.600.000 t geschätzt. Davon entfielen 564.000 t auf Deutschland (C. G. SCHWALBE 1908). Die neuen Verfahren der Papiererzeugung führten dazu, daß sie "uns vor der Notwendigkeit bewahrt" haben, "unsere literarische Produktion wegen Mangel an Papier einschränken zu müssen" (O. N. WITT 1907, S.4647). Zellulose – das bedeutete aber auch Kollodium, Zelluloid, auch **Kunstfasern**, fotografische Filme, rauchloses Pulver.

## Die Welt des Glases und der Gläser

Um 1850 gab es in Deutschland rund 200 Glashütten, um 1875 300, 1911 waren es 367, und der Bedarf an Glaswaren hatte sich beträchtlich erhöht (G. THEISS 1982). Aber gleichzeitig gab es eine **Konzentrierung** der Glas-Herstellung in den Zentren mit den produktiveren Anlagen, in Bayern, Sachsen, Schlesien, und die "Guts"- und Waldhütten verschwanden (G. THEISS 1982). Das war eine Konzentrierung wie bei der Eisen-Erzeugung (s. d.).

'**Schmelzen**' verschiedener Substanzen bei der Glasherstellung war schon lange geübt, aber war für die **Chemie ein neuer Sektor**, denn Chemie bisher war vor allem Chemie mit wäßrigen Lösungen gewesen. Neu - das galt auch für Salzschmelzen, wie sie die Aluminium-Herstellung brachte.

In der Erfindung und Erzeugung **neuer, durch eigene Eigenschaften ausgezeichnete Gläser** übertraf das 19. Jh. alle vorangegangenen Zeiten. Glas, blieb nicht mehr nur Siliziumdioxid SiO2 (H. BRIEHL 1995, S. 300 ff.), das wichtigste Oxidglas, das ungewollt oder gewollt durch Verunreinugen im Sand oder Zusätze verschiedene Farben annahm. Durch Zusatz verschiedener Stoffe konnte auf empirischer Grundlage Glas nach verschiedenen Richtungen "gefügig" gemacht werden (H. JEBSEN-MARWEDEL 1935). Systematisches Probieren mit Zusatzelementen zur Glasmasse zwecks Gewinnung von Glas mit neuartigen Eigenschaften unternahm führend OTTO SCHOTT (W. VOGEL 1979, S. 22 ff.). OTTO SCHOTT entstammte eine generationenlangen Glasmacher-Familie. Am 17. Dezember 1851 wurde OTTO SCHOTT als 6 Kind seiner Eltern in Witten a. d. Ruhr geboren, hier, wo der Vater SIMON "mit 3 Wittener Kaufleuten eine Fensterglasfabrik" gegründet hatte (S. 22). Von Weitsicht zeugte, den Sohn, OTTO, an der Technischen Hochschule Aachen und an den Universitäten in Würzburg und Leizig stu-

dieren und Glashütten in Engöand, Schottland, Frnkreich und Spanien besuchen zu lassen. OTTO experimentierte zuerst an Schmelzen in der Fensterglasfabrik in Witten. Zuerst wurde experimentiert mit **Lithium**. Die optischen Eigenscaften festzustellen wandte sich SCHOTT an ABBE in Jena, Begründer der auf wissenschaftlicher Grundlage hergestellten Linsen und damit von optischen Geräten, der noch unzureichende Homogenität dieses Lithium-Glases feststellte. Langes Rühren der Schmeze war nötig und SCHOTT fand für das Rührgerät die "dünnen weißen Tonröhren der holländischen Tabakpfeifen", die leicht zu bekommen waren (S. 23). Die Alkalien, Soda und Pottasche, ersetzte SCHOTT dann teilweise durch **Bor-Oxid**. Es erniedrigt die Schmelztemperatur zwar weniger als die Alkalien, aber verleiht dem Glas einen geringeren Ausdehnungskoeffizient und hiermit war eine technisch-wissenschaftliche Grundlage für SCHOTTs spätere Fabrikgründung in Jena gelegt. Im Jahre **1881** übersiedelte SCHOTT nach **Jena**. SCHOTT experimentierte in Jena 1883 mit Glasschmelzen, um für geeignetes Glas für die Röhren von Thermometern zu bekommen. Mit dem Erfolg, Glas 16 III, dem normalen Thermometerglas, 1885, wurde die Produktion aufgenommen, begann der Betrieb der Jenaer Glaswerke. Gefunden wurde auch, daß das gute Thüringer Glas mit dem Sand von Martinroda von dessen Tonerde-Gehalt bestimmt wurde, weil diese das dem Glas unzuträgliche Entweichen von Alkali an der Oberfläche der Glasgeräte verhinderte. In Jena folgte auf ein 'Glaschemisches Laboratorium' ein 'Glastechnisches Institut' und erstand **ab 1884** das '**Jenaer Glaswerk Schott u. Gen.**' **Optisches Glas** wurde der geringere Teil seiner Produktion, es kam vor allem zur Erfindung und der das Werk bestimmenden Produktion des **Technischen Glases**, des Glases für die Glasgeräte des chemischen Laboratoriums, die beim Erhitzen nicht mehr leicht zersprangen, der Bechergläser, Glaskolben und anderer. 1887 wurde in Jena eine Glastechnische Versuchsanstalt eingerichtet. Bei der Überführeung der auf Laboratoriumsbasis entwickelten neuen Glassorten in die Produktion gab es Probleme, weil etwa große Schmelzen langsamer als kleine abkühlen und dabei also verstärkt Kristallbildung eintreten kann (S. 25). Bei der Einführung des Gasglühlichtes an Stelle des Petroleumlichtes kam das Problem, daß ohne neues wärmefestes Glas "nahezu alle bis dahin verwandten Lampenzylinder platzten" (W. VOGEL 1979, S. 37), also das Gasglühlicht von SCHOTTs 'thermisch resistentem Lampenzylinderglas' abhing. Technisches wärmefestes hielt schließlich seinen Einzug auch in die normale Küche, wo etwa Milch für das Baby zu erwärmen war.

Es wurde auch **von der Chemie** (JA FROST 1970) her **verstanden**, welche Funktion die Ausgangsprodukte haben: Glas ist durchsichtiges Siliciumdioxid/SiO2, und die die in den Glassilikate eingehenden Alkalien und Kalk senken auch die Schmelztemperatur der zähflüssigen Glasmasse. Die Proportionen der Komponenten bestimmen die Glas-Qualität., auch die unerwünschte 'Devitrification', die we-

nigstens teilweise Kristallbildung im Glas. Zu viel Soda/Na2CO3 setzt die Dauerhaftigkeit des Glases herab, aber mehr Kalk fördert die Devitrification Veränderungen in der im wesentlichen überkommenen Technik ließen anders, bessere Glassorten erzeugen.

Die Glas-Erzeugung erfuhr einen gewaltigen Wandel durch den **1856** patentierten "**Regenerativ-Gasofen**" (G. THEISS 1982). Er kam auch bei der Stahl-Erzeugung zur Anwendung. Statt Holz wurde nun die gegenüber dem Holz billigere Kohle, **vergast**, und vor allem **Braunkohle** verwendet. Das abströmende und noch heiße Gas wurde durch Mauerwerk geleitet, das sich dabei aufheizte. Dann wurde noch kühles Gas durch dieses Mauerwerk geführt und heizte sich auf. Das abgekühlte Mauerwerk auf der anderen Seite wurde mit diesem Gas aufgeheizt. So im Wechsel der Gasführung gab es einen idealen Wärmeaustausch. Es eröffnete sich eine neue "Ära für die Glasindustrie" (S. 38). Und wieder wurde die Glasherstellung im Lande verlagert, erstand neu in der braunkohlenreichen Niederlausitz, hier, so sich auch feiner Sand befand. Die Glashäfen wurden durch den selbst Glashütten gründenden FRIEDRICH VON SIEMENS ersetzt durch den nach 1881 aufkommenden **Wannenofen**, der von oben her beheizt wurde. "Im rückwärtigen Teil der kontinuierlichen Wanne wird das Gemenge zum Schmelzen eingelegt, es wandert dann durch die ganzen Wanne und wird am vorderen Teil ausgearbeitet, nachdem es im mittleren Teil geschmolzen und geläutert worden ist" (S. 39). Die Produktion ist kontinuierlich.

In den ersten Jahrzehnten des 20. Jh. kam die **maschinelle Produktion** von Glas und Glasprodukten (G. THEISS 1982, S. 300): 1907 die Owensmaschine aus den USA zur vollautomatischen Herstellung von **Flaschen** und ab 1925 folgte die Mechanisierung der **Tafelglas**-Industrie. 1913 beschäftigte die Tafelglas-Industrie mit Mundbläserei im Deutschen Reich in 70 Hütten 7.500 Arbeiter, bis Ende 1929 ging die Zahl der Mundglashütten auf 10 zurück und beschäftigte 950 Arbeiter. Und wer half den Beschäftigungslosen, rechtzeitig einen anderen Beruf zu egreifen? Das war die berühmt-berüchtigte Rationalisierung in der deutschen Industrie, welche üble soziale Folgen nach sich zog.

## Unabdingbar für manches: Holzimprägniermittel

Vieles Holz wird mehr oder weniger schnell zersetzt. Für die Schwellen der Schienenwege der Eisenbahn, für Telegrafenmasten, für Hafenbauhölzer, also für wichtige Dinge der industriellen Entwicklung mit Beginn noch vor der Mitte des 19. Jh., wurde Holzschutz unabdingbar. MARTIN RÜTGERS (CHR. KLEINSCHMIDT 2005) gründete 1847 in Neuss die erste deutsche Imprägnieranstalt. Sein Sohn JULIUS setzte das Werk fort, den großen Bedarf an Holzimprägniermtteln zu befrie-

digen. In Essen 1847, in Brackwede bei Hannover 1849, bald in Breslau, Kattowitz und anderswo besaß JULIUS RÜTGERS schließlich 77 Imprägnier'anstalten'. Ausgangsmaterial war zunächst aus England bezogenes Teeröl. Stammwerk wurde die 1859 in **Erkner** bei Berlin gegründete Imprägnieranstalt für Eisenbahnschwellen (G. KOßMEHL 2009). Ab 1860 kaufte RÜTGERS den Teer aus den auf Steinkohlebasis produzierenden Gaswerken der deutschen Städte, namentlich auch aus den Gaswerken von Berlin. Eine eigene Teeraufbereitungsanlage wurde errichtet, war damals die "Theerproductenfabrik Erkner" die "größte Teeraufbereitungsanlage Europas". Hier wirkten etwa GUSTAV KRAEMER und ADOLF SPILKER, die Inden und Cumeron im Teer fanden. In Erkner erstand so ein bedeutender chemischer Betrieb, der 1902 zur "Rütgerswerke Aktiengesellschaft" gehörte. Der Bruder GUIDO RÜTGERS gründete 1867 die erste österreichische Imprägnieranstalt in Angern in Niederösterreich.

## Baustoffe

Neue Baustoffe wurden im 19. Jh. auf empirischer Grundlage entwickelt (Die deutsche Zement - Industrie 1927). Guter (gelöschter) Kalk und reiner Sand "verhärtet", wie man wußte (S. RINMAN 1773), auch in feuchter Erde, aber es dauert und wasserdicht wurde das nicht. Im Unterschied zu diesem normalen Kalkmörtel erhärtet **Zement** auch unter Wasser fest, wird deshalb als "hydraulisches Bindemittel" bezeichnet. Zement-Eigenschaften haben die in römischer Zeit benutzte Pozzolanerde und der Traß der Eifel. Auch im 18. Jh. setzte man tonige Zusätze zum Kalk, um so etwas wie Zement zu erhalten (S. RINMAN 1773). SMEATON hatte für den Bau des dritten Eddystone-Leuchtturms 1756 - 1759 verschiedenen Mörtel untersucht und gefunden, daß **aus tonhaltigem Kalkstein gebrannter Mörtel** unter Wasser abbindet (O. JOHANNSEN 1953, H. STRAUB 1949). Das wurde kaum fortgeführt. Natürliche tonhaltige Kalksteine wiesen wegen ihrer wechselnden Zusammensetzung keine gleichbleibenden Eigenschaften, keine gleiche Qualität auf und man erhielt keinen Zement mit voraussagebaren Eigenschaften.

Der englische Maurer JOSEPH ASPDIN (K. GOSLICH 1911, 1924) aus Leeds ließ sich **1824** patentieren, eine spezifische **künstliche Mischung von Ton und Kalk** herzustellen, zu "brennen", und dann zu feinem Pulver, "Zement", zu zermahlen, das unter Wasser abband. ASPDIN, der 1825 eine kleine Fabrik in Wakefield gründete, sprach wegen der Ähnlichkeit des erhärteten Zementes mit dem als Ressource gewinnbaren Portlandstein von "**Portlandzement**", der ein "Schwachbrandzement" war. Der Portlandstein war ein Lehm enthaltender Kalkstein, der durch Pulverisieren und Brennen auch zu einer Art Zement verwendet werden konnte, ein 'natürlicher Zement'. den es auch in den USA gab, aber der oft nicht

recht brauchbar war. ASPDIN stellte seinen Zement aus einer bewußt hergestllten Mischung her, wobei das Verhältnis von Kalkstein und Lehm genau kontrollierbar war (G. S. BRYAN S. 184I. Das beste Mischungsverhältnis für Ton und Kalk mußte in zahlreichen Versuchen gefunden werden, wie sie etwa J. C. JOHNSON (H. STRAUB 1949) durchführte. In Frankreich, wo L. J. VICAT Zement entwickelte, entstand 1840 ein Werk in Boulogne. In Deutschland eröffnete **1855** HERMANN BLEIBTREU (K. BLEIBTREU 1924, K. GOSLICH 1924) in Züllchau bei Stettin eine Zementfabrik. In England hatte er 1853 wegen der dortigen Geheimhaltung zu wenig erfahren können und führte eigene Versuche durch. Den Kalk erhielt er als Kreide von der Insel Wollin, den Ton als blauen "Septarienton" auf eigenem Grundstück. Die Ausgangsstoffe wurden in Kugelmühlen mit Mahlkugeln aus Flintstein gemahlen. Die auf einem Boden dünn ausgebreitete Kreide wurde mit einer bestimmten Menge gepulverten Tones überstreut, das Material innig gemischt, zu Steinen geformt und in Koksofendarren getrocknet, die Steine dann zwischen Koksschichten diskontinuierlich im Schachtöfen gebrannt, fein gemahlen, zu 'Klinkern', und in Fässern verpackt (GOSLICH 1911). Aus 200 kg Ausgangsmaterial gewann man etwa 11 Faß Zement. Während die Fabrik in Züllchau 1856 von DELBRÜCK übernommen wurde, gründete BLEIBTREU eine neue Fabrik in Oberkassel am Rhein. In Hoffmannschen Ringöfen konnten später der Koksverbauch auf ein erträgliches Maß gesenkt werden. Zunächst band der mit Wasser angerührte Zement von Züllichau innerhalb einer halben Stunde ab und mußte deshalb sehr schnell eingesetzt werden. Dann erhielt man erst nach 6 bis 7 Stunden abbindenden Zement und es wurde gefunden, daß Zusatz von 1,5 bis 2% Rohgips den "Schnellbinder" in "Langsambinder" verwandelt, was die Handhabbarkeit stark verbesserte. Die Bindezeit hatte man also bald in der Hand, und wegen der Gleichmäßigkeit des Produkts wurde das englische Vorbild übertroffen. Der 1877 gegründete "Verein deutscher Portlandzement - Fabrikanten" sorgte durch Kontrolle der Produzenten für die gleichbleibende Qualität des angebotenen Zements und ging gegen Fälscher vor. Das Abbinden etwa durfte bei einem Qualitätszement erst nach 1 Stunde beginnen. Zement war zuerst ein recht teures Produkt. Zunächst diente Zement zwischen Bausteinen unter Wasser als das wasserdichte Bindemittel in den Fugen. In den USA wurde Portlandzement 1872 hergestellt (G. S. BRYAN S. 184).

Später wurden mit Zement große Bauten errichtet, aus "**Beton**", "Zementbeton", das Gemisch aus **Zement und Schotter**, das erste Baumaterial, das beliebig in Formen gegossen werden konnte. Ende der 60er Jahre des 19. Jh. erschienen am Rhein und in Schwaben kleine Betonbaufirmen. DYCKERHOFF ermittelte, daß nicht mehr Wasser zum Anmachen verwendet werden darf, als der Zement chemisch binden kann und fand, daß durch Stampfen die Dichtigkeit und damit die Festigkeit stark gesteigert werden kann. Mit diesen Erfindungen wurde die Ziegelbauweise

auf vielen Gebieten abgelöst und wurden die großartigen "**Ingenieurbauten**", wurden Kaimauern, Kanalisationen, die Gemäuer der Untergrundbahnen errichtet. Was harmlos und im Kleinen begann - bald wurde Zement in gewaltigen Mengen erzeugt.

Die Möglichkeit, Zement und Eisen zusammenzufügen fand der französische Gärtner MONIER, wobei er "**Eisenbeton**" für Wasserbehälter in der Gärtnerei baute und die große Bedeutung seiner Erfindung nicht einmal sah. Eisenbeton erlaubte Hochbauten zu errichten. Der das Eisen umhüllende Beton muß zwecks Vermeiden des Rostens wasserdicht sein. Im Jahre 1875 wurde die erste Eisenbetonbrücke gebaut.

Für die Zement-Herstellung erwarb 1885 der Engländer FREDERIK RANSOME ein Patent für einen **Drehrohrofen**, "Rotierofen", einem langen sich langsam drehenden Rohr. Verbesserte, wegen der Geheimhaltung auf dem Festland neu erfundene Drehrohröfen, beheizt mit Kohlenstaub und in späterer Zeit mit Gas, "brennen" das von oben eingeführte staubfeine Ausgangsgemisch bis auf die nötigen Temperaturen und die am unteren Ende herausfallenden "**Klinker**" werden staubfein gemahlen. Der erste neuzeitliche Drehrohrofen in Europa wurde 1898 in Aalborg in Dänemark aufgestellt. Im Jahre 1911 gab es in Deutschland 95 Portlandzementfabriken und wurden reichlich 5000 Mill. kg = rund 30 Mill. Faß zu je 170 kg netto erzeugt (GOSLICH 1911).

AUGUST BENDER (1926) und THEODOR NARJES (R. KÖNNE-LINDENLAUB 1997), die vorher bei KRUPP über phosphorreiches Eisenerz gearbeitet hatten, eröffneten die Nutzung auch der **Hochofenschlacke** für Zement, als NARJES 1880 beobachtet hatte, daß Gießereiroheisenschlacke auf der Halde mit dem Portlandzement ähnlichen Eigenschaften erhärtet. In ihrer Fabrik in Kupferdreh mischten sie die Hochofenschlacke mit Kalk. Später, für den eigentlichen "Eisenportlandzement", wurde Schlackensand mit Portlandzementklinkern und Gips gemeinsam vermahlen (L. MÜLLER 1973).

In die chemischen Vorgänge bei der Erhärtung des Zements suchte der französische Chemiker HENRY LE CHATELIER (C. H. DESCH 1938) einzudringen.

Für die **Ziegel-Herstellung** entwickelte der Architekt FRIEDRICH HOFFMANN 1858 den dauernd in Brand gehaltenen **Ringofen** und kam durch CARL SCHLICKEYSEN 1855 die Ziegelstranpresse, Voraussetzungen für den Ziegelgroßbetrieb, die auch eine Erneuerung der Backstein - Architektur brachten.

Ein führender Fabrikant für **feuerfeste Produkte** wurde F. OTTO (M. RASCH 1999), der 1875 Steine aus Quarzit mit Kalkbindung herstellte, damals Dinas, später "**Silikasteine**" genannt.

Zum Schutz gegen Wärme und Kälte, gegen Wärme- und Kälte-Verluste benötigt man **Isolierstoffe**, für Kühlschränke wie Heizungsanlagen, für Bauten, bei Temperaturen von – 200°C bis über 1000°C. 1880 wurde CARL GRÜNZWEIG (K. SEIFFERT 1966) das erste Patent auf **Korkstein** ausgestellt – Korkstein, hergestellt aus Korkschrot, den Abfällen der Fabrikation von Korkstopfen, und einem Bindemittel. Schon 1878 hatte GRÜNZWEIG mit einem Kompagnon, PAUL HARTMANN, in Ludwigshafen, dem sich entwickelnden Zentrum der Chemie-Industrie, eine Fabrik chemisch-technischer Produkte gegründet. Als Isoliermaterial wurde von anderen Kieselgur gefunden.

Einst regelrecht bewundert und am Ende des 20. Jh. zu Recht verdammt war die Erfindung des **Asbestzement** 1901 durch den Österreicher LUDWIG HATSCHEK (G. OTRUBA 1969). Asbestfasern wurden mit Portlandzement getränkt und entstand das "Eternit" genannte Produkt, für jene festen, dauerhaften, auch frostbeständigen, meist weißgrau gelassenen Wellplatten für Dächer, eisenfreie Kupplungen für Wasser- und Gasleitungen, Abflußrohre, Pflanzengefäße, auch für dekorative Innenwandverkleidungen. Fabriken entstanden 1903 in Poissy bei Paris, eine bei Gran in Nordwest-Ungarn, andere in Böhmen. Großverwendung kam bei der Tauernbahn 1902 – 1909. Der zu den zu durchtränkenden Fasern nötige Asbest kam für HATSCHEK aus dem Ural. Aber ab 1924 und nach Laborversuchen 1940 kam die bittere Erkenntnis: Asbestfasern führen nicht nur zur Lungenverhärtung wie die Silikose, sondern erzeugen Carcinom dort und im Rippenfell (M KRIENER 2009). 1973 betrug die Asbest-Produktion 5,3 Millionen Tonnen. 1980 schaltete sich 'Der Spiegel' wirksam in die Verbotsforderung ein. Die Industrie in West und Ost setzte gegen Verbotsforderungen zur Wehr, verwies auf den Verlust zahlreicher Arbeitsplätze. In Deutschland und in den westlichen Ländern außer dem Asbestproduzenten Kanada wurde Asbest verboten, werden Gebäude mit Gefahr von Fasern in der Luft sogar abgerissen. Ein Traumwerkstoff wurde wenigstens in etlichen zivilisierten Ländern von der Liste der benutzbaren Werkstoffe gestrichen.

Für die Vollmechanisierung in der **Kalkindustrie**, bei der Gewinnung, Förderung und Verarbeitung von Kalkstein und Dolomit, wirkte seit 1919 PAUL LUDOWIG (C. F. BAUMGARTEN 19), der erreichte, daß Kalk von gleichbleibender Qualität erzeugt wurde. Der gebrannte Kalk wurde nunmehr im Kalkwerk gelöscht, trocken in Säcken oder lose ohne Qualitätseinbuße verschickt, wodurch das gefährliche Naßlöschen auf der Baustelle überflüssig wurde. LUDOWIG entwickelte auch hochfeuerfeste Dolomitsteine.

Die Produktion der Zementindustrie bildet nunmehr einen Gradmesser für die industrielle Höhe eines Landes. Andererseits sollen 17,3 Mill. t Beton von der deutschen Wehrmacht in den sich sinnlos erweisenden Atlantikwall verbaut worden

sein - ein Energie- und Stoffaufwand, mit dem sehr viele Einfamilienhäuser hätten gebaut werden können. Nach Möglichkeit benutzt wird "**Naturzement**", bei dem die Rohstoffkomponenten, Kalk und Ton, nicht oder nur untergeordnet zugemischt und homogenisiert, miteinander zermahlen, werden müssen.

## Anfänge der Plaste-Chemie - Zelluloid

Die im 20. Jh. als "Plaste" bezeichneten Materialien ersetzten die schon jeher verwendeten "natürlichen Plaste" (R. B. SEYMOUR et al. 1992), wie Horn, Hufe, Steinnuß, Fischbein, Elfenbein, Perlmutt, Schildkrötenpanzer (Schildpatt), denen mit ähnlichem Einsatz Porzellan und Glas an die Seite gestellt werden konnten. **Hartgummi, Ebonit**, aus Kautschuk bei längerer Dauer der Vulkanisation wurde später sogar als erster Kunststoff bezeichnet (G. KRÄNZLEIN 1936). Hergestellt wurden etwa Kämme.

1860 wurde der wegen großartiger Wasserundurchlässigkeit zum Naßwischen geeignete Fußboden- und Wandbelag **Linoleum** durch den Engländer FREDRICK EDWARD WALTON (A. P. BAKER 2004) entwickelt, der aus einem Familienbetrieb für Kautschukprodukte nahe Manchester kam. WALTON hatte nach einer rasch trocknenden Farbe gesucht und war gestoßen auf durch Kochen mit leicht Sauerstoff abgebenden Substanzen wie Zinkoxid und Braunstein oxydiertes Leinöl (Linoxyn). Dieses wurde unter Wärme mit gemahlenem Kork gemischt, auf der einen Seite von Jute-Gewebe aufgebpreßt und mehrere Wochen zum Trocknen aufgehängt. Linoleum wurde dann durch die Linoleum Manufacturing Company fabriziert. In Deutschland gab es Fabriken, etwa in Delmenhorst, seit etwa 1880.

Eine englische Erfindung, von **1859**, ist auch das **Vulkanfiber**, das für Reisekoffer diente.

Als **Ersatz für das kostbare Elfenbein**, namentlich für Billard-Bälle, damit ebenfalls als erste künstliche "Plaste", als erster "Kunststoff" bezeichnet, brachte der US-Amerikaner JOHN WESLEY HYATT ab 1869 das rentablere **Zelluloid,** verdeutscht auch "Zellhorn", auf den Markt. Der Franzose HENRI BRACONNOT hatte vorher als eventuellen Elfenbein-Ersatz aus nitrierter Stärke 1833 das **Xyloïdin** gefunden, THÉOPHILE JULES PELOUZE nitrierte Zellulose für die Herstellung von Pyroxilin. HYATT (P. B. M. 1961), der ansonsten in der Chemie nicht bewandert war, wurde angeregt durch ein Preisausschreiben einer Firma für ein Substitut für Elfenbein und suchte wie etliche andere danach. HYATT kam schließlich zu Collodiumwolle, also nitrierte Zellulose gelöst in alkoholischer Campher-Lösung, was das Zelluloid ergab. Campher / Kampfer wurde vor sei-



Abbildung 1508: Waschen N-Rumänien 1970.

ner auch industriellen Herstellung gewonnen allein durch Dampfdestillation aus dem Holz des Kampferbaumes, *Cinnamomum camphora*, namentlich auf Taiwan, einst als japanischer Besitz Formosa genannt, und Kampfer war damit einst japanisches Monopol. HYATT entwickelte für die komplizierte Zelluloid-Herstellung auch die Maschinerie. In Newark / New York erstand mit Hilfe auch eines Bruders von HYATT eine Zelluloid-Fabrik. Der erfinderisch vielseitige HYATT brachte noch Filter für die im laufenden Strom sich abspielende Wasser-Reinigung, eine Zuckerrohr-Mühle, einer Nähmaschine.

Die USA waren ein Zeit lang das klassische Land der Kunststoffe.

Als 'Kunststoffe' wurden dann bezeichnet auch die **nitrierte und acetylierte Zellulose**, die ins 20. Jh. hineinführen.

## Anfänge der Haushaltchemie. Schließlich mit Markennamen

Alles Waschen und Reinigen im Haushalt oder am Menschenkörper bis hin zum täglichen Zähneputzen wird heute wie selbstverständlich mit Produkten aus der Drogerie ausgeführt. Noch bis weit ins 19. Jh. zogen die Hausfrauen zum **Fluß**, um dort die **Wäsche zu reinigen** und wurde kräftig auf dem Waschbrett geschlagen.

Beim **Scheuern** der Holzböden und Holztreppen **im Hause** wurde etwa weißer **Quarzsand** auf die gescheuerten Böden gestreut, bis sie trocken waren und nach einigen Stunden der Sand wieder abgekehrt (G. THEISS 1982). Etwa in Franken entstanden beim Abbau von **Stubensand** in geeigneten geologischen Lagerstätten große unterirdische Gangsysteme (Wikipedia).



Abbildung 1509: Wäscherinnen-Denkmal Pavia.

Die Reklame in etwa Drogerien spricht von dem "Mann, der das Pulver erfand" und meinte hier FRITZ HENKEL (C. VON KLINCKOWSTROEM 1969), der in einer Farben- und Lackfarbik gearbeitet hatte, 1878 in einer 1876 gegründeten eigenen Fabrik "**Henkels Bleichsoda**", einer der ersten Markenartikel, auf den Markt brachte. Waschen, bisher oft an Wasserläufen durchgeführt, mußte in den wachsenden Großstädten in die Haushalte verlegt werden und hierfür waren die Haushaltsmwaschmittel nötig. Später lieferte die Firma das Waschmittel "Persil", die Scheuerpulver "Ata" (1920) und "Imi" (1929) mit sauerstoffabgebenden Verbindungen.

In England gründete WILLIAM HESKETH LEVER (R. DAVENPORT-HINES 2004), Sohn eines Drogisten, 1887 eine **Seifen**fabrik, mit der Siedlung Port Sunlight, in Cheshire. "**Sunlight**" war der Markenname seiner Seife, mit der sein Aufstieg zu einem Weltkonzern begann. Später trat etwa Margarine zu dessen Produkten. Zur Sicherung seiner Rohstoff-Versorgung erwarb er Land in Afrika und legte eigene Ölpalmen-Plantagen an, in Nigeria und mit der neuen Stadt Leverville in Belgisch-Kongo.

## Neue Verfahren für Grundchemikalien. Neue Rohstoffe

## Chlor und Ätznatron

Chlor galt und vor allem gilt oft als Maßstab für die chemische Leistungsfähigkeit eines Landes. Die älteren Verfahren der Chlor-Herstellung (F.-R. MINZ et al. 1978) beruhten auf der Oxidation von Chlorwasserstoff (HCl), wobei dieser beim Leblanc-Verfahren anfiel. In dem auf HENRY DEACON zurückgehenden und nach ihm benannten Deacon-Verfahren ab 1868 wurde Salzsäure mit Luft bei Gegenwart von Kupfer- oder Mangansalzen auf porösen Trägern oxidiert: 4HCl + O2 = 2H2O + Cl2. WALTER WELDON entwickelte ein eigenes Verfahren. WELDON war einmal Journalist gewesen und hatte sich autodidaktisch in Chemie gebildet, wobei er zunächst ein Verfahren entwickelt hatte, bei dem das bei der Chlor-Gewinnung aus Salzsäure benötigte Mangansuperoxid zurückgewonnen wurde.

Für die **elektrolytische Spaltung** der Alkalichloride wurden Verfahren entwickelt, bei denen zur Trennung der Produkte "Membranen", "Diaphragmen" verwendet wurden. Die "Quecksilber"-Zelle erfand CARL KELLNER (H. WALTER 1977), die nach dem Erfinder benannte "CASTNER" - Zelle HAMILTON YOUNG CASTNER. Für das Chlor wurden regelrecht Anwendungen gesucht, aber die Chlor-Chemie wurde einer der für die Umwelt bedenklichsten Teile der Chemie.

## Soda-Herstellung Nicht nur nach LEBLANC: aus Kryolith und SOLVAY-Verfahren

Soda, NaCO3, war immer noch ein wichtiges Ausgangsmaterial. Ein eher ausgefallen wirkendes Verfahren fand der dänische Chemiker JULIUS THOMSEN (M. SUTTON 2009) durch Soda-Herstellung **aus dem Kryolith**, Na2AlF6, einem in einer erdweit einmaligen Lagerstätte an der Westküste Grönlands gefundenen Mineral. Das Verfahren wurde 1853 patentiert und **1857** begann die 1860 groß ausgeweitete Nutzung. Kryolith wurde später auch wichtig für die Aluminium-Erzeugung und Kryolith wurde wegen der Erschöpfung der grönländischen Lagerstätte dann synthetisch hergestellt,

Nach einem schon manchmal anvisierten **Verfahren**, aus Ammoniak, Kochsalz (NaCl) und Kohlendioxid zu Na-Hydrocarbonat (-Bicarbonat) und damit zu Soda zu kommen, begann 1864 / 1865 der Belgier ERNEST **SOLVAY** (W. A. CAMPBELL 1975, H. WILSING 1922) auf der Grundlage einer Erfindung von HARRISON GRAY DYAR und JOHN HEMMING 1838 in der Ammoniaksoda-Fabrik Couillet Soda nach dem nach ihm benannten Verfahren herzustellen: NaCl + NH3

+ CO2 + H2O = NaHCO3 + NH4Cl; 2NH4Cl + CaO = 2NH3 + CaCl2 + H2O. Das Ammoniak konnte zurückgewonnen werden. Zur Fabrikreife entwickelt wurde das Verfahren durch LUDWIG MOND in England. Das Verfahren löste das LEBLANC-Verfahren zunehmend ab. Der reich gewordene Chemieindustrielle SOLVAY konnte später internationale Institute gründen.

**Verfahren zur Gewinnung von Schwefel aus der Erde, auch neue Verfahren**

Nahezu Monopol für den Abbau von Schwefel hatte lange **Sizilien**. Mit dem Leblanc-Verfahren der Soda-Herstellung wurde Schwefelsäure benötigt. Es gab einen Schwefelboom mit dem Höhepunkt 1834. Erbärmlich bezahlte Kinder und Frauen trugen den Schwefel aus den Gruben. Maultiere transportierten ihn zur Küste, wo er mangels eines geeigneten Hafens weit auf dem Meer auf Schiffe kam (M. I. FINLEY et al. 1989, S. 209).

Nach 1891 wurden in **Louisiana** in den USA neue Schwefel-Lager mit Patent von 1890 von H. FRASCH (W. BOTSCH 2001a, b, G. LUNGE 1905, H. G. SCHÄFER 1961, O. N. WITT 1914) erschlossen. Etwa 180 - 200 m unter der Oberfläche fand sich ein großes Lager von elementarem Schwefel, jedoch aber unter Schwemmsand, durch den sich keine Schächte tiefer als 40 m niederbringen ließen. Bergmännischer Abbau war damit nicht möglich machte. FRASCH fand 1891 bis 1894 das von vielen als nicht durchführbar angesehene Verfahren, überhitztes Wasser in die Schwefel-Lagerstätte einzuleiten, damit den Schwefel zu schmelzen und den geschmolzenen Schwefel hochzupumpen. Das Verfahren arbeitete mit Gewinn ab 1902, nachdem nicht weit entfernt Erdöl gefunden wurde und zum Erhitzen des Wassers diente. Die "Union Sulfur Company" wurde marktbeherrschender Schwefelproduzent. Im Jahre 1904 konnte der gesamte USA-Markt befriedigt werden, und zwar mit reinerem Schwefel als ihn Sizilien lieferte. Der Schwefel-Ausfuhr aus Sizilien betrug 1902 467319 t Schwefel. Louisiana lieferte um 1905 schon 350000 t /Jahr. Es wurde geäußert, daß die sizilianischen Schwefelarbeiter FRASCH ermorden wollten. Es kam jedoch ein Vergleich über die Absatzgebiete von amerikanischem und italienischem Schwefel zustande. Für das Verfahren von FRASCH wurden noch Orte am Golf von Mexico erschlossen. Später wurde ausreichend Schwefel aus Erdöl und Erdgas gewonnen.

## Schwefelsäure-Kontaktverfahren

Die Chemie-Industrie, die organische Substanzen, Farbstoff zumal, herstellte, **benötige Schwefelsäure viel größerer Reinheit** als sie bisher erzeugt wurde, im Bleikammer-Verfahren (W. SIECKE 1936). 1831 nahm der nicht einmal in seinen Lebensdaten

bekannte Engländer PEREGRINE PHILLIPS (A. K. NEWMARK el al. 2004) ein Patent zur Herstellung von Schwefelsäure durch Hinwegstreichen von Schwefeldioxid mit Luft über fein verteiltes Platin, was Schwefeltrioxid und durch dessen Einleiten in Wasser Schwefelsäure ergibt Das war die Grundlage für das allerdings erst Jahrzehnte später entwickelte und eingeführte **Kontakt-Verfahren** der Schwefelsäure-Erzeugung – "Kontakt" des Schwefeldioxid-Luft-Gemsiches hier über dem als Katalysator wirkendem Platin.

Ein solches kontinuierlich arbeitendes Verfahren zur Herstellung der konzentrierten "rauchenden" Schwefelsäure aus dem SO2 resp. SO3 der "Röstgase" bei der Verhüttung sulfidischer Erze erstand aus den Untersuchungen über die Beseitigung des die Vegetation und den Menschen schädigendem Schwefeldioxid in Abgasen sächsischer Metallhütten, was CARL FRIEDRICH PLATTNER (H. J. PLATTNER 2001) und im Westerzgebirge CLEMENS WINKLER (H.-G. SCHÄFER 1986) durchführten.

Auch darauf aufbauend entwickelte der Chemiker und Chemieingenieur RUDOLF KNIETSCH (1901, H. VON BRUNCK 1906, RASCHIG 1906, H. WOLF 1955) das **Kontakt-Verfahren für völlig wasserfreie Schwefelsäure,** 'rauchende' Schwefelsäure, System H2SO4/SO3, bei der BASF. Das Ausgangsmaterial für das Schwefeltrioxid war, um 1911, vorwiegend Eisenkies, etwa 16% Zinkblende und Kupferkiese (C. DUISBERG 1912). Der nötige Platin-Katalysator wurde durch Spuren von im Röstgas enthaltenem Arsenik funktionsunfähig, "vergiftet". Die Röstgase mußten, was nicht einfach war, gereinigt werden, vor allem von Arsen. Dazu diente Elektrizität. Die SO3-Ausbeute stieg bis auf 99%. Nur eine Schwefelsäure in der Konzentration zwischen 97 und 98 % konnte Schwefeltrioxid vollständig und momentan absorbieren und so die reine Säure liefern. Das teure und empfindliche Platin als Katalysator wurde dann abgelöst durch eine Vanadium-Kontaktmasse.

1908 erzeugte Deutschland 1.150.000 t Schwefelsäure (C. DUISBERG 1912).

## Produkte des "elektrischen Ofens": Schleifmittel Diamant, Carborundum. Carbid

Den ersten elektrischen Schmelzofen für Alumnium- und Stahl-Herstellung baute HE´RAULT, dem MOISSAN mit seinem hitzestarken elektrischen Ofen, montierbar auf einem Tisch, folgte. Er erzeugte **künstliche Diamanten** her: Bei raschem Abkühlen von mit Kohlenstoff gesättigtem, geschmolzenen Eisen trat in dessen Inneren hoher Druck auf, das erstarrte Material (Regulus) wurde mit verschiedenen

Säuren behandelt und nach Auflösung des übrigen Materials blieben die Diamanten zurück.

In den USA gelangte zu Herstellung sehr harter, in der Industrie nötiger Substanzen EDWARD GOODRICH ACHESON (B. A. SOULE 1958), um 1891. Nach der für manchen amerikanischen Aufsteiger bewegten und entbehrungsreichen Jugend trat angeregt von Zeitschriftenartikeln in die Elektroindustrie ein und arbeitete zur Zeit von dessen Glühlampenkonstruktion eine Zeit lang bei EDISON.. Nach dem Ausscheiden dort auf den Bedarf an Schleifmitteln aufmerksam gemacht, erhielt er beim Erhitzen eines Gemisches von gepulverter Kohle und Lehm in einem Eisengefäß mit einem Kohlelichtbogen an der Kohlelelektrode hängend hexagonale Kristalle, von ihm zunächst als Verbindung zwischen Kohlenstoff und Aluminium angesehen und deshalb "**Carborundum**" genannt, die in Wirklichkeit Silizium-Carbid waren. Damit und mit dem Diamant waren sehr harte Stoffe gefunden, die als **Schleifmittel** die **Metallbearbeitung revolutionierten**. Bei etwa 4150 Grad C verdampfte das Silizium im Carborundum und hinterließ Graphit. ACHESON fand dann, daß Anthrazit als Rohstoff für Graphit ausreicht. Das Graphit-Verfahren führte ACHESON dann ab 1895 unter Ausnutzung der Wasserkraft der Niagara-Fälle durch (B. WAESER 1922). Im 20. Jh. kamen als **Hartwerkstoffe** hinzu: mit wechselnder Zusammensetzung als dritthärtester Werkstoff **Borcarbid**, der 'Schwarze Diamant', das nahezu Diamant-Härte aufweisende **Wolframcarbid** 'Widia', ab 1914, mit dem Schmelzpunkt von etwa 2800° C, **Titancarbid** (H. BRIEHL 1995, S. 284 ff., Wikipedia 2017).

# Chemie über Rohstoff-Lagerstätten. – Neue Rohstoffe und ihre Nutzung

## Fossile Kohlenstoff-Träger allgemein

Einst waren Holz, die Mühlen treibendes fließendes Wasser und Wasser die Energieträger, und Muskelkraft auch von Tieren die Energieträger. Mit Kohlen und dann Erdöl als **Hauptrohstoff** als Energieträger wie als Ausgangsmaterial der chemischen Industrie wurden fossile kohlenstoffreiche Substanzen, zuerst vor allem die **Steinkohle**, so in Dampfmaschinen, später mehr **Braunkohle** und der Braunkohlnnutzung teilweise vorangehende chemisch so vielgestaltige **Erdöl** und das **Erdgas**. Diese Rohstoffe sind nicht nachhaltig, entstehen nicht immer wieder neu, wie es ohne zeitweilige Übernutzung selbst beim nachwachsenden Holz stattfand. Mit der nacheinander und nebeneinander folgenden Nutzung dieser Rohstoffe gab es also 'Energiewenden mit beachtlichen Folgen für die Wirtschaft, mit der

Entstehung neuer Industrien und der 'Bedrohung traditioneller Arbeitsplätze und Unternehmen' (s. u. a. M. PFALZ 2018). Neben der Nutzung als Energielieferanten waren diese Ressourcen auch **Rohstofflieferanten** für die chemische Industrie und als solche **fast noch unersetzlicher**. Diese fossilen kohlenstoffreichen Substanzen sind ein angesichts der auf der Erdoberläche und in den Meeren immer wieder neu entstehenden und wieder zerfallenden Biomasse mit ihrem Kreislauf ein winziges aus diesem seit Jahrmillionen währendem Kreislauf herausgelöstes Beiprodukt. **Erstmals** in der Menschheitsgeschichte wurden diese unersetzlichen Ressourcen i**n großem Maße** einer **nicht regenerierbaren Nutzung** zugeführt. Sollte man mit ihrem Ende wieder auf lebende oder kurz vorher abgestorbene Biomasse angewiesen sein? Im 19. Jh. erschienen solche Gedanken in stärkerem Maße erst am Jahrhundertende.

## Erdöl, Bitumina

## Geschichte der Nutzung

Erdöl, im 20. Jh. zunehmend wichtigster Energieträger, gehört wie Erdteer, natürlicher Asphalt, Erdwachs (Ozokerit) zu den Bitumina, natürlich vorkommende Kohlenwasserstoff-Ansammlungen. Erdöl enthält Energie höher konzentriert als andere Brennstoffe. Liefert 1 kg Holz beim Verbrennen 4000 Cal., Holzkohle 8000 Cal., so 1 kg Erdöl 12.000 Cal.

Das schmierige dunkle Erdöl, Petroleum, "Steinöl", ein in den verschiedenen Vorkommen unterschiedliches Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe, wurde von Orientreisenden wie ADAM OLEARIUS im 17. Jh. erwähnt. Um die Mitte des 19. Jh. wurden an einigen Orten in erdölhaltigem Gestein, auch bei Hannover, Erdgruben angelegt und tropfte von den Seitenwänden Erdöl herein, das sich am Brunnengrunde sammelte und in einer recht schmierigen Arbeit herausgeholt, herausgeschöpft, werden konnte.

In den USA hat in einem Bericht von 1855, also noch vor der ersten Erdölbohrung, der Chemiker BENJAMIN SILLIMAN jr. (H. W. F. 1964) die Verwendung der durch fraktionierte Destillation gewinnenbaren verschiedenen Erdölprodukte aufgezeigt und so den Weg für die Nutzung des Erdöls gewiesen. Etwa 50% des Erdöls, so begründete SILLIMAN, waren für die Beleuchtung benutzbar. Er wies auch nach, daß Petrolum besseres Licht gab als andere Beleuchtungskörper. Zudem konnte das aus dem Erdöl gewinnbare Paraffin für Kerzen dienen und konnte aus Erdöl brennbares Gas gewonnen werden. Die hochsiedende Fraktion war weder ranzig werdendes noch gefrierendes Schmieröl.. SILLIMAN wies auch nach, daß Erdöl

eine andere chemische Zusammensetzung hat als die Tier- und Pflanzen-Öle, daß also "Öl" zu sein nicht eine bestimmte gleiche chemische Konstitution voraussetzte. Noch keine bedeutende Verwendung fand sich damals für die "Benzin"-Fraktion. Erdöl zu gewinnen aber mußte wegen der Möglichkeit seiner Verwendung für Beleuchtung nun als sinnvoll erscheinen.

Wegen des Druckes im Erdinneren nach oben springendes Erdöl wurde aus einem bis 21 m tiefen Bohrloch am 27. August **1859** von EDWIN LAURENTINE DRAKE (C. W. M. 1955) bei **Titusville in Pennsylvanien** gewonnen und so die erste erfolgreiche Erdölbohrung in Gang gesetzt. DRAKE, der sich in verschiedenen Stellungen versucht, war in ein noch bescheidenes Ölunternehmen eingetreten. Zu seiner Bohrung auf Erdöl war er angeregt worden durch die Besichtigung von Bohrungen auf Salz-Sole. Das Vorkommen von Erdöl in Reservoiren der Erdoberfläche war durch DRAKEs Bohrung erwiesen. DRAKE, fälschlicherweise auch einmal als "colonel" bezeichnet, verlor allerdings sein Geld wieder, verarmte und fristete sein Leben zuletzt mit einer kleinen Zuwendung aus Titusville. Um 1862 ergoß sich eine wahre Völkerwanderung zu den Erdölquellen in Pennsylvanien. Öl wurde in fließendes Wasser abgelassen und weiter unterhalb abgeschöpft (A. CARNEGIE 1921). Erdöl diente zuerst als Medikament, dann namentlich zur **Beleuchtung** (s.d.) und lieferte **Schmieröle**.

1863 wandte sich der aus relativ einfachen Verhältnissen stammende JOHN DAVISON ROCKEFELLER (A. NEVINS 1958) dem Erdölgeschäft zu, fand auch geeignete Partner und Mitarbeiter, und wurde zum einmal reichsten Mann der Welt. Er war ebenso wie seine ersten Compagnons zuerst in Ohio im Getreidehandel tätig gewesen. Er ließ die erste große Raffinerie errichten. Es erstand 1865 die Firma 'Rockefeller & Andrews", 1867 'Rockefeller, Andrews & Flagler", und 1870 erstand die **'Standard Oil Company of Ohio'**. Die Firma ging günstige Transportgeschäfte mit Eisenbahnlinien ein, übernahm auch Atlantikhäfen, entwickelte für den Transport Standardbehälter, machte Petroleum-Lampen in China, Indien und anderswo bekannt. Die Auftrennung des Rohöls gelang mit von ihm entwickelter Apparatur besonders gut HENRY HUTTLESTON ROGERS (A. F. H. 1963), der auch die Idee lange Pipelines für den Öl-Transport entwickelte und dazu die National Transit Company gründete. In der Firma von CHARLES PRATT & Company (H. G. V. 1963) wurden nach 1867 wertvolle Nebenprodukte besonders erfolgreich erzeugt und das für Beleuchtung besonders geschätzte "Pratt's Astral Oil" hergestellt. 1874 wurden die besonders geschätzten Raffinerien der Pratt-Werke zur Standard Oil Company geführt. Immerhin spendete der Baptist gebliebene, auch hart durchgreifende Großkapitalist ROCKEFELLER auch für die Wissenschaft, namentlich mit der 1913 entstandenen 'Rockefeller Foundation'.

Die Erschließung des Erdöls des seinerzeit habsburgischen **Galizien** geschah hier

namentlich durch IGNACY LUKASIEWICZ, einen Apotheker, der ebenfalls die Nutzung des Erdöls für Beleuchtung fand, 1853. In **Deutschland** war durch Bauern austretendes teerartiges Erdöl in der Gegend des seinerzeitigen noch kleinen Dorfes **Wietze** an Rande der Lüneburger Heide bekannt geworden. Bauern sammelten es in "Teerkuhlen", also Gruben. in die das Öl von den Seiten hineintropfte, und verkauften das abgeschöpfte Öl wie auch Ölsand bis nach Hamburg. GEORG HUNAEUS (W. GROßMANN 1974), unter anderem Geologe an der Höheren Gewerbeschule Hannover, war 1856 mit der systematischen Untersuchung der abbauwürdigen Bodenschätze im osthannoverschen Flachland betraut worden, erwartete in dem Gebiet mit austretendem Erdöl Braunkohle und gab, fündig auf Öl, den ersten Anstoß zur späteren Erschließung der Erdölfelder (K. HENKEL 2006). 1859, im Mai, in demselben Jahr wie in den USA, quoll aus einem angelegten Bohrloch Erdöl, flüssiger und reiner als der Teer aus den Teerkuhlen. Durch FRIEDRICH HASENBEIN wurde ab 1899 das bisher in Deutschland wenig genutzte Erdöl bei Wietze in größeren Mengen gewonnen. Fotos aus der Zeit bieten ein Bild wie in den Erdölfördergebieten der USA (YouTube u. a.). Das Deutsche Reich stand damals mit an der Spitze der erdöl-fördernden Länder und ihrer Technologie. Um 1909 konnte mit 100.000 Tonnen der Erdöl-Bedarf des damaligen Deutschen Reiches aus dem Ölfeld von Wietze gedeckt werden. Als Treibstoff für Fahrzeuge stand die Ölnutzung aber erst am Anfang. Später wurde aus in 300 m Tiefe mit Preßlufthammer und Schaufel **Ölsand** herausgebrochen, der zwischen 1918 und 1964 rund 1 Millionen Tonnen Öl ergab.

Zum größten Konkurrenten in der Erdöl-Wirtschaft wurde für die ROCKEFELLERS aber das Rußland nahe dem Westufer des Kapischen Meeres. 1859 waren nach bis 1823 zurückgehenden Vorversuchen Erdölbohrungen im **Kaukasus**-Gebiet fündig geworden, etwa im Dienste der ROTHSCHILDs. ALFRED NOBELs Brüder ROBERT und LUDVIG (K. FANT 1997) kamen 1873 ins Gebiet um Baku. Zunächst wurde das Öl in Ledersäcken auf zweirädrigen Karren von den Förderstätten zu den Raffinerien **transportiert**. Die Brüder NOBEL konnten dort die amerikanischen Betreiber ausbooten. Im Mai 1878 lief er erste Öltanker der Welt in Baku ein. 1881 explodeirte aber ein Tanker. Das Kaukasus-Gebiet lieferte ab 1890 bis nach 1900 mehr Erdöl als die USA, 1901 etwa 50,6 % der Weltproduktion (K. KLINGHARDT 1936). Von Baku war eine etwa 800 km lange Leitung nach dem Schwarzmeerhafen Batum(i) gelegt worden. Die Besonderheiten des Erdöls in den einzelnen Fundregionen wurden vor allem in den USA und Rußland untersucht. W. W. MARKOWNIKOW (H. DECKER 1905) untersuchte das kaukasische Erdöl, in dem die "Derivate der cyclischen Polymethylene" auffielen, was die Trenntechnik recht schwer gestaltete.

Wegen seines üblen Schwefelwasserstoff-Geruchs konnte kanadisches und auch man-

ches USA-Erdöl zunächst nicht verwendet werden. Das änderte 1885 der aus Württemberg in die USA eingewanderte und im Apothekenwesen gelernte HERMANN FRASCH (W. BOTSCH 2001, H. G. SCHÄFER 1961, O. N. WITT 1914) durch **Entschwefelung** mittels Erhitzen mit Kupfer-Oxid. Die Standard Oil Co. kaufte 1888 das Verfahren samt Fabrikanlage und nutzte es für die Verwertung von Erdöl in Ohio, Illinois, Indiana. Als Mitarbeiter der Standard Oil Co. entwickelte FRASCH auch die **Entfernung schwerer Kohlenwasserstoffe**, auch der stark rußenden aromatischen Kohlenwasserstoffe.

## Die Chemie zur Entstehung von Erdöl und anderen Bitumina

Mit der Erschließung von Erdöl wurde dieses Naturprodukt zu einem Untersuchungsgegenstand mancher Forscher. Die Bedingungen, unter denen Erdöl-Lager zustandekamen, waren Forschungsobjekt der Geologen. Aus welchem Ausgangsmaterial auf welche Weise Erdöl entstand wurde Forschungsgegenstand der Chemiker.

Zur **Entstehung** des Erdöl und erdölverwandten Produkten wurden **unterschiedliche Auffassungen** debattiert, gibt es doch verschiedenste Vorgänge, die zu Kohlenwasserstoffen führen.

Als Erdöl verfügbar wurde, suchte man seine Bestandteile zu gewinnen. Im Erdöl von Burma etwa fand sich 1856 Xylol (zit. b. F. BEILSTEIN 1865). PELOUZE und CAHOURS (1860) stellten bei nordamerikanischem Erdöl fest, daß die "in dem Erdöl enthaltenen Producte" jenen gleichen, "die sich bilden bei dem Erhitzen der verschiedenen fetten Säuren und der entsprechenden Alkohole ..." (S. 93). Solche Ausgangsstoffe für die Erdöl-Kohlenwasserstoffe waren offensichtlich Produkte von Organismen.

An eine **anorganische Entstehung** dachten etwa BERTHELOT und namentlich MENDELEJEW. Gemäß MENDELEJEW (1877) sollten sich im Erdinneren Metallcarbide befinden und geben bei Reaktion mit hinzudringendem Wasser Kohlenwasserstoffe. Wegen dieser Entstehung enthielten erdölführende Gesteine kaum Organismenreste, wären auch von teilweise höherem Alter. In den Tiefen der Erde sollte sich Erdöl ständig neu bilden. MOISSAN hatte immerhin gefunden, daß Urancarbid, U2C3, mit Wasser neben etwa 1/3 Methan in der Tat auch flüssige und feste Kohlenwasserstoffe bildet. Die Frage war nur: Gibt es im Erdinneren Metallcarbide und diese ausreichend und mit Wasser-Zutritt. Was **chemisch möglich** ist, **mußte nicht im Erdinneren verwirklicht sein!** Und bis auf wenige Außenseiter mußte damit die Hoffnung auf ständige Erdöl-Neubildung in der Tiefe

begraben werden.

Mehr Anklang fand die Annahme einer **biotischen Entstehung** des Erdöls. Aus Holz und anderen Pflanzenmaterialien versuchten zwischen 1840 und 1860 DAUBRE'E und andere französische Forscher Erdöl zu erzeugen und berichten von erhaltenen flüssigen Produkten mit Geruch von Erdöl (A. BIELER 1953). Dann wurden namentlich **kleine Meeres-Organismen** als Ursprungsmaterial des Erdöls betrachtet, so besonders von dem österreichischen Geologen HANS HÖFER. CARL ENGLER (E. BERL et al. 1933, B. P. ANFT 1959), Karlsruhe, suchte das experimentell zu bestätigen. Gesprochen wurde daher von der ENGLER-HÖFERschen Theorie der Erdöl-Entstehung. ENGLER, führender deutscher Erdöl-Forscher, war ab 1876 Professor für chemische Technologie am Polytechnikum (seit 1885 Technische Hochschule) in Karlsruhe, seit 1887 dort Professor für reine Chemie. Zur Dichte-Bestimmung erfand ENGLER das nach ihm benannte "Viskosimeter".

Zur Überprüfung seiner Annahme der Erdöl-Entstehung hat ENGLER (1888) bei anfangs 10 Atmosphären und dann absinkendem Druck bei einer Temperatur zwischen 320 und 400° C 492 kg braunblanken nordamerikanischen Fischtran destilliert. Neben brennbaren Gasen schied sich auch eine ölige Schicht ab, mit Kohlenwasserstoffen, was an das nach SCHORLEMMER "unentwirrbare Gemisch der Kohlenwasserstoffe des Erdöls" (S. 1818) erinnerte. Tierische und pflanzliche Fette und Wachse ergaben bei ähnlicher Behandlung ebenfalls Öl. Für die andere Entstehung als die Kohlen sprach, daß Erdöl nicht mit Kohlenlagern verknüpft ist, auf primärer Lagerstätte Tier-Reste enthält, optisches Drehvermögen auftritt, Phenole fehlen.

Erdöl ist an den **verschiedenen Lagerstätten unterschiedlich zusammengesetzt**. Auch von daher war **unterschiedliches Ausgangsmaterial**, auf jeden Fall organismisches, für das Erdöl **anzunehmen**. Und immer wieder wurde von neuen Laboruntersuchungen berichtet, erdöl-ähnliche Produkte zu erhalten. Etlichen theoretischen Möglichkeiten stand die in der Natur nicht mehr aufklärbare Wirklichkeit gegenüber. Es mußte schließlich auch daran gedacht werden, daß **die Ausgangsstoffe und somit die sie liefernden Organismen einst in der Natur ausreichend vorhanden waren**. War das für Fett der Fall?

KRAEMER (et al.) verwies etwa 1887 auf die bei der trockenen Destillation der Braun- und der Steinkohle entstehenden, auch je nach Temperatur und Druck unterschiedlichen Substanzen, womit die Unterschiede in der Zusammensetzung der verschiedenen Erdöle zu erklären wären. Auch hoher Druck sollte für die Erdöl-Entstehung maßgeblich sein. Entgegen ENGLER sprachen GUSTAV KRAEMER (et al. Etwa 1902) für **Kieselalgen** / Diatomeen und dann auch andere Algen

als Ausgangsmaterial für die Erdöl-Bildung (A. BANNOW 1916). Diese wären in viel größeren Mengen vorhanden gewesen als tierische Fette. Und auch der Schwefelgehalt in manchen Erdölen wäre bei Entstehung aus Fett nicht zu erklären. In Kieselagen fand KRAEMER winzige Öltröpfchen. Nach dem Absterben der Kieselalgen waren aus den Öltröpfchen über Erdwachs, auch unter höherem Druck, Erdöl, auch vom Naphthentyp, entstanden.

ENGLER antwortete KRAEMERs vorangehenden Arbeiten 1900 (S. 20 u. a.), und betonte, daß Fett und **nur Fett** und nicht das sich nach dem Tod von Lebewesen sich völlig zersetzende Eiweiß Ausgangsmaterial für Erdöl war. Schließlich mangelte es im Erdöl an Stickstoff, wie er aus Eiweiß hätte hineingelangen müssen. ENGLER gab aber zu, daß **auch** Öl oder Wachs aus Algen und Kieselalgen Ausgangssubstanz sein konnte. KRAEMER (et al. nochmals 1902) hatte also nur für ein spezielles Fett, daß in Algen, plädiert. ENGLER erweiterte einfach seine Ansicht von der Herkunft erdölbildender Fette. In gewissen Meeresgebieten, die sich etwa im Salzgehalt unterschieden, so an der Karabugas-Bucht am Kaspischen Meer, sollten immer einmal Massen von Kleinlebewesen hineingespült werden und überlebten den Wechsel im Salzgehalt nicht. Auch beim Hineinspülen vom Mittelmeer in das Schwarze Meer sollten viele vor allem Klein-Organismen das nicht überleben, immer wieder ersetzt durch Nachrücker. Am Nordrand des erdumspannenden Tethys-Meeres, wo die neuen tertiären Gebirge aufstiegen, mag es immer wieder von sterbenden Kleinlebewesen erfüllte Buchten und Meeresbecken gegeben haben und hier zieht sich schließlich ein Erdöl-Gürtel von Galizien über Kaukasien bis nach Zentralasien hin. Über die Bildung von Erdöl nur aus Fett-Substanzen brauchte man nach ENGLER 1900 nicht mehr zu diskutieren, "ohne dass dafür noch weitere Versuche nöthig wären ... , mag" die "Fettsubstanz ... von thierischen oder pflanzlichen Lebewesen, ja selbst von >Pflanzenthieren< herrühren und mag sie Fett, Wachs, Leichenwachs oder Bitumen heissen ..." (S. 21). Es wäre nun Aufgabe der Geologie zu klären, wo solche Fettsubstanzen sich angehäuft haben und Erdöl zu erwarten ist, in "Zurückführung auf verschiedene Lebewesen, geologische Epochen etc. ..." (S. 21).

In St. Petersburg hatte WLADIMIR NIKOLAJEWITSCH IPATIEW (1904) die **katalytische** Zersetzung von Alkoholen zu Kohlenwasserstoffen auch bei höherem Druck und gleicham im Nebengang schien auch neues Licht auf die Erdöl-Entstehung geworfen zu sein, auch das Verschwinden von Kohlenoxyd und Wasserstoff unter dem Druck in der Erde, das nach IPATIEFF im Experiment nicht erfolgt war. ENGLER und Mitarbeiter (1912) diskutierten dann die Mitwirkung von **Ton als Katalysatoren** bei der Erdölentstehung. AD: GRÜN und TH WIRTH diskutierten 1920 die Herkunft von Erdöl aus "animalischen Kohlenwasserstoffen", nachdem solche als die Bestandteile der "Leberöle" erkannt waren. Dazu gehörte das

in Haien vorhandene 6-fach ungesättigte **Squalen**. Und Hai-artige sollten einst die Meere ausreichend genug bevölkert haben. A.D. PETROW fand Belege für eine "Umwandlung von Fettsäuren in Kohlenwasserstoff unter hohen Druck" (1930) und meinte, so die Entstehung des Erdöls vom Naphthen-Typ, wie in Rußland vorhanden, zu erklären. Etwa E. BERL und H. BIEBESHEIMER (1933) sahen auf Grund ihrer Experimente auch Zellulose sich in Richtung auf erdölartige Stoffe umwandeln.

Aber wo immer aus geeigneten Organismen **Erdöl** oder ähnliche Substanzen entstanden, sie sind im Speichergestein unterschiedlich fest (K. R.MEHNERT 1965, S. 120) einbezogen. Nicht immer sprudeln Erdöl von selbst heraus. Es müssen dann Schiefer erhitzt werden, um das "Schieferöl" herauszutreiben. Das verbraucht natürlich Energie. Im 21. Jh werden neue Verfahren der Entbindung von Erdöl aus Speichergesteinen entwickelt.

Benötigt wurde Erdöl dann vor allem als Kraftstoff, wofür namentlich die Benzin-Fraktion in Frage kam. **Viel** von dem Erdöl **als Kraftstoff** in Motoren nutzen zu können, war also Ziel der Erdölchemiker. Das geschah durch:

1. durch die Erfindung des **Dieselmotor**s, in dem schwerer siedende Anteile des Erdöls als Treibstoff genutzt werden, also eine andere als die Benzin-Fraktion eingesetzt wurde.

2. Das **Cracken**, die Zerlegung und auch Umwandlung von schwererem Erdöl in besser als Treibstoff nutzbare niedrigere Erdölbestandteilen wurde schon 1861 durch Zufall entdeckt, als in einem länger als beabsichtigten erhitzten Destillat sich Bestandteile von niedrigerem spezifischen Gewicht fanden, aber die industrielle Anwendung des Crackens kam etwa 1925.

3. In das 20. Jh. gehört auch die Erhöhung der Zündfähigkeit im geeignetsten Zeitpunkt, die **Antiklopfmittel**.

## Kautschuk

Der Kautschuk, **aus** dem **Milchsaft** des südamerikanischen Baum ***Hevea brasiliensis***, einem 1-häusigen Wolfsmilchgewächs, erschien als eines der einzigartigsten Materialien der Natur (G. B. KAUFFMAN et al. 1980), ausgezeichnet durch seine Elastizität, seine Undurchdringlichkeit für Wasser und Gase, also auch Luft, seine Nichtleitung von Elektrizität. Kohlenwasserstoff wie das Erdöl, wurde Kautschuk der wissenschaftlichen Welt **1751** zunächst bekannt durch dessen Vorzeigen vor der französischen Akademie der Wissenschaften durch den aus Südamerika heimgekehrten CHARLES MARIE DE LA CONDAMINE. Kautschukbälle der

Indianer waren schon im 16. Jh. beschrieben worden. Der in Guayana lebende französische Forscher FRANCOISE FRESNEAU DE LA GATAUDIE'RE, dem CONDAMINE 1743 begnete, war wohl der erste Europäer gewesen, den Baum für die Lieferung der Kautschukmilch wie dessen Gewinnung mit eigenen Augen gesehen hatte (D. BRAUN et al. 2016, S. 378) und der auch darüber schrieb (Wikipedia 2017). PRIESTLEY benutzte Kautschuk 1770 als Radiergummi, der Indian Rubber.

Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Methoden gefunden, Kautschuk aus dem Milchsaft der *Hevea*, der "Kautschukmilch", abzuscheiden. Zusatz von Essigsäure etwa bringt den Kautschuk in der "Milch" zur Koagulation und der Kautschuk scheidet sich als breiige, käsige Masse von der wäßrigen Flüssigkeit, dem "Serum", ab und kann abgetrennt werden.

Der aus Glasgow stammende CHARLES MC INTOSH (R. B. PROSSER et al. 2004) fand um 1820 die Kautschuk-Imprägnierung von Regenmänteln, die "Mcintoshs" genannt wurden. In den USA und in England wurden schon in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. manche Dinge aus Kautschuk hergestellt, so Schuhe. Produkte aus Kautschuk wurde jedoch leicht klebrig, verloren bei tieferen Temperaturen die Elastizität.

Aus dem Kautschuk ein sehr viel besseres, weniger problematisches Produkt herzustellen gelang durch die **Vulkanisation**, die Behandlung **mit Schwefel**. Erhalten wurde der elastische **Gummi**. Der mit seinem Vater, einem Ladenbesitzer, in Bankrott gegangene und in Schuldhaft genommene US-Amerikaner CHARLES GOODYEAR (C. W. M. 1960)) kam in Berührung mit einem Geschäft, das etwa Rettungsringe aus Gummi herstellte und suchte unter Ausprobieren der verschiedensten Materialien, die er mit dem Kautschuki verrührte, ein besseres Material herzustellen. NATHANIEL HAYWARD mischte aufbauend auf Erfahrungen von GOODYEAR Gummi mit in Terpentinöl gelösten Schwefel und konnte zu einem verbesserten Produkt kommen. GOODYEAR ließ zufällig 1838 Schwefel und eine Kautschukmasse zusammen auf eine rotglühende Platte tropfen und erhielt eine zum **permanent elastischen** Gummi führende Masse. Die Schwefelbehandlung von Kautschuk zur Gummierzeugung wurde "Vulkanisation" genannt. GOODYEAR nahm 1844 darauf ein USA-Patent, nachdem in England 1843 THOMAS HANCOCK (R.B. PROSSER et al. 2004), der Gegenstände von GOODYEAR untersucht hatte, ein ähnliches Patent erhalten hatte. HANCOCK fand wie 1852 auch GOODYEAR, daß bei fortgesetzter Vulkanisation bei höherer Temperatur eine härtere Substanz, Hartgummi oder "Ebonit" entstand. Unter allen den anvisierten Waren aus Gummi, Schuhe wie Handschuhe, fand GOODYEAR nicht die Herstellung von Reifen. Auf der Weltaustellung in Paris 1855 ausgezeichnet, beschäftigte zur Zeit von GOODYEARs damalger Rückkehr nach den USA die

Gummi-Industrie in Europa schon etwa 60.000 Personen. GOODYEAR kam jedoch nie aus Schwierigkeiten etwa durch Patentstreitigkeiten heraus und starb verschuldet am 1. Juli 1860 in New York City.

Der also für verschiedenste Produkte geeignete vulkanisierte Kautschuk wurde zunächst im brasilianischen Regenwald aus den ***Hevea***-Bäumen gesammelt, "**Wildkautschuk**". Etwa eine Millionen Menschen sollen infolge der Kautschukausbeutung umgekommen sein (E. GALEANO 2005). An den *Hevea*-Bäumen tropfte aus den in die Rinde eingeschnittenen Riefen der weiße lMilchsaft langsam in einen an dem Stamm darunter befestigtes Gefäß, zu dem der Kautschuksammler, der seringueiro, später zurückkehrte (E. B. BURNS 1993). Möglichst an demselben Tag, an dem das Gefäß mit dem Milchsaft vom Stamm abgenommen wurde, war der Milchsaft mit Rauch, am besten von einem 'palm-nut'-Feuer, zu behandeln. Der Milchsaft koagulierte rasch und kam in Gestalt von schwarzen Bällchen in den Handel. Die Städte der Gewinner des Kautschukhandels waren Belem nahe der Atlantikküste und im Herzen Amazoniens an der Mündung des Rio Negro in den Amazonas-Strom Stadt Manaos, **Manaus**. Das reich werdenden Manaus erhielt 1896 als erste Stadt Brasiliens elektrische Straßenbeleuchtung. Im Jahre 1891 begann der Bau des 1896 eröffneten eindrucksvollen Opernhauses, eines der damals eindrucksvollsten der Welt. Zwei Millionen Dollars soll es gekostet haben. Goldüberzüge, roter Samt, Säulen aus italienischem Marmor, mythologische Figuren, das Kerzenlicht widerspiegelnde riesige Spiegel - das war für die Reichen aus dem Boom. 1910 gilt als das Jahr des Höhepunktes in der brasilianischen Kautschukausfuhr. Etwa 1/3 von Brasiliens Export stammte aus dem Kautschuk. Das andere hohe Ausfuhrprodukt war Kaffee. Niemand hatte daran gedacht *Hevea*-Bäume anzupflanzen, so zerstreut sie im Regenwald standen. Über 20 Jahre hätte es schließlich gedauert, bis ein *Hevea*-Baum für Kautschuk genutzt werden konnte. Aber es geschah - anderswo, In Südost-Asien. Dort waren die Arbeitskosten schließlich noch 1/4 derer im Urwald Brasiliens. Die Tage der Opernhäuser von Belem und Manaus waren gezählt. Schicksal einer **Ein-Produkten-Wirtschaft**, wie in manchen Bergbaugebieten, deren Gruben erschöpft waren.

Für Fahrräder gab es nach 1868 Vollgummireifen. Den **luftgefüllte**n Gummireifen, den "pneumatic tyre", zuerst für Fahrräder, erfand 1887 JOHN BOYD DUNLOP. Nach der Erfindung der Kraftfahrzeuge 1886 kam wegen der Bereifung in den kommenden Jahrzehnten der große Gummiboom, der Kautschuk zu einem der wichtigsten Rohstoffe der Wirtschaft erhob. Daß Brasilien ein Monopol an Kautschuk hatte wurde als bedenklich angesehen, zumal schon um 1873, also vor dem Aufstieg des Kraftwagens, über das Seltenerwerden der *Hevea*-Bäume nachgedacht wurde. Ein in Schwierigkeiten geratener englischer Pflanzer bei Santarém in Brasilien, HENRY A. WICKHAM (D. C. LEWIS 2004), brachte am 14. Juni 1876 etwa 70.000

Hevea-Samen zu Schiff aus Brasilien und man bauschte das später zur Legende von illegalem Schmuggel auf. Die Ausfuhr war aber nicht wie später gern angeführt verboten. Brasilien legte Plantagen für Hevea-Bäume auch später nicht an. In einem Gewächshaus des botanischen Gartens in Kew bei London waren Beete für die Aufnahme der Samen der Hevea-Bäume von WICKHAM vorbereitet. Etwa 30.000 der Samen keimten. Ungefähr 2000 junge Hevea-Pflanzen wurden ein Jahr später in das damals englische Ceylon (Sri Lanka) überführt. Der Direktor des botanischen Gartens in Singapur, HENRY NICHOLAS RIDLEY, sorgte für die Anpflanzung junger Kautschukbäume auf Plantagen in Malaya. Auch Eingeborene legten kleine Hevea-Anpflanzungen in den tropischen niederländischen sowie französischen Kolonien Asiens an. Um 1900 waren etwa 4 Tonnen "**Plantagen-Kautschuk**" gewonnen worden, 1910 etwa 50.000 t. Letzteres entsprach etwa der Hälfte der damaligen Weltkautschuk-Produktion. Etwa 40 Jahre nach dem einst nicht besonders beachteten Samenraub von WICKHAM sank Brasiliens Kautschukproduktion auf etwa 1/8 des Weltkonsums. Um 1920 betrug die Weltproduktion an Kautschuk um 400.000 t pro Jahr, wovon etwa 90% von Plantagen kamen. Ende 1934 nahmen die Anpflanzungen von Hevea auf der Erde eine Fläche von etwa 34000 qkm ein, was der Fläche etwa von Baden und Württemberg entspricht (G. E. GRAF 1937). Das Antlitz ganzer tropischer Landschaften wurde durch die Hevea-Plantagen - und dann die Plantagen der Ölpalme - völlig verändert. Die Arbeitsverhältnisse zahlreicher Menschen, die bisher in eigenem kleinen Landwirtschaftsbesitz mit Subsistenzwirtschaft sich ernährten, wurden umgestaltet, mit gewiß unterschiedlichen höheren Löhnen und führten zu neuer Sozialstruktur (J. M. ROBERTS 1989, S. 327). Eine beachtliche Fläche der Erde stand also im Dienste eines Fahrzeugbestandteiles, des Gummireifens. Und die Erdöl-Gewinnung verändert ebenfalls im Dienste der Kraftfahrzeuge die Landschaften vielerorts.

Um 2005 wird für die bäuerlichen Plantagen von Hevea-Bäumen im südindischen Staat Kerala berichtet (D. PORTMANN et al. 2005), daß die Bäume nach einer 7-jährigen Wachstumsphase gezapft werden können, durchschnittlich 25 Jahre lang bis zu 9 Monate pro Jahr im Abstand von jeweils 2 bis 3 Tagen. Gewisser Wohlstand wäre eingezogen. Die nicht mehr genutzten Bäume liefern als Holz einen weiteren Gewinn.

Für Brasilien wurden noch um 1935 mindestens 300 Millionen wilde Kautschukbäume geschätzt, allerdings sehr locker verteilt.

Der Latex hat nichts mit dem Ernährungssystem der Bäume zu tun. Bei richtiger Behandlung können die Bäume lange genutzt werden. Der Latex wird in etwa der gleichen Menge Wasser gelöst und durch wenig schwache Säure, so Essig- oder Ameisensäure, zur Koagulation gebracht. Die dabei erhaltenen Lagen von Kautschuk werden in Rollen gepreßt, 700 bis 900 g schwere Kautschukmatten.



Abbildung 1510: Kautschukplantage. S-Indien.



Abbildung 1511: Zapfen Kautschuk.

Daß Kautschuk aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht stellte FARADAY 1826 fest. Der Schotte WILLIAM GREGORY erhielt durch Destillation aus dem Latex noch unrein das **Isopren**, der dem Kautschuk vor allem zugrundeliegende Kohlenwasserstoff. CHARLES HANSON GREVILLE WILLIAMS, der Isopren um 1860 gewann, erkannte es als das bis 34°C flüssige, benzinähnliche Methylbutadien CH2=C-CH3-CH=CH2. Die Verbindung erschien durchaus als technisch beherrschbar. Eine Frage war, wie man **aus dem Isopren**, wenn man denn genügend hätte, **zu einem künstlichen Kautschuk** käme. In Frankreich hatte 1879 GUSTAVE BOUCHARDAT gefunden, daß bei Salzsäure-Zugabe zu isoliertem Isopren eine elastische Masse entstand und gewann somit aus dem Kautschukbestandteil Isopren einen ersten, allerdings noch unbefriedigenden **künstlichen Kautschuk**. In England sah 1882 Sir WILIAM AUGUSTINE TILDEN Isopren beim Stehen sich in eine gelbe, kautschukähnliche Masse verwandeln, berichtete über solche Feststellungen dann auch im Mai 1902 (S. S. PICKLES 1910, S. 1086). Eingehender wurde die Zusammensetzung des Kautschuk aufgeklärt ab 1904 durch CARL FRIEDRICH HARRIS in Kiel, wobei die Diskussion um den Polymerisationsgrad des Isopren im Kautschuk ging, wie es denn in Verbindung tritt und HARRIES erhielt ein kautschukähnliches Produkt bei über 100°C und zusammen mit glacial" Essigsäure (S. S. PICKLES 1910, S. 1086). War von FRITZ HOFFMANN vorgelegter künstlicher Kautschuk mit dem Naturprodukt identisch? Spontane 'Polymerisation' von Isopren, etwa 10 g, zu einer Art Kautschuk in einer fest verschlossenen Tube unter normalen Bedingungen und meist im Dunkeln aufbewahrt dauerte bei Untersuchungen von PICKLES (1910) Jahre, etwa 3,5 Jahre: "The liquid which at first was a mobile as ether, had during this period gradually become more viscous, until it acquired the consistency of a thick syrup" (S. 1086). PICKLES' Vorstellungen von "polymerids" waren STAUDINGER eine wichtige Anregung für die Makromolekül-Theorie (D. BRAUN 2012, S. 317/318).

Nach **anderen kautschukliefernden Pflanzen** wurde viel gesucht. Auch in Afrika wurden Kautschukpflanzen gefunden, Arten der zu den Hundsgift-Gewächsen/Apocynaceae zählenden Gattung *Landolphia*. In des belgischen Königs LEOPOLD I. Kongostaat wurden Wildkautschukpflanzen unter grausamster Behandlung der Eingeborenen gezapft. Eine Frage war, wie gleichartig oder ungleichartig der Kautschuk aus den verschiedenen Kautschuk-Pflanzen aus so verschiedenen Pflanzenfamilien war. Immerhin schien Isopren ein verbreitetes Stoffwechselprodukt im Pflanzenreich zu sein.

## Guttapercha

Ebenfalls aus Milchsaft von Bäumen, aus Südost-Asien, stammte das erhärtende Guttapercha, von dem 1843 WILLIAM MONTGOMERIE Proben von Singapor nach London sandte und dessen Herkunftsbäume *Dichopsis gutta* und *Dichopsis oblongifolia* damals erst zu ermitteln waren. Guttapercha diente etwa für Messerhandgriffe und Spazierstöcke und wurde von WILHELM und WERNER SIEMENS als wichtiges unersetzliches Isoliermaterial in der aufkommenden Elektroindustrie nach 1870 benutzt.

Namentlich unter Tropenbedingungen hatte sich das als Isoliermaterial für Telegraphenleitungen benutzte Guttapercha unter Einfluß der Luft aber auch zersetzt, blieb aber unter Wasser jahrelang ohne Veränderung (A. W. HOFMANN 1860) – auch hier Beispiel eines der vielen **Probleme, mit denen die Verwendung von Materialien verbunden war.**

## Salpeter-Lagerstätten

Salpeter-Lagerstätten gibt es einige, aber die in der Atacama-Wüste Chiles erschienen als so einmalig, daß immer wieder die Erklärungen zu ihrer Entstehung auf Gegenmeinungen stießen. Auffällig für den Natrium-Salpeter in der Atacama-Wüste waren an manchen Stellen mit vorkommen Jod-Mineralien. Überlagert von lockerem Boden liegen die zum Teil wertvollen Mineralien in einer 2 – 3 m härteren Lage, der 'Caliche'. Jod verwies auf Meer, aber Nordchile schien ab der Kreidezeit Festland gewesen zu sein (O. STUTZER 1933). Quelle des Salpeters in der Atacama-Wüste sollten **Stick(stoff)-Oxide** sein, die sich in der Luft bildeten und als Nitrat am Erdboden anhäuften. Warum aber sollten sich Stick(stoff)-Oxide dort gehäuft bilden? Verstärkt Gewitter für die Stick(stoff)oxid-Bildung ließen eher an eine Region mit reicher Vegetation denken, die aber dann die Nitrate verbraucht hätte.

## Jod

Das für Heilzwecke nötige Jod wurde zuerst **aus Meeresalgen** gewonnen, so ab 1814 in Cherbourg (O. STUTZER et al. 1933). Ab 1868 wurde Jod auch von Chile exportiert. Als Quelle für Stickstoff-Dünger verloren die chilenischen Salpeter-Lager mit der Fast-Monopol-Stellung Chiles an Nitrat an Bedeutung, blieben wichtig für die Gewinnung von Jod.

## Borax

Borax kam im 18. Jh. aus Zentralasien, mit Schafen durch den Himalaja transportiert. 1818 begann die Borax-Industrie in der Toskana (O. STUTZER et al. 1933). Später kam Amerika hinzu, schließlich die USA.

## Sauerstoff, Stickstoff und andere verflüssigte Gase

Herstellung flüssiger Luft und ihrer Bestandteile in großen Mengen wurde möglich durch die von CARL (VON) LINDE (F. POLLITZER 1935) seit 1892 in München entwickelte Kältetehnik, die neuartig Gasverflüssigung erlabute. Im Mai 1895 stellte er mit seinem Luftverflüssigungs-Apparat 3 Liter flüssige Luft pro Stunde her. Luft wurde als Rohstoff also in neuer Weise genutzt. Die Luft-Bestandteile ließen sich getrennt erhalten.

Es wurde möglich **ausreichend flüssigen Sauerstoff** zu erzeugen, jenen Sauerstoff, den man bisher aus chemischen Verfahren gewinnen mußte. 1902 wurde in Höllriegelskreuth bei München die erste Sauerstoff-Fabrik errichtet. 1907 betrug der Jahresverbrauch an Sauerstoff in Deutschland schon etwa 1 Millionen Kubikmeter (PETERS 1935. Um 1910 kostete ein Liter flüssige Luft in Berlin 1,75 Mark, der Preis "eines mittelguten Weines" (E. FISCHER 1911 b). Sauerstoff wurde unter anderem wichtig zum Schweißen, Wasserstoff später etwa zur Fetthärtung.

Diesen flüssigen Sauerstoff unter hohen Druck zu transportieren und an jedem Ort anzuwenden war die Massenfabrikation nahtloser Stahlflaschen entwickelt worden. Sauerstoff wurde eingesetzt für autogenes Schweißen und Schneiden, kam zur Anwendung, wo hohe Arbeitstemperaturen erforderlich sind, so in der Glas-Herstellung. **Stickstoff** diente zur Füllung von elektrischen Metallfaden-Lampen, wie dann auch Argon. Stickstoff wurde Ausgangsstoff in der Chemie-Industrie, für Kalkstickstoff und Ammoniak.

Es wurde auch ein aus gleichen Teilen Stickstoff und Sauerstoff bestehendes billigeres Gasgemisch, die "Lindeluft" hergestellt, die etwa in der Stahlindustrie wirtschaftlicher als reiner Sauerstoff eingesetzt wird.

Flüssiger Wasserstoff wurde nötig für die Fetthärtung..

**Neue Rohstoffe** waren auch die **Kali-Salze** (s. Düngemittel).

## Chemische Überwachung der Umwelt - Umweltchemie

Chemie war nicht nur für die Herstellung von bestimmten Substanzen wichtig, sondern auch für Abfallentsorgung, für das Verfolgen der verschiedenen Stoffe in der Umwelt des Menschen. Das wurde im wesentlichen erst im 20. Jh. ausgebaut. Im 19. Jh. sah es in der Industrie erschlossenen Gebieten oft schlimm aus, so wies etwa noch nach Bau der Schwebebahn in Wuppertal von der Wupper geschildert wird: "..., die einst wegen ihres klaren Wassers berühmte Wupper, ist den Anfechtungen der neuen zeit erlegen und fließt heute, von den Abwaässern der Anilinefärbereien gespeist, wie ein Strom schwarzer Tinte müde zwischen den Ufermauern dahin, umkrallt vom tausendfüßigen Gerüst der donnenden Schwebebahn" (J. R. HAARHAUS 1921, S. 23). Mit dem Wachsen der Städte und der Industrie und dem damit verbundenen steigenden Wasserbedarf und Abwasseranfall entstand eine Gewässerchemie, vor allem **Abwasserchemie**, die in Zusammenarbeit mit der Mikrobiologie zustandekommen mußte. In England wurde etwa durch Parlamentsbeschluß die königliche Commission "on the Pollution of Rivers and Domestic Water-Supply" ins Leben gerufen, der 1868 als ein sehr aktiver Vertreter EDWARD FRANKLAND (W. H. BROCK 19, J. WISLICENUS 1901) beitrat. FRANKLAND hatte ab 1865 in London monatliche Wasseranalysen durchgeführt. In Deutschland wirkte als Abwasserchemiker JOSEF KÖNIG, langjähriger Direktor an der 1871 gegründeten Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Münster in Westfalen (W. STUTTHOF 1930). KÖNIG begründete auch die **Lebensmittelchemie**. Die Verfälschung von Lebensmitteln, etwa von Mehl mit Kalk oder Gips, hatte bedenklich Ausmaße erreicht (R. J. EVANS 1990).

**In Bergbau- und Hüttengebieten**, etwa im sächsischen Erzgebirge, im Harz und bei Aachen, schädigten **Abgase** die Vegetation und auch die Menschen. Verfahren zur Entfernung der Abgase wurden gesucht, was gasanalytische Untersuchungen der Zusammensetzung der Abgase voraussetzte. Etwa Schwefeldioxid sollte auch nutzbringend verwendet werden.

Mit der Erzeugung immer neuer Substanzen, von denen sich etliche als giftig erwiesen, entstand die **Toxikologie,** die Spezialdisziplin zur Erforschung der Gifte. Manche **Gifte** (K. LOHS 1995) können sehr rasch tödlich wirken, andere, so Metalle wie Blei, Kadmium, Quecksilber können sich jahrelang im Körper und auch Gehirn anhäufen und verursachen dann schwere Schäden oder führen gar zu einem frühen Tod. Auch organische Verbindungen wie Benzol/Benzen und Formaldehyd wirken langwierig,. Für die Industrie gab es noch lange keine spezielle **Industrietoxikologie** (K. LOHS 1984). Von den Giften gibt auch Übergänge zu Rauschmitteln und Drogen, auch mit dem Schnüffeln von Benzoldaämpfen. Führender Toxikologe wurde der 1859 in einer jüdischen Familie bei Suwalki in Polen geborene

und 1929 in Berlin gestorbene LOUIS LEWIN (B. HOLMSTEDT 1985, M. ENGEL 1985), Der Extraordinarius mit Lehrauftrag an der Berliner Universität hielt seine Vorlesungen in einem Hörsaal in seiner Wohnung. Methylalkohol, Cocain, Blutgifte, so Nirobenzol, Giftpflanzen und ihre Inhaltsstoffe, Pfeilgifte, Chromverbindungen, Immunität sind einige der Themen seiner Veröffentlichungen. Bei einem Aufenthalt in Amerika isolierte um 1888 LEWIN aus der Kaktus-Art Lophophora lutea Apholonin, "eine der ersten psychotropen Substanzen" (M. ENGEL 1985). Von LEWIN stammt auch das berühmte Buch 'Die Gifte in der Weltgeschichte' (1920).

# Metallurgie

Die Metallurgie wird oft nicht im Zusammenhang mit der Chemie, sondern mit dem Montanwesen abgehandelt. Metallgewinnungsprozesse sind aber chemische Prozesse.

## Quecksilber

Gediegen gewonnen wurden nach wie vor die Edelmetalle, so das Gold. Im heutigen Slowenien liegt Idria/Idrija, wo schon seit Jahrhunderten **Quecksilber** gewonnen wurde, wo 1803 KARL FRIEDRICH SCHINKEL in die Grube einfuhr und an VALENTIN ROSE berichtet, vom 22. Juni 1803 (Reisebriefe deutscher Romantiker 1979, S. 177): "... Alle Gänge sind mit Steintritten versehen; zur Seite findet ,am von Zeit zu Zeit Kapellen mit Heiligenbildern zum Gottesdienst der unterirdischen Arbeiter. Das gediegene Quecksilber trief von allen Orten aus dem Schiefer und sammelt sich oft auf dem Boden zu kleinen Seen; dennoch haben die Bergleute das Metall in der Erde lieber, weil beim Herausschaffen zuviel verloren geht. Eine entsetzliche Hitze ..." Im schon der Antike benutzten Quecksilber-Bergwerk Almaden in Spanien sah im 19. Jh., der Botaniker MORITZ WILLKOMM (1847, S. 179 / 180): "... Prachtvoll ist der Anblick dieses kolossalen Erzganges an den "Planes" oder Arbeitsstellen wegen der dunkelrothen schillernden Farbe des Zinnobers ... wenn ein Häuser einen Erzblock mit dem Brecheisen losbrach, Quecksilbertropfen von der Größe eines Taubeneies aus dem Risse hervorrollten und auf den Boden hüpfend in Tausende kleiner Kügelchen zerschellten." Vielleicht waren bei solchen wohl auch einst vorhandenen Mengen die späteren Quecksilberteiche der Araber nicht nur Legende.

## Metallurgie allgemein

Im 19. Jh. wurden neue Verfahren angewandt für die Aufbereitung der Erze, für die Herstellung der Metalle, wurden bisher im technischen Maßstab nicht erzeugte Metalle auch fabrikmäßig hergestellt, zunächst noch in geringen Mengen, so Aluminium und Magnesium. Am bedeutungsvollsten aber wurden auch die **Legierungen**. Die mit Metallen arbeitenden Chemiker und die Metallurgen schufen jene Werkstoffe, durch welche die großartigen Erfindungen der neueren Zeit überhaupt erst verwirklicht werden konnten, die Motoren und anderen Antriebsaggregate, die Apparaturen auch der Chemie-Industrie, die Elektrogeräte, die Transportmittel wie selbst das Fahrrad und das Flugzeug.

## Steigerung der Metall-Erzeugung im 19. Jahrhundert

Im Zeitraum 1880 bis 1913 stieg die Roheisen-Erzeugung um etwa das 5-fache, die **Blei**-Gewinnung um etwa das 4,5-fache, die **Zink**-Gewinnung um das 4-fache. Die Gewinnung von **Kupfer** wuchs um das 10-fache, weil die Elektrizitätswirtschaft einen bisher ungeahnten Bedarf an Kupfer besaß (F. FRIEDENSBURG in E. KRAUME 1964). Unter den deutschen Staaten gewann Preußen in Oberschlesien in bemerkenswerter Menge aus Galmei, also hauptsächlich Zinkcarbonat, **Zink** (K. FUCHS 1999).

Zwischen etwa 1850 und 1883 stand in der Kupfer-Erzeugung Chile an erster Stelle und wurde dann von den USA auf die zweite Stelle verwiesen. Im Jahre 1899 wurden erdweit 10,3 Mill. t **Feinkupfer** produziert, davon 4,3 Mill. in Chile, wo 1915 der größte Tagebau für die Kupfer-Gewinnung in Chuquicamata erschlossen wurde (K. C. BETANCUR 2002). Die Jahresproduktion an Kupfer in Deutschland betrug vor 1900 bei um 30.000 t.

Viele der bisher durchaus erfaßten Metalle konnten bis um 1890 nicht in hochreinem Zustand hergestellt werden, manche weder für wissenschaftliche Untersuchungen im Laboratorium noch für die Industrie. Um 1890 wurden neue Verfahren der Metall-Herstellung entwickelt. War Kohlenstoff einziges Reduktionsmittel gewesen, um aus Metalloxiden Metall herzustellen, so wurden nun in größeren Mengen herstellbare stark reaktionsfähige Metalle, etwa in Pulverform, für die Reduktion bisher kaum reduzierbare Oxide und Herstellung bisher nicht in größerem Maße gewinnbarer Metalle benutzt. Zur Metall-Herstellung diente auch der elektrische Ofen von und bei MOISSAN.

## Neuentdeckung von Vorkommen, von Erzlagerstätten in aller Welt

Steigerung der Metallerzeugung war verbunden mit der Auffindung rentabler Lagerstätten. Neuentdeckte Erzvorkommen bestimmter Metalle, aber auch von Eisenerzen, machten manche Länder oder Regionen wichtig, waren Voraussetzung für manche industrielle Entwicklung. Das gilt für die 1863 gefundenen **Nickel-Erze** auf der französisch gewordenen Südsee-Insel Neukaledonien, ab 1877 für Sudbury-Vorkommen in Canada.

In den USA leistete Pionierarbeit bei der Erschließung von Erzlagerstätten, etwa im Gebiet des **Lake Superior**, in der Mitte des 19. Jh. JOSIAH DWIGHT WHITNEY (G. P. M. 1964). **1883** wurden in **Broken Hill** im zentralen, westliche Neusüdwales in **Australien** an **Blei** und **Silber** und auch an **Zink** reiche Erzvorkommen entdeckt und 1885 wurde die 'Broken Hill Proprietary Company' Australiens größtes Industrie-Unternehmen. 1887 war eine Eisenbahn-Verbindung nach dem südaustralischen Adelaide verwirklicht. Auch Schwefel und Schwefelsäure wurde gewonnen. In den Jahren von 1880 bis gegen 1890 war Broken Hill die reichste Silbermine der Welt. "Frauen für Broken Hill" verweist auf die etliche Zeit bestehenden sozialen Probleme einer solchen einst abgelegenen Bergbaugegend.

## Eisenmetallurgie – Abkehr von der Holzkohle. - Abkehr von bisherigen Lagerstätten

Kohle und Eisen / Stahl wurden Grundlagenmaterialien der Wirtschaft, galten regelrecht als Gradmesser der industriellen Höhe eines Staates. Das 19. Jh. brachte zahlreiche Neuerungen.

Am **Anfang des 19. Jh.** war noch vieles wie bisher, teilweise jahrhundertelang bisher.

Als der "Waldbauernbub", als den sich der Dichter PETER ROSEGGER in einer Autobiographie bezeichnete, (s. 1915, S. 105) das erste Mal in die Steiermark kam und über die Hammerschmieden erstaunte, erklärte ihm der Vater, daß, wenn er jetzt vom Himmel herabschauen könnte, "so würdest du, besonders im Oberland, auch die anderen Täler so sprühen und leuchten sehen, wie hier das Mürztal. Es sprüht in Neuberg und bei Mariazell und in der Veitsch, es sprüht im Ennstal und im Murtal, an der Feistritz, an der Krainach, an der Sulm und an der Sann ...",

Eisenherstellung gab es seit langem namentlich **in deutschen Mittelgebirgen**.

Jedem Reisenden begegneten die Hochöfen und namentlich tosenden Hämmer, und es gab vielerorts die oft so gepriesene Ruhe des Waldes nicht. Landschaft, auch die waldreichen, das war viel mehr Industrie als später, als die Industrie sich konzentrierte. Eisenherstellung und Verarbeitung unter dem Hammer gab es auch hoch oben im **Harz**, in **Schierke**, jedenfalls im 18. Jh., wo BERNOULLI (1761/1782, S. 211) dort von verscheidenen Eisyenhämmern schreibt und wo es "auch einen hohen Ofen hat." Er war beeindruckt durch "das dumpfe Getöse der Hämmer, der Rauch, in welchen der dicke Wald gehüllt zu seyn schien, und die Feuer, welche ich allenthalben durch die Bäume erblickte, ..." Um **Hüttenrode** lagert, wie etwa 1838 (S. 92) W. BLUMENHAGEN schreibt, "der rothe Eisenstein un unglaublichen Massen" und mehrere hundert kleine Schächte, nur leicht ausgebauet und mit einer Haspel über dem Mundloch, öffnen sich nebeneinander ..." Und es heißt Seiten weiter (S. 144 und ff.): "Nur aus weitgedehnten und grossartigen Hüttenwerken mit den Wohnungen der Officianten und Arbeiter gemsicht besteht der Ort Mägdesprung", **Mägdesprung** im Selketal. Englische Erfahrungen flossen hier mit ein, also wurde der Anschluß an die industrielle Revolution in den deutschen Mittelgebirgen zuerst durchaus gesucht. Ein 1812 errichteter gegossener eisernen Obelisk, das "damals einzige Kunstwerk dieser Art" zeugte von der dortigen reichen Eisenindustrie, "drei Schmieden, ein Paar Kugelöfen, Walz-, Dreh- und Bohr-Werke ... Aufwärts vom Orte ... einen Frischhammer und einen Drahtzug, abwärts ... das Carlswerk, Hammer- und Drahtwalzwerk nach englischer Manier, und dann die vier Friedrichshämmer, von denen der eine eine Schwarzblechhütte mit einem Ringgebläse ist ..." Im **Thüringer Wald** war die südlich vom Kamm gelegene Stadt **Schmalkalden** schon lange ein Eisenort, Erz wurde geholt mindestens seit 1385. Der Mineraloge LEONHARD beschrieb 1854 (S. 104), daß aus "vielen Häusern ertönt unaufhörliches Hämmern, denn fast jedes hat im Erdgeschoß eine Schmiede."

Hochwertiges **Magneteisenerz** im **Ost-Erzgebirge** bei Berggießhübel wird im 14. Jh. urkundlich erwähnt, bildete die Grundlage für das nach Pirna zu liefernde geschätzte, von ALBINUS gerühmte "**Pirnaische Eisen**" ab 15./16. Jh.. Die Gruben gehörten viel später auch dem Unternehmer GRUSON und hier wurde der Abbau aufgegeben um 1892 (Werte der Deutschen Heimat Band 4, S. 44 ff., Berlin; Wikipedia 2013). Berühmt waren hier Gießhütten. so im 16. Jh. die von HANS RABE (Werte ...; S. 44 ff.). Im **sächsischen Erzgebirge** erinnern noch Orte und Gaststätten mit der Bezeichnung "Hammer" oder auch das Museum des erzgebirschen Eisens in Schwarzenberg an Eisen aus Erzen und Holzkohle in den Mittelgebirgen. Nach dem Besuch von Johanngeorgenstadt meine 1805 (S. 111. ff.) KARL RUHHEIM: "Die Hammerherren leben gemeiniglich sehr gut, .,., indessen die armen Leute über Bedrückungen seufzen. ... ehedem ... es war, wie man mir erzählte ein wahres Wunder einen Hammerherrn Nachmittags nüchtern

anzutreffen, ..."Die zahlreichen Hammerwerke für Weißblech um Eibenstock im West.Erzgebirge hielten bis um 1830 der Konkurrenz stand (Werte der deutschen Heimat 1967, S. 133).

In **Bayern** war **Amberg** eine Stadt, die durch Eisengewinnung reich geworden war und eine gewaltige Festungsmauer erbaute.

Eisenerz aber gibt es auch **in der Niederung, "Raseneisenerz**", oft Wassergräben braun verfärbend. Verhüttet wurde solche Raseneisenerz namentlich in Peitz. Der frühe Mineraloge und Geologe, der sächsische Berghauptmann JOHANN CARL FREIESLEBEN schildert 1817 (S. 216): "So wie durch den größten Theil der Niederlausitz, so zieht sich auch fast durch alle niederen Gegenden des Kottbuser Kreises ein Flötz von Raseneisenstein, das, in unterbrochnen Parthien, nicht tief unter dem Rasen, fortstreicht."

Und (S. 227): "Der Eisensteingräber (denn gewöhlich arbeitet jeder einzeln) hebt da, wo eine Parthie Eisenstein abgespeisst worden ist, den Rasen auf (oder macht einen Aufschlag); hierdurch entsteht eine Art von Schurf oder Grube, die man Gesenke nennt, und aus der man den Eisenstein heraus hebt; ... braucht man ... die Schaufel; ist es aber fester Schalen- oder Keulenstein, so braucht man dazu Keil- und Radehauen, Schaufeln und eine Art breiter, schief gestellter, Kratzen."

(S. 228/229): "Der schmelzwürdige Stein aber wird, wenn er ... zerkleint ist, gewaschen. Hierbey kommt es ganz hauptsächlich auf Absonderung des in die Poren eingemengten Sandes, oder der eingewachsenen quarzigen Körner, an."

(S. 234 / 235): "... das Buschwiesenrefier, ebenfalls ohnweit Peitz, indem es ohnstreitig das nächste und reichhaltigste für den Betrieb des dortigen Eisenhüttenwerkes ist, ...

Ziemlich in seiner Mitten wird dies Refier von dem Abzugsgrabrn durchschnitten, ... Gelegenheit giebt, den hier gegrabenen Eisenstein von den Wiesen bis zum Hüttenwerke in Kähnen zu transportieren, ..."

## Holzkohle-Hochöfen -wie lange noch?

Wie durch die Industrielle Revolution die Eisenabnahme stieg, wurden in Deutschland, so, "Happels Hütte", bei Schmalkalden südlich des Thüringer Waldes, auch noch neue, die **noch** verfügbaren Holzvorräte nutzende **Holzkohle-Hochöfen** errichtet. Das war in diesem Gebiet nahe dem Thüringer Wald ökonomisch durchaus sinnvoll, denn jeder Transport großer Massen verteuert ein Produkt, und traditionelle Technologie kann so also noch lange bestehen, auch mit teilmodernisierter (R. FREMDLING 1983).



Abbildung 1512: Peitzer Hüttenwerk.



Abbildung 1513: Holzkohlehochofen in Konstruktion.



Abbildung 1514: Holzkohlehochofen bei Schmalkalden.

Noch 1850 stammten 75% der deutschen Hochofenproduktion aus mit Holzkohle betriebenen Hochöfen (CHR. DIPPER 1991). Die Eisenherstellung verschwand an den vielen Standorten vor allem in den Mittelgebirgen, also aus dem "Walde", mit der dort nicht mehr möglichen zunehmenden Bereitstellung von Holzkohle und überhaupt zunehmenden Unrentabilität der Kleinstandorte, und konzentrierte sich immer mehr, dort, wo Kohle und Eisenerz rentabel zusammengebracht werden konnten. Im sächischen Erzgebirge, in dem es zu Anfang des 19. Jh. noch zahlreiche Standorte der Eisenherstellung und Eisenverarbeitung gab, wurde die Eisenerzeugung auf einige Orte am Rande der Gebirge, so in Sachsen nach Pirna und Cainsdorf bei Zwickau mit seiner Steinkohle zurückgenommen. Und dann konzentrierte sich die Roheisen-Erzeugung in Deutschland schließlich bis auf wenige Standorte wie in Ost-Thüringen, auf **Ruhrgebiet und Oberschlesien**. Die Eisenbahn, ihrerseits von Eisen und Stahl abhängig, konnte Erz und Kohle resp. Koks transportieren. Von Bedeutung blieb der fast nur aus Spateisenstein (FeCO3) bestehende Erzberg in der Steiermark unweit Leoben, der im Tagebau abgebaut wurde und um 1910 jährlich 1 1/2 Mill. t Eisen lieferte. Rot leuchtet er in der Abendsonne.

Um 1905 waren etwa 70% der Weltproduktion an Eisen in den USA, Großbritannien und Deutschland konzentriert (A. WEISKOPF 1905). Großbritannien hatte 1880 8 Mill. t Roheisen erzeugt, Deutschland, das ohnehin Wirtschaftsdepression hatte, 3 Mill. t, die USA 4 Mill. t. In allen drei Ländern stiegt die Roheisen-Erzeugung weiter, aber 1889 standen die USA an der Weltspitze und 1900 hatte Deutschland die Roheisen-Erzeugung von Großbritannien eingeholt. Im Jahre 1913 erzeugten die USA um 31 Mill. t Roheisen, Deutschland und Luxemburg 19 Mill. t, Großbritannien 11 Mill. t, Frankreich 5 Mill. t. ebenso Rußland 5 Mill. t (B. OSANN 1939).

## Neues für den Hochofen und damit für die Eisen'schmelze': Lufteinblasen- Was geschieht chemisch im Hochofen?

Eine erhebliche **Steigerung** des in einem Hochofen erschmolzenen Eisens brachte das **Einblasen warmer Luft in den Hochofen**, und das betraf Kokshochöfen wie Holzkohlehochöfen. Schon in altägyptischen Gräbern gibt es Gemälde, auf denen Schmiede mit einem Rohr Luft in das Schmiedefeuer blasen (A. SELLA 2016). Nun, im 18. Jh,, traf sicherlich zu, daß es in der warmen Jahreszeit schlechtere 'Schmelzergebnisse gab. So kam es zu der Auffassung, etwa in Schottland, daß in den Hochofen eingeblasene kalte Luft besseres Eisen aus dem Erz erschmelzen läßt. Es war der als Mechaniker in Kohlegruben tätige JAMES BEAUMONT NEILSON (F. ESPINASSE et al. 2004), in Glasgow, der das Gegenteil erwies, daß **vorgeheizte Luft den Hochofenprozeß rentabler** macht. NEILSSON (A. PAULINYI 1983, S. 2) hatte sich in Abendkursen in Glasgow Mathematik, Physik und Chemie gebildet, war also ein Praktiker mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen. Ein Hüttenbesitzer wollte, wahrscheinlich 1824, wissen, ob in den Sommermonaten der Schwefelgehalt der Luft höher ist und es angebracht wäre, die in den Gaswerken übliche Filterung der Kohlegase auch für die in einen Hochofen eingeblasene Luft vorzunehme. NEILSON experimentierte dann über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft, weil feuchtere Sommerluft vielleicht die schlechteren Schmelzergebnisse im Sommer bedingt. Bei Experimenten mit Leuchtgas im Gaswerk von Glasgow fand er, daß Zuführung erwärmter Luft die Helligkeit der Gasflamme steigert. Aus einem Blasebalg in ein Schmiedefeuer geblasene erwärmte Luft steigerte deren Hitze über alle Erwartungen.

Zunehmend wurden Hochöfen nun mit erwärmter Luft beschickt, und in Schttland geschah das 1836 für alle Hochöfen (S.6). Die Luft wurde in den Hochöfen vorgeschalteten Apparaturen erwärmt, wobei hierfür bisher nicht genutzte Kohlesorten oder anderes wenig wertolle Brennmaterial verwendet wurde. Ein **zweiter Schritt** erfolgte in Württemberg, 1832 im Hüttenwerk Wasseralfingen bei Aalen. Hier wirkte FABER DU FAUR (A. WEISKOPF 1904), der fand, den **Hochofen** mit der durch seine eigene Gichtflamme erwärmten Luft und dann **den eigenen abziehenden** noch **warmen Gichtgasen** zu versorgen. Das machte die Vorschaltapparaturen zur Lufterwärmung überflüssig. FABER DU FAUR (A. PAULINYI 1983, S. 13) hatte begonnen ab 1806 in Tübingen Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren, wechselte 1807 zum Berg- und Hüttenwesen und ging 1808 an die Bergakademie in Freiberg. Wegen Tod des Vaters konnte er das Studium hier aber nicht abschließen. FABER DU FAUR wurde in Württemberg Hüttenschreiber, in Königsbronn. Er war der Typ des wissenschaftlich vorgebildeten Hüttenbeamten, der dann auch Leitungsfunktionen übernahm.

Durch die Anwendung von erwärmter Luft **wandelte sich das Bild der Hochofenanlagen** stark. Und besonders durch die Einführung der **1857** für EDWARD ALFRED COWPER patentierten **Winderhitzer**, die besser für heiße Luft, 'Wind', im Hochofen sorgen. Von den **aus feuerfestem Material bestehenden Türme** standen später **je 3 auf jeder Seite** des Hochofens, dessen Gestalt von Ferne neben den hohen Türmen unscheinbarer wirkte. Das heiße Abgas aus dem Hochofen streicht durch die Winderhitze der einen Seite und erwärmt sie. Die Frischluft zum Hochofen wird durch den heißen Winderhitzer heiß in den Hochofen geleitet und strömt durch die mittlerweile abgekühlten Winderhitzer der anderen Seite. Dann wird umgeschaltet. Die periodisch wiederholte Umschaltung läßt immer heiße Luft in den Hochofen strömen. Das war eine weitere Anwendung der Regenerativöfen von WILHELM SIEMENS, bei dem COWPER Ingenieur gewesen war. 1860/1861 erreichte A. B. COCHRANE in seiner Eisenhütte in Ormesby in Middlesbrough die bis dahin unerreichte "Wind"temperatur von 620° C und steigert die Roheisenerzeugung um 20% (O. JOHANNSEN 1953). Anwendbar war das Verfahren auch bei Holzkohle-Hochöfen. In Kontinentaleuropa und besonders in Frankreich setzten sich die Winderhitzer infolge der hier höheren Brennstoffkosten sogar rascher durch als in England (R. FREMDLING 1983, S. 204).

Die chemischen **Vorgänge im Hochofen**, die Umwandlung der Gase in ihm, hatte, im September **1838**, veröffentlicht 1839, der damit beauftragte BUNSEN in dem nahe Kassel gelegenen mit "Heißluft geblasenen Hochofen in Veckershagen" (A. PAULINYI 1983, S. 139) erforscht, wie anderswo LYON PLAYFAIR (W. V. FARRAR 1975). BUNSEN wirkte zu dieser Zeit, ab 1836, an der Höheren Gewerbeschule/Polytechnikum in Kassel. BUNSEN hatte "die Producte dieses großen Reductionsprocesses" im Hochofen "vermittelst eines sehr einfachen Apparates aus allen Teufen des Ofens in hermetisch verschlossenen Glasrörchen aufgesammelt und so Schritt für Schritt die ... Zersetzungserscheinungen im Kernschacht bis in das Gestell hinab verfolgen können" (R. BUNSEN 18/1904). Es erwies sich, daß in Holzkohle-Hochöfen in Deutschland etwa 50% des Materials keinen Nutzen brachten, in englischen mit Koks beschickten Hochöfen gar gegen 80% (M. SUTTON 2011). Die Chemie allgemein verdankt dieser Untersuchung gasometrische **Apparate** und damit die **Gasometrie**. Dank BUNSENs Untersuchungen konnte so vorgegangen werden, daß Heizmaterial eingespart werden konnte. Noch immer spricht man von Eisen'schmelze', aber es wird Eisen nicht einfach aus dem Erz herausgeschmolzen, sondern entscheidend ist des Reduktionsprozeß, die Wegnahme des Sauerstoff aus dem Eisenoxid durch die Kohle resp. das Kohlenmonoxid.

## Stahl - Legierungen mit Kohlenstoff

"Eisenwerkstoffe" werden als "Stahl" bezeichnet, wenn sie durch Schmieden verformbar sind, also durch Hämmern oder Walzen in bestimmten Formen gebracht werden. Verschiedene Beimengungen, vor allem Kohlenstoff, aber auch andere Metalle, verändern die Eigenschaften des Stahls, oft gewaltig. Höherer Gehalt an Kohlenstoff oder Silicium läßt kein Schmieden mehr zu, das "Eisen" kann nur noch gegossen werden: "Gußeisen".

Um die Mitte des 19. Jh. wurden weltweit pro Jahr knapp 250.000 Tonnen Stahl erzeugt (D. JANKE 1981). Das erste Verfahren zu Massenherstellung von besserem **Stahl**, qualitätsvollem "Flußstahl", stammt von HENRY BESSEMER (F. HENDRICHS 1955), einem vielseitigen Erfinder. Der Vater, ANTHONY, war ebenfalls Ingenieur und Erfinder, hatte in Holland und dann vor allem in Paris gewirkt und floh vor der Französischen Revolution. Der vom Vater viel belehrte Sohn HENRY befaßte sich befaßte sich mit Legierungen, entwickelte fälschungssichere Stempel, eine Typensetz-Maschine, die Verbesserung der Zuckerreinigung. Zu Versuchen mit Stahl war HENRY BESSEMER angeregt worden, weil von ihm für den Krimkrieg gelieferte längliche Granaten die französischen Kanonen schädigten. Bei dem 1856 patentierten und 1856 den britischen Naturforschern vorgetragenen **Bessemer-Verfahren** wird flüssiges Roheisen in einen birnenförmigen Apparat eingefüllt. Manchmal allerdings mißriet die Stahl-Erzeugung, wenn nämlich die Entkohlung zu weit gegangen war. Der aus einer Metallurgenfamilie stammende ROBERT FOREST MUSHET (R. B. PROSSER et al. 2004) fand, daß Zugabe des aus Eisen, Kohlenstoff und Mangan zusammengesetzten "Spiegeleisen" das behob. Ab 1856 kam BESSEMER zum Einfüllen des Roheisens und Entnehmen des flüssigen Stahls zu einem kippbaren Apparat (tilting converter), bei dessen Aufrichten von unten her durch Düsen Luft eingeblasen wurde. Der Kohlenstoff wird großenteils oxidiert und es entsteht damit schmiedbares Eisen (wrought iron), "Stahl". Der große und überraschende Vorteil bei dem etwa 20 Minuten dauernden, damit rascher als beim Puddle-Verfahren ablaufenden Prozeß war, daß der Wärme erzeugende Prozeß sich selbst unterhält. In 20 Minuten wurden schließlich statt in etwa 24 Stunden 3.000 kg Stahl erzeugt (A. WEISKOPF 1904).

Bei anderen Eisenproduzenten versagte allerdings das Verfahren, wie sich später herausstellte bei Verwendung phosphorhaltiger Eisenerze. BESSEMER hatte zufälligerweise phosphorfreie Eisen-Erze verwendet, ebenso der Schwede GÖRAN FREDRIK GORANSSON, der 1858 aus phosphorfreiem Dannemora-Roheisen in ähnlicher Weise wie BESSEMER Stahl erhielt. Vor BESSEMER hat 1847 in Pittsburg in den USA WILLIAM KELLY fast dasselbe gefunden, war auch von der Selbsterwärmung der Schmelze beim Lufteinblasen angetan. Als er seine Idee äußerte, wurde er von

manchen für irrsinnig, seine Versuche für Verschwendung erklärt. KELLY scheiterte zunächst wegen Geldmangel. In den USA hat nach 1862 ALEXANDER LYMAN HOLLEY (C. W. M. 1961) das Bessemer-Verfahren eingeführt, führte die Patente BESSEMERs und KELLYs zum Zusammenschluß, wurde 1865 hier Bessemer-Stahl produziert.

Der Bessemer-Stahl in England bewies seine hohe Qualität zuerst vor allem bei der Eisenbahn. In der Crewe Station wurden 1861 Schienen aus Bessemer-Stahl gelegt. Etwa 300 Züge rollten täglich über sie hinweg. Auch 5 Jahre später waren die Schienen noch in Ordnung. Eine erste Lokomotive mit Boilern aus Bessemer-Stahl ging 1863 auf Fahrt.

Durch das Bessemer-Verfahren, das als eine der ganz großen weltverändernden Erfindungen seit dem Mittelalter bezeichnet wurde, konnte die Ingenieursvision von einer **auf gutem Eisen und Stahl basierenden mechanisch-technischen Welt** verwirklicht werden, wurde zunehmend ausreichend Stahl für Schienen und Schiffe geliefert.

Schrott für Stahl zu verwenden gelang 1864 im **Siemens-Martin (SM)-Prozeß**. Je mehr Eisen oder Stahl verwendet wurden, desto höher stiegen die Schrottberge. Verrosteter Schrott ist Eisenoxid wie Eisenerz. PIERRE MARTIN in Frankreich kam auf die Idee, Roheisen mit Schrott zu entkohlen und so zu Stahl zu kommen. Um eine Apparatur für die notwendgien Temperaturen von 1700°C zu bekommen, nahm MARTIN 1862 Kontakt mit WILHELM SIEMENS auf, der die Regenerativfeuerung, den offene Herd mit den Vorheizern entwickelt hatte und damit die Glasherstellung revolutionierte. 60%, ja 80% Schrott konnten im MARTIN eingesetzt werden. Eisen wurde in einen Kreislaufprozeß eingebunden. MARTIN wurde dann vergessen und starb bessergestellt erst durch eine 1910 gespendete Ehrengabe der Stahlindustrie im Alter von 91 Jahren 1915.

Phosphorhaltiges Erz für die Stahlgewinnung wurde verwendbar durch das von SIDNEY GILCHRIST THOMAS und seinem Cousin PERCY GILCHRIST (W. H. BROCK 2004) um **1875** / 1876 gefundene THOMAS-GILCHRIST-Verfahren, oft nur **Thomas-Verfahren** genannt. Die Wand der von BESSEMER für sein Verfahren eingeführten Konverter wurde mit gebranntem Dolomit ausgekleidet und Ätzkalk zuzugeben, die Phosphor und andere Bestandteile binden. Man sprach auch vom "basischen" Bessemerverfahren im Unterschied zum ursprünglichen "sauren". THOMAS war Sohn eines Anwalts und arbeitete nach dessen Tod als Schreiber bei der Polizei. Er befaßte sich in der Freizeit mit angewandter Chemie. In einer Vorlesung in der Birbeck Institution hörte er, daß jemand, dem die Bindung des Phosphor im Bessemer-Konverter gelingt, sein Glück machen wird. THOMAS verfolgte das mit Zähigkeit. Er besuchte Eisenwerke besuchte. Er arbeitete in ei-

ner kleinen Werkstatt zu Hause. Er erkannte, daß die Bindung von Phosphor von einem basischen Futter im Konverter abhängt. Nach Untersuchung verschiedener Materialien fand er Kalk und Magnesia oder Dolomit wegen ihrer großen Hitzebeständigkeit als geeignet. THOMAS wandte sich seinen Cousin GILCHRIST, der unter anderem Metallurgie an der Royal School of Mindes studierte hatte und seit 1876 in den Eisenwerken von Blaenafon unter EDWARD P. MARTIN tätig war. In Zusatzstunden konnten sie ihre Experimente durchführen. THOMAS nahm 1877 sein erstes Patent. Bald wurde das Verfahren auch anderswo angewandt. In Deutschland wurde am 22. September 1879 die erste Thomasbirne angeblasen. Mit dem Thomas-Gilchrist-Verfahren war der "Bann gelöst" (A. WEISKOPF 1904), der etwa der Nutzung der phosphorhaltigen Eisenerze in Luxemburg und namentlich auch in Lothringen entgegenstand. Aber nicht nur hier, sondern überhaupt war damit die Menge der für die Stahlgewinnung nutzbaren Rohstoffe gewaltig gestiegen. THOMAS konnte seine Rechte sichern, wurde begütert, betrieb mit GILCHRIST nach 1881 ein eigenes Stahlwerk, konnte eine Weltreise unternehmen, aber angesichts seiner runiierten Gesundheit starb er 35 Jahre alt am 1. Februar 1885 an einem "Emphysem" in Paris. GILCHRIST, der 1903 sein Stahlwerk verkaufte, überlebte ihn bis zum 15. Dezember 1935.

Für veredelte Spezialstähle wurden **elektrische Schmelzöfen** eingeführt, wobei HÉROULT führend war (O. JOHANNSEN 1953), nach dem die **Heroult-Öfen** benannt sind. Der Strom fließt zwischen den Kohleelektroden und der Fläche der Wanne mit dem Stahl, wobei in dem Stahlbad Widerstandswärme entsteht (B. OSANN 1939).In Deutschland hat der Stahlfabrikant RICHARD LINDENBERG (SEHERR-THOß 1985) 1904 die fabrikmäßige Elektroschmelze zur Erzeugung von Edelstahl eingeführt.

Die **Formung** des Eisen beziehungsweise des Stahls und anderer Metalle, die abgesehen vom Gießen des Gußeisen namentlich durch Hämmern erfolgte, wurde ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. zuerst in England von der **Walzwerktechnik** abgelöst. Aber große **Dampfhämmer** wurden etwa bei NASMYTH oder KRUPP eingesetzt (O. JOHANNSEN 1953). Im Jahre 1885 erfand MANNESMANN das Walzen **nahtloser Rohre**.

Über das jahrtausendeland benutzte Eisen waren zahlreiche Erfahrungen gewonnen worden, aber es war auch viele unbekannt geblieben, und hier durch systematische Experimente Erkenntnisse zu gewinnen wurde 1874 ADOLF LEDEBUR (W. FISCHER 1988, E, LEBER 1912, C. SCHIFFER 1940) an die Bergakademie Freiberg auf einen neu eingerichteten Lehrstuhl für Eisenhüttenkunde, Salinenkunde und mechanisch-metallurgische Technologie berufen. LEDEBUR hatte nach dem Studium am Collegium Carolinum in Braunschweig, der späteren Technischen Hochschule, seit 1862 in einigen Eisenwerken vor allem schon forschend gearbei-




Abbildung 1515: LEDEBUR-Erinnerung. Freiberg.

tet. Unter anderem untersuchte LEDEBUR, wie Fremdstoffe, wie etwa Silicium, Schwefel, Chrom, Mangan, Aluminum und andere, das Eisen beeinflussen, wie sich Kohlentoff im Eisen verhält durch seine Carbidbildung beim langsamen Erkalten, wie mit der Härtung bei über 736° C eine beim Abschrecken nicht wieder sich umlagernde Molekularbildung stattfindet. Eingeführt wurde die Gefügeuntersuchung. Untersucht wurde Kupolofenlofen-Prozeß, das nötige oder auch nicht nötige Umschmelzen, damit Eisen gießbar ist.

Die **Weltproduktion an Stahl** (Zeitschrift für angewandte Chemie, XXV, 30, S.1526 / 1527) wird für 1870, als das "saure Bessemer-Verfahren" voll ausgebildet war, mit 600.000 t angegeben, wovon 250.000 t auf England und 170.000 t auf Deutschland entfielen. Im Jahre 1880 betrug die Stahl-Weltproduktion 4.218.715 t, wovon etwa 80% aus dem sauren Bessemer-Verfahren stammten. Stahl auf der Grundlage des "basischen" Verfahren, THOMAS und GILCHRIST, wurden 1884 864.700 t erzeugt, 1889 2.274.552 t. 1890 wurden in der Welt 12 Mill. t Stahl erzeugt, 1900 27.613.411 t, davon zuletzt in Amerika etwa 10 Mill. t.

**Schweißen**, die Verbindung von Metall mit dem gleichen Metall, war an hohe Temperaturen gebunden. Es gab ab der 90er Jahre etwa das Wassergas-Schweißen. Durch Oxidation von Eisen oder Stahl längs einer Naht mit dem **Schneidbrenner** wurden ab um 1900 Metallstücke getrennt.

# Legierungen

## Metalle mit Metallen - Legierungen allgemein

Reinmetalle weisen andere Eigenschaften auf als solche mit Verunreinigungen, und selbst **geringe Mengen von Fremdstoffen** haben auf die Eigenschaften beträchtlichen **Einfluß**. So wie bei vielen Substanzen überhaupt andersartige fremde Stoffe die Eigenschaften verändern. Diese Veränderung der Stoffeigenschaften galt auch und hier oft genutzt für Zusätze von Metallen in Metalle.

Die **"Welt der Legierungen"** wurde eine der großartigsten 'Welten' in der Chemie und Metallurgie, eine vielseitige 'Welt' großartiger Konstruktionen im Zusammenbringen von Metallen miteinander.

Schon **Bronze** war eine Legierung, entstand teilweise wegen ihrer Herstellung aus Erzen mit verschiedenen Metallen, wurde dann aber auch bewußt zusammengeschmolzen. Auch war schon länger bekannt, daß **'Eisen**' nicht immer 'Eisen', nicht Eisen mit der gleichen Qualität war, also Meteoreisen für Waffen sich als besonders geeignet erwies. Warum das so ist, war einst nicht recht durchschaubar, und die Schmiede, die besonders gute Metallerzeugnisse herstellten, galten wohl als fast geheimnisvoll erfahren. Die alten und auch neuen Verfahren der Eisen-Stahl-Metallurgie liefen ja darauf hinaus, vor allem den Kohlenstoff-Gehalt im Eisen resp. im Stahl zu regulieren, ob man das nun chemisch durchschaute oder - wie einst - nicht. **Mangan** von 99,9% ist silbergrau mattglänzend. Mit zunehmendem Kohlenstoff-Gehalt des Mangans wird die Bruchfläche matter und grauer. Reines Mangan ist wegen seiner Sprödigkeit kein brauchbarer Werkstoff. Verunreinungen, besonders von Silicium, steigern die Härte erheblich.

Legierungen, mit eben eigenen Eigenschaften, wurden **zwischen den verschiedensten Metallen** hergestellt, wobei gerade bei hohen Schmelzpunkten das oft nicht einfach war. Für die verschiedenen Metalle ist die Legierungsfähigkeit verschieden. Vanadium etwa hat Neigung zum Legieren.

Für die modernen Stähle, ab namentlich dem Ende des 19. Jh., ob solche für Waffen oder zivile Dinge wie Turbinen, Generatoren, Motoren und anderes, kamen dabei Metalle zum Einsatz, die etliche Jahrzehnte vorher kaum im Laboratorium herstellbar waren - auch das ein Zeugnis des rasanten technischen Fortschritts.

Reinstmetalle, oder wenigstens weitgehend sehr rein, wurden ein im wesentlichen ein Ergebnis erst der neueren Metallurgie rep. Chemie.

## Eisen- resp. Stahl-Legierungen

Von allergrößter Bedeutung, ja zu einer Revolution der Werkstoffe, wurde die Entwicklung von **Stahllegierungen** (O. JOHANNSEN 1953), die bald unverzichtbare Werkstoffe für neue technische Errungenschaften, für metallbearbeitende Werkzeugmaschinen wie für Motoren, Turbinen, chemische Apparaturen und anderes wurden. Härte, Wärmefestigkeit, Säureresistenz, Korrosionsfestigkeit sind nur einige der gewünschten und schließlich errungenen Eigenschaften. Die sich über einen längeren Zeitraum hinziehende Entwicklung von Stahllegierungen wird manchmal in ihrer Bedeutung unzureichend betont.

Manches wurde auch allmählich bekannt. Eisen in konz. Salpetersäure getaucht macht es säurefester (L. PIATTI 1951). BERTHIER beobachtete 1821, daß Chrom-Eisen-Legierungen gegenüber gewöhnlichen Stählen säurebeständiger sind. FARADAY führte 1822 systematische Versuche mit Eisen-Legierungen durch. FRANZ KÖLLER setzte 1855 in der k. und k. Gußstahlhütte Reichraming dem Werkzeugstahl Wolfram zu. MUSHET (O. JOHANNSEN 1953, R. B. PROSSER et al. 2004) nahm zwischen 1859 und 1861 Patente für Legierungen von Eisen und Stahl mit Titan, Wolfram und Chrom. Mit fein gepulvertem Wolfram-Erz erzuegte er einen Stahl, der bei Kühlung nur an offener Luft eine für Werkzeuge geeignete Härte aufwies. Die Schnittgeschwindigkeit ließ sich um 50% steigern. 1865 JULIUS BAUR in New York nahm 1865 ein Patent auf Stahlverbesserung durch Chrom, dem auch MUSHET nacheiferte (S. LILLEY 1952). Um 1865 entwickelte HENDERSON (The Resources ... 1927) in Glasgow eine Legierung von Eisen mit 25 bis 30% **Mangan**. In Frankreich gab es dann Legierungen mit mehr als 80% Mangan. Um 1900 gab es hochprozentiges **Ferromangan** mit bis 92% Mangan.

Die Firma SCHNEIDER in Creusot stellte 1888 **Nickel-Stahl** im Siemens-Martin-Ofen her (O. JOHANNSEN 1953), benutzt für Panzerplatten, seit 1895 für stark beanspruchte Maschinenteile wie Schiffsschrauben, Wellen für große Dampfschiffe. Chrom, so wurde deutlich, erhöhte auch die **Hitzebeständigkeit** von Stahl. Um 1898 folgte der **Schnellschnittstahl**, durch TAYLOR und WHITE. Die Schnittgeschwindigkeit konnte um das 4 - bis 5 - fache gesteigert werden. Um 1900 schuf die LUDWIG LOEWE-AG das moderne **Kugellager** unter Verwendung von **Chrom-** und **Chrom-Nickel-Stahl**. A. M. G. R. PORTEVIN (G. CHAUDRON 1975) fand 1905 bei mikroskopischen Untersuchungen, daß Stähle mit mehr als 9 bis 10 % **Chrom** gegen die normalen Reagentien sehr widerstandsfähig sind. **Wolfram**-Stahl verlor nicht wie gewöhnlicher Stahl seine Härte. Bei KRUPP wurde 1912 **nichtrostender Stahl** entwickelt. Im angelsächsischen Bereich gilt als Erfinder nichtrostenden Stahls HARRY BREARLEY, der für solchen Stahl für Gewehrläufe suchte und solchen fand mit weniger als O,70% Kohlenstoff und mehr als




Abbildung 1516: A.KRUPP. Essen.

12% Chrom, im Oktober 1912 (L. PIATTI 1951, S. 221). Wenig Kohlenstoff läßt kaum schädliche Carbide bilden (S. 227). Eisen bekommt dann die Erscheinung der 'Passivität', die gesucht wurde in der Oberflächenhaut. Wie FORD testete, hatte **Vanadium-Stahl** eine über doppelte Zugfestigkeit gegenüber dem bisherigen Stahl und er ließ dann für jeden Teil seiner Automobile prüfen, welche Stahlsorte am geeignetsten war. War die Herstellung der für die Legierungen in Frage kommenden Metalle zunächst durch Aluminothermie erfolgt, wurde das durch die Elektro-Metallurgie abgelöst.

Die namentlich auch mikroskopische Untersuchung der Stähle war Gegenstand der **Metallographie**.

## Nichteisen-Metalle, auch Legierungen zwischen solchen. Neue metallurgische Verfahren

## Zusammengewinnung von Metallen - Koppelprodukte

Manche Metalle kommen in ihren Erzen auf Grund gemeinsamer Anreicherung bei den magmatischen Differenzierungprozessen oder auch bei der Verwitterung so sehr gemeinsam vor, daß eine gemeinsame Gewinnung fast unumgänglich ist. Die spätmittelalterliche Silbergewinnung gab es in Mitteleuropa gemeinsam mit der

Bleigewinnung. Zusammenvorkommen gilt auch für **Nickel und Kobalt**, bestand für die **Thorium und Lathanide**, also Seltene Erden, Cer etwa, die beide bei zunehmenden Gewinnung des Thorium für die Gasglühstrümpfe aus dem Monazitsand anfielen und für welche eine Verwendung regelrecht gesucht wurde (N. N. GREENWOOD et al. 1990, S. 1573). Die Platinmetalle gab es im Anodenschlamm bei der Kupfergewinnung. **Ruthenium** fiel an mit **Platin.**

Noch vor der Herstellung von Stahl-Legierungen wurden **neue Metall-Legierungen von Nichteisenmetallen gefunden und erschienen bald unersetzlich.**

## Frühes Beispiel bedeutender Legierung von Nichteisen-Metallen: Nickel-Kupfer-Legierung = Argentan, "Neusilber'

Um 1823 fand ERNST AUGUST GEITNER (B. NEUMANN 1903, S. SIEBER 1964) in Auerhammer in West-Sachsen eine Legierung aus Kupfer, Nickel und Zink, welche in ihren Eigenschaften dem Silber täuschend ähnlich sah und ebenfalls nichtrostend ist, das Silber sogar für Luxusgegenstände, auch Besteck, ersetzen konnte. Anregung gab ein aus China eingeführtes metallisches Material, das "Packfong", "Weißkupfer". In ihm wurde schon 1776 Nickel nachgewiesen und es gab Versuche der Nachahmung. Voraussetzung für die Herstellung des Packfong war die Herstellung von reinem Nickel. Das gelang fast gleichzeitig GEITNER und 1824 ebenso VON GERSDORFF (H. MEIXNER 1964) in Österreich, GEITNER gewann das Nickel aus der Schlacke eines Kobaltwerkes. VON GERSDORFF war 1829 zum Leiter des gesamten Münz- und Bergwesens in der österreich-ungarischen Monarchie aufgestiegen und ihm gelangen etliche metallurgische Entdeckungen. Er hatte in Niederösterreich, in Thalhof bei Gloggnitz, die erste Nickelfabrik gegründet, stellte um 1825 Neusilber her. Er unterhielt ab 1832 in den Tauern einen umfangreichen Nickelbergbau. Geschäftlich kamen die In Berlin stellten Neusilber die Gebrüder HENNINGER her.

GEITNER, mit dem das "Argentan" namentlich verbunden ist, war 1783 in Gera als Sohn eines Gymnasiallehrers geboren worden. Er gab das Theologie-Studium zugunsten der Medizin auf, interesierte jedoch auch stark für Chemie. Er begab sich daher in den Dienst des sächsischen Ministers und Eisenwerkbesitzers EINSIEDEL. 1809 als Arzt in Lößnitz im Erzgebirge gründete GEITNER hier 1810 eine Fabrik für chemische Produkte, etwa für Holzessig aus Kohlereien und Metallfarben. Ab 1815 in Schneeberg stellte GEITNER noch andere Farbprodukte her, Kobaltblau, auch für Porzellan und Keramik. 1829 kaufte GEITNER für die Argentan-Herstellung vom sächsischen Staat das alte Eisenwerk Auerhammer. Hier standen ihm auch Wasserkräfte zur Verfügung. Es folgte ein Nickelwerk in Ungarn.

Unter Ausnutzung des Wärme eines unterirdisch brennenden Kohlenflözes legte GEITNER ab 1837 in Planitz bei Zwickau auch Frühbeete und Treibhäuser an. Der Gelehrte GEITNER war also auch ein erfolgreicher Praktiker, ja Industrieller geworden. Er starb 1852.

Andere Legierung von Nichteisen-Metallen waren etwa Mangan-Zusatz zu Kupfer, Messing, Bronze und erhöhte Festigkeit und Dehnbarkeit und gab größere Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien und auch Seewasser. Mit FRITZ HEUSLER (W. KÖSTER 1972), in seiner im Familinebsitz befindlichen Isabellenhüte in Dillenburg, wurde ab etwa 1889 die **Kupfer-Mangan-Legierung Resistin** entwickelt, die widerstandsfähig **gegen Seewasser** war und für Schiffe auf Ozeanen wichtig wurde. Hergestellt wurden ferromagnetische Mangan-Legierungen.

**Legierungen schwer schmelzbarer Metalle** wurden eine Grundlage der **Glühfäden** in Elektrolampen.

## Neue Metall-Verwendung

## Platin-Metalle

**Platin** wurde noch im 18. Jh. entdeckt, die anderen Metalle dem Platin nahen Metalle Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium kurz nach 1800. Noch in den 1780-er Jahren des 18. Jh. stellte ACHARD den ersten Platintiegel her. Platin wurde in größerem Umfange verwendet nach dessen Entdeckung als weiße Körnchen im Goldsand von Flüssen im Ural, zuerst 1819, in größeren Vorkommen 1824 (G. MÜNZER 1929). 1825 wurden 225 kg hergestellt. Untersucht wurde bald seine Legierungsfähigkeit, seine Katalysewirkung, benutzt dann im "Döbereinischen Feuerzeug". 1827 wurden in Rußland Platinmünzen hergestellt. Nach der Mitte des 19. Jh. wurden in Frankreich unter SAINT-CLAIR DEVILLE (et al. 1860) auch die übrigen Platinmetalle näher untersucht, auch sie nutzbar für Legierungen und zur damals noch kaum ausgebauten Katalyse. Platin fand Eingang in die Elektrotechnik, die Zahnbehandlung, als Spinndüsen.

## Aluminium-Herstellung

Aluminium ist zwar in der Erdrinde das dritthäufigste Element und häufigste Metall, war jedoch auf Grund seiner Reaktionsfähigkeit nur schwer darstellbar. Rohstoff der an Elektrizität gebundenen technischen Aluminium-Erzeugung wurde **Bauxit**, AlO(OH), genannt nach dem Ort Les Beaux in der Provence. Aus

dem Bauxit wird Aluminium-Oxid gewonnen, dieses in geschmolzenem Kryolith gelöst und elektrolytisch, unter hohem Stromverbrauch, Aluminum abgeschieden. Das Verfahren, den **Hall-Héroult-Prozeß** (T. I. WILLIAMS 1993), haben etwa gleichzeitig unabhängig voneinander 1886 in den USA CHARLES MARTIN HALL am 23. Februar, nach Experimenten in seiner Wohnung, und bald in Frankreich LOUIS TOUSSAINT HÉROULT ausgebildet. Beide waren 1863 geboren und starben 1914. Seit etwa 1890 wurde Alumnium auch am Rheinfall bei Schaffhausen erzeugt. Aluminium wurde, später neben Magnesium, wegen seines geringen Gewichtes das entscheidende Metall für **Luftfahrzeuge**, seit 1895 zunächst für Luftschiffe.

**Aluminothermie**

Aluminium wurde, nachdem es in größeren Mengen verfügbar war, in der um 1894 von HANS GOLDSCHMIDT ausgearbeiteten und 1898 bekanntgegebenen "Aluminothermie" auch in technisch-industriellem Maßstab zur Gewinnung von anderweitig schwer reduzierbaren Metallen in reiner Form oder für Legierungen angewandt (auch: TH. GOLDSCHMIDT A.-G. ... 1937, W. DÄBRITZ / B. GERSTEIN 1964, F. HABER 1923). GOLDSCHMIDT hatte namentlich bei BUNSEN studiert und wurde dann Teilhaber der väterlichen Firma TH. GOLDSCHMIDT in Essen, Ort seiner Forschungen. Etliche Zeit vorher hatte WÖHLER im Laboratorium Aluminium als Reduktionsmittel benutzt und durch Reduktion von Chromchlorid eine kristallisierte Verbindung von Chrom und Aluminium erhalten und andere Forscher hatten andere Aluminium-Legierungen gewonnen, so Wolfram- und Molybdän-Aluminium. Um 1892 hatte CLAUDE VAUTIN in London verschiedene Metalloxide mit Aluminium reduziert. Er hatte die Tiegel mit dem Gemisch von Metalloxid-Pulver und Aluminumpulver von außen mit Koks geheizt und es gab Explosion und Zerstörung der Tiegel. Nur kleine Mengen durften man wagen umzusetzen, im Laboratoriumsmaßstab. GOLDSCHMIDT konnte diese Reaktionen in "geregelte Bahnen" (S. 21) lenken, indem er die Gemische Metalloxid-Aluminum innerhalb des Tiegels nur in einem Punkt zündete, etwa durch das Ende eines selbst mit einem Zündholz entzündaren brennenden Magnesiumsbandes. Statt dabei viel Wärme von außen zuzuführen, wurde in dem einmal eingeleitete Prozeß Wärme freigesetzt. Der Tiegel blieb intakt. Gemische von Metallsulfid und Aluminium-Pulver reagierten sogar bei niedrigeren Temperaturen.

Es konnten auch reine Metalle, frei von Kohlenstoff und Carbid erhalten werden, allen voran die von der Firma Krupp zuerst für Spezialstähle bevorzugt verlangten Chrom und Mangan. Reines Chrom zeigte sich als Metall, das auch an Luft, selbst im chemischen Laboratorium, vollständig blank bleibt, sich wie ein edles Metall verhält. Das Chrom mit einem Reinheitsgrad bis zu 99%, kohlefrei, von gleichmäßiger Beschaffenheit, löste sich leicht und ohne Verluste im Stahlbad auf.

Desgleichen blieb aluminothermisch hergestelltes Mangan haltbar, während mit Kohle hergestelltes wegen seines Carbid-Gehaltes zerfällt. Reindarstellung gelang auch für Molybdän, Titan, Vanadium, gemeinsam mit dem Chemiker STOCK die von Beryllium. Die Schlacke erwies sich als außerordentlich hart. Voraussetzung für die Aluminothermie waren preiswertes Aluminium in feinverteilter Form und die Herstellung der notwendigen Metalloxyde. Gute Metallabscheidungen entstanden bei größeren Mengen, weil bei kleinen Mengen die Wärme zu rasch abgeleitet wird. Bei allen Versuchen bestand hohe Explosionsgefahr. Von dem Prozeß der Aluminothermie wurde ein weiteres Schweißverfahren abgeleitet, das **Thermit-Schweißen**. In einem relativ kleinen trichterartigem Gefäß mit Öffnung am Boden werden Eisenoxid mit Aluminiumpulver gut gemischt und gezündet. Das durch Reduktion seines Oxids entstandene Eisen fließt unten heraus, wird an die zu schweißende Stelle geleitet. Die Ausarbeitung des Verfahrens war voller Probleme und die Möglichkeit der Verwirklichung wurde zunächst bezweifelt. Mit dem handlichen Apparat konnte an jedem Ort in kleiner Menge flüssiges Eisen erzeugt werden, um etwa beschädigte Straßenbahnschienen auf der Straße oder Rohre an ihrem Ort zu schweißen. Im Jahre 1900 wurden 1200 derartige Schienenschweißungen durchgeführt, 1913 waren es 100 800.

## Metalle durch Elektrolyse

Reduktion von Metalloxiden mittels **Magnesium** hatte CLEMENS WINKLER untersucht. Magnesium seinerseits (A. BECK 1939) wurde industriell seit 1886 in der Aluminium- und Magnesium-Fabrik in Hemelingen bei Bremen mittels Elektrolyse von Carnallit, KCl.MgCl2, als Rohstoff erzeugt. Magnesium diente zunächst für pyrotechnische Erzeugnisse.

VICTOR JOSEF ENGELHARDT entwickelte die elektrolytische Darstellung und Raffination von Blei, Calcium, Antimon und Zink zur großtechnischen Reife. Er baute um 1900 auch die ersten Carbid-Anlagen und Anlagen für die Herstellung von Silizium und Silizium-Kupfer.

## Metall-Carbonyle und ihre Verwertung für die Herstellung etwa von Nickel

Für reines Nickel ergab sich die Herstellung über sein Metallcarbonyl. **Metall-Carbonyle** (C. LANGER 1910), Verbindungen von Schwermetallen und einigen Platinmetallen mit Kohlen(mon)oxid, etwa mit der Zusammensetzung Fe(CO)5, waren eine Zufallsentdeckung. LUDWIG MOND (et al. 1910) beobachtete, daß

einige Nickelventile bei der Berührung mit Kohlenoxid sich mit einem eigenartigen schwarzen Niederschlag überzogen. Dieser wurde als Nickelcarbid gedeutet. Den zu untersuchen ließ MONDs Assistent CARL LANGER mit einem Mitarbeiter immer wieder in einem Verbrennungsrohr Kohlenoxyd über Nickel streichen. Das entstehende Gas wurde anschließend in einem Bunsenbrenner beseitigt. Einmal wurde beobachtet, daß nach dem Abschalten der das Verbrennungsrohr mit dem Nickel erhitzenden Flamme, die Flamme des in den Bunsenbrenner entweichenden Gases eigentümlich grünlich-gelb gefärbt war. Bei fortschreitender Abkühlung des Rohres verstärkte sich das. Erwartet wurde, daß sich aus dem Gas ein Arsenspiegel bildet. Aber es wurde in dem Gas Nickel nachgewiesen. Es war das dadurch entdeckte Nickel-Carbonyl entstanden. Aus dem Befund entstand eine ganzen Industrie, die Herstellung von Nickel **großer Reinheit**, von 99,9%, aus dem Nickel-Carbonyl. Die grünlich-gelbe Flammenfärbung war schon vorher gesehen, jedoch nicht näher beachtet worden. LANGER erlebte (1910, S. 3672) also, "wie leicht eine Entdeckung übersehen werden kann, und aus welchen Kleinigkeiten sich oft eine neue Industrie aufbaut." Nickel-Carbonyl wirkt beim Einatmen außerordentlich giftig. Arbeiter starben. MOND war schwer bedrückt.

Andere Metallcarbonyle entstanden unter hohem Druck.

## Neue Verfahren der Gewinnung von Metallen aus Erzen

Ein **chemisches** Aufbereitungsverfahren für die **Gold**-Gewinnung war das schon bekannte Binden des feinen Goldstaubes aus dem zerstampften goldhaltigen Material an **Quecksilber**. Um 1900 wurde aus der Umgebung von Johannesburg in Süd-Afrika berichtet (AU. EINWALD 1909), wie das zerstampfte Gestein mittels fließendem Wasser durch feine Siebe geleitet an etwas schräg stehende, mit Quecksilber überzogene Kupferplatten geleitet wird. Das weiße Quecksilber auf einer frischen Platte nimmt rasch die orangegelbe Goldfarbe an. Der seit 1889 bei SIEMENS tätige VICTOR ENGELHARDT (S. v. WEIHER 1959) entwickelte die Laugung von Golderzen mit **Cyankalium** und die elektrische Fällung des Goldes aus diesen Lösungen. In Süd-Afrika wurde etwa um 1905 die schon mit Quecksilber ausgelaugte Masse in großen steinern Bassins mit Cyankalilösungen überschüttet und das noch vorhandene Gold mit Zink niedergeschlagen. Quecksilber wie Cyankali sind gefährliche Gifte. Quecksilber schädigt die Umwelt, und verbelibt dort lange. Cyankali wird wie **Cyanide** überhaupt recht rasch bakteriell abgebaut, ist als **umweltgünstiger**.

**Gold ist Geld. Wer Gold hatte, besaß Geld,** konnte sich viel leisten**. Wurde immer mehr Gold angehäuft, mußte der Wert des Goldes zwangsläufig sinken. Also erstand fast der Zwang, noch mehr Gold zu fördern. Ein**

**verhängnisvoller Kreislauf.** Manchen bringt er immerhin Arbeit und damit Brot.

# Astronomie

## Klassische Beobachtung

Die Erforschung der Himmelskörper und des Weltalls fand trotz aller Entdeckungen in anderen Naturwissenschaften weiterhin ein fast bevorzugtes Interesse, wie etwa die Präsidentenansprachen auf den Jahresversammlungen der British Association for the Advancement of Science erkennen lassen. JOHN HERSCHEL (1836, S. 295) hatte einst gemeint: "Die Geologie steht hinsichtlich der Größe und Erhabenheit der von ihr behandelten Gegenstände in der Reihe der Wissenschaften unstreitig der Astronomie am nächsten."

Auch auf der Südhalbkugel wurde mit Telskopen beobachtet und hier war 1834 - 1838 JOHN HERSCHEL. Doppelsterne, die also wegen wechselseitiger Einwirkung in den Maßen des Weltalls einigermaßen nahe beieinander sein müssen, weisen oft unterschiedliche Helligkeit auf, und von J. H. VON MÄDLER wurde 1839 daraus auf **unterschiedliche Größe** der **Fixsterne** (F. KRAFFT 1991) geschlossen und war auch deutlich, daß die einzelnen Fixsterne unterschiedlich stark leuchten.

Noch einmal wurde vor der Mitte des 19. Jh. ein neuer Planet entdeckt, außerhalb des Uranus, der **Neptun**. Der französische Astronom URBAIN LE VERRIER wurde von ARAGO darauf aufmerksam gemacht, daß die beobachtete Bahn des Uranus von der berechneten etwas abwich und LE VERRIER sah darin die Wirkung eines noch unbekannten Planeten. Er konnte auch seine Position zu einer bestimmten Zeit voraussagen. Der Berliner Astronom JOHANN GOTTFRIED GALLE (J. DICK 1964), Sohn eines Teerofenpächters bei Gräfenhainichen in der Nähe von Wittenberg, war durch Übersendung einer eigenen Arbeit mit LE VERRIER in Kontakt gekommen. LE VERRIER übermittelte GALLE seine Daten, da GALLE die geeigneten zur eventuellen Auffindung des Planeten zur Verfügung hatte. GALLE richtete sein Instrument an die vorausgesagte Stelle am Himmel und entdeckte am 23. September 1846 den noch unbekannten, damals äußersten Planeten des Sonnensystems. GALLE wurde 1851 Leiter der Sternwarte in Breslau. In England hatte JOHN COUCH ADAMS ebensolche Berechnungen wie LE VERRIER durchgeführt und am 3. Juli 1841 einen noch unentdeckten Planeten außerhalb des Uranus vorausgesagt. Er gab seine Informationen an den Astronomen JAMES CHALLIS an der Sternwarte om Cambridge. Er fand den unbekannten Planeten

aber erst nach der Auffindung durch GALLE in Berlin. ADAMS wurde schließlich, 1861, Direktor des Observatoriums in Cambridge.

Beobachtende Astronomie, **Erfassung der Objekte** – blieb ein entscheidendes Anliegen der Astronomie. So bei dem BESSEL-Schüler FRIEDRICH WILHELM AUGUST ARGELANDER (E. ZINNER 1953). Ein Mann mit finnischen Vorfahren, geboren 1799 in Memel, hatte er bei BESSEL in Königsberg studiert. 1823 wurde ARGELANDER Direktor der Sternwarte in Abo (Turku) in Finnland und zog mit ihrer Verlegung 1833 nach Helsinki. vund 1837 folgte ARGELANDER einem Ruf als Professor nach Bonn. Im gleichen Jahr 1837 veröffentlichte er seine Ergebnisse über die **Eigenbewegung des Sonnensystems im Weltall**. Die Fertigstellung der Bonner Sternwarte ließ auf sich warten. Der auf eine neue Katalogisierung aller einigermaßen erfaßbaren Sterne erpichten ARGELANDER stellte ab Herbst 1838, die "mit bloßen Augen sichtbaren Sterne nach ihrer wahren, unmittelbar vom Himmel entnommenen Größen", in **6 Größenklassen**, zusammen und veröffentlichte das Verzeichnis 1843 in der Schrift "Neue Uranometrie". Bei der Einordnung der Sterne in Sternbilder sollten nur jene Sternbilder gelten, die durch den Katalog von FLAMSTEED "Bürgerrecht erlangt" hatten, denn oft war versucht worden, durch die Schaffung neuer Sternbilder irgendwelchen Potentaten zu schmeicheln – am Himmel schien Eitelkeit am ehesten fixierbar zu sein. Sternbilder widerspiegelten keine in der Natur vorgegeben Ordnung, sondern wuden willkürlich, durch gewisse unbestimmte Nähe von Sternen aufgestellt. Vor allem wurde auch der Lichtwechsel bei Sternen festgestellt, die Errforschung veränderlicher Sterne wurde ein eigener Zweig der Astronomie. Die Feststellung der Helligkeits-Verhältnisse war ihm wichtig, "daß die Nachkommen entscheiden können, ob einzelne Sterne ihr Licht allmählich verändern" – Wissenschaft wurde also hier und anderswo als Angelegenheit gesehen, die **auch ferneren Generationen Material übergeben sollte**, was die Überzeugung von Zukunft einschloß. Als ihm die unter seiner Aufsicht fertiggestellte Bonner Sternwarte verfügbar war, erfaßte er alle mit einem Fernrohr von 74 mm Öffnung meßbaren Sterne des nördlichen Himmels und mit seinen Mitarbeitern konnten in dieser "Bonner Durchmusterung" schließlich 324.188 Sterne katalogisiert werden. Für mehrere 100 Sterne konnte ARGELANDER die Eigenbewegung ableiten. Die von ARGELANDER mitinitiierte Astronomische Gesellschaft führte ihm Mitarbeit zu.

## Sonne, Sonnenflecken und Phänomene auf der Erde

Der begeisterte Amateur war noch immer wichtig und ihn trieb nicht Gewinnsucht, im Gegenteil, er opferte seiner geliebten Wissenschaft. In der **Astronomie** wie auch manchen anderen Wissenschaften heißt es: **Beobachten, Beobachten,**

**Aufzeichnen**. **was immer es** am Himmel **zu sehen gibt**, ob in der Katalogisierung von Objekten oder dem Verfolgen von Einzelobjekten, so den **Sonnenflecken**. Seit 1826 hat ein Amateurforscher, der Apotheker HEINRICH SAMUEL SCHWABE (S. M. FARREIL 1975, GÜNTHER 1891) in Dessau, viele Jahre hindurch möglichst täglich die **Sonnenflecken** aufgezeichnet. Wichtig war ihm, die einzelnen Sonnenflecken in ihrer Gestalt auch nach Tagen wiederzuerkennen (S. H. SCHWABE 1852). SCHWABEs allerdings vergebliche Hoffnung war gewesen, in den Flecken vor der Sonne einen noch sonnennäheren Planeten als den Merkur festzustellen (J. MEADOWS 1984). Feststellen konnte er an der Bewegung der Sonnenflecken jedoch die **Rotation der Sonne** und **deren Periode** sowie die **Achsenneigung** der Sonne**.** Vor allem aber erkannte SCHWABE durch seine langjährigen Aufzeichnungen die **Periodizität** in der Aktivität **der Sonnenflecken**, das heißt ihr über Jahre sich hinziehendes regelmäßiges Abklingen und verstärktes Auftreten. Die Aktivität schien alle 10 Jahre ein Maximum zu erreichen. Ein Minimum an Sonnenflecken wurde 1843 festgestellt, ein Maximum 1848. SCHWABE gab am 31. Dezember 1843 in den "Astronomischen Nachrichten" von SCHUMACHER seine Beobachtungen bekannt. ALEXANDER von HUMBOLDT wurde 1851 auf SCHWABEs Aufzeichnungen aufmerksam und machte sie der wissenschaftlichen Welt bekannt. Der in Zürich wirkende Astronom RUDOLF WOLF (J. J. BURCKHARDT 1993, TH. K. FRIEDL et al. 1993) fand bald eine Periodizität der Sonnenflecken von mehr als 11 Jahren, nämlich 11,1 Jahre. WOLF hatte am 4. Dezember 1847 "fast zufällig" auf der von ihm beobachteten Sonnenoberfläche "große Fleckengruppen" festgestellt und seitdem die Sonnenflecken beobachtet. Zur Überprüfung der von SCHWABE gefundenen Zyklizität der Sonnenflecken wollte er nicht viele Jahre verstreichen lassen und hat daher bald in Bibliotheken hunderte von Büchern und anderen Aufzeichnungen auf die Angabe von Fleckentätigkeit durchsucht und war vielfach fündig geworden. Wenn es **Aufzeichnungen von Phänomenen** gibt, dann ist das also auch **für die Wissenschaft später von Wert** und man konnte sich glücklich schätzen, daß die Sonnenflecken ein solches Phänomen waren, daß sie ungeachtet der Unmöglichkeit sie damals zu erklären aufgezeichnet wurden. Die Sonnenflecken, wie sich dann deutlich wurde, sind Objekte von gewaltiger Ausdehnung, "enormous chasms... ", für die eigentlich zu Unrecht der diminutive term "spots" ... (W. G. ARMSTRONG 1864), "Flecken", angewandt wird.

In England hat der Astronom RICHARD CHRISTOPHER CARRINGTON (N. LINDOP 2004) die Sonnenflecken auf seinem Privatobservatorium verfolgt. Der eigenwillige, auch unleidliche Erbe einer Brauerei konnte die Beobachtung aber nur 7,5 Jahre durchführen, hat aber über die Verlagerung der Sonnenflecken auf der Sonnenoberfläche einiges gefunden. Die Rotationszeit der Sonne fand CARRINGTON zu 25,38 Tage. Auf Grund seiner ständigen Sonnenbeobachtung war

neben anderen CARRINGTON, der den groüen Magnetsturm am 1. September 1859 beobachtete (s. u.).

Was nach SCHWABE weiterhin von besonderem Interesse wurde: Es deuteten sich **Beziehungen zwischen** Erscheinungen auf der Erde, so im **Wettergeschehen, und der Sonnenflecken-Aktivität** an. Untersuchungen dazu stießen zunächst auch auf Skepsis. Und das wirkte sich aus auf die Bereitstellung von Mitteln für solche Forschungen. Jedenfalls schrieb der Berliner Astronom W. FOERSTER in seinen Lebenserinnerungen (1911, S. 138), daß um 1880 die älteren Meteorologen unter dem Einfluß von DOVE "von dem Eingreifen der Flecken- und Fackelwirtschaft auf der Sonne in die irdischen Wetterzustände gar nichts wissen" wollten und dachten "auch über die Beziehungen zwischen jener Sonnenwirtschaft und dem Erdmagnetismus sehr skeptisch ..." Die Berliner Akademie verweigerte FOERSTER für solche Forschungen die Mittel. Ein interessantes Beispiel für Überlegungen dazu, wie sehr man **jeweils zwischen vielleicht berechtigter Skepsis und dem Mut zum Vordringen in unbekannte Bereiche entscheiden** muß.

Aber Koinzidenzen zwischen verschiedenen Erscheinungen zu sichern, ist sicherlich eine oft aufwendige Angelegenheit.

## Teleskope und Fotografie

Daß **Teleskope** weiterhin Entdeckungen in der Astronomie mitbestimmten bewies WILLIAM PARSONS, Third Earl of Lord ROSSE (W. FAIRBAIRN 1862; J. D. NORTH, C. A. RONAN 19), der ein besonders viel erwähntes Teleskop schuf, von ARAGO (s. 1855, S. 54) eines der "Wunderwerke Irlands" genannt. Für dessen Spiegel benutzte er eine Legierung aus 4 Teilen Kupfer und 1 Teil Zinn.

Wichtiges Forschungsmittel wurde die **Fotografie** in Verbindung mit dem Teleskop, nachdem bisher die Befunde am Himmel und auch Spektrallinien nur in Zeichnungen festgehalten werden konnten. Mit langer Belichtung konnten mit dem Auge nicht feststellbare Sterne auf der Fotoplatte aufgezeichnet werden, wobei sie wegen der Weiterbewegung als längere Linien statt als Punkte erschienen. Der von England nach den USA ausgewanderte J. W. DRAPER fotografierte im Winter 1839 / 1840 erstmals den Mond und eröffnete damit die astronomische Fotografie. 1845 lieferten FIZEAU und FOUCOULT eine erste klare Fotografie der Sonnenoberfläche (J. B. GOUGH 19). Die großartige Anwendung der Fotografie in der Astronomie kam 1881 mit der **Trockenplatte** ("dry plate") (R. LANKESTER 1907), die VOGEL 1887 erweitert fortführte. Die Trockenplatte gestattete sehr lange Belichtungszeiten und es ließen sich sehr schwach leuchtende Objekten aufzeichnen. Auf einer Pariser Konferenz 1887 wurde der Himmel unter 18 Observato-

rien "aufgeteilt", um unter Anwendung der Fotografie eine neue Durchmusterung der Sternenwelt vorzunehmen. Allein die Zahl der kleinen Planeten stieg von 220 im Jahre 1881 auf über 500 um 1906. Für Saturn und Jupiter wurden je zwei neue Satelliten entdeckt. Die Zahl der mit dem bloßen Auge sichtbaren Sterne beträgt etwa 8000, mit den besten Teleskopen wurden bis um 1900 schätzungsweise etwa 100 Millionen Sterne sichtbar gemacht, mit der Fotografie ließ sich das etwa Verzehnfachen. Bei ausreichend langer Belichtungszeit ließen sich namentlich später mit Riesenteleskopen mit dem Auge nicht sichtbare Objekte auf der Fotoplatte **dokumentieren**. Es ließen sich "viel zahlreichere Lichteindrücke ... summieren" und wurde "die Himmelsphotographie zu einer Art Zeitmikroskopie" (E. FRIEDELL 2009, S. 1348).

## Astrophysik, "Kosmochemie"

Neu war, die physikalischen Verhältnisse auf Himmelskörpern und im Weltall überhaupt zu ergründen. Dazu waren physikalische Methoden erforderlich. Das führte zur **Astrophysik** (W. G. ARMSTRONG 1864, J. MEADOWS 1984), ein von dem Leipziger Astronomen FRIEDRICH ZÖLLNER eingeführter Terminus.

Der französische Physiker DOMINIQUE FRANÇOIS JEAN ARAGO (A. KOPFF 1936) untersuchte die **Polarisation** des Lichtes von Himmelskörpern. War solches Licht polarisiert, mußt es sich, wie beim Mond und teilweise bei Kometenschweifen nachgewiesen wurde, um **reflektiertes Licht** handeln.

Der große Fortschritt der Astrophysik kam mit der Einführung der **Spektoskopie** in die Astronomie, mit der Auswertung der **Spektrallinien** in dem von den Himmelskörpern ausgesandten Licht. Angefangen hatten damit BUNSEN und KIRCHHOFF. In fast allen Fällen fand man, jedenfalls zuerst, Spektrallinien, die auch bei Elementen auf der Erde auftraten, also grundsätzlich die gleiche Materie auf der Erde wie im Himmel nachwiesen. Anders mochte der Aggregatzustand sein, in dem sich anderswo die Materie befand.

Die **offensichtliche Gleichheit der Dinge überall im Weltall** (W. J. VERNADSKY 1930) erschien als ein wichtiger Beitrag zum naturwissenschaftlichen Weltbild. Begonnen hatte es mit GALILEIs Ablehnung einer besonderen himmlischen Materie, der aristotelischen Quintessenz. Es wurde fortgesetzt mit NEWTONs überall wirkender Schwerkraft, und mündete mit der chemischen Analyse von Meteoriten und um 1860 mit den gleichartigen Spektrallinien in der Annahme der weltall-weiten stofflichen Gleichheit,

Das 20. Jh. aber fand dann auch Vorgänge, die wenigstens von Natur aus auf der

Erde nicht vorkamen, aber teilweise nachgeahmt werden konnten. So die Kernwaffen als Freisetzung von Energie wie auf der Sonne.

Ab 1861 wurde das **Sonnenspektrum** intensiv von A. J. ANGSTRÖM untersucht, der etwa **Wasserstoff in der Sonnen-Atmosphäre** feststellte (J. STANNARD 19). WILLIAM HUGGINS (H. DINGLE 1972, F. KRAFFT 1991, H. E. ROSCOE 1887) gelang nach Schaffung der instrumentellen Voraussetzungen auch die **spektroskopische Analyse** des **Lichtes von Fixsternen**, obwohl sie viel lichtschwächer als die Sonne sind. HUGGINS leistete das in Verbindung mit dem Chemiker W. A. MILLER vom King's College in London (J. MEADOWS 1984). HUGGINS selbst wollte als junger Mann in Cambridge studieren, mußte jedoch seines Vaters Geschäft übernehmen und arbeitete sich wie andere große Engländer in der Freizeit in die Wissenschaft ein. In Tulse Hill, einem erst später in die britische Hauptstadt eingemeindeten Ort, errichtete HUGGINS 1855 eine eigene Sternwarte. Die durch die Spektroskopie gegebenen neuen Möglichkeiten erschienen ihm wie "the coming upon a spring of water in a dry and thirsty land" (zit. nach J. MEADOWS 1984). Damit er zum Vergleich die möglichst vollständigen Spektren der irdischen Elemente verfügbar hat, zeichnete er 24 Spektren irdischer Elemente unter Verwednung eines kräftigen Spektroskops mit sechs Prismen auf. Die Fotografie von Sternspektren begann er 1863. Die Spektrallinien ferner Fixsterne ließen sich, jedenfalls großenteils, auch auf der Erde vorkommenden Elementen zuordnen. HUGGINS fand weiterhin, daß **nicht alle** Sterne **dieselbe chemische Zusammensetzung** und damit auch **nicht dieselben Verhältnisse** auf ihrer **Oberfläche** besitzen, es also auch chemisch gesehen **unterschiedliche Sterne** gibt. HUGGINS wies in den frühen 60er Jahren des 19. Jh. spektroskopisch nach, daß es wirklich gasförmige "**Nebel**", also **Gaswolken**, im Weltall gibt, die sich nicht wie andere etwa von HERSCHEL beschriebene "Nebel" durch bessere Teleskope in zahlreiche Einzelsterne auflösen ließen. A. R. WALLACE (o. J., S. 32/33) nannte diesen Nachweis das vielleicht allergrößte Ergebnis der Spektralanalyse. HUGGINS untersuchte spektroskopisch fernerhin **Kometen**, im Mai 1866 eine im Sternbild Corona Borealis erschienene **Nova**. Er schloß aus den Emissionslinien auf eine Stern"katastrophe" mit starkem Gasausbruch.

In Deutschland führte bei der Spektroskopie in der Astronomie ZÖLLNER. Über dem Leben dieses 1834 geborenen Berliner Fabrikantensohnes lastete leider die Tragik einer erblichen Geisteskrankheit, der keines der 11 Geschwister ganz entging. Auf Rat eines Irrenarztes suchte er durch seine geistige Arbeit die "Furien" zu bekämpfen. ZÖLLNER, Konstruktuer auch wichtiger Meßisntrumente, war seit 1866 außerordentlicher, seit 1872 ordentlicher Professor an der Universität Leipzig. Wie manche Gelehrte fiel ZÖLLNER auch auf einen spiritistischen Taschenspieler herein, was jedoch seine exakte Forschung nicht ausschloß. Zuletzt, heißt es (W.

FOERSTER 1911, S. 98), "lebte er schließlich mit seiner alten Mutter, die ihre übrigen Kinder in Irrsinn hatte versinken sehen, in schmerzlicher Isolierung und beschränkte seine wissenschaftliche Tätigkeit fast ganz auf die Vorlesungen an der Universität Leipzig." Außerirdische Materie konnte bisher nur bei eingefallenen Meteoriten chemisch untersucht werden (J. WISLICENUS 1893), hier allerdings direkt. Nun aber, in der Verbindung von Astronomie, Optik und Chemie, wurden Aussagen über chemische Elemente zunächst auf der Sonnenoberfläche und dann auf fernen **Himmelskörpern** möglich, verbunden mit Aussagen auf physikalische Bedingungen auf Himmelskörpern, so über die Temperatur. In seiner Leipziger Habilitationsschrift "Photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper" von 1865 gab ZÖLLNER (F. KRAFFT 1991, s. S. 168) als Grundsatz, daß "zur Erklärung der beobachteten Phänomene nur solche Kräfte und Erscheinungen" vorauszusetzen wären, "deren Analogien man auch auf der Erde zu beobachten und zu erforschen Gelegenheit hat", also Spekulationen über unbekannte Dinge auszuschließen sind.

Erforscher der **Sonne** wurde JOSEPH NORMAN LOCKYER. Er wurde einer der führenden britischen Naturforscher seiner Zeit (H. LUDDENDORFF 1936). LOCKYER war Sohn eines Arztes, wurde selbst Zivilbeamter im War Office und betrieb zuerst Astronomie in der Freizeit. Im Jahre 1866 veröffentlichte er eine Arbeit über das Spektrum der Sonnenflecken. Der phantasievolle LOCKYER wurde schließlich hauptberuflich Astronom. Er leitete als solcher etliche Sonnenfinsternis-Expeditionen. LOCKYER war es, der meinte, auch ein auf der Erde nicht bekanntes Element im Sonnenspektrum nachgewiesen zu haben und nannte das damals eben nur auf der Sonne bekannte Element "Helium". In den Sonnenprotuberanzen und den äußeren Sonnenschichten, von ihm "**Chronosphäre**" genannt, war LOCKYER eine von Untersuchungen auf der Erde unbekannte helle gelbe Linie aufgefallen, wie er auch in Zusammenarbeit mit dem Chemiker E. FRANKLAND bestätigt fand. LOCKYER verfaßte schließlich 1887 seine Arbeit zusammen "Chemistry of the Sun" 1887. Andere sahen in der unbekannten Linie nicht die eines neuen Elementes, sondern dachten eher an die Linie eines bekannten chemischen Elementes unter andersartigen Bedingungen. HUGGINS verbesserte das von LOCKYER gefundene Verfahren, Protuberanzen (prominences) der Sonne in vollem Sonnenlicht spektroskopisch zu analysieren. Von den Spektren anderer Himmelskörper glich dem Spektrum der Sonne nach LOCKYERs (1900) Feststellung fast Linie für Linie das des Arcturus.

Aus der Gleichheit der Spektrallinien von irdischen Elementen und dem Licht der Fixsterne wurde aus anderen Gründen als bei GALILEI und NEWTON wiederum die "**Einheit**" **des Weltalls** nahegelegt. Für HUGGINS galt die allgemeine Chemie im ganzen Universum. Für LOCKYER, CROOKES und andere erschien

im Weltall jedoch manches anders (N. LOCKYER 1900, H. KRAGH 2000), wurde gar auf andere Elemente und deren Evolution geschlossen. Andersartige Zustände im Weltall, etwa der "Plasma"-Zustand, wurden dann vor allem im 20. Jh. deutlich und daraus erhielt die astronomische Forschung auch einen neuen Sinn für die Erfassung der möglichen Materiezustände.

Mit der Erörterung der "Evolution" von Erde und Leben, wurde auch das "**Werden der Welten**" (S. ARRHENIUS 1913), die "**Evolution" der Himmelsobjekte**, der Übergang von Sternen in vielleicht eine andere Spektralgruppe, debattiert. Während beispielsweise LOCKYER über die Evolution am Himmel spekulierte, war HUGGINS skeptisch gegenüber der Annahme, daß "Nebel" die Vorläufer von Sternen wären, weil die Nebel weitaus weniger chemische Elemente aufwiesen als Sterne.

Spektrallinien brachten nicht nur Erkenntnisse über Chemisches im Weltall, sondern auch über physikalische Eigenschaften, so die Bewegung. Da bei einem sich entfernenden Körper die Frequenz der "Wellen" abnimmt, pro Zeiteinheit weniger "Lichtwellen" in das Auge eines irdischen Beobachters treten, legten 1848 HIPPOLYTE FIZEAU, 1860 ERNST MACH nahe, aus der durch das "Doppler-Prinzip" zu erklärenden "Rotverschiebung" die **Radialgeschwindigkeit von Sternen** zu bestimmen. In der Farbe insgesamt wird der Stern dabei nicht unbedingt mehr rot, da im ultravioletten Bereich liegende Spektrallinien in den blauen Bereich treten. Nach frühen Versuchen dieser Art von HUGGINS 1863 wurde die Fotografie von Sternspektren ab 1872 durch DRAPER und bald auch weiter durch HUGGINS selbst erfolgreicher angewandt (R. LANKESTER 1907) und damit die Feststellung der Linienverschiebung sicherer. Erstmals hat HUGGINS in Beratung mit MAXWELL gemäß dem "Doppler-Prinzip" aus der Verschiebung des Sternspektrums nach Rot **die Bewegung** eines Himmelskörpers **in der Richtung der ausgesandten Lichtstrahlen** ermittelt geglaubt. Er veröffentlichte 1868, daß sich der Sirius pro Sekunde 29,4 Meilen von der Sonne wegbewegt, ein später zu verringernder Wert. Systematisch wurde ab 1875 die Spektrallinien-Verschiebung von Sternen in Greenwich beobachtet, litt jedoch unter Unvollkommenheiten der Apparatur. Gefunden wurden die "**spektroskopischen Doppel-Sterne**" ("spectroscopic doubles"), die zwar nicht visuell in zwei Himmelskörper getrennt werden können, aber deren Spektrallinien-Verschiebung ihre Natur als Dopelsterne das zeigt. Der Astronom H. C. VOGEL entdeckte geringe Veränderungen in der Wellenlänge des von den Rändern der Sonne ausgestrahlten Lichtes infolge der Rotation der Sonne (J. MEADOWS 1984).

Mit der Auffindung von Verschiedenheiten der Fixsterne, namentlich in ihren Spektren, wurden **Klassifikationen** der Sterne nach ihren Eigenschaften versucht. Der italienische Astronom ANGELO SECCHI, ab 1850 Direktor der Sternwarte der

Gregoriana in Rom, unterschied nach den Spektren **4 Hauptgruppen** der Sterne. LOCKYER (1900) lieferte weitere Unterteilungen.

## Leben auf anderen Planeten?

Eine merkwürdige Episode in der Geschichte der Astronomie spielte sich um den Planeten **Mars** ab. Der italienische Astronom GIOVANNI SCHIAPARELLI hatte auf dem von ihm viel beobachteten Mars, als er der Erde günstig nahe nah, so 1877, feine dunkle Linien entdeckt und als **'Marskanäle'** bezeichne. Der USA-Astronom PERCIVAL LOWELL, der auf der von ihm begründeten Sternwarte in Flagstaff in Arizona wirkte, hatte die 'Kanäle' als Werk intelligenter Wesen gesehen und das etwa 1895 veröffentlicht. Diese etwas später eindeutig widerlegte Annahme hatte manches Science-Fiction-Werk hervorgebracht. Und andere im 19. Jh. hatten auch bewohnte Planeten erwartet. Gegenüber der manchmal vorgebrachten Meinung, andere Himmelskörper könnten nicht umsonst existieren und müßten deshalb wohl bewohnt sein, verwies WHEWELL (D. KNIGHT 1986, S. 79) auf das viele, was auf der Erde nutzlos auftritt, so all die Pflanzensamen, die nie zu einer Pflanze heranwachsen. 'Zweckmäßigkeitssucher' jedenfalls in der anorganischen Natur, oder gar 'Sinnsucher' suchen in der Natur vergebens. In der Natur auf der Erde wird geschüttet und nicht haushälterisch gespart und so sah auch DARWIN die Selektion. Die Ökologie in der Natur ist keine Ökonomie menschlicher Wirtschaft. Die Ressourcn setzen auch der Natur etwa in der Zahl der überlebensfähigen Lebewesen in einem Biotop Grenzen.

## Fixsternhimmel und Sonnensystem

Lord ROSSE hatte mit seinem Superteleskop erstmals auch den **Spiral-Aufbau** von einigen Nebeln festgestellt, wobei sie alle zum Sonnensystem gehören sollten.

Besonders beachtet wurden auch die **veränderlichen Sterne**, als Gestirne mit Lichtwechsel, oft periodisch. H. C. VOGEL schloß bei den Fixsternen Algol und Spica auf ihre Natur als **Doppelsterne**, die sich gegenseitig beim Umlaufen unterschiedliche "bedecken", also "Bedeckungsveränderliche" sind.

Die Asteroide, Kometen und Meteore erforschte unter anderem der Amerikaner DANIEL KIRKWOOD (B. G. MARSDEN 1973). Er verwies auf Lücken ("gaps", "chasms") in der Verteilung der Asteroiden und unterschied nach ähnlichen Umlaufbahnen (orbits) verschiedene "Familien" der Asteroiden.

EDWARD EMERSON BARNARD in den USA wurde führender beobachtender Astronom seiner Zeit. Er entdeckte 1892 auch einen 5. Satelliten beim Jupiter.

# Biologie und einige theoretische Medizin

## Biologie, Biologen – woher und wofür?

Um 1800 setzte sich der vorher schon manchmal benutzte Terminus "Biologie" allgemein durch, wobei LAMARCK, TREVIRANUS und BURDACH als dessen Inauguratoren genannt werden. Die Gemeinsamkeiten der grundlegenden Lebenserscheinungen, so die Existenz der Zellen, wurden ein zentrales Anliegen der Erforschung der Organismen. Für eine allgemeine Physiologie, in Grundvorgängen gemeinsam bei Tieren und Pflanzen, sprach sich R.-J.-H. DUTROCHET aus.

Ein Hauptabnehmer biologischer Erkenntnisse mochte die Medizin sein. Viele Zoologen und Botaniker, als auch Biologen allgemeinerer Richtung, hatten Medizin oder auch Pharmazie studiert. Manches bei den Krankheiten mochte durch biologische Einsichten erklärbar sein, nicht unbedingt richtig oder wenigstens nicht vollständig. Gewiß, der Chirurg hatte immer eingehendere anatomische Kenntnisse. Aber für die unmittelbare Therapie konnte noch lange Zeit, bis zur Bakteriologie durch ROBERT KOCH, nur wenig gewonnen werden. Eher Hypothesen als theoretische Grundlagen bestimmten die Medizin des 19. Jh., wurde, allerdings auch noch danach, in manchem bis heute "herumgedoktert" (CHR. DIPPER 1991). Was kan das Ziel der Medizin sein? Die Beseitigung des Todes erscheint ohnehin utopisch wie die lebenslange Gesundheit. Leiden zu lindern und in etlichen Fällen ursächlich zu heilen – das war schon viel. Also wenigstens das Leben angenehmer zu gestalten - da war der Arzt schon geignet. Aber auch die Hygiene als solche, die erst später enger in die Medizin einbezogen wurde, hat viel bewirkt – also die Kanalisation wie die Müllabfuhr und Unratbeseitigung, die Körperpflege und Sauberkeit nicht im, sondern auch um das Haus. Gegen 'Unhygiene' durch Müll mit Ungeziefer und Ratten kämen auch größere Heerscharen von Ärzten nicht an.

## Lebewesen - wieso sind sie vorhanden, kamen sie zustande?

Je eingehender die Lebewesen und die ihnen ablaufenden Prozesse bekannt wurden, desto wunderbarer erschienen sie - und das bei immer neuen Aufschlüssen bis in die

Gegenwart. Bis in die Gegenwart meinen deshalb viele Menschen, ohnen einen Konstrukteur, einen "Designare" oder wie imme man ein 'höheres' schöpferisches Wesen man nennen wll nicht auszukommen. Frage bleibt nur: Und woher der Schöpfer, wer schuf ihn? Die Evolutionsrheorie geht letztlich auf die Selbstorganisaiton der Materie zurück. Vor dem Aufkommen der Evolutionstheorie sprachen Naturforscher wie 1793 KIELMEYER von 'wirkender Natur', von "Plan der natur" (1793 / 1993, S. 35), aber auch spätere, eher in bezug auf Philosophie nüchterne Biologen wie MILNE EDWARDS (dtsch. 1848, S. 294) schrieben von einem ominösen "**Streben der Natur**", etwa bei der Teilung der "Lebensthätigkeit" auf verschiedene Teiele, Gewebe oder Zellen, im Organismus, Oder, an anderer Stelle (S. 303) bei Erörterung der Umbildung der Kaulquappen in Frösche, daß sich hier "uns Spuren des allgemeinen Bildungsplanes" andeuten, "welchen Gott bei der Schöpfung des Thiereichs befolgt hat", um dasnn aber fortzufahren von diesem "Streben der Natur, den Plan ihres Schaffens nur allmählich zu ändern."

Ähnlich äußerete sich LEUCKART 1851 (S. 170), wenn er meinte, daß dann "Wo aus irgend welchen Gründen bei einem Thiere die Zahl der geschlechtlich erzeugten Nachkommen ... den Bedürfnissen des Naturhaushaltes nicht entspricht, da tritt die ungeschlechtliche Vermehrung, als supplementorische Veranstaltung, in ihr Recht ein." Das, der so salopp hingeworfnene "Naturhaushalt", war bei dem nüchtern-sachlichen LEUCKART keine , so romantische Naturphilosophie, sondern Umschreibung fehlender bekannter Ursachen. ', .

## Später widerlegte Auffassungen über das Auftreten von Formen, schon bekannter oder gar neuer, in der Biologie der ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts

Es gab etliche Auffassungen vom Erscheinen von Formen, die Evolution im Sinne der DARWINschen Theorie überflüssig machen mußten.

## Generatio spontanea, Urzeugung, und ihre Widerlegung

"**Urzeugung**", 'Generatio aequivoca", "Generatio spontanea", Selbsterzeugung lebender Wesen aus unbelebter Materie, wenn auch im allgemeinen aus abgestorbenen Organismen, also immerhin aus einstmals lebender Substanz, sollte entgegen der schon bei REDI im 17. Jh. vorgebrachten Ablehnung möglich sein, ja für die niederen Organismen, etwa die Pilze, das Übliche darstellen. Das hatte bei den meisten Forschenr, welche Urzeugung anerkannten keine abseitig philosophischen,



Abbildung 1517: Woher die Flechten auf dem Mühlendach?.

'idealistischen' Gründe. Es war eine durchaus naturalistisch-materialistische Auffassung, **sich zu 'organisieren',** Lebewesen spontan hervorzubringen, Es galt als der **der Materie eingebene Eigenschaft**. Urzeugung sollte sowohl das gegenwärtige plötzliche Auftreten von bestimmten Lebewesen fern ihrem sonstigen Vorkommen wie die Bildung neuer Formen zu verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte erklären. Immerhin hatte man einst auch an die Selbstentstehung, das 'Wachsen', der Erze gedacht.

GOTTFRIED REINHOLD TREVIRANUS, Mediziner und Naturforscher in Bremen, verwies 1802 (S. 363 ff.) unter Bezugnahme auf andere Autoren, wie nach dem großen Brand von London 1666 massenweise die gelbblühende "Erysimum majus glabrum Bauhin" erschien - und die Schuttflächen des zerstörten Dresden in den Sommenmonaten nach 1945 zeigten dasselbe Bild der Massen der gelben, offensichtlich identischen *Erysimum cheiranthoides L.*, einem Kreuzblütler. 1945 wurde an dem Samenanflug nicht mehr gezweifelt. TREVIRANUS führte auch eine Bemerkung von TOURNEFORT an, wonach auf unter Wasser gesetztem vorher trockenen Boden viele Sumpfpflanzen erschienen, "obgleich jener Platz von Sümpfen so weit entfernt war, daß der Wind den Samen von diesen Pflanzen nicht konnte hingeführt haben." Die Herkunft von Flechten auf dem von Wasser bespritztem Dach einer neuen Mühle bei Jena konnte sich der Jenaer Professor der Medizin und Botanik FRIEDRICH SIGMUND VOIGT 1817 nur durch Urzeugung erklären, denn Fortpflanzungskörper kannte man für Flechten damals nicht.

Nicht durch Samenanflug oder Keimung schon im Boden liegender Samen sollten nach Bränden in Wäldern oder auf dem Schutt abgebrannter Städte massenweise plötzlich bestimmte Pflanzen erscheinen. Solche Mengen ihrer Samen wären im Boden nicht vorhanden, nicht überlebensfähig. Oder, wenn im Binnenland eine Salzquelle erschlossen wurde und es erschienen Gewächse wie am Meeresstrand? Es gab also eine enorme Unterschätzung der Verbreitungsfähigkeit von Pflanzen



Abbildung 1518: Salzpflanzen im Binnenland. Samenanflug?.

und auch Tieren.

Andererseits war VOIGT auch einer der ersten Vertreter des Abtammungsgedankens (A. PEIPER 1969, S. 29 ff.)

Traten auf Pferdehufen gewisse Schimmelpilze auf, so bezweifelte K. E. VON BAER, daß sie ausreichend in der Luftg verbreitet wurden. Grüne Algen um das wenige Licht an etlichen Plätzen in Bergwerken der Alten und der Neuen Welt sollten gleichen Arten angehören, aber ein Austausch über den Ozean erschien undenkbar – also sollte unabhängige Entstehung der derselben Formen stattgefunden haben.

Sollten die verschiedensten Organismen, in erdgeschichtlicher Vergangenheit gar höhere, ohne Umbildung aus Vorläufern, durch 'Urzeugung', 'spontan', entstanden sein, dann war schrittweise Evolution im Sinne DARWINs nicht nötig.

Schritt für Schritt, **Gruppe für Gruppe**, wurde **die Auffassung von Urzeugung zurückgewiesen**. Entfalteten sich aus faulendem Holz oder auf Waldboden die Fruchtkörper von Pilzen, galt das einst als Urzeugung. EHRENBERG versuchte nachzuweisen, daß Pilze nur aus Sporen entstehen.

1820 aber etwa konnte EHRENBERG gegen NEES VON ESENBECK nur meinen "die Grenze der Generatio aequivoca oder der Erzeugung organischer Körper aus anorganischen und erstorbenen Stoffen zur eigenen Belehrung zu beobachten" (S. 534), schon weil ihm noch nie ... ein Pilz vorgekommen, dessen Entstehung" EHRENBERG "hätte nothwendig der Einwirkung einer Generatio aequivoca zuschreiben müssen, ..." (S. 535). Vielleicht bemerkenswert, daß Gegner der Urzeugung, EHRENBERG wie SCHWANN, sich als religiös bekannten, im Unterschied zu manchen, welche an die spontane Organismenbildung in der unbelebten Natur



Abbildung 1519: Aus Urzeugung oder Sporen?.

'glaubten'. Gab es nur Fortpflanzung aus ihresgleichen, so war zwar die biblische Schöpfung nicht belegt, jedoch war das Problem der Entstehung von Lebewesen wieder offen, gab es wieder das Rätsel der Erstentstehung anstatt der angeblich immer stattfindenden Urzeugung.

Für niederste Organismen galt die Annahme ihrer gegenwärtigen Urzeugung durchaus noch in der Mitte des 19. Jh.

In Deutschland hat HERMANN HOFFMANN (zit. D. VON DENFFER 19, S. 425) in Gießen 1859 ein mit faulender Flüssigkeit gefülltes Glaskölbchen eine Stunde lang gekocht und die Fäulnis hörte "trotz direkter, freier Communication mit dem Sauerstoff der äußeren Luft" auf, beobachtet 4 Jahre lang.

Zu den Auseinandersetzungen um Urzeugung gehörte die Untersuchung von möglichst viel Staub, ob auf Kirchenböden oder über dem Meer fern drm Festland, festzustellen, ob Keime weit übertragen werden.

Führend bei der Widerlegung der Urzeugung auch für Mikroben wurde PASTEUR (zusammenfassend auch A. DE BARY 1862). Entstanden Keime niederster Organismen nur aus ihresgleichen, nicht durch Urzeugung, dann mußten sie in Fleischbrühe oder anderen Lebensmitteln aus der Luft zugeführt werden. Wurde die gekochte Fleischbrühe verschlossen ausbewahrt, dann konnte Luft nicht zutreten. Trat dann keine Fäulnis auf, wurde das aber nicht nur dem Fehlen der Keime zugeschrieben, sondern dem Fehlen von Luft, auch ohne Keime. Es galt also Luftzufuhr möglich zu machen und deren Keime etwa durch Zuleiten der Luft durch Watte abzufangen. In der Luft unterschiedlicher Regionen mußte unterschiedlicher Keimgehalt erwartet werden und somit Fäulnis unterschiedlich rasch oder gar nicht in der gekochten und damit organismenfrei gemachten Fleischbrühe in

kurz geöffneten und dann wieder durch Hitze verschlossenen Kolben auftreten. In Pariser Straßenstaub ließen sich schon durch Anblick an Watte Keime ausmachen. Am Fuße des Jura-Gebirges, fern von menschlichen Wohnorten, blieben von 20 Kolben 12 frei von Organismen. In 650 m Höheblieben von 20 Kolben 15 organismenfrei. In 2000 m Höhe, beim Mer de glace, traten von 20 Kolben nur in einem Organismen auf. Als PASTEUR schon seine Untersuchungen über das Nichtvorhandensein der Urzeugung bei Mikroben durchgeführt hatte, stellte die Pariser Akademie nochmals die Preisaufgabe "Kann Materie aus sich selbst organisches Leben gestalten". PASTEUR erhielt den Preis (W. E. ANKEL 1957), nachdem er am 7. April 1864 in der historischen Sitzung der Sorbonne mit dem Vortrag "Kann Materie sich aus sich selbst zu organischem Leben gestalten" alle Urzeugung als widerlegt betrachtete – was noch nicht alle Forscher anerkannten.

**Bei Urzeugung war Evolution der Formen auseinander unnötig.** DARWIN untersuchte vor der Veröffentlichung seines Werkes über die "Entstehung der Arten", wieviele Pflanzen-Samen Enten an verschlammten Schwimmhäuten ihrer Füße mit sich trugen und war sehr erfreut, daß sich Samen doch weit ausbreiten konnten und also nicht durch Urzeugung ständig dieselben Formen entstanden, sondern eben nur auf dem langen Wege langsamer Umwandlung. Schnecken konnten selbst in Salzwasser lange überleben, mußten also nicht an neuen Orten ihres Erscheinens Produkt von Urzeugung sein.

Von "Selbstorganisation" spricht man im 21.Jh. noch bei der Entstehung der einfachen organischen Moleküle und vielleicht einfachsten Organismen im hypothetischen Urmeer der Urerde. Ab der Mitte des 19. Jh. wurde bekannt, **jeder neue Organismus**, auch der **einfachste, auch jede Zelle und alle wichtigen Zellbestandteile,** kommen nur dadurch zustande, weil diese bereits existieren, gehen auseinander hervor. **Reproduktion statt Selbstorganisation**, Und Neues entstand seit langen erdgeschichtlichen Zeiten durch Evolution. **Evolution statt Selbstorganisation** (Vgl. J.-M. LEHN 2012). Und **dazu die Selektion**. Evolution aber ist gebunden an Änderungen in der Vererbungssubstanz. Und was ist dabei Selbstorganisation? Veränderung in der 'Biochemie' der Organismen?

## Umwandlung von Formen in andere – 'Pleomorphismus'

Auch bei den einmal entstandenen, also heute lebenden Organismen, wenigstens den niederen, sollten während ihrer individuellen Entwicklung große Formumwandlungen möglich sein, sollte damit also reale "Metamorphose" von Form zu Form, von Art zu Art, auch ein realer Vorgang bei der Ausbildung eines Individuums sein. Aus den grünen Algenwatten der Gewässer im Frühjahr, Jochalgen, als "**Priestleysche grüne Materie**" bezeichnet, sollte je nach Außenbedingungen

immer wieder vieles an Formen hervorgehen, nicht nur die Formen ihrer Herkunft. Nach einer Ansicht, sollte sich diese "Priestleysche grüne Materie' wiederum aus Tier-und Pflanzensäften im Wasser bilden (G. F. MÄRKLIN 1823). Auch dadurch war die schrittweise Evolution – "Evolution" im modernen Sinne - von einfachen zu komplizierteren Lebewesen in der Erdgeschichte fürwahr nicht nötig, denn alles, **wenigstens alles niedere, bildete sich ständig aus den verschiedensten anderen Formen**.. Vermehrung bedeutete nicht Formbeständigkeit.

Hatte LINNÉ mit festen Arten gerechnet, so meinte etwa der zu seiner Zeit angesehene Greifswalder Botaniker und dabei Moos-Kenner CHRISTIAN FRIEDRICH HORNSCHUCH 1821 (S. 526 / 527, auch: M. DITTRICH 1956): "... Priestleysche grüne Materie; aus ihr können alle vegetabilischen Gebilde, in welchem sich das allgemein Pflanzliche ausspricht, hervorgehen; es ist der allgemeine Ausdruck des Pflanzlichen, und seine weitere Ausbildung in Algen, Flechten, Lebermoose und Laubmoose hängt einzig und allein von den Einwirkungen des es beherrschenden und seine Evolution determinierenden Elemente des Lichtes und des Wassers, so wie vom Standorte ab." Diese "Evolution" – so muß man aus den Texten schließen – sollte immer wieder und kurzfristig stattfinden. "In den Algen des süssen Wassers ist der Vegetationstrieb noch nicht fixirt;" heißt es 1822 (S. 710), "sondern dem ewigen Wechsel hingegeben, und ihre Verschiedenheit wird nur durch äussere Einwirkungen bedingt. Erst die Algen und Tange des Meeres verkündigen den ersten Ruhepunkt des vegetabilischen Bildungstriebes." Dabei charakterisierte der Moosforscher HORNSCHUCH so in seiner und Mitautoren "Bryologia germanica" (1823 – 1831) durchaus deutlich faßbare Arten, die sich aber eben auch ineinander umwandeln sollten. Wenn HORNSCHUCH gesehen haben wollte, daß sich aus Infusorien das Laubmoos *Hypnum riparium* entwickelte, dann konnte das mit Unvollkommenheiten der seinerzeitigen mikroskopischen Technik entschuldigt werden (H. BORRISS 1956).

Bei HORNSCHUCH 1848 sollten jedoch selbst **Blütenpflanzen** sich immer wieder **sprunghaft** in andere bereits bestehende Arten abwandeln, denn Pflanzen bilden sich "auf gewissen Gesetzen ... wie die unorganischen Verbindungen nur nach bestimmten (stöchiometrischen) Gesetzen ..." (S. 48). Mit der Ausdehnung seiner Umwandlungsvorstellungen auch auf höhere Pflanzen allerdings stand HORNSCHUCH jedenfalls 1848 allerdings doch ziemlich allein, sützte sich auf die angeblichen Erfahrungen eines Mecklenburger Gutsbesitzers, wendet sich gegen jene, die das verhöhnen. Raps könne sich verwandeln in *Thlaspi arvense*, Acker-Klasper, das deshalb in freien Stellen in Rapsfeldern wächst. Der Samen von *Thlaspi arvense* könne sich nicht vorher im Boden gelegen haben, denn dann müßte er längst gekeimt sein. *Thlaspi arvense* sollte sich dann verwandeln können in *Camelina sativa*, diese in *Capsella Bursa pastoris*, Hirtentäschel. Wegen der Umbildung von

Kulturpflanzen in bestimmte Unkräuter sollten in Kulturpflanzenbeständen oft ganz bestimmte Unkräuter vorkommen - was ja stimmt, aber eben durch Umwelt bedingungen erklärbar ist.

**Wie problematisch kann es sein, aus durchaus selbst angestellten oder scheinbar brauchbaren übernommenen Beobachtungen einwandfreie Schlußfolgerungen zu ziehen.** HORNSCHUCH war ja keineswegs nur ein lässiger Beobachter.

Das war sicherlich ein Gipfel jener **Pleomorphismus**-Auffassungen, der Annahme dauernd stattfindender sprunghafter Wandlungen von Art zu Art, die für die als viel 'plastischer' angesehenen Klein- und Kleinstlebewesen bei manchen Biologen und Medizinern noch fortdauerten, bis um 1875. asl ROBERT KOCH dem auch für Bakterien ein Ende setzte.

Die Artumwandlung bei Blütenpflanzen in bereits bestehende Arten sollten aber auch zeigen, wie einmal auch ganz neue Arten entstanden, so die in geographisch benachbarten Regionen, etwa in benachbaren Höhenstufen im Gebirge die eine Art aus der eher bestehenden hervorging. Auch Art-Neuentstehung - damit berührte HORNSCHUCH das, was dann DARWIN zu lösen suchte, auf einer weniger phantasievollen Faktengrundlage, jedoch auch unter Verwendung nicht immer abgeklärter landwirtschaftlicher Erfahrungen.

Einen weiteren Gipfel an Umwandlungen über alle Grenzen im System der Organismen hinaus meinte 1843 der damals in Graz tätige führende österreichische Botaniker FRANZ UNGER betonen zu müssen, als er bei der von ihm schon als Student beobachteten Bildung der **Schwärmsporen bei Algen** von der "Pflanze im Momente der Thierwerdung" sprach und darin den Vorgang sich wiederholen sah, **wie aus Pflanzen Tiere entstanden** sein sollten – 'die Pflanzenwelt als die große Gebärmutter der Tierwelt. Bei Krankheiten erschöpfe sich der pflanzliche Organismus in der Produktion niederer Wesen, bei der Bildung der beweglichen Sporen aber käme er zur Idee der Tiere, die Schwärmsporen müßten als tierische Embryonen gelten (S.95). In allen Erscheinungen der Natur stecke durchaus "ein verständiger Sinn". Was "hindert mich zu vermuthen", fragte UNGER (S. 96), "dass endlich das ganze Thierreich, und selbst der Mensch eine Ausgeburt der Pflanzenwelt sey?" Noch fehlte für diese Annahme der paläontologische Beleg, aber er war zu erhoffen. Nein, DARWINs Evolutionstheorie brauchte man zur nichtbiblischen Erklärung der Schöpfung noch nicht!. Die Beschreibung der Sporenbildung und die Feststellung der äußeren Verhältnisse dabei sind durchaus sachlich, und die bweglichen Sporen verloren auch alsbald ihre Beweglichkeit und kehrten ins 'pflanzliche Dasein' zurück. Es wurden also Analogien getroffen, die weit über sachliche Feststellung hinausgingen, bei aller gewiß bestehenden Ähnlichkeit

zwischen manchen Infusorien und den Schwärmsporen, Fortpflazungskörpern der Algen. STEPHAN ENDLICHER, dem UNGER seine Schrift von 1843 widmete, hatte die Identifizierung der Schwärmsporen mit Tieren in einem Brief vom 16. Juli 1842 schon zurückgewiesen (G. HABERLANDT 1899, S. 133/134). UNGER wurde 1849 als Ordinarius für Botanik nach Wien berufen – ein ansonsten durchaus schöpferischer Botaniker..

War alle "Ordnung" in der Klassifizierung der Lebewesen viel lockerer als sie LINNE´saht? Die vermeintlichen Umwandlungen bei den niederen Pflanzen waren oft derart, daß von 'Metamorphosen' im alten Sinne, die immerhin Ähnlichkeiten einschloß, kaum noch die Rede sein konnte.

## Variabilität - innerhalb ansonsten fortpflanzungsbeständiger Arten

Gewiß, innerhalb der Arten gibt es, man denke an Insekten oder Frösche, durchaus großartige **reale**, immer wiederkehrende **Metamorphosen** – angesichts derer vielleicht auch manches Weitere an Umbildungen denkmöglich erscheinen mußte. Auch gibt es nicht selten "**Mißbildungen**" oder überhaupt Abweichungen, auch als '**Monströsitäten**' oder '**Ausartung**' bezeichnet, und sie wurden häufig, so in den 1840-er-Jahren, in den botanischen Zeitschriften beschrieben. So etwa veränderte Zahl an Staubgefäßen oder Blattabweichungen, verdickter Stengel bei der Erbse mit ansonsten normalem Samen, Umbildung von Antheren der .in "eiertragende Organe" bei dm Mohn *Papaver orientale*. Eine Kuhschelle, *Pulsatilla vulgaris* Mill. wurde angeführt, bei der die Blumenblätter 3-teilig, oft fiederspaltig waren, bei Erhaltung der Blütenfarbe (C. BOGENHARD 1840). Was sollte eben möglich sein bis zur Abweichung von der Art. Manchmal mochten es auch Bastarde sein. Strengere Überprüfung mußte auf jeden Fall stattfinden!

Jedenfalls Gärtner und Züchter, auch Tierhalter, waren mit dem Auftreten von Abweichungen immer wieder konfrontiert, auch erfreulichen. BLUMENBACH hielt 1790 (S. 32) "grosse Veränderlichkeit ... zu den wohltätigsten Einrichtungen des Schöpfers", eben, weil sie dem Menschen neue Blumenformen und neue Formen der Kulturpflanzen liefern.

Immer wieder fanden sich Abweichungen bei den verschiedensten Haustieren, die eben besonders gut beobachtbar waren. J. F. MECKEL (1821), der Anatom in Halle, achtete bei seinen anatomischen Untersuchungen vor allen auch darauf, Abweichungen vom sogenannten Normalzustand auch **in Inneren** tierischer oder menschlicher **Körper,** also bei den Organen und Strukturen, zu finden und beschrieb sie in einem eigenen Kapitel "Die Variationen". Als solche Abweichungen

nennt MECKEL Verwachsungen, Lageveränderungen, Verminderungen. Er berichtet von Menschen mit Herzen aus weniger als 4 Räumen, mit eingeschränktem Magen, gelappten Nieren. Wo fängt das Pathologische an? Das eigene Skelett vermachte MECKEL ebenfalls der 'Anatomie'. Und - welche Überraschung: Er besaß eine überzählige Rippe. Und die Frau, also die eines fast fanatischen Gelehrten, meinte: "Wie schade, daß mein Mann das nicht gewußt hat."

Im religiös-christlichen Menschenverständnis sollten alle Menschen von einem Stammvater oder einer Familie, der es aus der Sintflut geretteten Familie Noah stammen. **Von einem** jedenfalls **'Stamm' sollten alle Menschenformen herkommen**. Variabilität hätte die Unterschiede der 'Rassen' hervorgebracht. Atheist CARL VOGT verkündete um 1856 in Ablehnung der Bibel die **'Autochthonie' der Menschenrassen**, ihre getrennt Entstehung in ihren heutigen Wohngebieten. Nie hätten einfache Menschen von Eurasien über die Beringstraße nach Nordamerika wandern können! Die Indianer waren als eigenständig in Amerika hervorgebracht worden. Die christlichen Forscher nahmen also wenigstens eine begrenzte Evolution an, innerhalb der Menschen, was im 20.Jh. 'Mikroevolution' gehießen hätte. VOGT schloß sich 1860 aber der DARWINschen Lehre an.

Die Forschungen über Monstrositäten und Bildungsabweichungen mündeten dann in die Variabilitätsforschung im Zusammenhang **mit der Evolutions-Theorie**, ja halfen sie wesentlich mit begründen, jene -wie sie damals bald hieß - 'Deszendenztheorie, die schließlich mit DARWIN zur allgemeinen Diskussion kam.

## Beschreibung des äußeren Aussehens und Funktionsaufklärung - Verhältnis Morphologie/Anatomie - Physiologie

Das äußere Erscheinungsbild einer Struktur, etwa eines Organs zu **beschreiben**, **ging der sicheren, auch experimentellen Funktionsaufklärung voran**. Das war VESALIUS vor WILLIAM HARVEY. Das wiederholte sich dann auch beim Feinbau, bei den Zellen. Es wurden etwa mit den Inselzellen der Bauchspeicheldrüse Feinheiten beschrieben, aber die sepzifische Funktion der Zellen blieb offen.

Die Anatomie schien sicherer zu sein als die Physiologie,die Lehre von den Lebensfunktionen. Jedenfalls urteilte JOHANNES MÜLER über seinen Vorgänger in Berlin, RUDOLPHI, dem er 1835 (1837) die Gedächnisrede hielt: "Die physiologischen Erfahrungen sah er in gar keinem Verhältniss mit der Gewissheit der Anatomie; ..." (S. XXXII).

Trotz alleVorherrschaft der Anatomie bis weit ins 20. Jh., wurde das 19. Jh. **auch** eine Zeit der aufsteigenden **Physiologie**.



Abbildung 1520: DARWIN. Shrewsbury.

## Verknüpfung Anatomie, Physiologie, Entwick(e)lungsgeschichte - Grundauffassungen und Diskussionen in der aufkommenden Biologie

Bis in die Mitte der 40er Jahre des 19. Jh. wurde noch mit einer "**Lebenskraft**" oder "Lebenskräften" gerechnet.

Die Ergebnisse biologischer Forschungen wurden lange noch in Zeitschriften mitgeteilt, die auch medizinische Beiträge enthielten. Das war etwa das "Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin".

Die verschiedenen Gebiete der Biologie, von der Anatomie über die Embryologie bis zur Physiologie, wurden etwa von JOHANNES MÜLLER (W. HABERLING 1924) noch durch grundegende eigene Forschungen bereichert, während dann zunehmende Spezialisierung erfolgte. J. MÜLLER war am 14. Juli 1801 in Koblenz als Sohn eines Schuhmachermeisters geboren worden, studierte nach dem Abitur an der neu gegründeten Universität Bonn Medizin und setzte das in Berlin bei A. RUDOLPHI fort. Nach bis zum körperlichen Zusammenbruch führenden Selbstversuchen wurde MÜLLER 1826 ao. Professor in Bonn, 1829 Ordinarius. Im Jahre 1833 übernahm er die Professur für Anatomie und Physiologie in Berlin. Zur Gewinnung und Erforschung von vor allem marinen Tieren unternahm MÜLLER mit seinen später oft ebenfalls bedeutenden Schülern manche Reisen. Bei einem

Schiffbruch an der Küste Norwegens durch den Zusammenstoß des von MÜLLER benutzten Dampfers mit einem anderen Dampfschiff im August 1855 konnte er sich nur mit Mühe retten, während einer der mitgereister Assistenten, der zur Zeit des Zusammenstoßes in seiner Kajüte schlafende SCHMIDT, ertrank. MÜLLER mußte der Mutter in Berlin, Witwe eines Oberregierungsrates, die traurige Nachricht vom Tode ihres Sohnes überbringen (O. BRAUS 1901). Seit diesem Ereignis wirkte MÜLLER verfinsterter und als er am 28. April 1858 plötzlich starb war sogar von Suizid die Rede.

## Wie streng gesetzmäßig geht es in den Lebewesen zu? - Spontaneität oder Determination?

Debattiert wurde auch über **Spontaneität oder strenge Determination** der Geschehnisse in Lebewesen, eine schon vorher auch geführte Diskussion. Was war mit "Gesetzen", wenn etwa bei der Regeneration, wie sie SPALLANZANI (1769) gelangen, Abweichungen auftraten? "Soll man dieß nun für einen Eigensinn, für ein Spielwerk, oder für einen Fehler der Natur halten? oder scheint es und nur so, und ist es vielmehr zu vermuthen, daß die Natur nach festen und unveränderlichen Gesetzen verfähr?"

Im Übergang zum 19. Jh. (dtsch. 1802, S. 19) dachte der religiöse geprägte französische Mediziner und Anatom XAVIER BICHAT an **nicht beständige Eigenschaften** der **Lebewesen**, an das gegenüber dem 'physischen', hier gemeint 'physikalischen' anderen gegenüber dem Vitalen, was auch für die Einschätzung von Krankheiten gilt: "Man sieht demnach wie der Karakter der Unbeständigkeit der vitalen Eigenschaften die Quelle einer unermesslichen Reihe von Erscheinungen ist, welche eine ganz besondere Ordnung von Wissenschaften erfordern." Also mit anderen Worten: Biologie wäre eben anders als Physik und Chemie, von Mathematik ganz zu schweigen. Nur bei den Lebewesen gäbe es Kommunikation zwischen den Teilen. Bei Wegfall des Lebensprinzips setzte Fäulnis, Zersetzung des Blutes ein, Es heißt bei BICHAT (S. 20) dshalb, ""Die physischen Wissenschaften auf die physiologischen anwenden wollen, heisst die Erschienungen der lebendigen Körper durch die Gesetze der todten erklären." Im Auge beispielsweise wären aber 'vitale' und physische Erscheinungen zugleich. Der Physiologe CLAUDE BERNARD (1865) dachte an **strenge Kausalität** bei den **Lebewesen**: "Wenn die Bedingungen eines Vorganges bekannt und erfüllt sind, so muß der Vorgang immer und notwendig, entsprechend der Absicht des Experimentators ablaufen"(dtsch. 1961, S.101). Und auch für den Arzt sollte bei seinem Handeln diese Auffassung gelten.

Bei der Determination gab es auch die Frage, inwieweit sie **von innen oder außen**

bestimmt wurde, also welche **Autonomie** das Leben aufweist. Gewiß bräunt sich die Haut eines weißhäutigen Europäers in der Sonne, aber, wie der Mediziner S. TÖLTE'NYI schon 1838 (I; S. 64) wußte, vererbt sich die Bräunung nicht auf die Nachkommen und ohne sich durch dieselbe Umwelt anzugleichen "gränzen" die "kleinen Lappen mit brauner Haut, schwarzen Haaren und Augen ... an die Finnländer, welche gross und blond sind." Und man "bemerkt ferner, dass die nach Nordamerika eingeführten Neger sich daselbst seit Jahrhunderten in ihrer eigenthümlichen Farbe fortpflanzen."

## Stufenleiter, Stufenfolge - noch immer und auch anders

Noch immer wurde versucht, die Organismen, etwa die Tiere, in eine Stufenfolge zu bringen nach ihrer mehr oder weniger großen Komplexität. Nicht mehr jedoch sollten in der einstigen Naivität etwa die Fliegenden Fische zu den Vögeln vermitteln. Eine von dem französischen Zoologen HENRI MILNE-EDWARDS (dtsch. 1848; J. ANTHONY 1974), Fachmann der Krebstiere und der Wirbellosen in der Küstenregion und ab 1841 auf dem Lehrstuhl für Entomologie am Pariser Naturkundemuseum, aufgestellte "**Stufenfolge**" berücksichtigt namentlich die Zunahme der **Arbeitsteilung bei den Geweben** im tierischen Organismus. Was bei den niedersten Tieren, was etwa bei den Quallen, noch fast jede Zelle verrichten sollte, Reize aufzunehmen und Kontraktibilität, kam in der Zunahme der Stufen immer mehr spezialisierten Geweben und Organen zu. Allerdings verkannte MILNE-EDWARDS die später gefundenen spezialisierteren Zellen, etwa Nerven, auch bei Quallen. Auch eine 1-lineare Stufenfolge war MILNE-EDWARDS (dtsch. 1848, S. 305) suspekt, denn man könne etwa "die Insekten weder vor noch hinter die Weichthiere setzen" und er meinte, daß man nicht die "einfache Stufenleiter wählen" dürfe, "sondern vielmehr einen Fluß, der, bei seinem Ursprunge schwach, allmählig wächst, wie er sich dem Meere nähert; der aber seine Wasser nicht immer in demselben Bette strömen läßt, sondern sich öfters mehr oder weniger in Arme theilt, die manchmal nach einer kurzen Strecke sich wieder vereinigen, manchmal ganz ins Trockene sich verlaufen, oft auch im Sande sich verlieren, und manchmal wieder neu hervorkommen, um ihren Weg zum gemeinschaftlichen Ziele zu verfolgen." Auch das also, na gut, in der Natur eine Ordnung, ein Ordnungsprinzip zu finden. 1861 wechselte MILNE-EDWARDS innerhalb des Naturkundemuseums auf den Lehrstuhl für die Säugetiere.

Angesichts beispielsweise des komplizierten Magens der Rinder fragte dann 1860 auf der 35. Versammlung Deutscher Naturforsher und Ärzte in Königsberg BONA MEYER, ob seines Magens wegen der "Ochse" dann über dem Menschen stehen müsse, das heißt, verwies darauf, daß die verschiedenen Tiere doch eigene, zum Teil

hochstehende Bildungsen besitzen, die einer Stufenleiter Probleme bereiten.

## Erweiterung der Anatomie beim Menschen und bei Tieren: Gewebe - eigene Strukturen im Köper

Organe sind oft zusammengeetzt aus mehreren Gebilden, Strukturen, und solche gibt es auch als solche, die Gewebe. Der Begriff stammt von GREW nach dem , was er im Mikroskop bei Pflanzen sah. Nach manchen Gedanken von Vorläufern war es der französische Mediziner XAVIER BICHAT, der die Gewebelehre, die Histologie, begründete. Gewebe erschienen in ihrem Vorkommen an verschiedenen Organen allgemeiner zu sein als Organe und BICHAT schrieb von 'Allgemeiner Anatomie' (dtsch. 1802). BICHAT war der 1771 geborene Sohn eines Provinzialarztes, fand als begabter Student in Paris Förderung, wurde 1800 Arzt am berühmten Pariser Krankenhaus Hoˆtel Dieu. Er erhielt war keinen Lehrstuhl, hielt aber erfolgreich private Vorlesungen und Übungen. Allein in einem Winter soll BICHAT 600 Leichen seziert haben. Am 22. Juli 1802 starb er in Paris mit 31 Jahren. 21 Gewebe hat BICHAT unterschieden, ohne Mikroskop allein nach makroskopischen Merkmalen, so auch ihr Verhalten bei Eintrocknung und Mazeration. Die Gewebe sollten einzeln krank werden können, also der anatomische Gedanke, der Krankheitssitz in den einzelnen Organen, jetzt angewandt auf die Gewebe. BICHATs Gewebe (s. etwa E. NORDENSKIÖLD 1926) waren: 1. das zelluläre, das dem späteren retikulären Bindegewebe enssprach, 2. das Nervengewebe des animalen Lebens, 3. das Nervengewebe des organischen Lebens, 4. das arterielle Gewebee, also das arterielle Blut, 5. das venöse Gewebe, 6. das Exhalationsgwebe, 7. das absorbierende Gewebe, 8. das Knochengewebe, 9. das Markgewebe, in den Knochen, 10. das Knorpelgewebe, 11. das fibröse Gewebe, 12. das fibrokartilaginöse Gewebe, das sind die Bindegewebsknorpel, 13. die animale Muskulatur, 14. die organischen Muskulatur, 15. das Schleimgewebe, 16. das seröse Schleimgewebe, 17. das synoviale Schleimgewebe, 18. das Drüsengewebe, 19. das dermoide Gewebe, 20. das epidermoide Gewebe, also die Leder- und Oberhaut, 21. das Haargewebe. Das ist nicht frei von Haarspaltereien und wenige der Begriffe gingen in die spätere von den Zellen her begründete Histologie ein.

## Mehr zu Organen und ihren Funktionen

Waren die großen Organe der Tiere auch weitgehend bekannt, waren bei weniger zugänglichen Gruppen noch grundlegende Dinge zu entdecken und gerade JOHANNES MÜLLER und dessen Schüler haben manchen Anteil an deren Aufklärung.

Oft gab es Verbindungen zur Physiologie und namentlich wurden die Verhältnisse durch die Verfolgung der Entwicklung der Organe vom Embryo an deutlich und wurde auch der mikroskopische Feinbau einbezogen. Anatomie und Keimesgeschichte, ja sich anschließende physiologische und auch pathologische Deutungen, sind da verbunden.

MÜLLER untersuchte eingehend die **Drüsen**. Er klärte mehr als andere die Verhältnisse der **Ausscheidungs- und Fortpflanzungsorgane** bei den verschiedenen Wirbeltier-Klassen. Beim Frosch wurden das **Lymphsystem** studiert und wurden in den Lymphgefäßen pulsierende kleine knotenartige Gebilde, die "Lymphherzen" gefunden. Die Eingeweide untersuchte MÜLLER bei den Myxinoiden, der Inger, ***Myxine***, in Fischen parasitische lebende, unterhalb der Klasse der Fische angeordnete Rundmäuler (Cyclostomata). Anatomische Studien betrieb er bei einem aus Australien stammenden Schnabeligel, Echidna, in London bei dem Lanzettierchen (Amphioxus, jetzt Branchiostoma) und dem Lungenfisch Lepidosiren.

Immer mehr wurde wie schon teilweise im 17. Jh. bei MALPIGHI auch in den nur mit dem Mikroskop sichtbar zu machenden Feinbau der Organe eingedrungen, also der Weg zur **Histologie/Gewebelehre** beschritten. WILLIAM BOWMAN (D'A. POWER et al. 2004, A. N. RICHARDS 1939), England, vor allem Ophthalmologe, klärte um 1842, den **Feinbau** der **Niere**, wobei die Bowman'schen Kapseln, capsula glomeruli, noch seinen Namen tragen. Aus der Kenntnis des Feinbaus konnte mit der Zeit die Funktionsweise der Nieren geklärt werden. In den Malphigischen Körpern liegen die Glomeruli, in die feinste Arterien einmünden und feinste Venen ausführen und in die Wasser und gelöste Stoffe aus dem Blut erste einmal ausgeschieden werden, und dann in den Harnkanälchen, wohin diese Flüssigkeit fließt, viel von dem Wasser und andere Substanzen, Natrium und Kalium etwa, zurückresorbiert werden, alles, was nicht als Harn zur Ausscheidung kommt. Diese Vorgänge konnten erst mit der Zeit aufgeklärt werden.

Zusammen mit BOWMAN schrieb ROBERT BENTLEY TODD (C. HELMSTADTER 2004) das zwischen 1845 und 1857 publizierte Lehrbuch 'The Phyiologcal Anatomy and Physiology of Man', das die **Histologie der Gewebe und Organe** in solch **detailierter** Weise darstellte, daß TODD wurde "the standard authority in England and abroad". Leider war TODD der Meinung, daß Alkohol gesund ist und starb 51-jährig 1860 daran.

# Anatomie im sich vom Ei und Embryo her entwickelndem Lebewesen. - Keimesentwicklung und auch Generationswechsel bei Tieren – und auch bei Pflanzen

## Keimesentwicklung – ein Zentrum biologischer Forschung

Alle Individuen bilden sich aus einem einfachen Anfang, **bei ungeschlechtlicher** vegetativer Vermehrung aus abgetrennten Zellen, auch mehreren zusammenhängenden, ja bei Pflanzen aus ganzen Wurzelstöcken oder Stammstücken. Bei der **geschlechtlichen Vermehrung** und davon abzuleitender Fortpflanzung ist der erste Anfang eine Einzelzelle, dem "Ei", das sich mit einer anderen Zelle, oft einer kleineren, der Samenzelle, vereinigt. Die Embryonalentwicklung, die Indidivualentwicklung der Lebewesen, die Ausbildung eines fertigen Organismus aus ganz anders aussehenden Anfangsstdien, war und blieb eines der großen Forschungsanliegen der Biologie. Die Keinesentwicklung der Tiere hat im allgemeinen mehr Aufsehen erregt,, auf Grund der für die Menschen gewinnbaren Erkenntnisse. **Ohne Tierembryologie** wären wenigstens die komplizierten frühen Entwicklungsstdien in der **Menschen-Embryogene unverständlich** gewesen. Aus Fehlentwicklungen in der Keimesentwicklung bei Tieren erhielt man Einsichten in Krankhaftes auch beim Menschen. Die Entstehung einer neuen Pflanze war nicht weniger der Erforschung wert und erforderte ebenso, ja fast noch mehr das Mikroskop als abgesehen von ersten Anfang manches in der Tierentwicklung.

Anfangs war es schwierig, die von dem jedenfalls bei vielen Tieren mehr oder weniger schleimig wirkenden Ei ausgehenden Umbildungsprozesse zu beschreiben, in anderen Forschern ebenfalls verständliche Termini zu bringen. Der **Vergleich** der Embryonalentwicklung verschiedenster Tiere in den verschiedensten Gruppen, und das wurde wichtiges Forschungsthema, zeigte, daß **Grundvorgänge**, namentlich in den Frühstadien, bei den verschiedensten Tieren in ziemlich gleichartiger oder doch ähnlicher Weise auftreten. Es ließ sich eine Terminologie für die Vorgänge in der Keimesentwicklung ausbilden. Es machte **wie** etwas später das Auffinden der **Zelle** bei allen Lebewesen eine **'Einheit' des Lebens**, der **verschiedenen Lebewesen**, bei der tierischen Keimesentwicklung wenigstens der Tiere, deutlich. **Besonderheiten** gab es immer **noch genug**. Vergleichende Embryologie, ja unter Einbeziehung weiterer Stadien "**Vergleichende Entwicklungsgeschichte**" ergänzte wesentlich die auf das Erwachsenen-Stadium begrenzte "Vergleichende Anatomie". Individual-Entwicklung – **Ontogenese** gemäß HAECKELs Terminologie von 1866 – das war ein lebenslanger Prozeß der Lebewesen, vom Ei bis zum

Tod. Etwas anderes war dann die "Entwicklung" in der Stammesgeschichte – die "Phylogenese". Die Forschungsdisziplinen wurden genannt Ontogenie und für die Stammesgeschichte Phylogenie.

## Niederen Tieren vergleichbare Stadien in der Keimesentwicklung höherer Tiere

Daß Tiere in ihrer Keimesentwicklung Stadien der unter ihnen in der Stufenfolge stehenden Tieren durchlaufen, schälte sich in ersten, vagen Vorstellungen am Ende des 18. Jh. heraus und sollte dem großen Plan im Bau der Tiere entsprechen. Die Vorstellung von HAECKELs "Biogenetischem Grundgesetz" hat es mit vorbereitet, auch, wenn vom Durchlaufen evolutionärer Vorstadien keine Rede sein konnte. Die Annahme vom Durchlaufen von Stadien aus den unteren Stufen der Stufenleiter trat auf, bevor eingehende, die Anatomie berücksichtende embryologische Untersuchungen von genügend Tieren vorhanden waren. KIELMEYER 1793 / 1993 sah in der Individualentwicklung bei höheren Tieren, ja dem Menschen, einen **Wechsel in der Vorherrschaft der** von ihm angenommen "**Kräfte**", auch in Ausbildung der Sinnesleistungen, die zuerst denen von niederen Tieren gleichen, etwa im zuerst kaum ausgebildeten 'Gesichtssinn'. So hieß es (1793 / 1993, S. 36 / 37): "... auch der Mensch und Vogel sind in ihrem ersten Zustande pflanzenartig, rege ist die Reproductionskraft in ihnen, späterhin hebt sich in dem feuchten Elemente, in dem sie dann leben, ihre Irritabilität ... erst späterhin schließt sich ein Sinn nach dem andern in eben der Ordnung, wie sie in der Reihe der Organisationen von unten auf zum Vorschein kommen ..." Beim Tier erschien 1828 (S. 8) auch für CARL BERNHARD TRINIUS in St. Petersburg, nachdem am Halse des menschlichen Embryo so etwas wie Kiemenspalten schon entdeckt worden waren, "dass jedes höhere Geschöpf die ;Momente des niesderen in sich trägt, und im eigentlichsten Sinne so viele Stationen oder Daseynsformen durchläuft, als es Stuffen untrer sich hat, auf denen es sich bis zu dem erhoben hat, was es ist" (s.a. I. SCHUMACHER 1979, S. 92).

## Keimblätter – frühe Bildungen in der Embryonalentwicklung

Ein erster erkannter den verschiedensten Tieren gemeinsamer Vorgang war die Bildung der im 18. Jh. schon von WOLFF beschriebenen **Keimblätter**, Lagen im jungen Keim, die man im Aussehen etwas phantasievoll aufeinanderliegenden oder auch getrennten Blättern vergleichen konnte. Nunmehr verfolgte die Keimblatt-

Bildung namentlich HEINRICH CHRISTIAN PANDER (E. LOESCH 1920). Im Jahre 1794 geboren als Sohn einer Rigaer Kaufmannsfamilie, führte PANDER bei DÖLLINGER in Würzburg seine embryologischen Untersuchungen am Hühnerei durch und veröffentlichte 1817 darüber sein großformatiges Werk "Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eye". In einer gleichzeitig 40 Eier fassenden Brutmaschine ließ er 2000 Hühner-Eier sich entwickeln und entnahm sie zu verschiedenen Zeitpunkten ihrer Umbildung. Sogar der Würzburger Markt blieb davon nicht unbeeinflußt. Das unbebrütete Ei wies eine einfache Schicht auf. Es entstanden dann 2 "Lamellen", ein äußeres und ein inneres Blatt. PANDER war ab 1821 bei der St. Petersburger kaiserlichen Akademie der Wissenschaften tätig, bewirtschaftete aber auch jahrelang das väterliche Landgut. Zu den 2 Keimblättern wurde noch ein 3. Keimblatt erkannt. GEORGE JAMES ALTMANN nannte die Keimblätter 1853 von außen nach innen **Ektoderm**, **Mesoderm, Entoderm**. Es war bis weit ins 20. Jh. ein Ziel embryologischer Forschung, die einzelnen Organe der Tiere in ihrer Entstehung auf eines dieser Keimblätter zurückzuführen. Diese einst viel beachtete "**Keimblattlehre**" verlor an Bedeutung, als im 20. Jh. die Omnipotenz der Zellen deutlich wurde, also die nicht immer gegebene Bindung namentlich von regenerierten Strukturen, auf ein bestimmtes Keimblatt, also die gar so scharfe Abgrenzung sich nicht als immer eingehalten erwies.

## Embryonalforschung bei verschiedensten Tierarten

Einer der weiteren führenden Embryologen war zunächst KARL ERNST VON BAER, der in seinem langen Leben von 1792 bis 1876 einer der vielseitigsten Naturforscher seiner Zeit wurde. Er betätigte sich auch in der Geologie, bereiste als Forscher Rußland bis nach Nowaja Semlja im hohen europäischen Norden und bis an das Kaspische Meer im Süden. Er nahm Stellung zu vielen allgemeinen Fragen. Geboren als 6. von 10 Kindern eines Rittergutsbesitzers von Piep in Estland, studierte BAER nach der Absolvierung der Domschule in Reval (Tallinn) Medizin an der Universität Dorpat (Tartu). Nach ärztlicher Mithilfe bei dem furchtbaren Seuchengeschehen nach NAPOLEONs gescheitertem Rußlandfeldzug in Riga 1813 und der Promotion wanderte er bis in die Alpen. In Würzburg lernte er PANDER kennen, der ihn auf die Embryologie lenkte. BAER wurde 1817 Prosektor an der Universität Königsberg, begann anatomische und embryologische Tierstudien, wurde 1822 ordentlicher Professor für Naturgeschichte und Zoologe in Königsberg. In dieser Zeit erschien 1828 sein 1837 fortgesetztes Werk "Über die Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion". BAER (1865) sah **1826** bei einer Hündin das echte, aus einem reifen DeGraafschen Follikel entnommene Ei und somit erstmals ein **Ei eines Säugetieres**. Vorher waren die DeGraafschen Follikel als Eier betrachtet worden, und angeblich aus ihnen entstammende Eier blieben

eine unsichere Beobachtung. BAER identifizierte ein Ei der Hündin im Mikroskop wegen seiner in ihm liegenden Dotterkugeln und fand solche Eier dann auch bei anderen Säugetieren, auch bei der Menschenfrau. Öffnete man den Uterus, zerriß das Ei leicht, was HALLER, der nur die ausströmende dicke Flüssigkeit gesehen hatte, täuschte. Es zeigte sich, daß die Eier lange vor der Befruchtung im Eierstock vorgebildet sind und in regelmäßigen Abständen einzelne Eier in den Eileiter treten. BAER wirkte seit 1834 hauptamtlich an der Akademie in St. Petersburg, war 1841 bis 1852 auch Professor an der St. Petersburger Mediko-chirurgischen Akademie. Zuletzt nahm BAER seinen Wohnsitz in Dorpat.

Nachfolger BAERs in Königsberg wurde der ebenfalls führende Embryologe MARTIN HEINRICH RATHKE (H. MENZ 2000). Geboren 1793 in Danzig, wurde er nach dem Medizinstudium 1818 Arzt in seiner Heimatstadt und 1826 dort Kreisphysikus. Bekannt geworden durch eigene Forschungen und in Verbindung mit bedeutenden Naturforschern wie VON BAER, wurde RATHKE 1828 Professor an der Universität Dorpat. Er reiste unter anderem durch das europäische Rußland bis zur Krim. Im Jahre 1835 folgte RATHKE einem Ruf an die Universität Königsberg. RATHKE verstarb am 15. September 1860 plötzlich, kurz bevor einen Tag später die 35. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg eröffnet wurde, bei der er eine führende Rolle spielen sollte. So kam es, daß RATHKE am 20. September unter Beteiligung zahlreicher bedeutender sowieso nach Königsberg angereister deutscher Naturforscher bestattet wurde. In seinen embryologischen Untersuchungen klärte RATHKE etwa die Ausbildung der Nieren und der "Atemwerkzeuge" in der Embryonalentwicklung der Vögel und Säugetiere. Aufsehen erregte, als RATHKE 1825 bei einem 3 Wochen alten Schweine-Embryo 4 kiemenspaltenartige Gebilde an der Seite des Kopfes sah. Im April des gleichen Jahres 1825 fand er 3 solche kiemenähnliche Spalten am 4. und 5. Bebrütungstag beim Hühnchen, wobei er eine 4. Spalte damals übersehen hatte. 1828 sah er "Kiemenandeutungen" sogar an einem menschlichen Embryo aus der 6. oder 7. Schwangerschaftswoche. Die Auffindung von **Kiemenspalten** in der Embryonalenwicklung bei Säugetieren und Vögeln war Anlaß zu vielen Überlegungen über die Embryonalentwicklung. Kiementragende Tiere standen in der Stufenleiter, in der man die Tiere von einfachen zu komplizierteren anordnete, unterhalb der Vögel und Säugetiere. Mit ihren Kiemenspalten schienen diese Tiere als Embryonen ein Stadium zu durchlaufen, das Tieren auf weiter unten ihnen stehenden Stufen entsprach. Das deutete auf tiefere Gesetzmäßigkeiten in der Tierwelt, allerdings galt es zu seiner Zeit noch nicht als Ergebnis der Evolution. RATHKE untersuchte die Embryonalentwicklung mancher weiterer Tiere als erster, so beim **Flußkrebs**, bei der **Ringelnatter**/*Coluber natrix*, bei **Schildkröten**, bei **Krokodilen** - was. die Ausweitung der Embryonalforschung deutlich macht.

## Furchung – trotz Unterschieden Grundvorgang der ersten Ei-Umbildung

Trotz mancher Unterschiede ließ sich die vor der deutlichen Keimblatt-Bildung stattfindende Umbildung auf einen grundlgenden Vorgang zurückführen: die "**Furchung**", die Zerteilung des sich dabei zunächst nicht vergrößernden Eies. An Frosch-Eiern war die Furchung beobachtet worden durch den Genfer Arzt und Biologen JEAN-LOUIS PRÉVOST im Zusammenarbeit mit dem später in Paris führenden Chemiker J. B. A. DUMAS. Der Italiener MAURO RUSCONI fand 1836 die Furchung bei den Eiern von Fischen. CARL THEODOR VON SIEBOLD (1839), damals in Danzig, sah Furchung bei Eiern der Ohren-Qualle, *Aurelia aurita*, auch bei Nematoden / Fadenwürmern. Andere Beobachter sahen Furchung bei Eiern etwa der Flußmuschel. Bei Vögeln, Insekten und Mollusken fand sich zwar keine deutliche Durchschnürung des Eies, aber auf der Ei-Oberfläche gab es Furchenbildung, ließ sich der Grundvorgang auch hier hinter dem komplizierteren Bild erkennen.

Im Falle völliger Furchung stülpte sich bei manchen Tieren der vielzellige hohle Blasenkeim, die Blastula, ein, wurde zur **Gastrula**, dem "Becherkeim", wobei der durch die Einstülpung entstandene Raum zum **Urdarm** wurde – Begriffe, die von E. HAECKEL stammen. HAECKEL nahm an, daß diese Bildung der auf die Blastula folgenden Entwicklungsstufe durch Einstülpung im Tierreich allgemeingültig ist. Namentlich der junge russische Zoologe ILJA ILJITSCH MECNIKOV fand 1865 bei etlichen Tieren andere Vorgänge, etwa 1865 bei dem auf dem Lande lebenden Strudelwurm Geodesmus bilineatus keinen Urdarm, sondern Parenchym. Auch bei einigen Medusen fand MECNIKOV nicht Einstülpung, sondern Einwanderung von Zellen in den Hohlraum der Blastula oder entstand der Innenraum, das Entoderm, durch Abblätterung / Delamination von Zellen (H. PENZLIN 2008). HAECKEL griff diese Beobachtungen an.

Was ist bei Lebewesen bei vielen oder allen gemeinsam, kann also verallgemeinert werden? **Gemeinsamkeiten gibt es gewiß! Aber auch viele Besonderheiten.** Es gilt also nicht nur eine Form zu durchforschen. **Frühe Verallgemeinerung wird den Dingen oft nicht gerecht**.

## Abgeänderte Embryonalentwicklung führt zu Mißbildungen: Teratologie

Die Kenntnis von der Bildung der Organe beim Säugetier und damit auch beim Menschen ließ die schon viel beachteten und oft von Anatomen beschriebenen, im Volk auch vom Aberglauben umgebenen anatomischen **Mißbildungen** als

Störungen des normalen Entwicklungsgeschehens erkennen. So konnte es eben geschehen, daß die Embryonalentwicklung auf einer bestimmten Stufe stehenblieb, daß bestimmte Schließungsprozesse unterblieben und so eine Lippenspalte erschien. Ein führender Begründer der "wissenschaftlichen **Teratologie**", der Lehre von den Mißbildungen, war JOHANN FRIEDRICH MECKEL (1812; H. SCHIERHORN 1984) an der Universität Halle / S. Die Familie MECKEL war aufgefallen, daß selbst verstorbene Familienmitglieder präpariert wurden. Der Vater PHILIPP FRIEDRICH MECKEL sezierte und skelettierte 3 eigene frühverstorbene Kinder und JOHANN FRIEDRICH MECKEL war als 8-jähriger bei einer dieser Sektionen dabei (R. BENEKE 1934). Nach dem Tode des Vaters kam gemäß seinem Testament auch dessen Skelett in die Sammlung. Als der Witwe gemeldet wurde, daß am Skelett ihres Mannes ein überzähliger Brustwirbel vorhanden sei, soll sie gesagt haben: "Ach, wie würde er sich gefreut haben, wenn er das noch erlebt hätte." Die Familie hatte sich wenigstens hinsichtlich des Körpers und dessen Vergänglichkeit also völlig mit einem matriell-wissenschaftlichen Denken identifiziert. Im Jahre 1812 (S. 5) etwa schrieb JOHANN FRIEDRICH MECKEL über Mißbildungen: "Alle Misbildungen stehen, so wie alle Degenerationen und alle Abweichungen irgend einer Art, mit einer Abweichung der Vegetationskraft von ihrer normalen Richtung in demselben Causalnexus." Fließend sah MECKEL die Übergänge von Monstrositäten zu "Naturspielen", Varietäten.

Nicht mehr erklärt mit abweichender 'Vegetationskraft', aber in Fehlleistungen in der in ihren Ursachen noch unbekannten Keimesentwicklung wurde im 19. Jh. manches an Mißbildungen bei der Keimesentwicklung von Tieren aufgeklärt und für manches auch den Menschen betreffende Leiden eine Deutung gefunden. So verband sich die Teratologie mit der Pathologie. An unter abweichenden Bedingungen gehaltenen Eiern des Frosches *Rana temporaria* hatte OSCAR HERTWIG (1892) Keime mit ausbleibendem Verschluß des Urmundes gefunden. Beim Menschen gibt es die **Spina bifida, die 2-Teilung des Rückenmarks**, manchmal in ganzer Länge vom Hirn bis zum Ende, dem Filum terminale, bisweilen auch mit Spaltbildung der Wirbelsäule, ja auch jede Rückenmarkshälfte zu einem eigenen neuen Rohr ergänzt. Hier darf angenommen werden, daß der Verschluß des Urmundes nicht erfolgte, jedenfalls nicht vollständig und das am Frosch-Keim Erschlossene bot den Schlüssel.

Für **Pflanzen**, wo Abnormitäten nun weniger Schrecken auslösen und eher nur vom Kenner beachtet werden, stellte der Stuttgarter Arzt, Paläontologe und auch Botaniker GEORG FRIEDRICH JÄGER 1814 die bisher bekannten "Missbildungen" zusammen, ob die durch Enge hervorgerufene unnatürliche Verwachsungen von Stengeln oder die übliche Verbreiterung des "Stammes" beim Spargel oder beim Amaranthgewächs Hahnenkamm, Celosia cristata. Aus dem letzteren wird

deutlich, wie immer wiederkehrende Besonderheiten eben kaum mehr als Mißbildungen zu betrachten sind, weil sie zu Merkmalen bestimmter Arten wurden, im Sinne von GOETHEs "Metamorphosen". Abnormitäten, "Spielarten" ließen nachdenken über die Entstehung von Neuem bei Lebewesen. Eine feststehende Erscheinung der Art gab es in der einmal angenommenen Weise eben nicht. Die gewisse Auflösung des Art-Begriffs, wie dann bei DARWIN, deutete sich an. GOETHE zeigte sich an JÄGERs Arbeit sehr interessiert.

## Auch normal: Umwegige Entwicklung bei Tieren - Metamorphosen

Die individuelle Entwicklung bei verschiedenen Tieren und Tiergruppen lief recht unterschiedlich ab. Nicht nur beim Frosch mit dem Stadium der Kaulquappe gibt es, wie zunehmend gefunden wurde, komplizierte **Metamorphosen**, Larven-Stadien und deren Umwandlungen in ein Adultstadium. Aus der Verfolgung einer Metamorphose konnte in manchen Fällen die Einordnung einer Tiergruppe in das System erst möglich werden.

JOHN VAUGHAN THOMPSON (P. DAVIS 2004, A. WHEELER 1976), der 9 Jahre als Militärarzt in der Karibik und auch noch im Indischen Ozean gedient hatte, hatte begonnen im Meer Fänge von kleinen Organismen mit einem feinen Netz zu machen und setzte das, immer.noch als Militärarzt, in Cork in Irland fort. Er fand, 1827 / 1836, an Hand der Larve Pentacrinus, daß die Haarsterne / Crinoidea, zu den Stachelhäutern / Echinodermata gehören. THOMPSON fand die ersten Larven von Meereskrebstieren, von Krabben, die Zoea-Larven. An allen Küsten an Steinen, Buhnen oder gar an Schiffsrümpfen sitzen die weißen, leicht kegelartigen Gebilde, die manchmal zu den Weichtieren gestellt wurden, aber auch als eigenständige Tiergruppe galten, die **Seepocken / Cirripedia**, mit der häufigen Gattung Balanus. Für sie fand THOMPSON 1830 ebenfalls durch die Larven die Zugehörigkeit zu den Krebstieren / Crustacae, bei denen sie eine eigene Ordnung bilden. THOMPSON eröffnete die Erforschung der Metamorphose von Meerestieren.

Zwei oder gar mehr sich Generationen von unterschiedlichem Aussehen konnten aufeinander folgen, also ein **Generationswechsel** stattfinden. Auf eine sich geschlechtlich fortpflanzende Generation konnte eine sich ungeschlechtlich vermehrende folgen. Das wurde zuerst deutlich für Medusen, namentlich für die auch in Ost- und Nordsee häufige **Ohrenqualle** / *Aurelia aurita*. VON SIEBOLD (1838, 1839), in Danzig, konnte innerhalb einer "kleinen" Stunde am Ostseestrand frisch gefangene Ohrenquallen in Wasserbehältern in sein Arbeitszimmer transportie-

ren und hier einzelne "frisch und munter erhalten". In je ein weißes "Zuckerglas" "mit reinem Seewasser" setzte er ein trächtiges Medusen-Weibchen. Bald verließen infusorienartige Junge "die Taschen der Fangarme und tummelten sich im Wasser umher", nachdem SIEBOLD auch die "Durchfurchung" der Eier festgestellt hatte. Die Jungen setzten sich an der Wand oder am Boden der Gläser fest oder hingen von der Oberfläche des Wassers senkrecht hinab und ein Teil bildete sich innerhalb drei Tagen (1838, Spalte 177) zu einem kleinen 4-armigen und bald 8-armigen "hydra-artigen" Polypen um. Sie lebten bis zum folgenden Februar. SIEBOLD konnte zwar die weitere Umbildung dieser polypenartigen Tierchen nicht weiterverfolgen, aber war "glücklich" "eine zweite Entwickelungsstufe" der Ohrenqualle festgestellt zu haben, die Bildung von kleinen "Polypen". SIEBOLD wurde 1840 Professor in Erlangen, 1845 in Freiburg i. Br., 1849 in Breslau, 1853 in München. Die Bildung von Medusen aus polypenartigen Tieren fand der Norweger MICHAEL SARS. Er war Pfarrer an der Westküste von Norwegen bei Bergen und hat hier seine Untersuchungen bei niederen Meerestieren begonnen. SARS erhielt 1854 die Professur für Zoologie an der Universität in Christiania (das spätere Oslo). SARS (1837) beobachtete einen als Strobila bezeichneten Polypen, der offenbar der auch von SIEBOLD gesehene Jugendzustand der Ohrenqualle war. An diesem polypenartigen Tier bildeten sich beim Wachsen "Querrunzeln", es sah aus "wie ein Stapel Tassen" und diese trennten sich voneinander, oben reisst sich der eine nach dem anderen los, ..." (S. 7). So entstanden neue kleine Medusen. Es wechselten also die sich geschlechtlich vermehrenden Medusen (Quallen) mit einer polypenartigen, sich ungeschlechtlich vermehrenden Generation.

Die **Kenntnis vom Generationswechsel** der **Medusen half auch bei parasitischen Würmern den Generationswechsel** aufzufinden. Folgten geschlechtliche und ungeschlechtlich sich vermehrende Generation regelmäßig aufeinander sprach man in der Folgezeit von **Metagenese**. Folgten unterschiedlich zahlreiche geschlechtlich und ungeschlechtlich sich vermehrende Generationen aufeinander, wie bei den Blattläusen, hieß das später **Heterogonie**, was der junge russische Zoologe MECNIKOV bei LEUCKART in Gießen bei einer Art der Fadenwürmer / Nematoden, *Rhabdonema*, gefunden hat. LEUCKART publizierte das unter seinem Namen und nannte MECNIKOV nur in einer Fußnote (H. PENZLIN 2008).

JOHANNES MÜLLER (E. DU BOIS-REYMOND 1860) war nicht wie andere am Zoologischen Museum in Berlin für Zoologie angestellt, aber er als vergleicher Anatom und zuständig für Entwicklungsgeschichte brachte die Zoologie vor allem voran. Er fand neben SARS und anderen die **Metamorphose** von **Stachelhäuter**n, indem.sehr kleine Meeresorganismen durch ihre Verwandlung als Larven von Stachelhäutern erkannt wurden, so 1846 die **Pluteus**-Larve als die von **Seeigeln**. Die kleine **Bipinnaria**-Larve wandelte sich in einen **Seestern**, wie es MÜLLER

im September 1847 am Sund bei Helsingör verfolgen konnte. Im Herbst 1849 sah MÜLLER bei Nizza die Umwandlung der Auricularia-Larve in Seegurken / Holothurien. Ein Generationswechsel lag bei den Stachelhäutern nicht vor, es war eine Metamorphose von einem gegenüber dem geschlechtsreifen Organismus ganz anders geformten Larven-Stadium.

### Möglicher Zusammenhang von Metamorphose, ungeschlechtlicher Vermehrung und Generationswechel

Damals, um die Mitte des 19. Jh., als etliche bei den Zoologen Aufsehen erregende Metamorphosen gefunden wurden, versuchte LEUCKART 1851 einen Zusammenhang vorzustellen, noch ohne Evolutionsvorstellung, aber, wie aus seinem Text hervorgeht, überzeugt davon, wie **im Tierreich** und bei den Organismen überhaupt **die Dinge nicht isoliert sind**. Auch die Tiere, die im Ei oder gar im Uterus heranwachsen, machen in ihrer Embryonalentwicklung manche Wandlungen durch. Man könne auch bei ihnen von einer Metamorphose sprechen, wenn auch weniger ausgeprägt. '**Metamorphose' war also** nur **Steigerung von Entwicklungsumwegen**, mit eingefügten stärkeren Umwandlungen. Wer in seiner Entwicklung früh aus dem Ei ausschlüpft, braucht Anpassungen, um in der feindlichen Umwelt zu überleben. Nur im Wasser konnte das kleine Fröschlein als Kaulquappe überleben bevor es etwa im Skelett landreif war. Freilebende Larven entgingen Gefahren, die ein ausgereiftes festitzendes Tier nicht mehr so stark treffen. Metamorphosen erlaubten viel mehr Nachkommen hervorzubringen, als wenn Nachkommen lange und dort heranwachensend als größeres Ei oder gar größeres Tier den Mutterleib besetzen. Und bei etlichen Formen kam es eben auch zur Vermehrung, meistens ungeschlechtlicher, in der Metamorphose. So wie Süßwasser-Polypen Knospen bilden. Und gab es das regelmäßig, kam es zu Generationswechsel.

## Weitere Besonderheiten in der Fortpflanzungsbiologie mancher Tiere

Die **Fortpflanzungsbiologie** fand noch seltsame **Andersartigkeiten** von dem, was als normal betrachtet worden war. Es fanden sich rein drohnenbrütige Bienenköniginnen, die in ihrem Samenaufbewahrungsvehälter (Receptaculum) keine Spermien enthielten, woraus sich ergab, untersucht u. a. von DZIERZON und R. LEUCKART (1858), daß Drohnen, die männlichen Bienen, aus unbefruchteten Eiern herkommen. NIKOLAI PETROWITSCH WAGNER in Kasan fand um 1862, daß bei einer Art kleiner Zweiflügler, Gallmücken, schon die **Larven reif** wurden und Junge entließen, was LEUCKART (G. ZIRNSTEIN 2003) 1865 bestätigte. **Parthenogenese**, Fortfplanzung ohne vorangehende Befruchtung, wurde nach

den Befunden an Blattläusen im 18. Jh., nun im Süßwasser auch bei den zu den Würmern gehörenden nahezu mikroskopisch kleinen Rädertieren/Rotatoria und Kleinkrebsen gefunden. Rotatoria, wie wie etwa COHN (1858, 1863) untersuchte, liefern etliche Monate nur Weibchen, und erst vor dem Herbst erscheinen die kleineren Männchen und werden die den Winter überdauernden "Wintereier" gebildet. COHN fand solche Rotatoria in kleinen Wasseransammlungen, etwa in einem kleinen Teiche in Breslau.

CARL CHUN (1892) (G. ZIRNSTEIN 2009) fand seit 1877 bei einigen Arten der Rippenquallen des Mittelmeeres, zuerst bei *Eucharis multicornis*, daß sie im frühen Jugendstadium Geschlechtsprodukte ausbilden, die befruchtet kleine Embryonen bilden. Diese Geschlechtszellenbildung der Larven verliert sich wieder und nach Durchlaufen eines wieder geschlechtslosen Stadiums erscheinen auf einem späteren Stadium erneut Geschlechtszellen. CHUN nannte dieses Phänomen "**Dissogonie**", eines der merkwürdigsten Fälle umwegiger Entwicklung im Tierreich. Ist es eine Anpassung an die Zerstückelung vieler Larven der Rippenqualle im sturmgepeitschten Oberflächenwasser?

## Ihre Individuen zu vermehren hat die Evolution also die eigenwilligsten Vorgänge hervorgebracht.

Die Generationen bei einem Generationswechsel konnte man bei größerem Gesichtspunkt natürlich auch als 'Larven' betrachten, die sich auch selbständig vermehren konnten, durfte so eben die Verbindung zwischen Metamorphose und Generationswechsel ziehen (E. O. SCHMIDT 1872). Bei der Metamorphose gab es Larven, etwa die Kaulquappen beim Frosch, die sich nicht vermehrten und nur umbildeten in die Endform, beim Generationswechsel vermehrten sich auch die Larven, bis eine Art Endform erschien.

## Eier und Spermien – Befruchtung bei Wirbeltieren, bis um 1875

Der Vorgang der Ei-Bildung und der Befruchtung bei den Säugetieren und namentlich auch beim Menschen interessierte in besonderem Maße. Nach Untersuchungen von LEEUWENHOEK und DE GRAAF waren es nunmehr besonders VON BAER, das Forscherpaar PREVOST und DUMAS in Genf, der Engländer MARTIN BARRY und dann in Deutschland herausragend THEODOR LUDWIG WILHELM BISCHOFF, welche sich den Früstadien der Keimesgeschichte der Säugetiere zuwandten. Was sich bei Fröschen außen abspielt und verfolgt werden

konnte, geschieht bei anderen Tieren, auch Vögeln und Säugetieren, eben verborgen im Inneren und war schwieriger aufzuklären.

Noch bis fast in die Mitte des 19. Jh. gab es Zweifel daran, daß für die **Befruchtung** der Eier keineswegs die Samenflüssigkeit allein ausreicht, sondern die von den Embryologen der 1830-er-Jahre im Eileiter und im Ei gesehenen **Spermien** in der befruchtenden Flüssigkeit **notwendig** sind, BURDACH hatte in den Spermien in der Samenflüssigkeit so etwas wie überflüssige Einzeller, so etwa wie Parasiten, gesehen, oder VALENTIN betrachtete sie als notwendig für die Mischung in der Samenflüssigkeit (W. COLEMAN 1865, S. 134). Nach den Vorarbeiten etwa von PREVOST und DUMAS 1824 fand das 1849 RUDOLF LEUCKART, seinerzeit in Göttingen, als so gut wie sicher bei 3 Fröschen. Er filtrierte ihre Samenflüssigkeit und diese, nun ohne Spermien, befruchtete Eier nicht. Der Rückstand der Filtration, also die Spermatozoen, behielten dagegen ihre Befruchtungsfähigkeit noch nach 8 bis 10 Stunden, Wie sich zeigte, konnte selbst "ein Minimum von Samen eine sehr beträchtliche Menge von Eiern zur Weiterentwickelung" bringen (S. 121), und es gab hier zunächst als Überlegung, ob möglicherweise ein einziges Spermium zur Befruchtung eines Eies ausreicht. Zu der Zeit waren führende Embyologen schon kräftig am Werk.

THEODOR LUDWIG WILHELM BISCHOFF (C. KUPFFER 1884, F. MATTICK 1955) war der in Hannover geborene Sohn eines Bonner Professors. Nach dem Medzinstudium und Privatdozentur war er als in Heidelberg in Streit gekommener Dozent auf Betreiben LIEBIGs 1843 ordentlicher Professor der Physiologie in Gießen geworden und ging mit LIEBIG 1855 als Professor nach München. Wie nötig die Untersuchungen waren, wird aus der Bemerkung BISCHOFFs (1845, S. 2) deutlich, "dass man bis vor wenigen Jahren die erste Entwicklungsgeschichte nicht nur des Hunde-, sondern jedes Säugethiereies, für ein ungelöstes, ja wohl selbst ganz unauflösliches Räthsel hielt, welches dem menschlichen Forschungsgeiste wahrscheinlich für immer verborgen sei." Aber das blieb es nicht. Schon über die Verbindung von **Sexualakt und Befruchtung** gab es eine völlig **falsche** Vorstellung, die von **deren engen Verknüpfung**, und **hier schuf BISCHOFF Licht**.

Die Embryologen, und namentlich auch der in der Embryologie **ab 1835** tätige BISCHOFF (1842) töteten im Namen der Wissenschaft notwendigerweise Tausende Hunde, Kaninchen, auch Schafe, also auch kostenträchtige Tiere, und BISCHOFF hat jedenfalls Tausende "von Eierstöcken vieler Säugethiere und des Menschen", auch fehlgebildete, untersucht (S. 17). Während "der Zeit der Brunst erschossen" - wurde eine Hündin, deren 8 Eier am 12. Mai **1839** untersucht wurden (S. 37). Kurz nach der Begattung gestorbene und sezierbare Menschenfrauen gab es nur vereinzelt. Eher erhielt man abortierte Eier. Eierstöcke von Säugetieren wurden möglichst

frisch wegen der lange Zeit bläschenartigen Graafschen Follikel auf ihnen benötigt, und es standen die numehr in ihnen gesehenen Eier im Vordergrund. Bevor man die Eier sah, wurde etwa von HALLER angenommen, daß sich die Eier aus der Flüssigkeit im Graafschen Follikel bilden. Waren die Eier, wie auch BISCHOFF einmal erörterte, vielleicht nur der Nährboden für den aus einem Spermium entstehenden Embryo? (S. 26). Die sphärischen Eier, eher "Eichen", sind winzig klein, "nur eben dem unbewaffneten Auge bemerkbar", aber doch recht fest (BISCHOFF 1842, S. 11), Und nachdem bekannt war, wie sie aussehen und wie klein sie sind, sah man sie immer - Ergebnis der Lernfähigkeit von Beobachtern! Bei Tieren, die mehrere Junge werfen, reiften auch, wie man verfolgte, mehrere Graafsche Follikel gleichzeitig. Eine Frage war, ob die Eier erst mit der Begattung ausgeworfen wurden oder schon vorher, also "ob die Bildung und Lösung der Eier von der Begattung abhängig seien oder nicht, ob der männliche Saamen dabei irgend eine materielle und welche Rolle spiele, ob derselbe bis zum Eierstock vordringe und das Ei hier" - also am Graafschen Follikel - "befruchte oder ob beide sich erst in dem Uterus oder Eileiter begegneten" (1845, S. 13). 1838 in einer Mitteilung auf der Freiburger Naturforschervesammlung und auch 1842 nahm BISCHOFF an, daß Same und Ei materiell in Berührung kommen, aber das auf dem Eierstock stattfindet. Hier hatte er Samen festgestellt. Weibliche Tiere wurden auch kurz nach, ja während der Begattung getötet, um sofort den Samen an den damals "Spermatozoiden" genannten und ihrer Bedeutung zunächst nicht geklärten Spermien in den weiblichen Geschlechtsorganen zu verfolgen. HAUSMANN, wie BISCHOFF berichtet (1845, S. 14), tötete eine allerdings auch vorher schon einmal begattete Stute 2 Minuten nach der Bedeckung und fand Samen bis in die Scheide. Eine Hündin tötete er währen der Begattung, eine andere 12 Minuten danach. BISCHOFF fand am 2. Mai 1840 (1845, S. 15), Spermatozoiden im Eileiter einer vor 18 1/2 Stunden erstmals begatteten Hündin und die Eier waren bereits ausgetreten und im Eileiter "herabgerückt". BISCHOFF veröffentlichte 1845, daß die Ovulation, die Ei-Ausstoßung auf den Graafschen Follikel bei von ihm untersuchten Tieren wenigstens auch spontan erfolgt und nicht auf die Kopulation angewiesen ist. Mit Reifung und Austritt der Eier aus dem Eierstock steigerte sich zwar die Begattungsbereitschaft (1845), ja es wird vom Meerschweinchen-Weibchen Begattung dann überhaupt erst zugelassen (1870). Aber die "Befruchtung erfolgt keineswegs im Moment der Begattung, sondern erst später" (1845, S. 16). Es wäre hinsichtlich der Eireifung nötig sich von jenen überkommenen Vorstellungen zu lösen, als ob die den "Zeugungsakt begleitenden Empfindungen und Gefühle" das "Hauptmoment" im Befruchtungsgeschehen sind. Die Ei-Entwicklung weiter zu verfolgen hat BISCHOFF beim lebenden Hunde auch in verschiedenen Abständen Stücke des Uterus mit den sich entwickelnden Eiern herausgeschnitten, wobei der Hund mit der Wunde am Leben gelassen wurde (1845, S. 76). An Organen bei dem sich

in den ersten 24 bis 48 Stunden besonders rasch entwickelnden Embryo erschien, im Fötus, zuerst das Zentralnervensystem. In dem geplatzten Follikel, aus dem ein Ei entlassen wurde, bildet sich der schon bekannte "Gelbkörper", das Corpus luteum, über dessen Funktion man im 19. Jh. jedoch nur rätseln konnte. Man fand also wie in der Histologie im Falle der Langerhansschen Inselzellen in der Pankreas Dinge, die erst mit der Hormon-Forschung im 20. Jh. geklärt wurden. Und erst im **20. Jh.** wurde die Periodizität der Eireifung gefunden, die 'fruchtbaren und unfruchtbaren Tage'. Der 1882 in München gestorbene BISCHOFF sah wegen ihrer Gehirne Frauen als intellektuell weniger befähigt an und lehnte ihr Medizinstudium ab, war also auch noch bis tief in frühe 20. Jh. reichenden Vorurteilen befangen.

Der begüterte englische Mediziner und Embryologe BARRY (G. L. ASHERSON 2004) war 1834 bei deutschen Biologen gewesen war und verfolgte die deutschsprachige Literatur über Mikroskopie weiter, BARRY entnahm 1842 wenige Stunden nach der Begattung aus der Fallopischen Tube eines **Kaninchen**s ein **Ei** und sah **in ihm ein Spermium** – der erste Hinweis auf das Eindringen eines Spermiums zur Befruchtung in ein Ei, ohne das Eindringen gesehen zu haben (W. COLEMAN 1965, S. 135). BISCHOFF, der bei verschiedenen Säugetieren die Eier gewann und untersuchte, bezweifelte das 1845, aber 9 Jahre später fand er das auch und das wurde um 1875 von anderen näher studierte und gipfelte erst einmal bei O. HERTWIG. Vom Kern der Eizelle sollten nach BARRY alle tierischen Gewebe abstammen.

Zur Wirkung der Spermien für die Entwicklungsanregung des Eies wurde an mögliche "Fermentwirkung", an Katalyse (W. COLEMAN 1965, S. 133), auch an Kontaktwirkung der immerhin sich lebhaft schlängelnden Spermien gedacht, ähnlich wie Kontakt auch in LIEBIGs Gärungstheorie angenommen wurde. Mit der weiteren Aufklärung der Zelle, namentlich des Zellkerns und von Bestandteilen in ihm mehr morphologisch ausgerichtete Einblicke in das Befruchtungsgeschehen gewonnen.

Was dann im 20. Jh. zu den Erkenntnissen über den Ei-Sprung und den Gelbkörper als wesentlich hinzugefügt wurde (s. d.), war die Feststellung von der Periodiziät des Ei-Sprungs beim Menschen und von der Hemmung von Ei-Sprüngen bei bestehender Schwangerschaft wenigstens bei Säugetierenm aufgeklärt also das .

## Befruchtung bei Blütenpflanzen, Pflanzen-Embryologie

Die Verfolgung der Einzelheiten der Befruchtung und der Entwicklung der jungen Pflanze in den Samenanlagen im Fruchknoten und die Ausbildung des Samens war

oft schwieriger zu verfolgen als die Embryonalentwicklung vieler Tiere.

## Medizin und Biologisches beim Menschen

## Was sind Krankheiten? - Allgemeine Pathologie - Die Naturwissenschaften in der Medizin

Krankheiten wurden zunehmend, namentlich durch VIRCHOW, als ebenfalls natürliche Prozesse angesehen, welche der Physiologe erklären kann, auch wenn sie eben nicht unbedingt dem Weiterleben dienen. Krankheit war dann etwa für VIRCHOW eine quantitative **Abweichung** von dem **normalen Laufe der Lebenserscheinungen** (E. BEHRING 1893). Auch Krankheiten **bei Pflanzen** in eine '**Vergleichende Pathologie**' einzubeziehen, also Krankheit als Erscheinung aller Lebewesen zu sehen, befürwortete der Botaniker FRANZ UNGER etwa 1840 in einem 'Sendschreiben an Herrn Professor Schönlein'.

S**chädigung von Organen** etwa beim Menschen, etwa Blutgerinnsel im Gehirn bei Schlaganfall, setzte allerdings Organe wenigstens teilweise außer Funktion, war mehr als 'quantitative Abweichung'. Was als **Symptome** bestimmter Krankheiten erschien waren oft ja der Heilung diendende **Abwehrprozesse** des Körpers. So wurde auch das **Fieber** und zunehmend auch die **Entzündung** gesehen. Krankheit war kein "Wesen" für sich.

**Mißlich** war stets eine **Klassifikation der Krankheiten**. Sie einzuteilen wie Tier- und Pflanzen-Arten oder Mineralien mißriet. Diarrhoe, Durchfall, das konnte verschiedene Ursachen haben, beispielsweise unterschiedliche Mikroben. Sollte man sich mit dem einen Symptom "Durchfall" als einer Krankheit abfinden? Mit ihren Varianten, gekoppelt mit verschiedenen Symptomen? Sie gemäß den Erregern unterscheiden, wie dann bei Cholera, Typhus, Paratyphus und anderem? Unterschiede gab es auch bei der "Gelbsucht". Hier stand dann VIRCHOW gegen die Bakteriologen. Mit ihnen kam wieder die andere Denkrichtung, daß ein 'spezifisches Wesen der Krankheiten besteht, welche dem lebenden Organismus, an welchem dieselben sich dokumentieren, feindlich gegenüberstehen.' Die Spezifität der Krankheitsursachen war dann entscheidender als als die "symptomatische und pathologisch-anatomische Classificirung" (S. XX).

## Pathologische Anatomie - spezifische Symptome resp. Krankheiten verbunden mit spezifischen Organschäden

Mediziner interessierte, wie schon im 18. Jh. und auch vorher, **welche Organe oder Strukturen im Körper bei bestimmten** beim noch Lebenden festgestellten **Krankheiten oder Störungen**, bei gemeinsam aufgetretenen **Symptomen**, **verändert** waren, vertraten also die **Pathologische Anatomie**/morbid anatomy. Ihre Erkenntnisse beruhten auf der Obduktion von an bestimmten Leiden Gestorbenen. Der Pathologische Anatom, wie großartig er war oder auch nicht, wurde damit die Prüfungsinstanz für die Richtigkeit des kurz vorher am noch Lebenden gestellten Diagnose des Klinikers oder Pathologen. Der noch nicht einmal im Staatsexamen geprüfte CARL LUDWIG SCHLEICH vertrat schon den Assistenten in der Berliner Pathologischen Anatomie mit und konnte dann in seinen Erinnerungen berichten (S. 164/165): "Da stand ich denn schon wie in kleiner Urteilsverkünder vor den entblößten Leichen, das Messer in der Hand, um einem Frerichs, Leyden, Henoch, Bardeleben, Gusserow" - also Größen der damaligen Berliner Medizin - "zu offenbaren durch Schnitt und Urteil, ob sie sich geirrt hatten in ihren Diagnosen, die jedenfalls nicht verhindern konnten, daß ihre Opfer hier lagen, bereit für die Enthüllung aller ihrer Leidenszustände während ihres ganzen Lebens." Vorher hatten "die Koryphäen oder ihre Assistenten ... eine Skizze ihrer Beobachtungen, eine Symptomreihe, eine Geschichte der Krankheit" entworfen und war man nun in der Lage, "sie durch den Augenschein zu widerlegen oder ihnen Triumphe der Diagnose zu bereiten ... Da gab es manchmal ganz handfeste Kontroversen, bis sie sich überzeugen ließen, daß ein schönes, mit viel Scharfsinn aufgebautes Diagnosengerüst vor der nackten Tatsache des anatomischen Befundes zusammenbrechen mußte."

Ein in das 19. Jh. fallendes frühes Musterbeispiel für einen Zusammenhang eines bei allen Variationen im einzelnen spezifischen Leidens, bestimmten Symptomen des kranken Lebenden mit einem offensichtlichen Organschadens, lieferte der englische Mediziner RICHARD BRIGHT **1827, 1836** (s. 1916, E. EBSTEIN; D, BERRY 2004) am Londoner Guy Hospital. Bestimmte Symptome, nämlich außer Unspezifischerem wie Kopfschmerz und Ödem stets bei Erwärmung Gerinnung des Urins und, im Bericht 1836, festgestelltes Eiweiß, Albumin, in ihm, waren verknüpft mit bei der Obduktion der daran Verstorbenen mit spezifischen Veränderungen in der **Niere**. Es wurde dann von der **Brightsche**n **Krankheit** gesprochen. Die Nieren-Veränderung konnte offensichtlich durch verschiedene schädliche Ursachen zustandekommen, so Trunksucht. BRIGHT konnte die von ihm beschrieben Symptomenverknüpfung namentlich bei den 'niederen Klassen' nachweisen. Als Therapie der noch lebenden Erkrankten konnte BRIGHT nur Diät empfehlen. BRIGHT hatte sich vorher, 1810, auch als Begleiter einer 3-Mann-

Expeidtion als Botaniker und Zoologe auf Island einen Namen gemacht und unternahm 1814 - 1818 eine also fast 4-jährigen Tour auf den Kontinent, wo er sich unter anderem in Berlin, Wien, Budapest und Paris aufhielt.

Einen mindestens ebenso bereden Fall einer **Verknüpfung bestimmter Krankheitssymptome mit einem sichtbaren Organschaden** beschrieb **1855** der ebenfalls am Guy's Hospital wirkende **THOMAS ADDISON** (J. A. BENJAMIN 1970, N. G. COLEY 2004), als er bei einer von ihm erfaßten besonderen Anämie, verknüpft mit einer charakteristischen dunkleren ('bronzenen') Hautverfärbung, stets eine Zerstörung der Nebennieren-Kapsel (- rinde) fand. Als 'Addinsonsche Krankheit' ging das glücklicherweise ziemlich seltene Leiden in die medizinische Literatur ein. Über die Art der Wirkung der Nebennierenrinde konnte damals nur spekuliert werden, gehörte die Nebenniere doch noch zu den in ihrer Funktion unbekannten Organen. ADDISON schrieb nur von einem "unsicheren Eindruck", der sich auch auf Beobachtungen stützte, daß die Nebenniere in "Verbindung mit Milz, Thymus und Schilddrüse irgendwie auf den Stoffumsatz im Blute" einwirkt (zit. in 1912, S. 14). ADDISONs Feststellung regte, es war dann vor allem BROWN-SEQUARD, zu Eingriffen, ja zur Exstirpation der Nebenniere bei Versuchstieren an.

Schon von außen her war erkennbar die bis zum Kropf **vergrößerte Schilddrüse**, die mit manchen Leiden verbunden sein konnte. Der Merseburger Kreisphysikus CARL ADOLPH VON BASEDOW beschrieb 1840 die "**Glotzaugenkrankheit**", den Exophtalmus durch Hypertrophie des Zellgewebes in der Augenhöhle und diese konnte dann mit der Schilddrüse verbunden werden. VON BASEDOW starb 1854 55-jährig nach einer bei einer Obduktion zugezogenen Leichenvergiftung.

Berühmt für eine Fülle von Leichensektionen war **Wien**, mit der zweiten "Wiener Medizinischen Schule", mit ROKITANSKY, SKODA, VON HEBRA die also die "morphologischen Veränderungen von Krankheiten systematisch erfaßte" (R. SEDIVY 2004). Von ROKITANSKY stammen aus der Zeit von 1827 bis 1875 etwa 60.000 eigenhändige Sektionsprotokolle (G. SCHMIDT 2005). ROKITANSKY beschrieb in seiner letzten größeren Publikation 1875 die "Defecte der Scheidewände des Herzens", die er als wichtigste Anomalien des inneren Herzbaues feststellte und die also Herzleiden hervorriefen. Solche Forschungen berührten sich mit der Teratologie, welche die in der Embryonalentwicklung auftretenden Mißbildungen untersucht und also Krankheitssymptome auf Fehler in der Embryonalentwicklung zurückführt. Auch ROKITANSKY untersuchte die Herzen von Embryonen.

Zur Pathologischen Anatomie gehören auch die mit **Schäden im Gehirn** verbundenen Störungen in geistigen Leistungen, etwa der Sprachfähigkeit (s.d.).

Eine etwas abseitige Gestalt war der ideenreiche Leipziger Mediziner GUSTAV



Abbildung 1521: FECHNER. Leipzig, im Rosental.

THEODOR FECHNER (u. a. Wikipedia 2020) , unter anderem Begründer der Psychophysik, welche die Beziehung zwischen dem physikalischen Reiz und der Sinnesempfindung untersucht. FECHNER war auch Naturphilosoph. 1834 wurde FECHNER an der Universität Leipzig Ordinarius für Physik, 1835 des neu eröffneten physikalischen Instituts, 1843, nachdem er durch galvanische Versuche schon vor der Erblindung stand, Professor für Naturphilosophie und Anthropologie.

Wunsch war, auch schon am Lebenden Organschädigungen im Körperinneren von außen zu ermitteln. Das konnte bedeuten: Diagnose klar, aber Therapie, also Hilfe, nicht möglich, also bei Kenntnis von mit Krankheiten verbundener Schädigung dennoch "**therapeutischer Nihilismus**". VON LEYDEN zitiert (1910, S. 78/79) von seiner Studienzeit in Wien einen seiner Lehrer:: ""Heilen können wir eine Krankheit nicht, wir können sie diagnostizieren, wir können sie auch allenfalls beurteilen; es gibt kein Verdienst der Ärzte, es gibt nut mehr oder weniger glückliche Ärzte. - Nicht der Arzt, die Natur heilt die Krankheit!" Wenn sie es denn tat! Der die Leichen öffnende Pathologe konnte oft feststellen, post mortem / nach dem Tode, wie richtig – oder unrichtig – die vom Arzt, vom Internisten, gestellte Diagnose war. Nachträglich könnte man spöttisch fragen: Mußte der Patient dann vielleicht hinnehmen, daß man ihm sagte, daß er noch soundsoviel Monate lebt ohne Erwartung jeder Hilfe?

Erkrankte Organe, entnommen aus Leichen oder von Operationen, samt mißge-

bildeten Ganzkörper-Embryonen bilden das pathologisch-anatomische Gruselkabinett von **medizinischen Sammlungen in Universitäten und Krankenhäusern** – und zeugen vom Fortschritt beim Blick ins Körperinnere. Aber nur das Ausgefallene zu präparieren wurde dann als ungenügend erkannt. Jede krankhetsbedingte Organveränderung hatte in die Sammlung zu gehören und konnte Aufschlüsse geben, auch für häufige Lieden. Der Pathologe K. E. HASSE (1902, S. 174/175) schritt am Ende der 30-er-Jahre des 19. Jh. in seiner Dozentenzeit in Leipzig darüber hinaus allein "besonders in die Augen fallende, sogenannte seltene Befunde aufzustellen ... " und begann mit einer Sammlung, "in welcher eine Entwicklungsreihe der Krankheitsprocesse zusammengestellt werden sollte", welche, etwa bei der Lungentuberkulose oder dem 'rhachitischen Knochenleiden' auch die anatomisch sichtbaren Heilungsprozesse einschloß. **Krankheiten** hatten schließlich im **einzelnen Erkrankten** auch eine Umbildung, **eine Entwicklung**, glücklicherweise auch in nicht seltenen Fällen auch zur Besserung.

Die pathologische Anatomie war natütlich **auch** pathologische, den Kranhkheitsherd feststellende **Physiologie**. Das mit Krankheit verbundene Organ hatte schließlich eine Funktion. Eine geschädigte Niere konnte nicht nur eine anatomisch-morphologische Angelegenheit bkeiben, sondern leitete zu der Frage nach den damit verbundenen Funktionsstörungen, ihren Ursachen. Ein anatomisch festgestellter Herzklappenfehler war nicht nur ein anatomisch-pathologisches Bild, sindern eine Ströung im Blutkreislauf und diese mußte auch ermittelt werden. Funktionsstörungen wirkten oft auch den ganzen Körper, führten über die Lokalisierung von Krankheitsursachen hinaus. Wie 1929 der Vergleichende Physiologie treibende H. J. JORDAN (S. 348) meinte: Der Organismus ist "keine Summe zufällig agglomerierter Teile, sondern eben ein Ganzes ... jede Störung einer Einzelfunktion bedeutet Krankheit des Ganzen." Also "Ernährung, Atmung, Stoffwechsel, Nervensystem hängen zusammen, alle ambozeptorartig miteinander verbunden: jede einzelne Erscheinungsgruppe nicht nur vorhanden, sondern auch unentbehrlich, jede einzelne isoliert undenkbar." Die am Organ festgestellte Krankheit und eine Krankheit überhaupt war Forschungsproblem für die Physiologie, auch die normale.

## Morphologie hin zum Mikroskopischen, zu Zelle und Gewebe, aber Morphologie vor Physiologie

Der "pathologisch-anatomische Gedanke" wurde namentlich im die Mitte des 19. Jh. **zum Feinanatomischen, zu den Geweben und Zellen** (s. unt.) fortgeführt. Verknüpfung von Zellveränderungen mit Krankheiten resp. Krankheitssymptomen bestimmten zeitweilig die Medizin. VIRCHOWs (s. unt.) "Cellularpa-

thologie" erschien als Grundlage der Krankheitslehre.

Der zytologischen und histologische Beschreibung, die **Beschreibung der Zellen und Gewebe**, ging oft ebenfalls lange, wie bei den Organen, **der Aufklärung**, ja selbst der Vermutung **über die Funktion voran**.

Die Anatomie, das **Anatomische und Morphologische**, ob **makroskopisch oder dann mikroskopisch**, beherrschte auf dieser Grundlage noch lange die Medizin wie **auch die Zoologie**. Es soll die Bedeutung des Anatomischen dabei nicht bestritten werden. Aber der **Übergang zu** einer viel **mehr** von der **Physiologie** bestimmten Medizin wie Zoologie war offensichtliche Notwendigkeit. Das Anatomisch-Morphologische erschien sicherlich exakter faßbar, spekulationsfreier. Und eine gute Anatomie war Voraussetzung der Arbeit des Physiologen. Namentlich dann im **20. Jh.** wurde deutlich und immer mehr verfeinert: Die Zelle ist nicht nur der morphologische Grundbaustein der Organismen, auch **alle Lebensvorgänge** gehen **an oder in Zellen** vonstatten.

Im morphologisch vorpreschenden 19. Jh. hat im einzelnen etwa der 22-jährige Medziner PAUL LANGERHANS (H. SCHADEWALDT 1982) 1869 bei VIRCHOW in seiner 32-seitigen Dissertation "Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse" 9 verschiedene Zellgruppen in der **Pankreas**/Bauchspeicheldrüse beschrieben. Die LANGERHANS in der Pankreas besonders auffallenden Zellen erhielten 1893 von EDOUARD LAGUESSE den Namen "Ilots de Langerhans"/Langerhanssche Inseln. Von einem Wissen um die mögliche Funktion, die Insulin-Produktion, was man immer noch weit entfernt.

LUDWIG ROBERT MÜLLER (1896, 1958), der später für seine Arbeiten über das autonome Nervensystem bekannt wurde, beschrieb 1896 unter MARCHAND in Marburg die "Histologie der normalen und erkrankten **Schilddrüse**" die Feinheiten in derem Zellaufbau, die Veränderung dieser Zellen in verschiedenen Phasen ihrer Sekretion, die Schilddrüse in den verschiedenen Lebensaltern, die Degeneration im Alter, ja die krankhaften Veränderungen etwa bei der Basedowschen Krankheit. Bei der erkrankten, also wohl im allgemeinen vergrößerten Schilddrüse, wurde durchaus weiterhin Kolloid sezerniert. Und eingehend beschrieben wurden von L. R. MÜLLER auch die "Epithelkörperchen", die Nebenschilddrüsen. Aber zur Funktion der Schilddrüse gaben dann bedeutende Einsichten experimentelle Schweizer Mediziner, KOCHER wie REVERDIN.

Klar wurde in all dieser pathologischen Anatomie bis hinunter zur 'Cellularpathologie', daß auf die Darstellung der **Phänomene** die 'Theorie', die **Erklärung** der Vorgänge, folgen mußte, und das muße **von der Physiologie** einschließlich ihrer Eingriffe an den Organen erwartet werden.

## Anatomie vor Physiologie bei Tieren - in der Zoologie

In der Erforschung der Pflanzen und Tiere ging man auf **immer feinere Strukturen** ein und erwartete auch von ihnen eine **Funktion**. So hat etwa CARL CHUN 1875 eine gedruckt 28-seitige Inaugural-Dissertation "Über den Bau, die Entwickelung und Physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insecten" verfaßt. Bei den "Rectaldrüsen" handelt es sich um längliche Wülste am Enddarm, die bei der Honigbiene schon SWAMMERDAM im 17. Jh. wahrgenommen und LEUCKART verfolgte ihre Verbreitung bei den Insekten. LEYDIG hatte bei der Fliege *Musca vomitoria* ihre Histologie genau beschrieben. Welche Funktion hatten sie nun? Durfte man aus etwa ihren "Tracheenreichtum und die Nervenverbreitung" auf Sekretion schließen? Das alles als Beispiel, wie man in die Feinheiten der Strukturen auch kleiner Tiere eindrang. Im 20. Jh. zeigte sich ja, wie feine Strukturen, Corpora allata und andere, bei Insekten etwa Hormone abgeben.

## Chemische Pathologie

Veränderungen in Substanzen im Körper konnten ebenfalls zu Aussagen über ein krankhaftes Geschehen geben. Neben die "Pathologische Anatomie" trat die "Chemische Pathologie". Die alte Harnschau war eine Diagnose in dieser Richtung, wenn eben auch nicht die aussagefähige ohne wirkliche Stoffuntersuchung des Harns, etwa auf Zucker. Die pathologische Anatomie war abhängig von den Fortschritten der Chemie. Namentlich von den Fortschritten in der Analyse- In Frankreich bemühten sich um die Mitte des 19. Jh., 1843, GABRIEL ANDRAL und der Chemiker GAVARET (dtsch. 1848) um eine **Blutpathologie,** begründet auf Festellungen über Bluveränderungen bei machen Kranken. Die alte 'Humoralpathologie' sollte eine neue Gestalt berkommen. Eine reine Stoffwechselkrankheit schien ja wohl der Diabetes zu sein. Immer blieb aber offen, ob nicht in der Feinstruktur von Zellen, im Sinne von VIRCHOWs "Cellularpathologie" die letzte Krankheitsursache lag. (Heute muß man an die Erbsubstanz denken). Gerade bei VIRCHOW kam es dann zur Förderung auch der Untersuchung chemischer Abweichungen im Körper.

## Physiologische Pathologie

Um hier den Zusammenhang zu erhalten sei gleich erwähnt, daß man auch die physiologischen Prozesse im Zusammenhang mit Krankheit und anatomischen Veränderungen aufzuklären suchte, so als eine Pionierleistung bei JULIUS COHNHEIM 1877, damals in Breslau.So wurde erforscht, wie sich nicht-schließende Herzklappen auf den Kreislauf auswirken oder irgendwo im Körper gerinnendes Blut.

## Blick ins Körperinnere beim Lebenden, vor allem dem Kranken

**Vorgänge an inneren Organen** und damit dort eventuell vorhandene Schädigungen suchte der Mediziner **von außen zu erfassen**, also wenigstens bedingt in das Körperinnere zu blicken und so Diagnosen zu stellen. Schon nach der Mitte des 18. Jh., zur Zeit der Kaiserin MARIA THERESIA, hat in Wien, veröffentlicht 1761, der aus Graz stammende Mediziner JOSEPH LEOPLOD AUENBRUGGER (J. STEUDEL 1970) durch Abklopfen der Brust mit den Fingerspitzen und das Abhören der dabei entstehenden Töne Lungen- und Herz-Veränderungen, also Krankheiten, am Lebenden festzustellen versucht. Er hatte die Töne bei Gesunden wie Kranken miteinande verglichen. AUENBRUGGER hat nicht nur ein Opern-Libretto für den Komponisten SALIERI verfaßt, sondern war auch musikalisch, hat selbst komponiert und war also auf Töne eingestellt. Diese **Perkussion** genannte Diagnose-Methode fand unterschiedliche Akzeptanz. Wichtig war, daß in Frankreich JEAN-NICOLAS CORVISART (P. GANIE'RE 1971)., NAPOLEONs I. Leibarzt, die Methode anerkannte und darüber veröffentliche. NAPOLEON hat gsagt: "Ich glaube nicht an die Medizin, ich Glaube an Corvisart". Nach ärztlichem Dienst 1799 bei der Westarmee studierte auch bei CORVISART der Mediziner RE´NE´THEÓPHILE LAENNEC aus Quimper in der Bretagne, auf den das nahezu zum Symbol des neuzeitlichen Arztes gewordene **Stethoskop** zurückgeht, das zur Ton-Verstärkung angelegte Hörrohr zum besseren "Abhören", der '**Auskultation**' (1819), des Herzens. Auch er hatte Lebende abgehört und mit den Sektionsbefunden bei den Gestorbenen verglichen.

Später hat die **Physik** die Möglichkeiten der **Erfassung von inneren Körperdingen enorm erweitert**, durch Röntgenstrahlen, Elektrokardiographie, Ultraschall.

## Die Schädel der Rassen

Etliche Mediziner waren auch Anthropologen und gingen davon aus, daß die verschiedenen Völker, ja Rassen, sich in den Schädeln unterscheiden. Vor allem wurde gemeint, auch erhaltene **Schädel selbst ferner Vergangenheit bestimmten Rassen zuzuordnen** und so die **Wanderungsbewegung vorzeitlicher Völker** auszumachen. Mit dem wachsenden Interessen an Rassen stieg das Interesse an Schädeln. Zumal sie ja das für die intellektuellen **Leistungen maßgebende Gehirn einschlossen**, seine Gestalt mehr oder weniger wiedergaben. Größere Schädel bedeutete größeres Gehirn. Größeres Gehirn aber konnte Vorherrschaft begründen! Die Zuwendung zu den Schädeln wurde auch dadurch begünstigt, daß sie haltbar sind wie Muschelschalen.

Namentlich im Zusammenhang mit solchen Untesuchungen wurde die Anthropologischen Gesellschaften gegründet, so 1859 in Paris. Untersuchung von Schädeln - das war ein wichtiger Teil im Lebenswerk etwa von RUDOLF VIRCHOW, der eine große eigene Schädel-Sammlung besaß und auch Reisen zu Ausgrabungsorten mit Schädel-Aufsammlung unternahm. Bis in den Kaukasus. Aus aller Welt wurden Schädel in europäische Sammlungen zusammengetragen. VIRCHOW war erfeut über Schädel aus dem alten Mesoamerika, von den Philippinen, von Neuguinea, aus Oasen, von alten Kelten. Sinnvoll war, wenn man aus alten Knochen und auch Schädeln frühere Krankheiten ablesen wollte. Aber das war nicht das vorderste Ziel.

Beinhäuser, also Knochenansammlungen in alten Kapellen und auf alten Friedhöfen, waren ein wichtiger Herkunftsort für ältere Schädel. Während man heute diesen Schädel-Untersuchungen sehr skeptisch bis ablehnend gegenübersteht, wurde im 19. Jahrhundert viel Mühe darauf verwendet, die Schädel auch zu messen und meßbare Unterschiede festzustellen, so wie es BROCA oder ANDERS ADOLF RETZIUS unternahmen. Dieser RETZIUS, Angehöriger einer schwedischen Gelehrtendynastie, stellte als wichtiges Schädel-Kennzeichen das Verhältnis von Weite zu Länge auf, den **Schädel-Index**. Er unterschied die brachycephalen, d. h. Kurzschädel, von den dolichocephalen, den Langschädeln. Was war nun "höherstehend", **Brachycephalie** oder die auch mit dem "Nordischen" verbundene **Dolichocephalie**, oder gar Zwischentypen? Die Meinungen, die eine Zeit lang zugusten der Dolichocephalie sprachen, haben sich auch geändert, ja wurde auf viele größere Variabilität, auch regelrechte Umkehrungen im Laufe der Generationen verwiesen.

War das nun ohne Wert, wenn der Anatom WILHELM HIS, damals in Basel, 1864 (S. 52) feststellte, daß trotz bis "zweitausendjähriger Vermischung" der "successive in die Schweiz gedrungenen Völkerstämme" kein "... homogenes Gemenge" entstand, sondern auch die "reinen Urformen", 4 wurden erkannt, weiterbestehen, neben Mischformen? HIS jedenfalls meinte, die Kopfform der alten "Helvetier", "unserer keltischen Vorfahren" etwa von denen der später eingedrungenen Römer zu unterscheiden und eine den Burgundern zuzuschreibende Kopfform nur in deren Gräbern gefunden zu haben, während eine alte brachycephale Form wenigstens möglicherweise auf eine Urbevölkerung verweisen sollte. Hatte das mit Erhalten der alten "Rassen", oder – gemäß viel späterer Erkenntnis – mit 'Herausmendeln' zu tun? Und wiesen die Schädel auf unterschiedliche geistige Leistungen hin, als man zur gleichen Zeit auf unterschiedlichen Gehirnbau der 'Rassen' achtete und die Schädelform den Gehirnbau widergeben sollte? HIS kam immerhin zu der Auffassung, "dass ein genauer Parallelgang zwischen Gehirnvolumen und geistiger Capacität unhaltbar sei." Schädel war also nicht Schicksal!? Mit Evolutionstheorie hatte das zunächst kaum etwas zu tun.

Im Jahre 1856 wurde der **Neandertaler-Schädel** gefunden. Von VIRCHOW zunächst für ein armseliges gegenwärtiges Menschenwesen mit Schädeldeformation gehalten, mußte er dann doch als Vorzeitschädel anerkannt werden. Wie stand es nun hier mit der geistigen Leistungsfähigkeit? Wie der Mensch schrittweise von äffischen Vorfahren kam, wird bis heute im wesentlichen nach der Schädelgröße und Schädelgestalt der fossilen Menschenreste zu bestimmen versucht. Eine nunmehr besonders bange Frage war, ob alle heutigen Menschen, die ihrer uneingeschränkten Fortpflanzungsfähigkeit miteinander eindeutig zu einer einzigen Art gehören, alle auch im geistigen Leistungsvermögen auf gleiche Höhe gelangten. HAECKEL führte Rassen-Unterschiede darauf zurück, daß sich die einzelnen Menschengruppen unterschiedlich weit von ihren äffischen Vorfahren entfernt hatten. Waren dann Zwergskelette wie neuerdings auf Flores gefunden, auch vollwertige Menschen? **Ab wann beginnt in der Menschenevolution das vollwertige Menschsein?** Das wurde vor allem eine Frage des 20. Jh. Abwertungen haben schwere Verbrechen scheinbar gerechtfertigt.

# Eine erste Zellentheorie

## Gedanken zu Elementareinheiten der Lebewesen

Neben der schon länger betriebenen mikroskopischen Anatomie bildete sich die eigene Zellentheorie. Daß man schließlich den Aufbau des Tier- wie des Pflanzenkörpers auf den Elementarbestandteil "Zelle" zurückführte, wurde als ein **Sieg der "allgemeinen Biologie**" erklärt. In der Geschichte der Erforschung der Organismen hatte es gewiß Zeiten gegeben, in denen die Unterschiede zwischen Pflanzen und Tieren, die "aristotelische Grenzmauer" (G. HABERLANDT 1904, S. 72) betont wurde und andere Zeiten, in denen vor allem nach den Gemeinsamkeiten gesucht wurde, und auf den "Trümmern" der Grenzmauer "pflanzte die allgemeine Biologie ihre Fahne auf, und statt nach den Unterschieden sucht man" um 1904, "heutzutage nach den gemeinsamen Merkmalen in der Organisation und im Leben der Tiere und Pflanzen." Was HABERLANDT hier 1904 feierte hatte frühere Anfänge, wie auch die Prägung des Begriffs "Biologie" 1800 nahelegte. Zu Anfang des 19. Jh. war "alles Zelle" so etwas wie "Einheit der Naturerscheinungen", "Einheit der Naturkräfte", wie die Zurückführung aller Chemie auf Atome.

Den Feinbau der Pflanzen mit den Zellen hatten schon im 17. Jh. mit den frühen Mikroskopen MALPIGHI und GREW sehr schön gezeichnet, und HOOKE prägte für die als leer angesehenen Kammern im Pflanzengewebe den Terminus "cellula", in Anlehnung an die "Zellen" der Bienenwaben. Im 18. Jh., in dem der "Atomis-

mus" sich ausbreitete, suchte man auch mikroskopisch kleine Elementarbestandteile der Lebewesen und das etwa in **Körnchen** oder **Fasern.**

Nach LORENZ OKENs auf NEEDHAM, WRISBERG und andere sich berufende Hypothese von 1805 sollten die **Lebewesen,** also auch die höheren und die Menschen, **aus "Infusorien"** bestehen, die nach dem Tode etwa eines Menschen und damit bei "Fäulnis" also Verwesung, **auch frei** werden und sich im Boden ausbreiteten. Das Fleisch, heißt es etwa (S. 19), besteht selbst aus den Millionen Infusorien, die bei seinem Zerfall frei werden, die "Gährung" ist eine "Entzeugung", ein Abbau, die Infusorienentstehung "... ein Freiwerden aus den Fesseln des grössern Thiers." Die "Infusorien" konnten sich erneut zu Lebewesen zusammenfügen, was zur Urzeugung dieser führte, werden zum Tier über die Pflanze. Das bedeutete aber nicht ein einfaches Zusammenkleben, und "der Mensch besteht in diesem Sinne wieder aus Infusorien noch besteht er nicht daraus" (S. 30). "Infusorien", "unvertilgbar", lagen also allen Lebewesen zugrunde, waren immer und überall die Elementareinheiten des Lebens, konnten nicht in anorganisches Material übergehen und dieses nicht in Infusorien, die sich in einem Kreislauf befanden, als organische Elementareinheiten aller anorganischen Materie entgegengesetzt. Die Infusorien und andere niedere Lebewesen vermehrten sich entgegen anderer Ansicht nicht durch Eier. Kamen höhere Lebewesen in reifere Jahre und bildeten sie die infusorienähnlichen Spermien, was eine Art Generation aequivoca wäre, dann sollte dies das erste Anzeichen vom Zerfall des Leibes in seine Einzelbestandteile, die Infusorien, sein, eine 'lebende Fäulnis' (S. 205). Die Samen müßten aus dem Körper heraus, bedeuten ein 'allmähliches Absterben des Mannes', und das Weib nimmt dem Manne "das Tödtende" ab (S. 206). Immerhin sah OKEN die Spermien entgegen SPALLANZANI als normale Gebilde im Samen, und Samen wäre schließlich auch bei Anwesenheit der Spermien zur Hervorbringung eines neuen Lebewesens fähig. Wobei nur aus dem Samen in dem nichts Materielles beisteuerndem Weib ein neues Wesen entsteht. Jede Erzeugung in der organischen Welt ist Synthese der Infusorien (S. 135).

Die phantasievolle Hypothese OKENs war ein fast großartig wirkendes Beispiel des Versuchs einer Einheitserklärung des Lebens – nur leider so falsch wie viele solcher Versuche.

### Näher zur Zelltheorie - Der Botaniker BROWN entdeckt einen Bestandteil (Zellkern) und einen Vorgang in Pollenkörnern

Der als großer Erfasser der Pflanzenwelt namentlich von Australien hervorgetretene engländische Botaniker ROBERT BROWN war auch Pionier in der Mikroskopie, wobei er Pollenkörner etwa bei den Proteaceae untersuchte, um aus deren Unterschieden Gattungen aufzustellen. In Pollenkörnern einer anderen Pflanze,



Abbildung 1522: OKEN.Offenburg.

der zu den Nachtkerzengewächsen/Onagraceae gehörenden *Clarkia pulchella* sah BROWN (1828) im Juni 1827 die Bewegung kleinster Partikelchen und fand davon angeregt das bald in den lebenden Pollen auch anderer Gewächse wie der Nachtkerze/*Oenothera* und ebenso in Pollen getrockneter Pflanzen, etwa Schachtelhalm-Sporen, sowie in zu feinstem Pulver zerriebenen und in Wasser suspendierten organischen und anorganischen Substanzen. Das war die **Brownsche Bewegung**. BROWN demonstrierte das 1829 auf der Versammlung Deutscher Naturforscher in Ärzte in Heidelberg. BROWN sprach von 'Molecülen' und das Phänomen wurde weit über die Botanik hinaus beachtet. Viel später, im 20. Jh., forderte die Brownsche Bewegung Physiker wie ALBERT EINSTEIN zu Untersuchungen heraus. Bei der Untersuchug der Embryonenbildung bei Orchideen und Schwalbenwurzgewächse/Asclepiadaceae und anderen sah BROWN **1831** in den dabei beobachteten Zellen eine rundliche Struktur, den **Zellkern/Nucleus**. Das hatte noch nichts zu tun mit der Erkenntnis von Aufbau der ganzen Pflanzen aus Zellen. Es wurden Strukturen und Vorgänge in Zellen **vor** der verallgemeinerten Zelltheoeir bekannt.

J. J. PAUL MOLDENHAWER (F. OVERBECK 1968) in Kiel ließ Pflanzenteile in Wasser anfaulen und konnte dann die einzelnen Zellen voneinander trennen – **Zellen** waren **also** hier voneinander **getrennte Gebilde**, mit eigener Membran, und nicht Hohlräume in einem zusammengesetzten Gerüst.

Ganz nahe zur Zelltheorie, der Annahme der Zellen als einziger Elementarbestand-

teil der Pflanzen, kam FRANZ JULIUS FERDINAND MEYEN (I. MÜLLER 1987, E. WUNSCHMANN 1885), der sich auch mit zahlreichen Zell-Vorstellungs seiner Zeitgenossen auseinandersetzte. Der in Tilsit Geborene und zuerst als Apotheker in Memel Ausgebildete hatte als Schiffsarzt und Naturforscher auf einem Segelschiff der Preußischen Seehandlung eine Weltumseglung mitgemacht. Bevor er 1840 36-jährig starb unterschied er 1837, als fast zeitgleich mit SCHLEIDEN, als Elementarteile der Pflanzen die Zellen - "Zellen" trotz ihrer den äußeren Pflanzenformen fast gleich großen Mannigfaltigkeit. MEYEN sah ziemliche "Selbständigkeit, welche die Zellen des Zellengewebes zeigen, und diese ist es, welche in einem niedern Grade auch noch bei den Zellen der vollkommensten Pflanzen zu beobachten ist" (S. 9). Bei der Kartoffel gab es beim Kochen und bei Fäulnis Trennung der Zellen. Als Extragebilde sah MEYEN nicht die Spiralgefäße, sondern nur die Milchsaft-Gefäße, neben den Zellen als besondere Klasse von Elementarorganen (S. 10). Die Zellen "sind es, welche zuerst die Pflanze bildet, und in ihnen werden alle die mannigfaltigen Stoffe dargestellt und abgelagert, welche für die Ernährung der Thiere und Pflanzen so äußerst wichtig sind" (S. 11), weshalb also die Zellen zu studieren sind. Niedere Pflanzen sah er als aus einer Zelle bestehend (S. 323).

## Erste Zellentheorien

Zellen als Grundsturktur im Pflanzengewebe, im Parenchym, hatten manche gesehen, zu Anfang des 19. Jh. in Paris CHARLES FRANCOIS BRISSEAU DE MIRBEL (Wikipedia). MATTHIAS JAKOB SCHLEIDEN begründete **1838** (s. a. 1849), daß die Pflanzen sich **insgesamt aus Zellen** aufbauen, und THEODOR SCHWANN, dem SCHLEIDEN schon 1837 seine Erkenntnisse mitteilte (TH. SCHWANN 1839, S. X), legte **1839** mit dem Buche "Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthume der Tiere und Pflanzen" die Zellen als Elementareinheit auch im Tierreich dar.

SCHLEIDEN war am 5. April 1804 als Arztsohn in Hamburg geboren, studierte zunächst in Heidelberg die Rechte, lebte bis 1831 als wenig erfolgreicher Advokat in Hamburg und übte sogar einen Selbstmordversuch aus. Er studierte ab 1833 Medizin in Göttingen und dann in Berlin. Er wandte sich dann besonders der Botanik zu, wobei er die Botanik vollkommen reformieren wollte unter besonderer Beachtung der individuellen Entwicklung der Gewächse. SCHLEIDEN wurde in Jena ao. Professor, 1846 ord. Honorarprofessor, 1850 ord. Professor der Botanik. Der in seinem Leben unruhig wirkende SCHLEIDEN gab seine Professur auf, zog 1862 nach Dresden, wurde 1863 Professor in Dorpat, hatte Differenzen mit Theologen, kehrte 1864 nach Dresden zurück, schrieb allgemeinverständliche Bücher, lebte noch in Darmstadt und Wiesbaden und starb am 23. Juni 1881 in Frankfurt



Abbildung 1523: SCHLEIDEN.Jena.

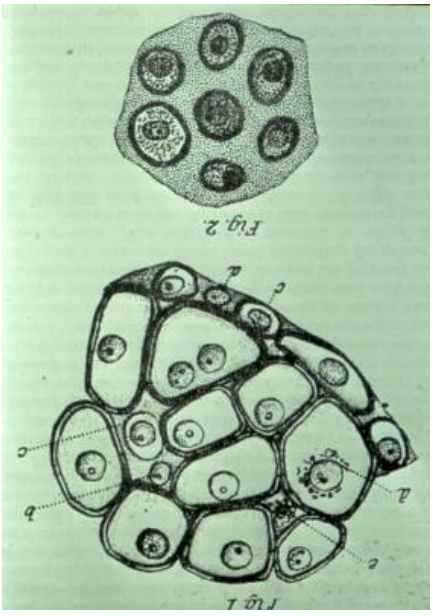

Abbildung 1524: Zellen bei SCHLEIDEN.



Abbildung 1525: SCHWANN.Lüttich.

am Main.

SCHWANN war 1810 geborener Sohn eines kinderreichen Buchhändlers in Neuß am Rhein, wobei die Familie mit Gründung einer Druckerei und einer Verlagsanstalt nach Düsseldorf umzog. THEODOR SCHWANN studierte ab Herbstsemester 1829 Medizin in Bonn, Berlin, Würzburg. SCHWANN promovierte im April 1833 in Berlin bei dem führenden Anatomen und Physiologen JOHANNES MÜLLER. Bei ihm wurde er Assistent, "Gehülfe". SCHWANN wurde 1839 Professor für Anatomie an der belgischen Universität Louvain (Löwen), 1848 in Liège (Lüttich). Er blieb streng katholisch, ließ seine Schriften von seinem zuständigen Bischof kontrollieren, aber war gegenüber dem Körper auch des Menschen stets der materialistische Forscher.

Gemäß der **Zelltheorie** sollten alle Lebewesen aus prinzipiell gleichen Elementarbestandteilen bestehen, den "Zellen", die gerade bei Tieren etwa beim Vergleich von Epithelzellen und Muskelfasern recht unterschiedlich sein können. Gleichartig sollte ihre Bildung sein, nämlich aus flüssiger zellenloser Substanz, "Cytoblastem", oder auch innerhalb von Zellen. SCHWANN verglich die Zellenbildung mit der Kristallbildung in einer übersättigten Lösung. Die Interzellularsubstanz zwischen den Zellen galt als der Rest jener zellenlosen Substanz, in der sich Zellen formen. Das Ei war bei SCHWANN noch keine Zelle, sondern noch zellenlose Substanz. Der Aufbau aller Organismen aus Zellen sollte andererseits "den innigsten Zusammenhang beider Reiche der organischen Natur", also des Tier- und des Pflanzenreiches,

"aus der Gleichheit der Entwickelungsgesetze der Elementartheile der Thiere und Pflanzen" nachweisen (TH. SCHWANN 1839, S. IV), also die prinzipiele Gleichheit aller Lebewesen begründen.

**Zellteilungen** wurden zunächst für gewissen Zellen angenommen, als **einen** Modus ihrer Bildung neben der Neubildung, nach Untersuchungen von NÄGELI und MOHL für manche Fälle auch zugegeben durch SCHLEIDEN (s. E. STRASBURGER 1880).

CORTI (E. HINTZSCHE 1971) fand 1853 / 1854, daß Zellen vergleichbarere Gewebe bei kleinen wie bei einem so großen Tier wie dem Elefanten gleiche Größe besitzen, der Elefant also entsprechend mehr Zellen aufweist.

## Einzellige Lebewesen und Kolonien Einzelliger

Eine wesentliche Entdeckung war die Einzelligkeit vieler mikroskopisch kleiner Lebwesen, dann **Einzeller** genannt. Von 1-zelligen Algen und Pilzen hatte schon SCHLEIDEN geschrieben. Betont hatte die Einzelligkeit vieler "Infusorien" in Deutschland zuerst vor allem der Zoologe KARL TH. SIEBOLD (1845, **1849**), damals in Freiburg i. Br., dann auch der Würzburger Anatom KÖLLIKER und der über 1-zellige Algen forschende CARL NÄGELI.

Viele der kleinen Wesen, später als Tiere oder Pflanzen unterschieden, hatte der weithin anerkannte Berliner Zoologe CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG beschrieben und benannt, ja die Welt der Winzlinge überhaupt erschlossen. EHRENBERG (R. BOLLING 1976, J. HANSTEIN 1877) war 1795 in Delitzsch, einem Städtchen nördlich von Leipzig, geboren worden. Nach kurzem Theologiestudium wandte er sich zur Medizin, besonders in Berlin, forschte über Pilze. , unternahm 1820 bis 1825 wurde er auch eine Forschungsreise nach Nordafrika und den noch weitegehend als wissenschaftliches Neuland geltenden Küsten des Roten Meeres gesandt. In Massaua starb in seinen Armen sein Gefährte HEMPRICH – ein sicherlich erschütterndes Erlebnis, das einem eine Forschungsreise schwer verleiden kann. In Berlin wurde EHRENBERG 1828 außerordentlicher Professor, 1839 ordentlicher Professor. EHRENBERG erreichte, daß ihm zur Feststellung darin befindlicher, später Protozoen genannter Wesen Erdproben aus aller Welt zugesandt wurden, etwa von Ärzten aus Forts in Nordamerika. Wieder einmal gab es, jetzt in der Biologie, **großartige internationale Zusammenarbeit**. EHRENBERG starb, nicht mehr gefähig, 1876, auch als Kritiker der Lehre DARWINs. EHRENBERG hatte auch gefunden, daß ganze Erdschichten-Pakete, Kreide wie Polierschiefer, aus fossilen Einzellern, so den Diatomeen bestehen, weit verbreitet etwa im Untergrund Berlins, Schichten wie in der Gegenwart in Bildung auf Ozeanböden.

Kleinste Wesen bauen Welten. Untersucht wurde Staub, auch unter alten Orgeln in Kirchen, der Einzeller enthielt und mit dem sie verbreitet werden. Der führender Erforscher der Protozoen und anderer von anderen als einzellig angesehen Organismen, sah sie aber nicht als einzellig. Sie sollten Verdauungsorgane besitzen, Mund und Niere, die denen der höheren Tiere vergleichbar sind.

Der 35-jährige K. TH. VON SIEBOLD schrieb in Hinweis auf die Auffasung mancher Wesen als Einzellige im ersten Heft seines Lehrbuches der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere von 1845 nun verstärkt im **1849** in einer Arbeit 'Uber einzellige Pflanzen und Thiere' gegen den 54-jährigen EHRENBERG. VON SIEBOLD teilte mit (S. 270): "Ich konnte voraussehen, dass ich durch das öffentliche Hervortreten meiner Ansichten gegen die von so vielen Seiten anerkannte Autorität *Ehrenberg's* gewaltig anstossen würde. *Ehrenberg* hat mir bereits den Vorwurf gemacht, dass ich vorsichtiger die Wissenschaften vor neuen Meinungen über die Organisation der mikroskopischen Organismen hätte schirmen sollen, die leicht hinein-, aber schwer herausgebracht werden. Ich kann versichern, dass ich mich Jahre lang mit den Zweifeln über *Ehrenberg's*, die Organisation der niedrigsten Thiere betreffenden Ansichten beschäftigt ... habe", um EHRENBERGs Autorität gegenüberzutreten. KÖLLIKER hatte im Sommer 1849 in den Gräben im botanischen Garten Würzburg das einer weißlichen, abgeplatteten Kugel ähnliche Sonnentierchen, *Actinophrys sol*, gefunden und sah auch in ihnen nicht wie EHRENBERG "einen Mund mit einem Rüssel und einen After, die sich gegenüberstehen, und im Inneren viele Mägen", sondern wie in Frankreich FE´LIX DUJARDIN 'Tierchen ohne Organisation', also eine ganz einfache Zelle. DUJARDIN war vom Mineralogie- und Geologie-Professor in Toulouse zum Zoologe-Professor in Rennes übergetreten. Auch bei Meeres-Organismen mit einem wundervollen Außengerüst, die Foraminiferen, manche mit bloßem Auge sichtbar, bisher zu den Mollusken gestellt, erkannte DUJARDIN (G. I. GEISON 1970) als in ihrem Inneren aus demselben Material wie Amöben bestehend, also auch sie Einzeller. Sas formlose Zellenmaterial der Amöben und auch der Foraminiferen und der Radioalarien nannte DUJARDIN "Sarcode". Es deckte sich etwa mit dem, was später Protoplasma hieß.

Als Frage erstand. Gibt es Leben, eben die Sarcode, noch ohne Form, gehören Lebenserscheinungen und Form zusammen?

Die Einzelligen, wie NÄGELI sah, mußten sich bei ihrer Teilungen nicht vollständig trennen, sondern konnten **in Kolonien verbunden** durch **Gallerte** zusammen bleiben oder auch noch efster verbinden. Eine frage war: Wie weit waren einzellige lebende Algen dieselben, die sich auch zu Kolonien fügten? Die grüne Kugelalge *Volvox* hat vermehrte sich sogar durch abgedonderte kleinere Kolonien - schien also zu Mehr- oder gar Vielzellern zu vermitteln.

## Einfache Organismen - Pflanze, Tier oder Zwischenreich?

SIEBOLD (1849), der vor allem Zoologe war, bemühte sich die tierischen und die zum Pflanzenreich zu rechnenden Einzeller in ihre Reiche einzuordnen und Kriterien festzustellen, welche auch bei Einzellern die Pflanzen auszeichnen. Das galt vor allem für Farbstoffe, namentlich das Chlorophyll. auszeichneten. , und die man daher eher zu den Pflanzen rechnete, wie andererseits Mobilität gab es auch bei einfachsten Pflanzen. ANTON DE BARY, der allerdings für die von ihm eingehend erforschten Schleim"pilze" die Tiernatur hervorhob, meinte aber 1860 (S. 168): "Denn so scharf Pflanze und Thier dem Begriffe nach unterschieden sind , und so entschieden der Unterschied bei der höheren Classen beider Reiche in Wirklichkeit auftritt, so sehen wir doch die Differenzen in beiden Reichen stetig abnehmen, je weiter wir zu den einfacheren Typen hinabsteigen, und bei den einfachsten Organismen eine scharfe Unterscheidung ganz unmöglich werden." Die zweifelhaften Formen "in ein Zwischenreich zu stellen" würde aus Gründen der Systematik "die Schwierigkeiten" aber "verdoppeln". Die niederen Organismen wurden aber bald, 1866, zum Reich der Protisten zusammengefaßt. Die Bakterien wurden später davon weiter ebgetrennt.

### Autonomie der Zellen der Mehr- und Vielzeller

**Wie autonom sind Zellen eines mehrzelligen Organismus**, wie sehr können im Verbund vereinigte Zellen abgetrennt auch allein weiterleben? Bei der merkwürdigen, im Süßwasser schwebenden Grünalge *Hydrodictyon*, dem Wassernetz, bei der sich bis 16 Abteilungen in einem netzartig lockeren Gefüge vereinen, kann nach der Feststellung von NATHANAEL PRINGSHEIM (1852) jede Zelle zum freien Individuum werden und einen neuen Zellverbund bilden. Und dasselbe Weiterleben nach Isolierung wurde auch für die Zellen anderer grüner Algen festgestellt? Waren es dann einzellige Grünalgen, die sich zu dank Gallerte zu Verbänden - "Familien", wie man damals sagte - vereinten? Jedenfalls war vorstellbar, wie allein lebende Grünalgen, Einzeller, *Palmella*, *Protococcus*, zu mehreren zusammentreten, Kolonien nach späterer Ausdrucksweise bilden, so zum festen Vielzeller führten.

### Jede Zelle nur aus einer Zelle – die neue Zelltheorie von VIRCHOW

Die Zellen als Grundlage der Lebenserscheinungen, bei Tiere und Pflanzen, lehrte um 1842 JOHN GOODSIR (K. G. BASTON 2004), damals Kurator am Museum des Royal College of Surgeons in London.

Eine **auf der Zellteilung aufbauende** und sich damit von der Zelltheorie der SCHLEIDEN und SCHWANN unterscheidende andere, richtigere Zellentheorie, namentlich in bezug auf die Bildung der Zellen, brachten um 1845 ROBERT REMAK und namentlich RUDOLF VIRCHOW. **Zellen** sollten **nur aus** vorhandenen

**Zellen** entstehen, niemals de novo auftreten. Die erste Zelle eines Lebewesens war dann das Ei, das schließlich befruchtete, das sich teilte und alle übrigen Zellen des Körpers entstanden immer wieder nur aus Zellteilung. Zellbildung aus zellenloser Substanz sollte so unmöglich sein wie Urzeugung. Einprägsam formulierte VIRCHOW den Satz: **cellula e cellula**. Zellen erschienen als das Primäre. Die **Interzellularsubstanz**, zu der auch die Blutflüssigkeit gehört, erschien als eine **Ausscheidung von Zellen**. Die noch unzureichenden Mikroskope hatten die Beobachtungen erschwert.

Der aus Posen stammende REMAK (H.-P. SCHMIEDEBACH 1995) mußte sich als Jude in seinem wissenschaftlichen Aufstieg behindert fühlen und verrannte sich an der Charité in Berlin in der Elektrophysiologie. Zuerst 1841 hatte REMAK die Teilung von Blutzellen bei Embryonen von Vögeln und Säugetieren gesehen. Problematisch war, daß bei der Eizelle das sogenannte "Keimbläschen", der Zellkern, das "Keimbläschen", bei der Entwicklung erst einmal zu verschwinden schien, also zwischen dem Zellkern der Eizelle und denen ihrer Telungsprodukte kein Zusammenhang zu bestehen schien. Wie später erkannte wurde, war dem aber nicht so.

RUDOLF VIRCHOW (u. a. C. GOSCHLER 2002) wurde einer der führenden Mediziner und auch Naturforscher seiner Zeit. Er suchte wie einige seiner Zeitgenossen die Medizin auf die Naturwissenschaften und deren Fortschritte zu begründen. Geboren am 13. Oktober 1821 als Sohn des Stadtkämmerers der Kleinstadt Schivelbein (Swidwin) in Pommern studierte VIRCHOW an der militärärztlichen Akademie, der Pepinière, in Berlin Medizin und war dann Assistentarzt an der Charité. 1848 wütete in Oberschlesien eine "Typhus"-Epidemie. VIRCHOW wurde zur Untersuchung nach dorthin entsandt. Im Bericht beschuldigte er die preußische Regierung an dem in Oberschlesien herrschenden Hungerelend und damit an der Epidemie schuld zu sein. Statt "Typhus" war die Epidemie aus heutiger Sicht wohl Fleckfieber. VIRCHOW begrüßte die Revolution von 1848. Die Ungnade von Seiten der Regierung wurde er bis zum Lebensende am 5. September 1902 nicht los, jedoch wurde VIRCHOW mit Ermahnung zum politischen Wohlverhalten 1849 Ordinarius in Würzburg. 1856 wurde er angesichts der in Berlin zurückgehenden Zahlen von Medizinstudenten als Ordinarius nach der preußischen Hauptstadt zurückberufen. Als Gegner BISMARCKs und Vertreter der Liberalen wurde er slsbt im hohen Alter kaum von staatswegen geehrt. Zahlreiche Hygienemaßnahmen, von den **Rieselfeldern** bis zur **Stadtkanalisation** und der **Fleischbeschau** gehen maßgeblich auf ihn zurück. 1910 wurde ihm ein vom Künstler FRITZ KLIMSCH geschaffenes Denkmal gewidmet. Ein Titan, der den erfolgreichen Mediziner symbolisiert, besiegt einen Satyr, und eine Plakette darunter zeigt VIRCHOWs Porträt.



Abbildung 1526: VIRCHOW. Berlin. KLIMSCH.

Im Jahre 1858 faßte VIRCHOW seine auch anderswo mitgeteilten Auffassungen zusammen in dem Buch "**Cellularpathologie**", das 1860 in das Englische, 1861 ins Französische übersetzt wurde. "Alles Leben", betonte VIRCHOW (1859 / 1962, S. 54), "ist an die Zelle gebunden und die Zelle ist nicht blos das Gefäß des Lebens, sie ist selbst der lebende Theil." Zellen galten VIRCHOW als recht selbständig, strebten nach **Autonomie**, ja jede Zelle wäre letztlich ein Parasit auf den anderen, und die Zellen hielten sich wechselseitig in Schach, was trotz aller individuellen Bestrebungen, in ziemlich gemeinsames Wirken mündete (1858, S. 408). Der vielzellige Organismus erschien damit als ein "Zellenstaat", ein "freier Staat gleichberechtigter, wenn auch nicht gleichbegabter Einzelwesen" (1855, S. 25). Es gibt auch im hochentwickelten Vielzeller, natürlich auch im Menschen, manche ziemlich frei beweglichen Zellen, so die Blutkörperchen, etwa die amöboid kriechenden weißen Blutz'körperchen', besser '-zellen'.

Von einzelnen Zellen aus sollten nach VIRCHOW Krankheiten ausgehen. **Zellen sollten der Sitz der Krankheiten** sein. VIRCHOW sah diese medizinische Vorstellung als "Zellularpathologie". Es war wieder der anatomische Gedanke – **das erkrankte Einzelteil**, statt des Organs oder Gewebes nunmehr die Zelle, das dem Gesamtorganismus zum Verderben wurde.

War im Organismus **alles** Zelle oder **von Zellen ausgehende Substanz**, mußte das auch bei einem durchsichtigen, ja glasigen Gebilde wie der **Hornhaut** (Cornea) **des Auges** zu erwarten sein. Auch hier hatte VIRCHOW Zellen entdeckt.

Das genauer zu erweisen gelang auf des Meisters Anregung VIRCHOWs Schüler WILHELM HIS (1856) aus Basel in langer Arbeit. Das "Glasige" war Produkt der in der Hornhaut einzeln liegenden, zerstreuten Zellen, war Interzellularsubstanz. Mit 'rektifiziertem Holzessig' etwa blieb die Interzellularsubstanz durchsichtig, aber die zelligen Bestandteile wurden getrübt, auch etwas gefärbt, "bildeten ein durch zahlreiche Ausläufer zu einem ununterbrochenen Gerüst vereinigtes System von Zellen" (S. 33). Untersucht wurde durch HIS die Hornhaut namentlich von jungen Menschen- und Säugetier-Embryonen. Das Ergebnis der langwierigen Untersuchung: Zellen also gab es doch offensichtlich überall im Lebewesen.

## Dezentralistische Auffassung von den Lebewesen und Zentralistische Auffassung

Die Zelltheorie und namentlich die von VIRCHOW ordnete sich also ein in die Annahme, daß der Organismus ein **Mosaik aus Einzelteilen** und **Einzeleigenschaften** ist, die auch wsenigstens zunächst einzeln zu untersuchen sind. Das Bild von dem 'ganzheitlich' funktionierenden Organismus ging da öfters fast verloren.

Solche Auffassungen waren, vieles vorweggenommen, etwa:

- Schon vor allem im 18. Jh. die von **vita propria,** dem **Eigenleben der Organe**. Schließlich schlug das dem lebendn Frosch entnommene Herz im Feuchten lange weiter.

- Die **Lokalisation der Gehirnleistungen in den einzelnen Gehirn-Teilen**. Ausgprägt etwa bei GALL.

- Für **VIRCHOWs Zellenlehre und Zellularpathologie** wird etwa sein Ausspruch hervorgehoben, "dass wir nirgends im Nervensystem einen Mittelpunkt zeigen können, vo welchem, wie von einem bestimmenden, alle Theile beherrscht werden" (zit. bei F. MARCHAND 1882). Bei aller Beeinflussung der Drüsen etwa durch die Nerven, so zeigt die Wanderung weißer Blutkörperchen selbständige Zelltätigkeit.

- Die **Feststellung der Eigenfunktion des Rückenmarks** gegenüber dem Gehirn.

- Die **Selbstdifferenzierung der Strukturen in der Ontogenese**.

- Die **Einzelmerkmale und Einzel-Erbanlagen** bei der Vererbung.

Etwa MARTIN HEIDENHAIN stellte dem 1922 entgegen: "Alle diese damals begründeten Vorstellungen, welche darin gipfeln, daß die gesamte Biologie auslösbar sein müsse in Anatomie und Physiologie der Zelle, haben bis zum heutigen Tage unsere Literatur beherrscht, und damit entfiel die Untersuchung der Systemfunktionen, welche gewissermaßen analytisch gespalten und auf die einzelnen Zellen ausgetheilt werden."

Insgesamt verbleibt wohl: Viele Organe, etwa eben die weißen Blutkörperchen oder auch das isoliert lange weiterschlagende Frosch-Herz und die entgiftende Leber, "handeln" einerseits selbsttätig, brauchen nicht nur "Befehl", aber auf alle Organe wirken auch Nerven vom Zentralnervensystem. Um ein politische Bild zu gebrauchen: Die Zentrale kann immer auch eingreifen, aber der einzelne "Beamte" muß auch vieles selbsttätig tun.

## Gewebelehre / Histologie begründet auf die sie zusammensetzenden Zellen

Die von BICHAT, noch ohne Mikroskop und so allein aus makroskopischen Merkmalen unterschiedenen Gewebe wurden ab der 40er Jahre nach der im Mikroskop sichtbaren **Gestalt** der Zellen eingeteilt, und wurde damit die auf der Zellenlehre beruhende **Histologie** begründet, zuerst vor allem durch ALBERT KÖLLIKER. Für die Wirbellosen setzte das etwa FRANZ LEYDIG fort. Das gesamte Tier - und auch das Pflanzenreich wurden auf ihre Gewebe untersucht, und Untersuchungen von Geweben bei den einzelnen Tierarten waren auch Thema von Quailifizierungsarbeiten angehender Mediziner, wie ERNST HAECKEL über die Gewebe des Flußkrebses.

## Entscheidendes Zwischenspiel Forschungsmethodik: Mikroskopie, Fixier- und Färbemethoden

Viele Einsichten in die Vorgänge auf Zellen- und Gewebe-Ebene waren von den Vergrößerungsinstrumenten abhängig. Immerhin gelang den Biologen einiges mehr als den Chemikern, denen die Moleküle und Atome noch lange, bis weit in 20. Jh. auch indirekt unsichtbar blieben.

Über das, was man nicht sah, aber aus den Vorgängen vermuten mußte, ließ sich spelulieren, wie etwa A. RUDOLPHI 1802 über die Funktion der nahrungsaufnehmenden Darmzotten: "Ich stelle mir die die Einsaugung in der Art vor, das mit Oeffnungen, die so fein sind, dass sie unsere Sinne fliehen ..." (S. 92).

Sowohl die Zellen im Gewebe eines mehrzelligen Organismus wie einzelne Zellen, etwa die der Bakterien, sind besser oder **überhaupt sichtbar** zu machen durch künstliche Färbung. Der Fortschritt der Zellforschung und dann der Bakteriologie war in hohem Maße an das Auffinden von Färbemethoden gebunden. Farben, organische Farbstoffe – die lieferte die sich vor allem ab der 1860-er-Jahre entwickelnde chemische Industrie, mit ihren Anilin-Farben. Bedeutende Forscher waren an der Ausbildung der Methoden der Färbung und ihnen vorangehender Methoden der Präparierung der Zellen, dem **Fixieren**, beteiligt und mancher Name ist mit einer von ihm gefundenen Färbemethode verbunden.

Um Zellen in Geweben sichtbar zu machen sind möglichst **dünne**, im Idealfall eine Zellenlage starke **Schnitte** für die Untersuchung auf dem Objektträger-Gläschen mit aufgetztem Deckglas unter dem Mikroskop anzufertigen. Bei Pflanzengeweben kann man dünne Schnitte oft mir Rasiermesser oder Rasierklinge herstellen. Tiergewebe mußten meist vorbereitet, etwa gehärtert werden. Zum Schneiden wurden spezielle Apparate entwickelt. Ein solches frühes **Mikrotom** benutzte PURKINJE (H. E. KAISER 1985), der auch die Präparate .mit Canadabalsam aufhellte.

Pioniere in der Färbung wurden JOSEPH VON GERLACH und unabhängig HERMANN WELCKER (H. E. KAISER 1985), welche **1857** auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte die **Karmin-Färbung**, ammoniakalisches Karmin, vorführten. Viel für die Färbe.Methoden lieferte KARL WEIGERT (LUBARSCH 1904, A. STRÜMPELL 1905), Leipzig und dann Frankfurt a. M. Wichtig war von Anfang an, die Zellen der verschiedenen Gewebe und die einzelnen Bestandteile der Zelle, ihre Organelle, gerade auch bei Bakterien, durch **unterschiedliche Farbannahme getrennt sichtbar** zu machen, also möglichst **elektive Färbungen** zu erzielen, also etwa unterschiedliche Farbannahme für die Zellkerne, für die elastischen Gewebe, die Markscheiden der Nerven und die Glia und anderes. .Mit Karmin machte WEIGERT 1877 Bakterien sichtbar, wurde, wie er sich einmal scherzhaft nannte, der "Schreiblehrer" von ROBERT KOCH – wobei WEIGERT stets mehr als ein 'Färber' sein wollte.

CAMILLO GOLGI (P. MAZZARELLO et al. 1998), Professor der Histologie und Allgemeinen Pathologie an der Universität Pavia, fand 1873 unter Benutzung von Silbernitrat und Kaliumbichromat eine Methode der Färbung, der Schwarz-Färbung für **Nervenzellen** und ihre Anhänge, die erste Färbung für Nervenzellen (E. G. BERGER 1998). Trotzdem lehnte er dann die von vor allem RAMON Y CAJAL mit GOLGIs Färbung gewonnene Erkenntnis von dem nicht durchgehenden Nervennetz ab.

Der große Mann der Färbung wurde neben seinem Verwandten WEIGERT dann PAUL EHRLICH (E. BÄUMLER 1989), der auf weiteren Gebieten der Biologie

und Medizin Großes lieferte. Geboren am 14. März 1854 in Strehlen bei Breslau als Sohn eines jüdischen Weinherstellers und Unternehmers in verschiedener Richtung, studierte EHRLICH Medizin in Breslau und dann in Straßburg, nochmals in Breslau und in Freiburg i. Br. und beendete sein Studium in Leipzig. Als Student hatte EHRLICH (1923) eine Arbeit von HEUBEL über die Bleivergiftung gelesen, in der beschrieben wurde, wie die einzelnen Organe in Lösung von Bleiverbindungen unterschiedlich stark Blei aufnehmen, es also offensichtlich unterschiedlich stark festhalten. EHRLICH meinte später, daß die "Lektüre dieser Arbeit" für ihn "eine Offenbarung und - auch eine Art Verhängnis war." **Verteilung und Bindung von außen zugeführter Stoffe** im Lebewesen, **in** deren **Zellen** und gar Zellbestandteilen, und ihre eventuelle Wirkung - das war lebenslang in verschiedenen Varianten EHRLIChs wissenschafltiches Haupthema. EHRLICH wandte sich mehr der Forschung als dem Studium zu, wobei er untersuchte wie die verschiedenen Teile der Zellen die verschiedenen, von ihm oftmals erst eingeführten Farbstoffe, neu aus der Chemieindustrie, die verschiedenen Zellbestandteile färben. Als KOCH mit den Präparaten seiner Milzbranduntersuchung in Wollstein Brelau besuchte, stellte man ihm auch den Studenten EHRLICH vor, mit der Bemerkung: "Das hier ist der kleine Ehrlich, er ist ein sehr guter Färber, aber sein Examen wird er nie machen." Von Haus aus Mediziner, durfte EHRLICH im Unterschied etwa zum Chemiker PASTEUR also Menschen behandeln. Aber in einem für manche fast unbegreiflichem Maß hat sich EHRLICH auch in die Chemie, die organische, eingearbeitet. Begeistert arbeitet der junge EHRLICH bei dem Direktor der II. Medizinischen Klinik der Charite´ in Berlin, dem Friesen FRIEDRICH THEODOR FRERICHS. Bei ihm darf er neben seinem ärztlichen Dienst auch Forscher sein. 1885 setzt FRERICHS mit einer Flasche Opium (C. L. SCHLEICH S. 235) seinem Leben ein Ende. Der Nachfolger, CARL GERHARDT, ist nicht mehr der Förderer von EHRLICHs Forscherwerk. EHRLICH, verheiratet, und mit Tuberkulose, sucht Ausflucht in Ägypten, bevor der nach seiner Rückkehr erst in einem Privatlaborartorium weiterforscht, dann, ab 1891, bei KOCH am Institut für Infektionskrankheiten. EHRLICH bewundert die kristallklare Denkweise von KOCH (F. PINKUS 1915). Erst EHRLICH gelang die Standardisierung der Seruminjektionen BEHRINGs. Die Tiere werden gehalten unter einem Bogen, Nr. 278, der Berliner Stadtbahn. BEHRING versuchte den begabten EHRLICH allerdings, jedenfalls nach EHRLICHs Ansicht, auch zu unterdrücken. Der preußische Hochschulverantwortliche FRIEDRICH ALTHOFF förderte EHRLICH. Nach dem Direktorat im 1899 eröffneten Kgl. Preußischen Institut für Experimental-Therapie in Berlin wurde EHRLICH ein Forschungsinstitut in Frankfurt am Main eingerichtet. In Frankfurt am Main war EHRLICH seit 1899 ein entsprechendes Forschungsinstitut unter seinem Direktorat, das Kgl. Institut für Experimentelle Therapie, zur Verfügung gestellt worden war, das durch den Beitrag einer reichen Bankierswitwe,

FRANZISKA SPEYER, finanziell hockam.

Der als Dermatologe bekannte und von den Nazis gedemütigte und vertriebene FELIX F. PINKUS (1915, S.1145) meinte über EHRLICH unter anderem: "Ehrlichs Art war mit keinem lebenden Geiste vergleichbar ... Er war eine geistige Abnormität nach der Seite der glänzenden geistigen Befähigungen hin ... Sein Gedankenflug war von manischer Schnelligkeit und Ausbreitung, und dabei doch streng gezügelt. ..." Man kann ergänzen: bei vielem in der Medizin, ob Selektivität von Substanzwirkung oder Rezeptoren und Immunchemie, EHRLICH erschien als Seher, als Prophet, wenn in den Einzelheiten zum Segen der Menschheit präzisiert, ergänzt. In EHRLICHs Arbeitsraum stapelten sich überall Schriften und Bücher und konnte ein Besucher der Aufforderung zum Platznehmen kaum nachkommen. Aber im Laboratorium war EHRLICH der ganz exakte, saubere Forscher.

Zu EHRLICHs Färben erzählt PINKUS (S. 116): "An die histologische Untersuchung ging er nur mit den besten Mitteln heran, reine Farben und Reagenzien, das Beste, was es an Mikroskoplinsen gab, Bezug aus ganz bestimmten Fabriken wurden auch für die einfachste Untersuchung Vorbedingung ..."

Eine Überlegung konnte sein: Wenn immer stärker vergößert wird, können da immer neue Erkenntnisse gewonnen werden? Und **ist das Gesehene noch verstehbar**, bringt es neue grundsätzliche Einsichten? Jedenfalls erinnerte sich der Botaniker ERNST KÜSTER (1960, S. 156), zuletzt in Gießen, daß manche die mit starker Vergrößerung durchgeführte Erforschung der Teilung der Zellkerne, der Mitosen, offensichtlich überflüssig erschienen, also "in Berlin und München" zunächst welche "die Mitosenliteratur der Bonner Schule zu belächeln sich für berechtigt hielten ..." Bis deutlcih war, daß in der Mitose mit ihrer Chromosomenverteilung der Schlüssel zum Verstehen der Vererbung lag.

Ein **Einwand** gegen die Färbung war gewesen, daß durch die Farbmittel vielleicht die Natur der Zelle zu stark verändert wurde, daß künstliche Gebilde, **Artefakte**, erzeugt wurden. Schließlich war es Färbung abgetöteter, mit einem **Fixierungsmittel** behandelter Zellen.

## Färbung lebender Zellen, speziell - und Gedanken über therapeutische Möglichkeiten

EHRLICH war es dann, der Färbung lebender Zellen, die **Vitalfärbung,** fand, und zwar mit **Methylenblau**, **speziell** gefärbt, und nur diese, **Ganglienzellen und Nervendigungen**, vorgetragen im Dezember 1885 (A. v. WEINBERG 1916). Umgestoßen war das "Dogma von der Unfärbbarkeit der lebenden Substanz" (P.

EHRLICH 1890, S. 493). Dem Versuchstier wurde der Vitalfarbstoff injiziert und es wurde dann getötet oder ihm wenigstens Gewebeproben entnommen, um angefärbte Zellen festzustellen. Bei dem Vortrag von EHRLICH 1885 wurden lebende Organismen vorgeführt, deren ganzes Nervensystem blau gefärbt war (A. v. WEINBERG 1916). Bei der lebenden Zelle mußten die nach der Färbung weitergehenden Lebensprozesse die Färbung mit beeinflussen. Vor allem erwies sich der Sauerstoff-Verbrauch für die Färbung als entscheidend. Nahmen die verschiedenen Bestandteile einer lebenden Zelle den Farbstoff unterschiedlich stark auf, dann konnte die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die von der färbenden Substanz gefärbten Zell-Bestandteile diese bei der bevorzugten Aufnahme beeinflußt wurden und sich daraus vielleicht therapeutische Möglichkeiten ergaben, "im Sinne einer localisierenden Organtherapie" (P. EHRLICH 1890, S. 493). Das die Achsenzylinder der sensorischen Nervenzellen speziell färbende Methylenblau (1890) schien zum Schmerzstillen geeignet zu sein, wobei Vergiftungsgefahr nicht vorhanden zu sein schien und das bei auch oraler Einführung bei Insassen der Kgl. Strafanstalt Moabit ausprobiert wurde. Auch zwei Malariakranke wurden mit Methylenblau nach Bericht erfolgreich behandelt. Aber was Farbstoffe konnten, selektiv in den Zellen aufgenommen zu werden, konnte man wohl auch von manchen nichtfärbenden Substanzen erwarten und so der Aufklärung der Wirkung von Pharmaka näherkommen, aber eben konnte man so etwas zunächst nur "beweisen ... durch die sinnfällige Eigenschaft der Farbe" (S. 495).

**Lebendfärbung bei Pflanzenzellen** betrieb, vor allem dann im 20. Jh., E. KÜSTER (1960, S. 276 ff.).

## Jeder vielzellige Organismus nimmt seinen Anfang von 1 oder 2 einzelnen Zellen: die Sexualzellen

Als entscheidendes Grundelement auch der Entwicklung erschienen die Zellen, als festgestellt wurde, daß **Spermatozoen** und **Eier einzelne Zellen** sind, wenigstens von der Seite des Eies der Organismus aus einer Zelle hervorgeht, an der die Spermien irgendwie wirken..Jeder vielzellige Organismen 'wiederholte' im Sinne HAECKELs den Weg von Einzelzellen zu Zellhaufen und dann zu einem vielzelligen Lebewesen.

Beim **Vogel-Ei** meinte man zunächst wegen dessen Größe es nicht als einzelne Zelle sehen zu können. Aber der größte Teil der Vogeleier besteht aus Dotter, und die Furchung findet nur an einem Teil der Oberfläche statt. Daß auch jeder Vogel mit einer Zelle beginnt und diese das Ei ist machte 1861 CARL GEGENBAUR, damals in Jena, am Ei des Wendehalses wahrscheinlich. Die Kügelchen im Dotter

wies er richtigerweise als Zellen zurück.

Alles Leben erschien an Zellen gebunden, in Zellen wären die entscheidenden Lebensprozesse zu suchen. **Zellen** galten als **die letzten Einheiten, in die ein Organismus zerlegt werden kann, bevor die abgetrennten Stücke die für das Ganze charakteristischen Eigenschaften verlieren.** Die Zelle erschien schließlich auch als der Ort, an dem die für das Leben wesentlichen Prozesse ablaufen.

## Zellen in der Evolution der Lebewesen

Wie sich erwies, waren **die entscheidenden Zellbestandteile in allen Zellen** vorhanden und das seit den Anfängen des Lebens ab der Mikroben. Nur in Pflanzen gab es das Chlorophyll. Unterschiede gab es in der Zellmembran, so in Chitin bei Pilzen. Je nach Differenzierung waren etwa kontraktile Strukturen ausgebildet, in Muskelzellen besonders.'**Die Lebewesen wandelten sich, die Zelle blieb'** (A. CLAUDE 1975, S. 434). Aber die Lebewesen wandelten sich durch Wandlung in Zellbestandteilen, in der Vererbungssubstanz, durch deren Mutationen.

## Ordnung in dem aus Zellen bestehenden Organismus

Wenn HAECKEL auf die ordnende Rolle des Zentral-Nervensystems im Organismus verwies, dann war der Vielzeller, wie HAECKEL ihn dann bezeichnete, weniger eine Zellen'demokratie' als vielmehr eine **Zellen"monarchie"** (A. REYNOLDS 2007, 2008), mit der Unterordnung der immerhin noch potentiell unabhängigen 'Untertanen' unter eine Zentrale. "**Arbeitsteilung", Spezialisierung in den Funktionen** bei den verschiedenen Geweben und Organen und damit **Spezialisierung von deren Zellen**, das war für HAECKEL, wie für den französischen Zoologen MILNE-EDWARDS, ein wichtiger, positiv ausgelesener Modus in der Evolution. Mit der Zusammenfügung von Zellen in einfachen Kolonien waren die ersten Schritte dahin getan, um in der weiteren Evolution zu immer stärkerer Spezialisierung fortzuschreiten.

Zellen erschienen bei fortgehender Forschung als immer mehr auch aus verschiedensten Bestandteilen zusammengesetzte Gebilde. Der Wiener Physiologe ERNST BRÜCKE nannte sie 1861 "Elementarorganismen."

## Arbeitsteilung im Organismus - zunehmende Arbeitsteilung mit der höheren Stellung in der Stufenfolge

Der Zoologe MILNE-EDWARDS (dtsch. z. B. 1848) betonte die von den niederen zu den höheren, den komplexeren Organismen zunehmende Spezialisierung der Gewebe und damit der Zellen, also die Übernahme immer mehr nur spezifischer Funktionen bei zunehmend besserer Leistung für diese, also eine "Arbeitsteilung", als ein Grundprinzip bei den Lebewesen. Je höher ein Organismus in der Stufenfolge stand, desto mehr besitzen seine Gewebe Spezialfunktionen, und "führt jedes Organ seine Aufgabe um so besser aus, je vereinzelter dieselbe ist" (S. 294), d. h. je mehr gesondert. Bei solchen Tieren, "deren Fähigkeiten sehr beschränkt und deren Lebensweise sehr einfach ist", ist "der Körper an allen Theilen gleichartig gebaut." Man kann "das Innere solcher Geschöpfe mit einer Werkstatt vergleichen, in der alle Arbeiter dieselbe Arbeit versehen ...." (S. 295). Tiere mit gleichartigen Teilen kann man zerteilen und die einzelnen Teile leben weiter, ja ergänzen sich. Das zeigt noch der Regenwurm. Mit 'Evolution' hatte das bei MILNE-EDWARDS (1848) noch nichts zu tun. Aber ein Evolutionsbiologe wie HAECKEL nahmen die Gedanken auf.

Mit der Betonung der Arbeitsteilung und damit der Funktionsteilung konnte der Blick auf den Zusammenhang der Dinge vielleicht auch ins Hintertreffen geraten, es war also ein Beitrag zur **analytischen Betrachtung** der Natur.

## Analogien Organismen und Menschengesellschaft - Magen und Gehirn - beide nötig

Es ist eine **alte Analogie**, daß im Menschenkörper der Magen verdaut, aber auch das Gehirn im Organismus bestimmen muß, und in der Menschengesellschaft sich eben manche, oder viele, sich mit der Ernährung befassen müssen und etliche regieren. Letztere müssen miternährt werden und gegen sie darf man sich bei Gefahr des Unterganges des Ganzen nicht erheben.

## Der vielzellige Organismus und der Menschenstaat – mehr als eine Metapher?

Wie auch Aussprüche von VIRCHOW nahelegen, sah er im "Zellenstaat" so etwas wie dem von ihm politisch wohl erträumten und favorisierten liberalen Staat der Menschengesellschaft, in dem die einzelnen unabhängigen Bürger nur auf Grund

der in der Arbeitsteilung verbundenen Interessen mehr schlecht als recht zusammengehalten, aber sonst doch recht autonom sind. War es mehr als eine quasipoetische Beschreibung des Vielzellers, eine ernst gemeinte Analogie, fast Wesensgleichheit? War die besonders später eher bevorzugte Metaphor von der "Zellenmonarchie" etwa bei HAECKEL bedingt durch die Hinwendung zum monarchischen zentralisierteren Staate BISMARCKS, ja gar in Ablehnung der den bürgerlichen Kreisen als einziges gefährliches Chaos erscheinden Pariser Kommune 1871? .Mochte dann die menschliche Gesellschaft so etwas wie eine Fortsetzung der vielzelligen, als "Zellenstaaten" gesehenen Organismen sein, nicht nur eine metaphorischer Parallele? War die Ähnlichkeit von "Zellenstaat" und Menschengesellschaft auch eine Einbindung in HAECKELs "Monismus", der **Annahme von der prinzipiellen Einheit der Dinge in der Welt**? VIRCHOW wie HAECKEL blieben nicht immer streng bei ihrer Wortwahl.

Nicht ohne Grund wurde die manchmal nicht nur als Bild, als Metapher, aufgefaßte Analogie von vielzelligem Organismus und Menschengesellschaften auch völlig abgelehnt, ja als reaktionär bezeichnet, wurde **völlige Wesensverschiedenheit zwischen dem aus Zellen bestehenden einzelnen Individuum und** den sich zu Gemeinschaften zusammenfügenden Individuen sozialer Insekten und gar der **aus** denkenden **Menschen bestehenden Gesellschaft** hervorgehoben. Das Bild vom "Zellenstaat" wurde schließlich in politischer Propaganda auch mißbraucht.

Noch oder gerade in der Zeit des Ersten Weltkrieges hat etwa der Physiologe MAX VERWORN in der staatlichen Organisation "biologische Richtlinien" gesehen, nicht nur in bezug auf die Zellen, und meinte, daß es "auf der Hand" läge, daß alle die großen allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, welche das Leben der Organismenwelt beherrschen, auch für den politischen Staatsorganismus gültig sein müssen ..." Und der "politische Staat als Organismus ist in seinem Leben den unerbittlichen Naturgesetzen ebenso unausweichlich unterworfen, wie jeder andere lebendige Organismus" (S.9).

Der Terminus "Zelle" wurde ohnehin zunehmend für alle möglichen Dinge in der Gesellschaft angewandt, von der Gefängniszelle bis zur Parteizelle.

## Von den Einzellern zu den Mehrzellern in der Diskussion nach 1860

Von "Einzellern" kann man leicht sprechen, aber BÜTSCHLI wies etwa 1876 darauf hin, daß man etwa beim Pantoffeltierchen mit seinen 2 Kernen, dem Makronucleus und dem Micronucleus, mit einer vollen Homologisierung, Gleichset-

zung, der Zellen der Vielzeller und der Einzelzellen auch Vorsicht walten lassen müßte.

Als besonders einfach erschienen HAECKEL die **Amöben**, mit ihrer beim Kriechen wandelnden Gestalt, ihrer 'amöboiden' Bewegung. Kernlos erschienen von ihm "Moneren" genannte Plasmaklümpchen, die er in Gewässern um Jena glaubte gefunden zu haben. Sie sollten sogar neu aus lebloser Substanz entstehen können.

Für HAECKEL war die Zelle wichtig, um **von den einfacheren Einzellern** aus über Zellkolonien mit noch recht los verbundenen Zellen **zu den Vielzellern** die Evolution zu erklären. HAECKEL faßte in seinem Werk "Generelle Morphologie" 1866 die einzelligen Lebewesen in einem eigenen Reich der Lebewesen zusammen, dem der **Protisten**.

In der 'Evolution' haben sich also nach öfters geäußerter Vorstellung **einzelne Zellen zu Zellkolonien** vereinigt, zunächst mit gleichen Zellen, von denen sich zuerst Sexualzellen absonderten. In Zellkolonien erfolgte dann **Arbeitsteilung** zwischen den Zellen und es kamen die aus differenzierten Zellen und Geweben aufgebauten Organismen zustande.

**Tierkolonien auch von mehrzelligen Organismen**.

Individuen mehrzelliger, ja schon hochdifferenzierter **Organismen vereinten** sich in etlichen Fällen zu Tierkolonien. Bei den Siphonophora, den Staatsquallen, hingen unterschiedliche, damit arbeitsteilige Individuen zusammen. Jedenfalls deutete das bei diesen Staatsquallen so 1851 LEUCKART, der für die Verschiedenheit der seiner Meinung verschiedenen Individuen, die da zuammenhingen, den Begriff '**Polymorphismus**' verwendete (M. P. WINSOR 1971-1972). HAECKEL schloß sich mit evolutionärer Deutung dem an. Andere sahen in den einer Siphonophore eher ein Individuen mit nach außen gebreiteten Organen.

Nicht körperlich vereinten sich die **Individuen bei den sozialen Insekten**, den Honigbienen, Ameisen, Termiten, bei denen überindividuelle Gemeinschaften bestehen, auch mit durch Arbeitsteilung unterschiedlichen arbeitsteilig "Kasten". Die Einzelindiduen, man denke an die verflogene Biene, sind kaum noch allein überlebensfähig. Die Bienen haben einzeln, solitär, lebende Verwandte. Ameisen und die mit ihnen nicht näher verwandten Termiten leben nur in Gemeinschaften.

In weniger fester Form wird das für den **Menschen** gesehen, und Bienen- und Ameisenstaaten wurden manchmal mit Menschenstaaten verglichen..

Das 20. Jh. brachte dann auch die Vorstellung, daß **komplexere Zellen**, die mit Chloroplasten und Mitochondrien, aus der **Vereinigung verschiedener einfa-**

**cherer Zellen**, Bakterien, hervorgingen.

**Kein Zellkern** wurde auch bei weiterer Forschung **bei den Bakterien** gefunden. Deren **Prokaryonten-Zellen** stehen den Zellen, auch den Einzellern, mit Zellkern gegenüber, den **Eukaryonten** – Termini erst aus dem 20. Jh.

## "Zellenstaat" oder doch eher Gesamtorganismus

Bei den Vorstellungen vom "Zellenstaat" blieb aber als Frage, was die unterschiedlichsten Zellen zu einem einheitlich wirkenden Organismus zusammenband. Lediglich mit Arbeitsteilung erschien das doch nur oberflächlich erklärt. Ein menschliches Individuum sieht sich selbst ohnehin kaum als Zellenstaatswesen, sondern als eine Gesamtpersönlichkeit. Bis in die moderne Zeit gab es immer wieder die beiden Auffassungen **vom 1. vielzelligen Organismus als "Zellenstaat",** in England etwa bei GEORGE J. ALLMAN, und 2. dem primär bestehenden **Gesamtorganismus**, der protoplasmatischen Masse, in der sich Zellkerne bilden und der sich nur **sekundär**, wegen der Funktionsverteilung **in Zellen zerlegt** (A. REYNOLDS 2007). Der Auffassung vom "Staat" der Zellen als Einzelwesen stand also der Gesichtspunkt der Arbeitsteilung gegenüber. Sollte zwischen den Zellen und Geweben gar noch Konkurrenzkampf herrschen, wurde noch offener, was nun die Gesamtanlage hervorbringt.

Trotzdem beide Richtungen, beide "Lager", die von den primären Einzelzellen oder die von der sekundären Zellenbildung Fakten für ihre Ansichten anführten, wurde eine Einigung nicht erzielt. Sicherlich war es den Zellbiologen auch recht, denn mit Diskussion blieb Forschung erhalten, kamen auch in der Tat neue Fakten ans Licht oder wurden heller beleuchtet. Mit "Lagern" läßt sich leben. Beide "Lager" besaßen ihre "Wahrheiten" – und das vielleicht sogar zu recht. Bei Licht als Welle oder Korpuskel war es schließlich ähnlich.

Für relativ große Autonomie der Zellen im Vielzeller als "Zellenstaat" sprachen die Zellenkolonien etwa bei niederen Grünalgen mit dem Weiterleben abgetrennter Zellen. Freie Zellen sind auch im höheren Wirbeltier die Blutzellen wie die Sexualzellen. Für Selsbtdändigkeit von Zellen zeugte, wenn der französische Physiologe PAUL BERT in Pfropfungsexperimenten (grafting) bei Ratten Stücke des Schwanzes unter die Haut des Rückens pflanzte und unabhängig von der Gesamtorganisation diese Zellen weiterwuchsen (F. L. HOLMES 1963). **Differenzen** zwischen den verschiedenen Zellen eines Vielzellers sah BERT auch darin, daß Gifte vielfach nur bestimmte Gewebe und damit bestimmte Zellen schädigen und unterschiedliche Zellen oft spezifische Stoffe produzieren, oder – vermeintlich - nur Leberzellen Glykogen speichern. Für Zellautonomie sprach dann, im 20. Jahrhun-

dert, das erfolgreiche Anlegen von **Zellkulturen**. Bei Schleimpilzen bauen **einzelne** sich zusammenfindende, etwa im Erdboden **lebende Zellen**, mit Geißeln oder wie Amöben, sich zu artspezifischen Fruchtkörpern **zusammen**. Schwämme, die bis zu den einzelnen Zellen zerlegt wurden, wie es in den USA HENRY VAN PETERS WILSON (D. P. COSTELLO 1961) ausführte, entstehen wie die schon als stark regenerationsfähig bekannten Süßwasserpolypen aus den Haufen ihrer einzelnen Zellen erneut, auch hier in artspezifischer Weise. Was aber koordiniert diese Zellen?

**Die Rolle des Gesamtorganismus** betonte der Botaniker JULIUS SACHS. Daß die Zellen etwa einer Pflanze durch dünne **Plasmafäden**, "**Plasmodesmen**", miteinander verbunden sind, sah zuerst der Botaniker EDUARD TANGL 1880 (1884; G. HABERLANDT 1905). TANGL war geboren als Arztsohn 1848 in Lemberg und wurde 1876 Professor der Botanik an der neugegründeten Universität Czernowitz. Die Zellen waren offensichtlich nicht, wie bei VIRCHOW, "allseitig geschlossene, nur auf osmotischem Wege in gegenseitige Beziehungen tretende Bläschen oder Kammern" (E. TANGL 1884). STRASBURGER bestätigte das. Vielkernig sind die nicht in einzelne Zellen unterteilten Grünalgen der Ordnung Siphonales, also bestehen nicht alle auch größeren Organismen aus einzelnen, voneinander abgetrennten Zellen.

Die **Zelle** wurde, und das blieb unabhängig von der Auffassung über primären "Zellenstaat" oder "Gesamtorganismus", schließlich zunehmend erkannt als der **Ort der entscheidenden Lebensvorgänge**, so des **Stoffwechsels** und spezifischer Leistungen (s. d.).

So wie man die mit bloßem Auge sichtbaren Organe, die Leber, Niere, Pankreas und andere, zunächst **beschrieben** hatte und **dann** erst und oft zunächst unvollkommen ihre **Funkion** und oft - in Mehrzahl - Funktionen aufklärte, war es **auch** mit den Zellbestandteilen, den **Zell-Organellen**.

## Wie stellt man "Arten" auf? – Welchen Umfang sollten "Arten" haben – Erfassung der Unterschiede bei Naturkörpern

Besonders unter Ornithologen für Vögel, aber bei anderen auch für Insekten und Weichtiere wurde diskutiert über Art-Abgrenzung. Sollte etwa, bei Vögeln, jede in einem bestimmten Gebiet vorhandene Variante als eigene Art oder wenigstens Unterart aufgestellt werden? So etwa hielt es CHRISTIAN LUDWIG BREHM, der

Vogelpastor des Dorfes Renthendorf in Ost-Thüringen, der mit seiner großen Vogel-Sammlung sich ein Urteil erlauben konnte. Anders etwa CONSTANTIN GLOGER (J. HAFFER et al. 2007), der einigermaßen ähnliche Formen bei Vögeln zusammenfaßte und Varianten ohne spezifische Namen nur beschreiben wollte. Den **Arten-Vermehrern**, den "Artenmachern", standen also jene gegenüber, die **zusammenfassen** wollten. 'Gibt' es weniger Arten, oder besser: werden weniger Arten aufgestellt, ist es gewiß leichter Arten-Kenntnis zu erwerben und eine Übersicht zu gewinnen.

Dabei kann die Arten-Aufstellung aber keine Willkür sein, sondern muß irgendwie der Natur entsprechen, so schwierig es im Einzelfalle sein mag, objektive Kriterien für eine Arten-Trennung oder –Zusammenfassung zu haben und so verschieden in manchen Fällen auch die Auffassungen bei verschiedenen ähnlichen Arten über ein Getrenntsein oder eine einheitliche Art blieben.

Von einer Art oder Gattung, die man aufstellen wollte, mußten **möglichst viele Exemplare aus dem gesamten Verbreitungsgebiet** vorhanden sein, da gerade an den Grenzen zu einer verwandten Art Übergänge, ja auch Bastarde, bestanden. Der Dresdener Botaniker H. G. LUDWIG REICHENBACH zeigte den ihm besuchenden Landshuter Botaniker SCHULTES (F. J. SCHÖTZ 2008) daß er in seinem Garten wie im Herbarium an die Tausend Exemplare vom Eisenhut / *Aconitum* hatte, und ebenso zahlreiche Vergißmeinicht- / *Myosotis*- und Thymian- / *Thymus*-Arten. "Man kann", schrieb SCHULTES (zit. bei F. J. SCHÖTZ 2008, S. 329) zur Arten-Aufstellung; "in zweifelhaften Fällen ... nichts entscheiden, wenn man nicht Dutzende von Exemplaren aus allen Gegenden vor sich liegen hat. ... Nichts ist gefährlicher als das Aufstellen neuer Arten aus einzelnen Exemplaren."

So sehr manche mit Transformationen, mit sprunghaften Umbildungen rechneten, bestand etwa bei KNIGHT um 1822 die Auffassung, daß **nur** solche auch unterschiedenen Formen **zur Kreuzung befähigt** sind, **die** trotz der individuellen Unterschiede **zu einer Art** gehören, einer Art, die in Exustenz trat "as such immediately from the hand of the Creator" (1822, S. 371). Fähigkeit zur Kreuzung war dann Kriterium, um Species abzugrenzen. Manche Spezies bekamen einen weiteren Rahmen, weil sich kreuzende Formen eben zu einer Spezies gezählt wurden, und gab es keine Kreuzung, dann gehörten zwei Formen zu verschiedenen Arten, oder bei Anerkennung wenigstens der Kreuzung zwischen verwandten Arten mindestes zu 2 verschiedenen Gattungen. Der durch Kreuzungen an Zierpflanzen bekannt gewordene WILLIAM HERBERT (A. A. GUMOND 1972) sah Kreuzung auch für verschiedene, wenn sicherlich verwandte Spezies, und im Verlaufe des 19. Jh. gelang Art-Kreuzung immer mehr.

Zunehmend wurden in der Natur Pflanzen, welche die Merkmale zweier verwand-

ten Arten zu verbinden schienen, als Bastarde betrachtet. Jenen, die immer wieder Bastarde in der Natur aufstellten, standen zu Recht jene gegenüber, die nur solche Bastarde anerkennen wollten, die wirklich auf nachgewiesener, künstlich durchgeführtet Kreuzung zwischen 2 als Arten aufgestellten Formen hervorgegangen waren, die nicht nur bloße Abweichungen ohne vorangegangene Kreuzung waren (HORNSCHUCH 1848). Schließlich war durch künstliche Bastardierung auch deutlich geworden, daß Bastarde keinesweges intermediär, also Zwischenform, sein müssen!

**Innerhalb der Arten** sollten die verschiedensten **"Spielarten", "Ausartungen",** "Varianten", wie immer man das benannte, entstehen können, ja waren bei **Kulturpflanzen und Ziergewächsen** sowie wie **Haustieren**, etwa den Tauben, ganz offenbar. Bei neu nach Europa gebrachten Zierpflanzen wurden bald Variationen, oft durch Kreuzung erzeugt, meistens vielgestaltiger, großblumiger und farbiger als die Wildformen, als ob man jede Bescheidenheit von Wildpflanzen bald so weit wie möglich überschreiten müsse. Die Freude des Machens spielte das sicherlich mit. Die für Wildpflanzen zuständigen Botaniker sahen diese Variabilität bisweilen eher als unangenehm, was etwa der Terminus "Ausartung" ausdrückt..

Arten zu unterscheiden schien manchen auf allgemeinere Fragen ausgehenden Forschern nicht so wichtig zu sein. Aber nicht nur um die Flora und Fauna zu erfassen schien die klare Unterscheidung von Arten und innerartlichen Formen zu erfordern, sondern man kann es auch werten als die **Abkehr von jenen oft vor 1850 behaupteten umfassenden Formenumwandlungen**, von Arten in Arten - was genaue Artbeschreibung nicht ausgeschlossen hatte. So wollte man nun in der Botanik etwa auch Klarheit über die Artabgrenzung in Gattungen, so das sehr schwierig war, teilweise bis heute, bei Brombeere / *Rubus*, Weide / *Salix*, Habichstkraut / *Hieracium*, der parasitischen Sommerwurz / *Orobanche* (R. CASPARY 1854, 1854). Nur durch die eindeutige Arten-Feststellung, die also etwa von dem Botaniker Ende und Schlussstein botanischer Wissenschaft sein wird." ROBERT CASPARY erwartet wurde, konnte auch die Abänderung und eventuelle Umwandlung eine gesichertere Grundlage bekommen. So meinte denn CASPARY 1855 (S. 231): "Klagen wir, dass in vielen Gattungen wirkliche Arten mit ihren Varietäten und Formen wirr durch einander stehen." 1854 hatte es bei CASPARY schon gehießen (S. 602): "Die Erkenntnis des Wesens der Species in tiefster Begründung ist aller Forschung und Bemühung würdig, aber so schwierig, dass sie sicher Ende und Schlusstein botanischer Wissenschaft sein wird." Und als Abhilfe sah CASPARY (1855, s. 231) die 1. Untesuchung der Übergangsformen in der freien Natur und 2. die Kultur, die Anpflanzung im Garten, denn "Ist es aber möglich, durch planmässige Cultur, unter verschiedenen Verhältnissen des Bodens,

der Temperatur, des Lichts, der Feuchtigkeit, des Clima, aus den Samen einer Art eine andcre vermeintliche Art zu erziehen, so ist sie als Varietät oder Form unwiderleglich erkannt und aller Streit hört auf."Aber eigentlich: Wenn es denn feste Arten gibt? Oder?

In Gießen hat der Botanik-Ordinarius HERMANN HOFFMANN (1869, E. IHNE et al. 1892) ab 1855 zahlreiche **Kulturversuche** durchgeführt und dabei vor allem bei Vermehrung konstant bleibende Formen, etwa bei Bohnen-Sorten, wie veränderbare Varietäten gefunden. Er sah das nach 1860 zu Recht als einen wesentlichen, auch korrigierenden Beitrag zur Lehre DARWINs. DARWIN selbst hat in einem eigenen Werk schließlich auch die Variabilität der Haustiere und Kulturpflanzen vorgestellt – wobei ja viele Formen, wie auch HOFFMANN fand, seit langem konstant sind und das ebenso erklärt werden muß. Im 20. Jh. wurden solche Untersuchungen zur Arten-Aufsplitterung an zahlreichen Arten und Gattungen unternommen, wobei der einzelne Forscher sich bevorzugt einer Gattung widmete.

In der Botanik hat ALEXIS JORDAN (J. PIQUEMAL 1973), Sproß einer reichen Lyoner Kaufmannsfamilie, bei vielgetaltigen Arten von Blütenpflanzen untersucht, inwieweit die unterscheidbaren Formen auch unter verschiedenen Kulturbedingungen in einem eigenen großflächigen Garten erhalten bleiben, also nach relativ groben Merkmalen aufgestellte Arten in beständige kleinere Arten aufzugliedern sind, die dann auch '**Kleinarten**' genannt wurden. Solche unterscheidbaren beständigen Varianten innerhalb von Arten fanden sich bei verschiedenen kultivierten Arten, bei *Scabiosa succisa* 25, bei *Sempervivum tectorum* 35, und, als Rekord, bei dem unscheinbarem kleinen Kreuzblütler *Erophila/Draba verna* an die 200. Die bisher vorliegenden Arten waren dann Sammelarten, wobei in den normalen Florenwerken sich meist mit den Sammelarten begnügt wurde. JORDAN wurde später vorgeworfen, in seiner Feindschaft zum Darwinismus die Arten zu "zerpulvern", dabei als schon immer konstant hinzustellen. Der niederländdische Botaniker LOTSY nannte die Kleinarten 1916 "Jordanons".

Der Schwede SVANTE MURBECK (1933) fand später zahlreiche Arten der Gattung Königskerze / *Verbascum* polymorph, aus oft zahlreichen konstanten "Kleinformen" bestehend, konstant auch "wenn mehrere Generationen aufgezogen werden konnten" (S. 41). Die Unterschiede der Kleinformen bezogen sich wie es auch JORDAN festgestellt hatte vilefach auf nicht so auffällige, aber eben vorhandene Merkmale: Form der Basalblätter, Grad der Dekurrenz der Stengelblätter, Breite der Brakteen (Blätter zwischen den Blüten), An- und Abwesenheit von Drüsen auf ihnen und dem Kelchblättern der Blüten, Anzahl der Blüten in den Faszikeln, Größe von Blumenkrone und Kapseln Bastarde zwischen verschiedenen Arten fand er wegen Samenproblemen kaum vermehrungsfähig, die zahlreichen Kleinformen

mußten also Ergebnis von Mutationen, von erblichen Abweichungen, sein.

Äußerlich nicht unterschiedene Formen können **physiologische** Unterschiede aufweisen, etwa parasitische Pflanzen, so Misteln, die je nach '**Rasse**' nur auf bestimmten Wirtsbäumen ihre Samen keimen lassen können.

Als wiederum, nach der Abkehr von den gewaltigen Transformations-Vorstellungen von vor 1850 anerkannt wurde, **daß Variationen die Spezies-Grenzen überschreiten können**, wenn auch nicht in großen Schritten, **und diese Variationen auch zur Fortpflanzungsbarriere gegenüber der Ausgangsform kommen können war der Weg zur Evolutionstheorie im Sinne DARWINs beschritten.**

**Prinzipiell sollte bei Naturkörpern, ob Organismen** oder Mineralien und chemischen Substanzen, auch Himmelskörpern, **jeder, auch der kleinste Unterschied erfaßt** werden. Hinter jedem dieser Unterschiede, auch minimalen, kann wichtige Einsicht in die Natur bestehen. Selbst äußerlich gleich aussehende Organismen können in den nur unter dem Mikroskop und mit Färbemethoden sichtbaren Chromosomen Unterschiede aufweisen, auch Unterschiede im Bestand an Substanzen – und das alles kann auf Evolutions-Vorgänge verweisen oder auch die Verwertung der Formen, etwa für Heilzwecke bestimmen. Wie könnte man etwa auf die Unterscheidung auch sehr ähnlicher Pilz-Arten verzichten, wenn man nicht aus Versehen den "eßbaren" mit dem "giftigen", gar tödlichen, verwechseln wollte. Kulturpflanzen-Arten leben ohnehin in ihren "Sorten", die wiederum auf bestimmten Böden oder unter bestimmten Klimabedingungen, oft auch fein unterschiedenen, gedeihen und brauchbare Erträge bringen. Auch bei den Bakterien können die einzelnen Arten unterschiedliche krankmachen, und einer der ersten Bakterienforscher, FERDINAND COHN, meinte trotz der damals noch sehr unzureichenden Unterscheidungsverfahren bei Bakterien 1875 zu Recht, "... daß es für die Fortentwicklung unserer Wissenschaft minder nachteilig ist, wenn selbst allzuviele Formen, die schließlich aus gemeinschaftlicher Quelle abgeleitet werden können, so lange und so weit als möglich auseinander gehalten werden, als wenn umgekehrt durch Zusammernwerfen verschiedenartiger Wesen auf deren spezielle Erforschung von vornherein verzichtet würde"

Jedes Organismen-Individuum hat außerdem allerdings zudem seine individuellen Eigenschaften und steigert diese oft im Laufe des Lebens, und hier gibt es natürlich auch Grenzen der Trennung.

Wie weit man im 'täglichen Leben', etwa in Florenwerken, den feinsten Unterschieden Rechnung tragen kann, steht auf einem anderen Blatt. Mit der Genetik nach 1900, der Erkenntnis der Gene, wurde die genetische Individualität der meisten Organismen deutlich.

# Parasiten und Fraßschädlinge in der Natur und in der Wirtschaft des Menschen

## Überall Schaden - und die Notwendigkeit der Erforschung der Lebenszyklen der Parasiten

Parasiten bei **Tier und Mensch** - manche leben an der Außenhülle, andere im Inneren, bevorzugt im Darm, aber auch in der Leber und den Mukeln und anderswo. Bei **Pflanzen** im Sommer gibt es schließlich bei etlichen Arten bald kein Blatt, keinen Sproß mehr, auf dem sich nicht Pustchen, Flecken, Löcher, helle Fäden bis zu spinnweben-artigen Geweben oder knopfartige Gallen befinden und manche Pflanzen Veränderungen der ganzen gewohnten Gestalt aufweisen. Jede Art einer höheren befallenen Pflanze hat dabei ihre spezifischen Schädlinge, die sich oft nur auf ihr und dort in spezifischer Weise ausbilden. Der Kenner kann also die Schädlnge oft bald ausmachen.

Glücklicherweise haben viele Parasiten ihre Achillesferse, sind also an oft **begrenzte Werte** bei den von ihnen tolerierten **Umweltfaktoren** angewiesen, wenigstens bei der Keimung, und von dort her sind Bekämpfungsmaßnahmen möglich - wenn auch nicht immer! Und zahlreiche Pflanzen, auch Sorten von Kulturpflanzen, sind jedenfalls gegen etliche Schädlinge **resistent**.

## Parasitische Lebewesen

Während Raubtiere getötete Beute ausweiden, ernähren sich zahlreiche kleinere und schwächere Lebewesen von Körpersäften oder Geweben eines größeren Lebewesens. Der belgische Zoologe PIERRE-JOSEPH VAN BENEDEN (1876) hat die **möglichen Stufen zur parasitischer Lebensweise** festzustellen gesucht. Da gibt es die Mitessern, die sich am "Tisch" anderer, etwa an der vom Löwen gerissenen Beute beteiligen. Manche Mitesser sitzen gar an einem Wirte fest, lassen sich wie manche Krebse auf Schneckenschalen herumtragen. Die "Mutualisten" leben ohne gegenseitigen Schaden aufeinander und miteinander, etwa im Pelz oder in den Federn anderer Tiere. Egel, also etwa Blut- und Pferdeegel und all die Egel in feuchten tropuschen Wäldern, sind Außenparasiten, **Ektoparasiten**, die sich zeitweilig an Wirbeltieren anheften und Blut saugen, wie Mücken auch. Ansonsten sind sie freilebend. Die **Endoparasiten** leben im Inneren von Wirtstieren. Manche müssen zu ihrer Entwicklung einen Wirtswechsel durchlaufen, bilden gar unterschiedliche Generationen aus. Parasiten sind für ihre Lebensweise durch zahlreiche Eigenschaften ausgestattet. Für nichtparasitische Lebewesen lebenswichtige

Organe haben sie nur in Resten oder sie verschwanden ganz. Manche Parasiten verursachen schwere wirtschaftliche Schäden oder rufen schwere Leiden bei den befallenen Wirten hervor.

# Zoologische Entdeckungen

Schon viele Tiernamen fielen weiter oben. Hier soll nur noch einiges zusammengefaßt werden. Vom Gorilla bis zum Okapi hat die Erforschung der Erde manche Tierform entdecken lassen.

### Entdeckungen im Bereich der mikroskopischen Sichtbarkeit - Protozoen und andere

Bedeutende Entdeckungen gab es auch im Kleinen. Und wie etwa COHN (1863, S. 497) bemerkte, konnte gerade bei diesen kleinen Tieren -wie natürlich auch bei den kleinen Pflanzen - manches für allgemeine Fragen gefunden werden.

Die dann als Einzeller erkannten mikroskopischen Wesen, ob winzige Algen oder Tierchen, hatte der schon vorgestellte EHRENBERG erforscht. Noch um 1840, bei BURMEISTER, wurden zu den "**Infusorien**" noch verschiedenste mikroskopische Tierchen, ja auch die bald zu den Pflanzen gestellen Diatomeen/Kieselalgen gerechnet. CARL THEODOR SIEBOLD hat 1845/1849) einfache, ja einzellige Pflanzen, Kieselalgen, Kugelalge/Volvox, Closterinen, von den zu den Tieren gestellten anderen Einzellern getrennt. Die tierischen Einzeller, das heißt die Rhizopoda und Infusorien, wurden die so von SIEBOLD aufgestellten **Protozoen**, dem sich der führende englische Zoologe RICHARD OWEN anschloß. die Protozoen genannten Wesen, zu denen Pantoffeltierchen, Amöben und damals noch die Rädertiere gehörten, zu den Tieren gestellt. DUJARDIN (G. I. GEISON 1970) aber erkannte, daß auch bisher wegen ihrer Schalen zu den Mollusken gestellte Tierchen, die **Foraminiferen**, in ihrem Zellmaterial innerhalb der Schale wie Amöben sind und begründete so die Gruppe der **Rhizopoda**, der 'Wurzelfüßer', mit ihren wechselnden und wenig fest geformten Plasmaausstülpungen. Freilebende Amöben wie solche mit festem Gerüst, fester Schale - eine bedeutende Erkenntnis, diese zu vereinen.

Der Mediziner und Zoologe GUSTAV ADOLPH MICHAELIS (F. WINCKEL 1885), Kiel, ging dem "**Meeresleuchten**" in der Ostsee nach und fand, 1830, als Verursacher den Einzeller *Perinidium Michaelis,* später *Noctiluca* genannt. Als der Arzt SEMMELWEIS in Wien fand, daß schnutzige Hände das Kindbettfieber übertragen, fühlte sich MICHAELIS so sehr am Tode von jungen Müttern in

Kiel schuldig, daß er 60-jährig 1849 Selbstmord beging, zumal auch seine von ihm entbundene Nichte ebenfalls gestorben war (TH. BÜHRKE 2012, S. 162).

Immerhin erschienen auch bei EHRENBERG die **Rädertierchen/Rotatoria** als besondere Gruppe der Infusorien und wurde schließlich deutlich, daß sie trotz ihrer Winzigkeit, fast nur mikroskopisch sichtbar, keine Einzeller sind. und sie wurden, deren rascher Wimperschlag unter dem Mikroskop wie ein sich drehendes Rädchen aussieht, bald zu den Würmern gstellt, In England wurde der lange als Lehrer tätige CHARLES THOMAS HUDSON (C. L. KINGSFORD et al. 2004), mit großer Publikation 1886 / 1887, der Spezialist für die mikroskopisch kleinen, in Wasser lebenden **Rädertierchen** / Rotatoria, engl. Rotifera - Beispiel eines jener Spezialisten, die im 19. Jh. einzelne Tier- und auch Pflanzengruppen eingehend erforschten und das Weltreich der Organismen erschlossen, im 20. Jh. vielfach eher ergänzt als übertroffen.

**Gliedertiere - Insekten**

Auch die **artenreichsten Organismengruppen** fanden gerade im 19. Jh. ihre oft **außerordentlich spezialisierten Bearbeiter**, unter ihnen viele Amateurforscher, die etwa hauptberuflich Lehrer oder Apotheker waren.

Ab seinem 32. Lebensjahre, ab 1796, Organist und Lehrer in Stolberg bei Aachen war JOHANN WILHELM MEIGEN der führende Spezialist für die **Zweiflügler** / Diptera, eine der artenreichen Insekten-Ordnungen. Er, der "größte Dipterologe seiner Zeit" (H. WEIDNER 1990), lieferte 1818 – 1838 eine 7-bändige "Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügligen Insekten" und beschrieb etwa 3500 neue Arten Noch artenreicher ist die Insekten-Ordnung der **Käfer** / Coleoptera, der sich der ansonsten als Landwirtschaftsökonom tätige EDMUND REITTER (CH. RIEDL-DORN 2003) annahm, 1879 bis 1919 in 86 Heften die "Bestimmungstabellen der europäischen Koleopteren", 1908 bis 1916 15 Bände "Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches" veröffentlichte und 6411 neue Käfer-Arten beschrieb.

**Tierische Schädlinge in der Wirtschaft des Menschen**

Kulturpflanzen blieben von Schädlingen, tierischen und pflanzlichen, nicht ausgespart. Ja Monokulturen, der Anbau nur bestimmer Arten oder gar Sorten auf einer großen Fläche, hat der Ausbreitung von Schadarten, ob auf einer Pflanze lebend oder in ihrem Inneren, Vorschub geleistet.

Manche Raupen bestimmter Schmetterlinge oder Maikäfer sind leicht zu sehen. Andere vom Standpunkt der menschlichen Wirtschaft als "Schädlinge" auftretende Arten leben mehr im Verborgenen, weisen einen manchmal komplizierten Entwicklungszyklus auf. Das Leben bestimmter schwere Schäden verursachender

Arten nötigte zum Einsatz gerade der besten Forscher, die manchmal sogar ferner ihrem bisherigen Fachgebiet Kommissionen im Regierungsauftrag leiteten und Forschung koordinierten.

Ab etwa 1865 wiesen zuerst in Frankreich und dann auch in Deutschland die **Weinstöcke** ein Nachlassen ihres Wuchses und auch der Erträge auf und schien der Weinbau gefährdet. Das Nachlassen der Weinstöcke wurde zuerst auch auf allgemeine Degeneration zurückgeführt. Als Verursacher wurde dann eine aus Nordamerika stammende, unterirdisch an den Wurzeln lebende kleine Laus, die **Reblaus**, 1868 ermittelt, entdeckt, als *Phylloxera vastatrix* benannt und zuerst untersucht von dem französischen Botaniker JULES-EMILE PLANCHON. Als Abhilfe erschien schließlich nur, die heimischen Weinstöcke auszureißen, die europäischen Weinpflanzen auf nordamerikanische, gegen die Reblaus feste Stöcke zu pfropfen. Französischer und deutscher Wein wuchs auf amerikanischem Wurzel- und Stockgrund. Das war auch ein Beispiel von Schädlingsbekämpfung mit biologischer Methode, wie man es mit dem Schutz der insektenfressenden Singvögel ebenfalls versucht hatte. Es werden die streng durchgeführten Maßnahmen bei der Weinbergvernichtung und dem Ersatz der Weinstöcke auch als zu übertrieben dargestellt (S. JANSEN 2000).

Daß man beim Absterben der Weinpflanzen zuerst an **eher unbestimmte Ursachen** wie Degeneration dachte und sich **dann ein spezifische, faßbare Ursache**, eben die Reblaus, finden ließ, erinnert an Fälle von anderen Krankheiten, bei denen auch zuerst mit nicht klar bestimmbarer Ursache gerechnet wurde und sich dann doch ein Faktor fassen ließ. In den Tropen schien niemand Fieber zu entgehen und es wurde dann doch Malaria als Ursache ermittelt. Rachitis schien eine auf die allgemeinen Großstadtverhältnisse zurückführbare Krankheit zu sein – und erwies sich dann doch als mit Vitamin D bekämpfbar.

Auch die Rübenmüdigkeit, der nachlassende Ertrag der Zuckerrüben bei längerem Anbau, schien auf Bodenerschöpfung allgemein zu beruhen. Bis die **Rübenälchen** als entscheidende Schädlinge erkannte wurden. Der Botaniker JULIUS SCHACHT (1859) hatte das bei Zuckerrüben in der Nähe von Halle gefunden und hat sie nachgewiesen an den Wurzelfasern von Rüben, die augenscheinlich wegen der Älchen, 1871 *Heterodera Schachti* genannt, kaum Fingerdicke, erreichten. Als SCHACHT fand, daß die Rübennematoden den Boden nicht verlassen, also nicht durch Tiere verbreitet werden, blieb ihre Bekämpfung nur im Boden, was nur als schwierig möglich erschien, etwa durch Fangpflanzen oder auch durch Feuer auf der Bodenoberfläche nur bedingt wirksam sein konnte. JULIUS KÜHN fand 1858 in "kornfaulen" Blütenköpfen der Weberkarde, *Dipsacus fullonum*, kleine Würmchen, und ähnliche Würmchen waren in Weizenähren gefunden worden. KÜHN konnte später, 1868, nachweisen, daß solche Älchen, Fadenwürmer, also auch oberirdische

Pflanzenteile schädigen.

## Würmer als Parasiten auch beim Menschen

Eingeweidewürmer wurden noch bis in das 19. Jh. vielfach auf Spontanentstehung, auf "Urzeugung", zurückgeführt. Schon im 18. Jh. war die Herkunft der Eingeweidewürmer nur aus ihresgleichen diskutiert worden. Dabei meinten manche, daß die parasitischen Würmer normalerweise im Wasser leben, aber von Menschen aus Versehen verschluckt im Körperinneren weiterleben. PALLAS (1781) bemerkte dazu skeptisch, daß solche Würmer dann häufig im Freien gefunden werden müßten, mindestens ebenso häufig wie im Körper. Das war jedoch nicht der Fall. Daß es wohl Eier von Bandwürmern, die Menschen aufnehmen und dann in ihrem Darm Bandwürmer haben, ergab sich für PALLAS aus dem häufigeren Vorkommen der Bandwürmer in großen Städten und dichtbesiedelten feuchten Gegenden, wo von befallenen Personen überlebende Eier ins Freie gelangen konnten. Als Seltenheit erschienen ihm dagegen Bandwürmer in den "wüstern Gegenden des rußischen Reichs und in Sibirien, wo die Bevölkerung neu und dünn ist" und bei Nomaden die Wohnplätze oft gewechselt werden (S. 43).

Auch wenn über die Herkunft von Eingeweidewürmern in Tier und Mensch unterschiedliche Auffassungen bestanden, suchte man die Eingeweidewürmer in möglichst allen Tierarten zu erfassen. CARL ASMUND RUDOLPHI in Berlin stellte 1809 alle damals bekannten Eingeweidewürmer vor und. ihm wurde von seinem Nachfolger JOHANNES MÜLLER (1837, S. XXVI) nachgerühmt, damit "gleichsam einen neuen Welttheil der Naturgeschichte in allen Beziehungen erforscht und gemessen" zu haben. Ab 1806 wirkte am k. k. Naturalien-Kabinett in Wien der von der Medizin herkommende JOHANN GOTTFRIED BREMSER, der 1819 in seinem Buch über "lebende Würmer im lebenden Menschen" mitteilte, daß bei ihm in Wien bis dahin 50.000 Tiere verschiedener Artzugehörigkeit auf Eingeweidewürmer untersucht worden waren, darunter 1503 Feldmäuse, Fischottern, 17 auf einer Jagd in den steirischen Alpen geschossene Gemsen, Seefische vom Mittelmeer, Delphine, der Grüne Wasserfrosch.

Um 1850 wurde der Entwicklungsgang der **Bandwürmer** aufgeklärt. Im 18. Jh. waren die "Blasenwürmer", die "Finnen", die erbsenähnlichen und mit einem Kopf versehenen Gebilde in den Muskeln, schon zu den Bandwürmern gestellt worden. Sie galten als eigenständige Species, die keine Beziehung zu den Bandwürmern im Gedärm haben. Von den im Darm lebenden langen Bandwürmern war festgestellt worden, daß die einzelnen sich loslösenden Glieder, von P. J. VAN BENEDEN "Proglottiden" genannt, Massen von Eiern enthalten, sich auf feuchten Körpern fortbewegten und eine Eierkette zurückließen. Ein Zusammenhang zwischen be-

stimmten "Finnen" in den Muskeln und Darmbandwürmern wurde schließlich vermutet. FRIEDRICH KÜCHENMEISTER (1852), praktischer Arzt in Zittau, gab am 18. März 1851 einem alten Kettenhund Ricinusöl, um alle eventuell in seinem Darm lebenden Bandwürmern abzutreiben. Dann gab er dem Hund Nahrung, in die er Finnen (Cysticerci) hineingemischt hatte. KÜCHENMEISTER wiederholte das im Abstand von einigen Tagen. Etwa drei Wochen später, am 10. April, wurde der Hund getötet. In seinem Darm fanden sich 35 Bandwürmer, Gattung Taenia. Katzen wurden mit Finnen aus der Maus Arvicola arvensis gefüttert. Schweinen wurden andere Finnen gegeben. Immer wieder fand sich, daß im Darm artentsprechende Bandwürmer auftraten, die dann die Proglottiden abgaben. Der Cysticercus cellulosae des Schweins wurde im Menschendarm zum bekanntesten Bandwurm des Menschen, der Taneia solium. Ähnliche Versuche wie KÜCHENMEISTER unternahm RUDOLF LEUCKART (1856, S. 39). Auch Fütterungsversuche bei einigen Menschen, Freiwilligen oder auch Nichtinformierten, wurden durchgeführt. KÜCHENMEISTER (1855) gab einem zum Tode Veruteilten ohne dessen Kenntnis etwa 130 Stunden vor der geplanten Hinrichtung Cysticerci verschiedener Art in die Nahrung und etwa 72 Stunden davor etwa getreidekorngroße weißliche Finnen aus einem Schwein unauffällig in der Gräupchensuppe und zwischen die mit weißlichen Pefferkörnern versetzte Blutwurst. 48 Stunden nach der Hinrichtung konnte KÜCHENMEISTER mit etlichen Professoren den Darm des Toten untersuchen. Kleine Bandwürmer waren zu finden, ihren Haken nach von der zu erwartenden Art Taenia solium. KÜCHENMEISTER empfahl die Wiederholung solcher Versuche mit der Beruhigung, daß man im "Falle stattfindender Begnadigung der Verbrecher ... ja leicht die Bandwürmer wieder abtreiben" kann, und man könne so "dem ängstlichen Gemüthe und der Wissenschaft zugleich nützen" (Spalte 4). In einem Nachtrag 1856 berichtete KÜCHENMEISTER von einem zweiten Fütterungsversuch mit Finnen ("Cysticercus cellulosae") 1855 bei einem "dem Beile" (Spalte 319) verfallenen Mörder. LEUCKART, damals in Gießen, unternahm einen Selbstversuch (s. F. KÜCHENMEISTER 1856) durch Verschlucken von Finnen aus einem Schwein und erhielt bei sich ebenfalls Bandwürmer der Art *Taenia solium*. LEUCKART gab dann Finnen einem mit Geld erkauften 45-jährigen Mann, dann einem schon vom Tode gezeichneten und von dem Versuch nicht unterrichteten "Phthisiker" sowie einem freiwillig sich zur Verfügung stellenden gebildeten jungen Mann. Der junge Mann nahm am 10. August 1855 die "Cysticercen" mit lauer Milch auf. Am 25. Oktober fand LEUCKART im Kot, in den Faeces dieses Mannes, die ersten abgehenden Proglottiden. Weitere folgten. Am 26. November wurde der Bandwurm mit einem Wurmmittel abgetrieben.

Die Umwandlung der Blasenwürmer / Finnen in Bandwürmer im Darm eines neuen Wirtes war damit so gut wie bewiesen. Die Umwandlung von Finnen in Bandwürmer direkt zu verfolgen hat LEUCKART Blasenwürmer / Finnen in her-

ausgeschnittene Mägen von Hund, Kaninchen und Schwein unter höherer Temperatur gegeben und sah, wie sich ihr Kopf und der vordere Bandwurmleib ausstreckten und wieder zusammenzogen und die Saugnäpfe wie prüfend umhertasteten. Die Glieder, Proglottiden, des Bandwurms mit ihren Eiern, werden mit dem Kot ausgeschieden und können im Schmutz von Schweinen aufgenommen werden, um in deren Muskeln zu Finnen zu werden. In Rindern gibt es die Bandwurm-Art Taenia mediocancellata. LEUCKART fütterte Eier dieser Art an ein Kalb, tötete es nach 17 Tagen und fand in ihm Massen von Finnen (P. J. VAN BENEDEN 1876).

Aufgeklärt wurde auch die Gefährlichkeit der **Trichine**, eines kleinen Fadenwurms, der sich in Muskeln in kleinen weißen Hüllen eingekapselt festsetzt Der am Guy's Hospital in London damals als Demonstrator tätige JOHN HILTON fand 1832 kleine weiße Knoten in Muskeln eines sezierten Toten. Mit seinem Messer konnte er sie kaum durchschneiden (P. J. VAN BENEDEN 1876). HILTON wandte sich an den Anatomen RICHARD OWEN (1835). Dieser sah in jedem Knötchen einen kleinen Wurm. Diese Trichina spiralis genannten neu entdeckten Würmchen wurden zunächst als ziemlich harmlos angesehen. LEUCKART verfütterte 1856 trichinenhaltiges Schweinefleisch an Mäuse. Wurden diese nach einiger Zeit seziert, wiesen sie in ihren Muskeln Muskeltrichinen auf. Ähnliche Fütterungsversuche unternahm VIRCHOW in Berlin. Der Mediziner FRIEDRICH ALBERT ZENKER in Dresden fand Trichinen 1855 innerhalb 8 Monaten in 4 von bei 136 von ihm sezierten Leichen. Das erregte seine Aufmerksamkeit. Er fand, daß Trichinenbefall **zum Tode** führen kann. ZENKER sezierte im Januar 1860 ein verstorbenes und vorher als gesund beschriebenes 20-jähriges Dienstmädchens von einem Gutshof. In der Muskulatur, zuerst vom Arm, sah ZENKER unter dem Mikroskop "auf den ersten Blick Dutzende von nicht eingekapselten, sondern frei im Muskelparenchym liegenden Trichinen, ... frei geringelt oder gestreckt und sofort die deutlichsten Lebenszeichen gebend." Auch andere Muskeln waren ebenso befallen, die Trichinen augenscheinlich noch auf Wanderung. Den Darminhalt hatte ZENKER erst einmal zurückgelegt und als er ihn dann untersuchte, fand er "aus dem ersten Tropfen Schleim aus dem Jejunum ... eine Masse kleiner Würmer, die sofort keinen Zweifel liessen, dass es geschlechtsreife Trichinen waren", Männchen wie Weibchen. Trichinöses Muskelfleisch wurde von ZENKER und KÜCHENMEISTER an 4 Hunde verfüttert. Hunde erwiesen sich als wenig anfällig. ZENKER besuchte nun den Gutshof im Dorfe Plauen bei Dresden, von dem das Mädchen stammte. Hier wurde ihm berichtet, daß am 21. Dezember 1859 ein Schwein geschlachtet worden war. Das als naschhaft geschilderte Mädchen habe wohl rohes Fleisch gekostet. In noch erhaltenem Schinken von diesem Schwein, auch in aus ihm hergestellter Cervelat- und Blutwurst fanden sich zahlreiche eingekapselte Trichinen. Auch die anderen Bewohner des Gutshofes waren ohne ihnen erkennbare Ursache erkrankt gewesen. Besonders schlimm hatte es den Fleischer getroffen, der auch von rohem Fleisch

gekostet hatte. Er sprach von "Gicht", hatte sich am ganzen Körper etliche Zeit wie gelähmt gefühlt. Die Trichinen des toten Mädchens kamen ganz offensichtlich aus dem von Trichinen befallenem Schweine-Fleisch. Im Jahre 1863 gab es eine Trichinenepidemie in Hedersleben bei Quedlinburg, wo von 337 betroffenen Personen 101 starben. LEUCKART schrieb 1863 an P. J. VAN BENEDEN (1876), daß die Leute auf Schweinefleisch verzichten. In Sachsen gab es 1866 bis 1889 3.402 an Trichinose Erkrankte mit 79 Toten (K. ENIGK 1986). Bei der Fleischbeschau wurde nunmehr auch die Trichinenbeschau eingeführt.

Andere gefährliche Eingeweidewürmer waren auf wärmere Umgebung angewiesen. Der Mailänder Mediziner ANGELO DUBINI (L. BELLONI 1971) entdeckte den "**Hakenwurm**", ***Ancylostoma*** *duodenale*, so genannt wegen seiner festhakenden Mundwerkzeuge, 1842 bei der Leichensektion einer Bäuerin und dann bei weiteren Toten vom Lande, bald bei 20 Prozent der sezierten Leichen von Landleuten. W. GRIESINGER und BILHARZ (H. SCHADEWALDT 1960) fanden in Ägypten, daß der Hakenwurm bei Personen, die von ihm befallen sind, Blutarmut, "Chlorose", hervorruft. EDOARDO PERRONCITO (C. CASTELLANI 1974), der 1875 den ersten italienischen Lehrstuhl für Parasitologie in Turin erhielt, fand dann den Hakenwurm als Verursacher der die Arbeitsleistung stark beeinträchtigenden Blutarmut bei Tunnel- und Bergarbeitern, ein danach als "Anchylostomiasis" bezeichnetes Krankheitsbild. Mit der Industrialisierung wurde eine früher kaum beachtete Wurm-Art auch außerhalb des Landwirtschatgebiete akut und gefährlich. Der Hakenwurm saugt an der Darmwand. Der dadurch verursachte dauernde Blutverlust führt nicht nur zu Körperschwäche, sondern oft zum Tod. Weitere Forschungen ergaben den Lebenszyklus und die weite Verbreitung des Hakenwurms namentlich in den Tropen, wo er als die Hauptursache nicht nur der ägyptischen, sondern der tropischen "Chlorose" überhaupt ermittelt wurde. Der Jenaer Hygieniker AUGUST GÄRTNER (A. GÄRTNER 1928) fand, daß der Hakenwurm bei Bergarbeitern in Deutschland in Gruben mit höherer Feuchtigkeit und einer Temperatur von über 20°C auftritt, gegeben im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet. In Gruben in Schlesien, wo die Temperatur von 20°C wenigstens zu GÄRTNERs Zeiten nur in wenigen Gruben erreicht wurde, war der Hakensaugwurm daher selten. Unter Leitung von GÄRTNER und HAYO BRUNS wurde in den befallenen Gruben viel zur Eindämmung des Hakenwurm-Befalls getan. Es wurden die Fäzes untersucht, wurde mit Farnextrakt der Wurm abgetrieben, wurden im Industriegebiet etwa dreieinhalb Millionen Goldmark ausgegeben allein für Abortanlagen. Eine wesentliche Eindämmung der "Anchyolostomiasis" war so möglich. GÄRTNER begegnete dem Hakenwurm in Ägypten, in Indien, Thailand, Brasilien, Zentralamerika und auch im Süden der USA. Es wurde gemeint, daß in den feucht-warmen Gebieten die Hakenwurm-Krankheit die Tuberkulose an Häufigkeit übertrifft.

Nicht nur zu ihrer Ernährung, auch in der Symbiose wie als Parasiten sind zahlreiche Organismenarten auf andere Arten "absolutely essential" (McCLUNG 1926, S. 564) angewiesen, könnten ohne bestimmte andere Arten nicht bestehen.

# Die Pflanzenwelt

## Sexualität; Befruchtung und Bastardierung bei Blütenpflanzen

Zur Fortpflanzung bei Pflanzen, gerade auch den Blütenpflanzen, gab es auch manches, zu deren Erfassung nicht das Mikroskop nötig war.

Die scheinbar sicher nachgewiesene Sexualität der Blütenpflanzen wurde noch manchmal bezweifelt namentlich 1812 von dem zuletzt in Heidelberg als Medizin-Professor wirkenden FRANZ JOSEPH SCHELVER (W. Heß 1890). Der Pollen sollte sogar ein tödliches Gift für die Narbe, also den Stempel der Blüte, enthalten.

Um die Sexualität der Blütenpflanzen erneut und an viel Material zu beweisen schritt KARL FRIEDRICH GÄRTNER (F. REINÖHL 1942) zur bisher umfangreichsten **Bastardierung** von vor allem verschiedenen Arten. Pflanzliche taxonomische Einheiten, Taxa, also Arten, Unterarten usw. wurden seinerzeit morphologisch unterschieden. Ließen sich die Individuen morphologisch unteschiedener Einheiten miteinander kreuzen, waren ihre Nachkommen Bastarde. Als im 20. Jh. mit der Vererbungsforschung die Unterschiede in den Erbanlagen auch innerhalb der Arten in oft nur mühsam erkennbaren Unterschieden erkannt wurden, könnte man nahezu jedes Individuun als Bastard bezeichnen. Bei Menschen treten außer bei einiigen Zwillingen wohl nie zwei erbgleiche Individuen zur Nachkommenzeugung zusammen.

Der 1772 in Göppingen geborene K. F. GÄRTNER war der uneheliche, aber vom Vater anerkannte Sohn des Botanikers JOSEPH GÄRTNER, in dessen Hause in Calw K. F. GÄRTNER eine Jugend verlebte und nach dem Besuch der Klosterschule in Bebenhausen Lehrling in der Hofapotheke in Stuttgart wurde Hier begann er Vorlesungen an der Karlsschule zu besuchen und Medizin zu studieren, wobei ihn besonders der Naturkundelehre K. F. KIELMEYER einnahm. Nach weiterem Studium in Jena, Göttingen, Tübingen ließ er sich als Arzt in Calw nieder und begann unter zunehmendem Rückzug vom Arztberuf in seinem Privatgarten 1825 seine Kreuzungsversuche und setzte sie bis an sein Lebensende 1850 fort. 1844 in einem ersten und 1849 in einem zweiten Teil faßte er die zum Teil schon veröffentlichten Ergebnisse in dem Werke "Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeu-

gung im Pflanzenreich" zusammen. Wie KÖLREUTER fand er, an vielen Kreuzungen mehr, daß die Bastarde, auch die reziproken, gleich sind, wenn auch oft die eine der Elternpflanzen, Vater- oder Mutterpflanze in den Merkmalen mehr in den Vordergrund drängt, daß Bastarde oft üppigeres Wachstum zeigen, daß aus der bei Artkreuzungen nur teilweise möglichen Fortpflanzung der Bastarde Merkmalsaufspaltung auftritt. Einzelmerkmale wie später MENDEL verfolgte er nicht und kam auch nicht zu Gesetzen der Merkmalsweitergabe. Aber die Möglichkeiten der Bastardbildung, die Sexualität der Pflanzen – das hat GÄRTNER erneut bewiesen.

Wie wirken die **Pollen**? Das war lange Zeit umstritten. In der Blüte befinden sich mehrere **Stempel** oder nur ein Stempel oder auch mehrere zusammengewachsene. Das sind die **weiblichen Geschlechtsorgane**. Die obere Fläche des Stempels ist die Narbe, die geht nach unten über in den mehr oder weniger langen Griffel und unten befindet sich der Fruchtknoten. In ihm befinden sich ein Ei oder mehrer bis viele Eier. Jedes Ei befindet sich in einem Embryosack.

Die grundsätzlichen Vorgänge bei der Bildung eines Embryos im Fruchtknoten und darin im Embryosack der Blütenpflanzen klärte 1831 - 1833 der große und führende britische Botaniker ROBERT BROWN. Der Italiener GIOVANNI BATTISTA AMICI, verbesserte nicht nur ganz wesentlich die Mikroskope, er sah 1823 aus den Pollenkörnern, den männlichen Geschlechtszellen der Blütenpflanzen, fadenartige Gebilde, Schläuche, "**Pollenschläuche**", herauswachsen und hatte damit einen als wesentlich erkannten Vorgang der Pflanzensexualität ans Licht gezogen. BROWN klärte, daß auf der Narbe des Stempels der Blüte aus den darauf gelangten Pollen die Pollenschläuche durch den Griffel in den Fruchtknoten wachsen, wo sich in jeder Samenanlage in Einzahl das "vegetabilische Ei", die Samenanlage, befindet. So viele Samenanlagen sich in einem Fruchtknoten befinden, so viele Samen konnten, wenn nicht welche ausfielen, in der Frucht, etwa der Schote einer Erbsenpflanze mit ihren kuegeligen "Erbsen", auftreten. Noch fehlte die Kenntnis der Zellenvereinigung geshweige den Zellenvereinigungen. Wirkte der Pollen am Ende nur durch Ausdünstung?

SCHLEIDEN wollte 1837 **im Pollenschlauch den Embryo** sehen, was den Fruchtknoten mit dem Embryosack nur zum Nährboden der neuen Pflanzen gemacht hätte. Bisherige Vorstellungen über Vererbung waren demnach falsch. Der bei SCHLEIDEN in Jena als Assistent tätig gewesene und zuletzt in Bonn als Professor tätige HERMANN SCHACHT (E. WUNSCHMANN 1890) schloß sich dem lange an. Ja, das Königl. Niederländische Institut der Wissenschaften in Amsterdam zeichnete eine diesbezügliche Preisschrift von SCHACHT noch 1850 sogar aus. Auch SCHACHT trat 1856 nach eigenen Untersuchungen über die Befruchtung von *Gladiolus segetum* jedoch dieser Ansicht entgegen.

Zweifel, wo denn der Embryo der Blütenpflanzen wirklich herkommt, hatte schon vorher zu manchen Untersuchungen und zwar an zahlreichen Arten angeregt. Zahlreiche Abweichungen oder auch später als Unvollkommenheiten in der Untersuchunge auftretende Widersprüche erschwerten eine eindeutige Aussagen (BERNHARDI 1841). Es gelang nicht immer, daß 1 Pollenkorn auf dem Griffel auch einen Samen hervorbrachte, weil es natürlich auch Ausfälle gab. Bei manchen Arten gab es auch **Samen ohne vorangegangenen Pollenzutritt, also Parthenogenese**, was wiederum zu Zweifel an der Notwendigkeit der Befruchtung führte, wenigstens für alle Blüten. Und warum waren solche Ausnahmen möglich? Rückkreuzung mit der Vaterpflanze, die also den Pollen geliefert hatte, gab mit den Generationen eine Annäherung an die Gestalt der Vaterpflanze und ließ wiederum diskutieren, welche Rolle die beiden Geschlechter bei der Embryogestaltung einnehmen. Bei der Befruchung, auch bei Tieren, fanden offensichtlich Stoffvereinigungs-Prozesse statt. Und was, fragte der Erfurter Botaniker JOHANN JACOB BERNHARDI 1841 (S. 415), war bei der Einrichtung der Befruchtung "der Plan des Schöpfers gewesen ..."? Daß Bastarde möglich sind?

Eher an Freilandbeobachtungen geknüpft war die **Blütenökologie**, namentlich die Feststellung der Pollenübertragung durch Insekten oder andere Bestäuber. Hier ging es um die immer wiederholte Feststellung, welche etwa Schmetterlinge, Hummeln, Bienen oder Fliegen an welchen Blüten erscheinen. **Fremdbestäubung** sollte namentlich nach Untersuchungen von CHARLES DARWIN für die Blütenpflanzen wegen erhöhter Variabilität günstig sein. Manche Einrichtungen der Blüten und der Pflanzen überhaupt waren als Mittel zur Förderung der Fremdbestäubung zu deuten. "Zweckmäßigkeit" bei den Lebewesen – bei den Blüteneinrichtungen erschien es in besonders eindringlicher Weise faßbar. Ob Duft oder Farben, ob verschiedene Blüten derselben Art mit unterschiedlicher Länge von Staubgefäßen und Stempeln, ob zeitlich versetzte Reife von Stempel und Staubgefäßen. H. MÜLLER, DELPINO waren führende Blütenökologen.

Gab es dann auch **Selbstbestäubung**, gar ohne nachteilige Folgen? Bei verschiedenen Pflanzen wurde es überprüft, auch bei eher nicht so vordergründigen, so bei *Juncus bufonius L.* (A. BATALIN 1871), der Krötensimse. Die Blüten sollten während der Selsbtbestäubung geschlossen bleiben, kleistogam, und sich erst danach öffnen.

## Bedecktsamer/Angiospermen und Nacktsamer/Gymnospermen

ROBERT BROWN (D. J. MABBERLEY 2004) fand auch den grundsätzlichen Unterschied zwischen den Blüten der gewohnten Blütenpflanzen mit dem völlig vom Fruchtknotne **umschlossenen** Embryosack und damit den in der späteren Frucht

völlig eingeschlossenen Samen und den ziemlich **offenen Samenanlagen** auf den Schuppen der weiblichen Zapfen etwa der Nadelhölzer und der Cycadeen. So unterschied er, 1821 und 1834, bei den Blütenpflanzen die Bedecktsamer/Angiospermen und un die Nacktsamer/Gymnospermen.

## Kryptogamen

Bei den offenbar nicht durch Pollen und normale Samen ausgezeichneten Kryptogamen wurde die Feststellung ihrer Fortpflanzung zum wohl interessantesten Vorgang, ging doch davon Verständnis für die Sexualität in der Organismenwelt überhaupt aus.

Bekannt waren die **Sporen**, mit den Samen der Blütenpflanzen vergleichbare Vermehrungskörperchen, in den Kapseln der Moose, an der Unterseite der Farnblätter, in den 'Ähren' der Schachtelhalme, an den Lamellen oder in den Poren der Pilze. Blütenähnliche Gebilde kannte man nur von den Moosen. "Blühten" diese Sporenpflanzen irgendwie im Verborgenen, "krypto-gam"?

Zunächst fast irritierend wurde die Auffindung von den Tierspermien ähnlichen "**Samenthieren**", die offenbar die Befruchtung von weiblichen Geschlechtsorganen zuwege brachten etwa bei Moosen. Tierchen entstehen in Pflanzen? 1838 etwa berichtete UNGER (S. 394), wie er "vor mehreren Jahren in der Befruchtungs-Feuchtigkeit des Torfmooses mit Hilfe sehr starker Vergrösserungen Wesen erkannte, welche mit einem Leibe und einem spiralig gedrehten Schwanze oder Rüssel versehen sind, deren Bewegungen selbständig erschienen und die nach allen Eigenschaften nicht zu verkennende Analogie mit den Samenthieren der Thiere und des Menschen zeigten." "Analogie - bedeutete natürlich nicht Gleichsetzung, und die "Samenthierchen" eines Mooses konnten offenbar nur für die Befruchtung bei dem Moose dienen.

## Höhere Sporenpflanzen: Gefäßkryptogamen

Um die Mitte des 19. Jh. aufgeklärt wurde die Entwicklung der höheren Kryptogamen, der **Farne** und **Schachtelhalme** etwa. Es zeigte sich, daß die so deutlich sichtbaren Sporen etwa an der Unterseite der Farnblätter oder den oberen Teilen der Schachtelhalme nicht unmittelbar zu neuen Farnen oder Schachtelhalmen führen. Aus den Sporen entstehen, auf feuchtem Grund, grüne, wie kleine Blätter aussehende Vorkeime. Auf ihnen entstehen maännliche Geschlechtsorgane, Antheridien, die Spermatozoen aussenden. Diese dringen in die Archegonien, die weiblichen Geschlechtsorgane. Aus der Befruchtung geht eine neue Farn-oder Schachtel-

halmpflanze hervor, die wieder auf ungeschlechtlichem Wege Sporen hervorbringt. Es gibt also einen Generationswechsel. Auf die durch ungeschlechtlich entstehende Sporen ausgezeichnete Vollpflanze folgt aus den Sporen eine viel einfachere Pflanze, welche auf geschlechtlichem Wege wieder eine Vollpflanze hervorbringt. Die Begriffe "Sporen" erhielten nun eine klarere Definition, waren nicht den Samen gleichzusetzen. Das wurde erst klar, als man in den Blüten der Blütenpflanzen die stark reduzierten, auf wenige Zellen beschränkten Homologgebilder der Vorkeime erkannte.

Der polnische Graf SUMINSKI-LESZCZYC, in seiner Veröffentlichung "Zur Entwickelungs-Geschichte der Farnkräuter" 1848 mit dem Namen LESZCZYC-SUMINSKI, verfolgte bei dem Farn *Pteris serrulata* die Keimung der an der Blattunterseite befindlichen Sporen, den dabei sich ausbildenden Vorkeim, **Prothallium**, die an ihm entstehenden, von NÄGELI schon bei Moosen gesehenen, männliche, "Spiralfäden", also männliche Geschlechtszellen bildende Antheridien, und vor allem die weiblichen Geschlechtsorgane, die **Archegonien**. Zu ihnen bewegen sich bei Feuchtigkeit die "Spiralfäden", die männlichen Geschlechtszellen. Also nicht die Sporen an der Blattunterseite sind die weiblichen Geschlechtsorgane, wie gemeint worden war, sondern Gebilde, Archegonien, an den Vorkeimen. Zwischen Spore an der Blattunterseite und erwachsener neuer Farnpflanze schiebt sich also in Gestalt des Vorkeims ein "Zwischengebilde" (S. 21), aus dessen Archegonium die neue Farnpflanze wächst.

JULIUS MILDE (E. WUNSCHMANN 1885) in Breslau erfaßte die **Schachtelhalme** der Welt, und konnte, was zunächst nicht so leicht gelang, die Sporen des Schachtelhalms *Equisetum telmateja* zum Keimen bringen, 1852 (auch 1854), im April, auf Wasser in einem "gewöhnlichen Trinkglase" und auf schwarzer Erde in einem mit Glas bedeckten Kästchen. Die Vorkeime auf dem Wasser verschlungen sich miteinander und wuchsen 8 Wochen ohne zu faulen. Auf diesen auf dem Wasser schwimmenden Vorkeimem erschienen kaum 6 Wochen nach der Aussaat, am 25. Mai, "Samenfäden" entlassende Antheridien und am 3 Juni erste Spuren von Archegonien, die weiblichen Sexualorgane. Ein Vorkeim gab es "nicht selten" 8 -9 solche Archegonien, und an einigen ließ sich ein "Kanal unterscheiden", der ohne alle Unterbrechung hindurchging "zu einer kugligen, ganz scharf begrenzten Höhle", zum Proembryo (1852, S. 498). Um die Antheridien der Equiseten zu beobachten, hat man nur nöthig, eine Menge Sporen auf Wasser auszusäen, das Glas zu bedecken und dem Lichte auszusetzen, In der nächsten Woche wird man die Spermatozoen gewiss auffinden" (S. 298).

Die **Gemeinsamkeiten** bei den **Gefäßkryptogamen** mit den Gymnospermen und Angiospermen, also den Blütenpflanzen/Phanerogamen, wurden deutlich, als WILHELM HOFMEISTER (M. MÜLLEROTT 1972, J. PROSKAUER 1972) 1851

innerhalb den Embryoanlagen der Blütenpflanzen an Vorkeime erinnnerende Gebilde fand und sie verglich mit den im Freien gebildeten Vorkeimen der Gefäßkryptogamen. Innerhalb des Fruchtknotens der Blütnepflanzen, im Embryosack, gibt es einen stark reduzierten Vorkeim, aus dem sich die Eizelle rep. die Eizellen bilden. Das verknüpfte in ihrer Embryonalentwicklung die Moose, Gefäßkryptogamen und die Blütenpflanzen, ohne daß bei HOFMEISTER trotz dieser Ähnlichkeiten von einer Evolution dieser Gewächse gesprochen wurde. WILHELM HOFMEISTER war der am 18. Mai 1824 geborene Sohn des aus einfachen Verhältnissen zum führenden Leipziger Musikalienverlegers aufgestiegenen FRIEDRICH HOFMEISTER. WILHELM HOFMEISTER besuchte die Realschule in Leipzig, wurde zum Lernen Volontär in einer Hamburger Musikalienhandlung, trat 1841 in den Musikalienverlag seines auch an Botanik interessierten Vaters ein. In seinem Hause erschienen auch Botaniker wie H. G. L. REICHENBACH. Der davon angeregte WILHELM HOFMEISTER saß in freien Stunden über dem Mikroskop und untersuchte die Embryonalentwicklung bei Moosen, höheren Kryptogamen und Blütenpflanzen. Seine Kurzsichtigkeit soll beigetragen, anderen schwierig erkennbare Dinge unter dem Mikroskop zu sehen. Außerdem hab er vor allem vor Geschäftsbeginn am frühen Morgen mikroskopiert und das war die Tageszeit, in der die Zellteilungen stattfinden. HOFMEISTERs Veröffentlichungen fanden unter den Botanikern solche Anerkennung, daß er, obwohl Autodidakt und ohne Abitur, 1863 auf den Botanik-Lehrstuhl der Universität Heidelberg berufen wurde und, schon bedrückt durch Krankheit der Frau und Tod von Kindern, 1872 einem Ruf nach Tübingen folgte. Aus Gesundheitsgründen schließlich zur Inaktivität gezwungen, starb HOFMEISTER am 12. Januar 1877 in Lindenau bei Leipzig.

## Erforschung der niederen Pflanzen - der Thallophyten unter den "Kryptogamen"

Die "niederen" Pflanzen wie Pilze und Algen waren in ihren größeren Formen bekannt und man hatte etliche seit dem Beginn bei dem dänischen Forscher OTTO FRIEDRICH MÜLLER auch unter dem Mikroskop immer wieder beobachtet. Aber die Kenntnis ihrer Arten, ihre Klassifizierung, ihre Lebensweise und Ökologie waren in vielem nur unzureichend erschlossen. Namentlich nach der Mitte des 19. Jahrhunderts setzte die **Erforschung der Pilze und Algen** ein (B. HOPPE 1983), wurden diese Pflanzen das Hauptforschungsgebiet bedeutender Botaniker. Außer recht großen Formen, wie den teilweise riesigen Braunalgen, "Tangen", in den südliche kälteren Meeren, aber auch schon beachtlich etwa um Helgoland die *Laminaria*, gehören zu den "Algen" auch mikroskopische Formen. Man ging zunächst nicht systematisch an die Untersuchungen, bedeutende Forscher waren

wenigstens anfangs nicht auf einzelnen Gruppen spezialisiert und griffen für ihre Forschungen Vertreter aus den verschiedenen Gruppen heraus, und es dauerte etliche Zeit, bis Zusammenhänge oder Trennungen geklärt wurden und auch Spezialisierung kam.

Sowohl Grünalgen, ja auch Rotalgen an Steinen in fließenden Süßwasserbächen. schmarotzende Pilze auf Blättern, Krustenflechten an Baumrinde sind flächige Gebildet und ihre Trennung schien vom Äußeren her nicht gegeben. So deutlich etwa Hutpilze oder große Tange zu unterscheiden waren. Noch 1854 heißt es bei F. COHN (S. 106 / 107): "... so lässt sich auch die systematische Trennung der Algen und Pilze, namentlich in ihren einfachsten Zuständen, nicht durchführen." Sicherlich gab es auch schon damals andere Ansicht, gab es schon Bücher über Flechten usw.

Um den Unterschied der einfachen Kryptogamen zum Körper etwa der Blütenpflanzen, aber auch noch der Moose zu kennzeichnen, wurde der Körper niederen Kryptogamen "**Thallus**" genannt. Die durch einen Thallus ausgezeichneten Organismen, im allgemeinen bald zu den Pflanzen gestellt, wurden durch ENDLICHER auch als das "Reich der Thallophyten" bezeichnet. Ihnen gegenüber stehen die "Kormophyten", also durch stengelartige Gebilde, eine Sproßachse ausgezeichnete Pflanzen, wobei manche, man denke an Wasserlinsen, allerdings auch wieder stark vereinfacht sind,

HAECKEL stellte um 1866 für die Kleinlebewesen das neben dem Pflanzen- und Tierreich eigene "Reich" der **Protisten** auf.

Zu einem führenden Erforscher der niederen Pflanzen bis hin, 'hinunter'?, zu den damals den Pflanzen zugerechneten Bakterien wurde dann FERDINAND COHN (G. DREWS 1998, M. KLEMM 2002, F. ROSEN 1899), 1828 in Breslau geborener Sohn eines jüdischen Kaufmanns, der sich energisch emporgearbeitet hatte. FERDINAND COHN studierte namentlich Botanik in Breslau und, schon weil er in Breslau damals als Jude hier nicht promovieren durfte, dann in Berlin. Mit einem ihm vom Vater gekauften guten Mikroskop untersuchte er die Bildung der Cuticula, der Oberhaut, der Blätter und wandte sich dann, unterdessen wieder in Breslau, den einfachen Algen zu. 1857 mit dem Titel Professor ausgezeichnet, wurde COHN 1858 in Breslau ao. Professor für Botanik, 1872 Ordinarius. Zu COHN in Breslau reiste ROBERT KOCH, als er als junger Landarzt in Wollstein, westlich von Posen / Poznan, die Erreger des Milzbrand in Reinkultur gezüchtet hatte und ihre Infektiosität bewies, und COHN erkannte sofort die Bedeutung der Entdeckung und sorgte für KOCHs Vorankommen.

Ob groß oder klein, der Aufklärung, etwa in der Fortpflanzung, harrte vieles. Für die **kleinen** und kleinsten niederen Kryptogamen, galt bis in die Mitte des 19. Jh.

Urzeugung als möglich, auch Umbildung der einen Form in eine andere und wurde **Sexualität bezweifelt**. Hier Aufklärung gebracht zu haben, hat die Gesamtauffassung vom Leben wesentlich beeinflußt. Sind bei den höheren Organismen die beiden beim Sexualakt zur Bildung eines neuen Lebewesens verschmelzenden Zellen ungleich massereich, nämlich die große Eizelle und die kleine Samenzelle / Spermatozoon, so fanden sich bei niederen Organismen auch gleichgroße, aber offensichtlich sexuell dennoch differenzierte Sexualzellen, wenn gleich oder fast gleich Isogameten genannt. Dazu kam viel ungeschlechtliche Fortpflanzung.

Eines der vielleicht einfach wirkenden, aber grundlegenden Ergebnisse der eingehenderen Erforschung der niederen Kryptogamen war, daß sie wie die höheren Gewächse **feststehende Arten aufweisen**, die gewiß auch in unterschiedlichen, aber klar zu derselben Art gehörenden Formen oder Generationen auftreten können, also "auch unter den einfachsten Organismen nicht Anarchie, sondern Systematik herrscht" (B. HOPPE 1983, S. 188). Fand man igrendwelche einfachen begeißelten Zellen im Wasser war man sich nie sicher, ob sie Fortpflanzungskörper anderer Arten sind oder selbständige 1-zellige Arten. Die einmal beschriebenen Arten wiederzuerkennen war oft schwierig, problematisch.

## Algen

### Wer gehört zu den Algen?

"Algen" – eine **Sammelgruppe**, deren großen Gruppen untereinander so verschieden sind wie die einst zu den "Vermes" / "Würmer" vereinten Gruppen. Algen – dazu gehören 1-zellige kleine grüne Kügelchen im Wasser oder an Baumrinde, dazu gehören grüne Fäden in Süßwasser und am Meer, die einst "Conferven / Confervae" hießen, ebenso die salatähnliche grüne Fladen an Küstenfelsen, die *Ulva*, und die riesigen Stränge der Braunalgen in südliche Meeren, wohl die längsten Pflanzen überhaupt. Grün-, Braun- und Rotalgen waren dann die großen unterschiedenen Gruppen.

Gerade die Algen, ob die winzigen, 1-zelligen, oder die großen, hatten manche Überraschung bereit.

In allen Gewässern, ob Süßwasser oder Meer, auch in winzigen Pfützen sind verbreitet die **Kieselalgen**, die **Diatomeen**. Zwei Schalen, die eine größer als die andere und dabei die kleinere einfassend, umschließen den 1-zelligen Zellkörper. NITZSCH (F. T. KÜTZING 1960) in Halle unterschied bei den Kieselalgen, die auch zu den Infusorien gestellt wurden, 1817 mehrere Arten. Eine damals aufsehenerregenden Entdeckung war des 1834 in Eilenburg in einer Apotheke arbeitenden FRIEDRICH TRAUGOTT KÜTZING (S. 95), daß die Diatomeen-Schalen aus



Abbildung 1527: Grünalgen am Meer. Irland.

Kieselsäure bestehen. Als er am Tag vor dem Himmelfahrtstag unter dem Mikroskop Armeleuchteralgen untersuchte, gab er zu diesen Algen wenig **Essigsäure**, um die Schalen der anhaftenden Diatomeen aufzulösen. Aber die Diatomeen-**Schalen blieben intakt**. Weitere Säuren beschädigten sie ebensowenig wie Glühen. Sie bestanden demnach nicht wie angenommen aus Kalk. Es mußte Kieselsäure sein. Für diese Entdeckung war die Berliner Akademie sofort zu einer Unterstützung bereit, namentlich für eine Studienreise nach dem Süden. Zu einer Professur kam KÜTZING aber nicht und seine Ansicht von der Unbeständigkeit der Arten niederer Organismen hat das nach seiner Meinung verhindert. Aber auch als weiterhin wissenschaftlich tätiger Lehrer an der Realschule in Nordhausen, vor allem als Verfasser der auf seiner **eigenen großen Algen-Sammlung** und der anderer hervorgegangenen "Species Algarum" von 1849 hochgeehrt starb er 1893 - Beispiel eines Mannes in der Provinz mit dennoch vielen Kontakten und einem reichen Lebenswerk.

Wer zum ersten Male **rotgefärbten Schnee** im Gebirge sieht, mag sich angeekelt oder entsetzt fühlen und an die Spuren einer Winterschlacht denken. Etliche Beobachtungen waren gemacht, und namentlich von der Baffins-Bay des von Polarreisenden besuchten Nord-Kanada würde die "rothe Materie ... die Schneefelder ... in einer beträchtlichen Ausdehnung überziehen" (KUNZE 1826, S. 452). Eine rotgefärbte Alge wurde als verursacher angenommen. UNGER erkannte 1831 , 1832 den roten Schnee gefärbt durch eine rote einzellige Alge, die nun *Protococcus nivalis* genannt wurde. Aber UNGER glaubte diesem Befund noch etwas darausetzen zu müssen und schrieb, daß sich in Protococcus nivalis eine höhere Begeisterung der Materie ausspreche, schon nicht mehr der Erde angehören zu wollen (zit. in G. HABERLANDT 1899, WIESNER 1901).

Als EHRENBERG die Purpurbakterien fand, die nicht Algen sind, und deutlich

wurde, daß diese die heiligen Hostien in Kirchen befallen können und rot färben, konnte für die "**Blutwunder**", die Rotfärbung der Obladen für das Abendmahl, eine natürliche Erklärung gefunden werden. Das war insofern eine großartige **Tat der Aufklärung**, als einst die Juden der Schändung der Hostien beschuldigt und sie deshalb grausam verfolgt, ja verbrannt wurden, in Wahn endender Aberglauben.

Nach vielen unterschiedlichen Bezeichnungen und Gruppierungen unterschied man um 1902 bei den "Algae", damals im Lexikon als "Klasse" bezeichnet, 7 "Ordnungen", mit der seinerzeitigen Bezeichnung: die 1. blaugrünen Blaualgen / *Cyanophyceen*, 2. die durch einen Kiesel- und nicht Kalkpanzer ausgezeichneten Kieselalgen / *Diatomeen*, 3. die Jochalgen / *Conjugatae*, mit ihrer Verschmelzung von gleichartigen Zellen, unter ihnen als Fäden, oft in ganzen grünen Watten im Frühlingsgewässer auftretende Bandalgen / *Zygnemaceae* oder fein ziselierte Einzeller am Grunde von Moorgewässern, die Zieralgen / *Desmidiacea*e, 4. die formenreichen, von grünen Einzellern bis zu Fäden und grünen Flächen reichenden Grünalgen / *Chlorophyceae*, 5. die Braunalgen / *Phaeophyceae*, 6. die Rotalgen / *Rhodophyceae oder Florideae*, 7. die wie zarte kleine Sträucher aussehenden Armleuchteralgen / *Characeae*.

Die einzelnen Gruppen haben nicht den Zusammenhang, der ihnen einst zugeschrieben wurde. Zunehmend wurden deshalb eigene Großgruppen, ja "Stämme",aufgestellt.

So wie die artenreichen Gruppen kleiner Tiere ihre Bearbeiter fanden, gab es das auch für die Algen. Im Fast-Wettbewerb mit anderen stach der Engländer JOHN RALFS (J. H. PRICE 2004) 1848 mit einem als zauberhaft schön beschriebenen Werk über die 1-zelligen britischen **Zieralgen**, "The British Desmidieae" hervor. NÄGELI wie dann ANTON DE BARY (1858) fanden, daß die aus Zellfäden bestehenden Conjugaten, also die Spirogyra, wegen der als Befruchtungsvorgang anzusehenden Zellverschmelzung mit den ebenso Zellverschmelzung aufweisneden 1-zelligen Zieralgen in eine Gruppe gehören, die Conjugaten. **Wer gehört zusammen?** Das äußere Kriterium, hier also aus zahlreichen Zellen bestehende grüne Fäden und zierlich gestaltete Einzeller, konnten nicht unbedingt das Kriterium sein, wenn wie hier die Sexualvorgänge das anders nahelegen.

## Fortpflanzung und Sexualvorgänge bei den Algen

Bei den Algen interessierte die Verschiedenartigkeit der Fortpflanzung, zu einem durch Bildung von **ungeschlechtlich** entstehenden, **sich absondernden Zellen**, "Sporen", oft beweglich und damit "**Schwärmsporen**", und dann vor allem die **Sexualvorgänge**, der Austasuch von Zellmaterial, die Vereinigung von Zellen,

gleichgroßen oder unterschiedlich großen, auch solchen, die in speziellen organen, Geschlechtzsorganen, gebildet wurden. Mit der Auffindung von Sexualorganen bei diesen "niederen" Organsmen wurden grundlegende Vorgänge des Lebens, so eben der Sexualvorgang, neu interpretierbar, entstand eine neue Vorstellung von den Lebensvorgängen und ihrer Herausbildung.

JOHANN FRIEDRICH TRENTEPOHL (FOCKE 1894) war Pfarrer im Oldenburgischen und hat als Amateurbotaniker 1805, also ein Jahr vor seinem Tod 1806, bei der Alge *Vaucheria*, die Bildung von Schwärmsporen gesehen, ohne das dies damals voll gewürdigt wurde. Nachdem der aus einer kinderreichen steiermärkischen Bauernfamilie stammende Botaniker FRANZ UNGER (J. WIESNER 1902)1826, als er, noch Student, als Erzieher des Grafen COLLOREDO-MANSFELD auf dessen Landsitz in Staaz in Niederösterreich tätig war, Schwärmsporen, also bewegliche Fortpflanzungskörper, bei der Grünalge *Vaucheria clavata* fand und sah, daß sie sich mittels Flimmerhaaren bewegen, schrieb er Jahre später, 1843, von der "Pflanze im Momente der Thierwerdung" - wenn nicht nur als Vergleich für die Spermatozoidenbildung gedacht eine Fehldeutung.

Sexualität bei Algen sah noch ohne großartige Deutung O. F. MÜLLER im 18. Jh. bei den grünen, in vielen Gewässern heimischen (und aus zahlreichen hintereinander liegenden Zellen bestehenden) Fäden einer Jochalge, wohl einer *Spirogyra* (N. PRINGSHEIM 1852), bei der bei nebeneinanderliegende Fäden Zellmaterial aus der Zelle des einen Fadens sich mit dem des benachbarten vereinigt. Dieser relativ einfache, auch ohne starke Vergrößerung beobachtbare Vogang wurde so etwa wie der früh bekannte einfache Modellfall einer Sexualität bei Algen.

JEAN PIERRE E´TIENNE VAUCHER (D. M. SIMPKINS 1976) in Genf, erst Pfarrer, dann Universitätsprofessor, fand bei **grünen Algenfäden**, bei der zu den Schlauchalgen gehörenden *Vaucheria clavata*, damals *Ectosperma clavata*, das Aneinanderlegen und der dabei erfolgende Austausch von Zellmaterial, sah männliche Sexualorgane, die Zellen in als weibliche Sexualorgane gedeutete Strukturen eindrangen, also auf **Sexualvorgänge** bei diesmal **niederen Pflanzen** hinwiesen.

Daß bei Algen und Kryptogamen Sexualität allgemein verbreitet ist und das oft durch bewegliche Gameten, wurde nach diesen Vorläuferbeobachtungen ab etwa 1844 deutlich und somit **Sexualität, geschlechtliche Fortpflanzung, als ein offfenbar bis in die Welt der niederen Lebewesen reichender Vorgang** deutlich. Und immer wieder, bis hinein ins 20. Jh., konnte Sexualität bei immer niedrigeren Organismen nachgewiesen werden, bis weit hinab in die Welt der Bakterien.

Um die Mitte des 19. Jh. zunächst fand bei dem "Blasentang", einem *Fucus*, einer Braunalge, der Franzose GUSTAVE ADOLPHE THURET mit DECAISNE 1844



Abbildung 1528: Fucus. Fortpflanzungsreif.

bewegliche Zellen, **Antherozoiden**, und erwies **1853**, daß dies nicht geschlechtslose Schwärmsporen, sondern männliche Geschlechtszellen sind, die Eizellen befruchten.

Der begüterte THURET war Diplomat, besaß eine große Villa am Mittelmeer bei Antibes und betrieb Botanik als Amateur.

Noch war offen, ob dieser Sexualvorgang eine Besonderheit der höheren Algen ist. Im Herbst und Winter 1854 / 1855 kultivierte NATHANAEL PRINGSHEIM eine der einfachsten Algen, ***Vaucheria terrestris***, und konnte im März 1855 direkt beobachten, wie das **Spermatozoon in das Ei eindringt**. NATHANAEL PRINGSHEIM (F: COHN 1895, J. REINKE 1925) war der 1824 geborene Sohn eines jüdischen schlesischen Industriellen, der in Breslau, Leipzig und Berlin, auch in Paris und London, unter anderem Botanik studierte, sich den noch wenig erforschten niederen Kryptogamen zuwandte, auch an Meeresküsten. Untersuchungen an weiteren niederen Algen folgten. PRINGSHEIM, 1864 als Nachfolger SCHLEIDENs an die Universität Jena berufen, gab aber auch wegen seines zunehmend schlimmeren Asthma die Stellung auf und ging 1868 nach Berlin. Hier konnte sich der begüterte Forscher eine Villa in der Bendlerstraße kaufen und gab in seinem Privatlaboratorium zahlreichen bald als Botaniker bedeutenden Schülern und Assistenten entscheidende Kenntnisse und Anregungen. Namentlich auf seine Anregung erstand 1882 die Deutsche Botanische Gesellschaft.

COHN (1855) kultivierte die nach einer Überschwemmung der Oder Ende Oktober 1854 bei Breslau auf einem nassen Kartoffelacker gesammelte *Sphaeroplea annulina*, wobei die zunächst grüne, einen Filz bildende Alge sich im Gefolge der Sporenbildung rot gefärbt hatte. In einem Wassergefäß faulte die Alge, aber die widerstandsfähigen Sporen wurden in dem Gefäß am Fenster eines geheizten Zim-

mers freigesetzt, keimten nach einigen milden Frühlingstagen wie die auf dem Acker und aus einem Teil der Zellen freigesetzte Spermatozoiden umschwärmten andere "Sporen", in denen sich weibliche Geschlechtsorgane ausgebildet hatten.

Die erstrebte **Zucht** von Algen und niederen Pilzen durch FERDINAND COHN und PRINGSHEIM geschah **rein wissenschaftlich**, aber war wohl Voraussetzungen für die Reinzüchtung der viel kleineren Bakterien, wie sie ROBERT KOCH vollendete, die für die Medizin so wichtig wurden und womit eines der folgen- und segensreichsten Kapitel in der Geschichte der Medizin eröffnet wurde.

## Die Blaualgen - die andersartigen "Algen"

Zu den "Algen" zählten die **Blaualgen**, die 'Cyanophyceae', die schmutzig-graue bis blau-grünliche Häute, "Wasserblüte", auf nicht sauberen oder moorigen Gewässern bilden, oder auch, Gattung *Nostoc*, sich zu grünlichen Schleimklümpchen, "Sternschnuppenschleim", auf feuchter Erde finden. Der Naturforscher EHRENBERG und dann derfranzösische Botaniker J. F. CAMILLE MONTAGNE fanden, daß eine rötlich gefärbte "Blau"alge, die von EHRENBERG benannte *Trichodesmium erythraeum*, in ihrem Massenauftreten dem Roten Meer seine im Namen ausgedrückte Farbe gibt. Sie haben Chlorophyll, sind autotroph wie alle grünen Pflanzen, aber bei ihnen fand sich kein Zellkern. COHN brachte sie, Schiziphyceae genannt, etwa 1879 neben den Bakterien zusammen, in den "Schizophyta". Im 20. Jh. wurden sie mit den Bakterien in dem Reich der Prokaryonten, ohne umrissenen Zellkern, zusammengebracht,

## Pilze

Im 19. Jh. und auch danach wurden die Pilze noch oder wieder ins Pflanzenreich gestellt. Im 18. Jh. hatten manche Naturforscher sie als ein besonderes Lebensreich gesehen, ja sogar, wie SCOPOLI, ins Tierreich verwiesen (W. J. LÜTJEHARMS 1936).

Pilze in Wald und Wiese nutzen als Nahrung die Substanz verfaulender Organismen im Boden, sind "Fäulnisverwerter", **Saprophyten** (altgrch. sapros faul, verfault). Es ernähren sich auch manche chlorophyll-losen Blütenpflanzen wie die *Monotropa* und manche Tiere von '**Humus**', jenem an Stoffverschiedenheiten reichen Zwischenprodukt zwischen der Substanz in Lebewesen und der von vollständiger Mineralisierung. Vom **Saprophytismus**, der Humus-Ernährung, **zum Parasitismus** war der Weg in der Evolution offenbar nicht weit. Es gibt sogar Zwischenformen. Manche Pilze leben mit ihrem Myzel auf Baumwurzeln oder Wurzeln anderer



Abbildung 1529: Pilz Peziza.



Abbildung 1530: Vielgestalt Pilze: Porlinge.



Abbildung 1531: Unterirdisch das Myzel.

Blütenpflanzen und bilden mit den Blütenpflanzen eine **Ernährungssymbiose**. Manche niedere Pilze aber leben auf anderen Organismen, erkrankten und geschwächten, aber befallen unter Hervorrufung von Krankheitssymptomen auch noch gesunde Wirtsorganismen. Damit wird der Pilz, also dessen Myzel, zum **Parasiten**. Pilze, ob mit dem Myzel als Saprophyten im Boden oder gar als Schmarotzerpilze an höheren Gewächsen, wurden als **wesentliche Glieder im Stoffkreislauf der Natur,** im sogenannten "**Haushalt der Natur**", erkannt, "in ihrer organischen Substanz zerstörenden, Verwesung befördernden Thätigkeit,durch die sie, als Mitarbeiter der Thierwelt die unorganische Nahrung der übrigen (Protophyten -) Vegetation herstellen helfen. Auch die auf lebenden Organismen schmarotzenden tragen mehr oder minder direct hierzu bei" (A. DE BARY 1862 b, S. 38).

Im 20. Jh sehen viele Botaniker Besonderheiten der Pilze als so gravierend und der Betonung ihres verbreiteten Gehaltes an Chitin, daß sie die Pilze nunmehr als eigenes 'Reich'aufstellten, die **Mycobionta**. Sie haben saprotrophe Ernährung, also von Fäulnisstoffen, entscheidend für den Abbau der organischen Substanz anderer Lebewesen, etwa das Lignin aus dem Holz. Pilze stehen aber auch in Symbiose mit wie heute angenommen einem sehr großen Teil der Landpflanzen. Keiner 'wächst für sich allein', ja die Symbiose von Landpflanzen mit an ihren Wurzeln in Symbiose lebendem Pilzmyzel mit Nahrungsaustausch gilt gar als Voraussetzung der Besiedlung des Festlandes durch Gewächse.

Ständig existent sind die Wald- und Wiesenpilze durch ihre im Boden als dünne Fäden dahinziehenden **Hyphen**, die das **Mycel** bilden. Zu bestimmten Zeiten vereinigen sich Teile davon innerhalb von Stunden zu "Fruchtkörpern" den bekannten und auch als Nahrung gesammelten Pilze, oft in Hutform.

Und bald bilden diese Fruchtkörper Sporen, und der "Pilz", der 'Fruchtkörper', zerfällt, ja zerfließt. Und auch diese Lebewesen erscheinen in Arten, an Merkmalen ziemlich eindeutig unterscheidbar, in dem sporenbildenden Gewebe, an Farbe des Hutes, Gestalt des Stiels, an Fetzen oder Resten des den emporwachsenden Fruchtkörper umhüllenden Velamens, der "Schleiers", an Geruch, Geschmack und – Giftigkeit.

Die so geheimnisvoll wirkenden "Pilze", auch der so schnell auftretende "Schimmel", später erkannt als eine größere Zahl von Gattungen, galten einst als Produkt von Urzeugung, Im 18. Jh. gab es Beobachtungen von **an Insekten gebundenen Pilzen**, zuerst an Zikaden aus den Tropen. Diese Gebilde, die als einheitlicher Organismus betrachtet wurden, auch als "pflanzenartige Fliege", wurden als besondere Kuriositäten namentlich auch an Naturalien- und Raritätenkabinette aus China und Westindien nach Europa gesandt (W. J. LÜTJEHARMS 1936). Die Rede ist etwa 1749 von toten Wespen mit einem aus dem Bauchteil / Abdomen hervorwachsenden Strauch. 1763 wurde so etwas von der Insel Dominica, *Cordyceps*, in der Londoner Royal Society vorgeführt. Erst 1762 war so etwas auch in Europa gefunden worden. Unter anderem CARL GUSTAV CARUS befaßte sich "**Schimmel**-und Algengattungen" (1829) an verwesenden **Tierleichen unter Wasser**, wobei es Pilze, aber nicht Algen gewesen sein müssen. CARUS sah in dem Erscheinen solcher schimmelartigen Gebilde einen Akt der Urzeugung, durch "Kräfte ... noch im jetzigen Zustande unseres Planeten für die niedrigsten pflanzlichen und tierischen Gebilde" wirken.

Für die **Fruchtkörper** der **Pilze** wurde 1831 durch R.-J.-H. DUTROCHET (V. KRUTA 1971) erfaßt, daß sie **aus den fädigen Mycelien** im Erdboden hervorgehen, während vorher die Myzelien im Erdboden als eine besondere Gattung niederer Pflanzen betrachtet und als "byssus" bezeichnet wurden.

Daß die "Pilz- und Schimmelsamen", also die **Sporen** der Pilze, keimen, und somit aus ihnen neue Pilze hervorgehen, wies nach wenigen Vorarbeiten anderer im 18. Jh. MICHELI vor allem, nunmehr, ab 1819, CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG (1832) nach, und sah darin zu Recht einen wichtigen Beitrag zur Klärung der Frage, welche Organismen eventuell durch Urzeugung entstehen und welche nicht.

Ein in vielen Zügen noch gültiges **System der Pilze** entwickelte ELIAS FRIES (G. ERKSSON 1972), ab 1821, ein Schwede, als Botaniker auch in Uppsala, im Lande LINNEs. Die **Fülle der Pilze**, deren Artenzahl schon nach FRIES der alle übrigen Pflanzenarten gleich sei (A. DE BARY 1862 b), erfaßte dann anderen voran der britische Pilzforscher, MILES JOSEPH BERKELEY (J. H. PRICE 2004, G. TAYLOR 1970), Geistlicher der anglikanischen Kirche, auch Schullehrer, und

Vater von 15 Kindern, und er war nicht nur seinen Kindern und Pfarrkindern ein 'geistlicher Vater'. sondern wurde auch der 'Vater der Pilzkunde', der **Mycologie**, wenigstens in England. Sein Pilzherbarium faßte um 1880 über 10.000 Spezies, davon etwa 6.000 neue. Unter dem Mikroskop untersuchte er die Lamellen, das Hymenium, der Pilze und unterschied die **Ascomyceten** von den die immer 4 Sporen auf einem Stielchen tragenden **Basidiomyceten**, Ständerpilze. Zu letzteren zählen die bekannten Speise- und Giftpilze.

## Pilze als Krankheitserreger an anderen Organismen, namentlich an Pflanzen

Daß **an Pflanzen parasitierende** niedere **Pilze** als Verursacher von Pflanzenkrankheiten aufgeklärt wurden brach mit der bis weit in die Mitte des 19. Jh. vertretenen Ansicht, daß die verheerende Blattfäule der Kartoffel und Rostflecken auf Getreideblättern oder Blättern anderer Gewächse vom Inneren der Pflanze her ausgehen anstatt mittels eines Befalls durch Fremdorganismen von außen her entstehen. Auf Pflanzen gedeihende nieder Pilze, galten oft als Produkte einer Urzeugung in einem Organismus. Wie es UNGER 1833 (S. 78) in seinem Buch "Die Exantheme der Pflanzen ..." beschrieb: "Ist die Lebensquelle bereits versiegt und die Pflanze den Reductionsprocessen hingegeben, so können es nur die allgemeinen, jeder Materie innewohnenden, oder in diese sich fortsetzenden kosmischen Kräfte seyn, welche aus den Elementen des zerfallenden Organismus neues Leben, neue Gestaltungen hervorrufen." Ansteckungsversuche mit Rostplizen, Puccinia, verliefen bei UNGER ergebnislos – kein Wunder bei der Verkennung des Wirtswechsels oder der nicht immer gebenen Sensibilität einer Pflanze für Ansteckung.

Wie schwierig die Aufkärung des Lebenszyklus niederer Pilze war demonstriert COHNs (1855) Forschung über den Pilz *Empusa muscae*, jener '**Schimmel'**, der im Herbst einen Großteil der **Fliegen weißlich** überzieht und tötet und den etwa auch schon GOETHE beachtete. Die Infizierung gesunder Fliegen mit Empusa-Sporen durch eine Nadel oder auch das Zusammenbringen über 100 toter mit Empusa befallenen Fliegen mit lebenden in einer Schachtel Mitte Dezember brachte für COHN keine Sporenkeimung. COHN dachte widerwillig noch einmal an Urzeugung der *Empusa* in Fliegen. Aber die Untersuchung über die Keimung von Brand- und Rostpilzen durch TULASNE in Frankreich ließ ihn doch überlegen, daß Keimung von Pilzsporen umwegig verlaufen kann. Noch während der Publikation seiner Arbeit über *Empusa* konnte COHN die Vermehrung im Inneren der Fliegen aufdecken (B. HOPPE 1983).

Entscheidende Fortschritte für die Erforschung der **pflanzenpathogenen Pilze**



Abbildung 1532: Befall nur von außerhalb: Monilinia.

brachte der Botaniker ANTON DE BARY (M. REESS 1888, SOLMS-LAUBACH 1889) mit seiner nach etlichen Dutzenden zählenden internationalen Schülerschar. Der 1831 in Frankfurt a. M. geborene DE BARY hatte Medizin studiert, wandte sich der Botanik zu, war ab 1855 ao. Botanik-Professor in Freiburg i. Br., ab 1859 Ordinarius, ab November 1866 in Halle, ab Frühjahr 1872 an der neuen "Reichsuniversität" in Straßburg. In Straßburg konnte er eine botanische Musteranstalt einrichten. Dieses Forschungen der DE BARY-Schule werden in ihrer Bedeutung mit dem Werk PASTEURs für die Bakterien und andere Mikroben verglichen.

## Phytophtora

Aufgeklärt, und zwar unter entscheidender Mitwirkung von DE BARY, wurde der Erreger der **Kartoffelfäule** (R. S. TURNER 2005), jene die Kartoffel-Bestände ganzer Länder namentlich in feuchten Zeiten in kurzer Zeit befallende Kartoffelseuche, die bald zahlreiche Botaniker und Agrarwissenschaftler beschäfigte. An der nordamerikanischen Ostküste erschien die Seuche 1843, in West-Europa ab 1845. Hungertote gab es der Kartoffelfäule wegen in den Niederlanden, schwer Mitgenommene gab es in der Schweiz und in Frankreich. Ein Desaster für ein ganzes Volk wurde die Kartoffelfäule in dem in der Ernährung so stark auf die Kartoffel orientierten Irland. Zwischen 1845 und 1851 starben an der Unterernährung in Irland etwa 1 Million Menschen, und fast eine andere Million wanderte aus, etwa 21% der Bevölkerung. Der auf einem Dorfe in Westfalen aufgewachsene Anatom W. WALDEYER-HARTZ erinnerte sich (1920, S. 26): "Lebhaft in Erinnerung geblieben ist mir das Jahr, in welchem die sogenannte Kartoffelkrankheit zuerst auftrat. Es war ein trauriger Anblick. Die großen Kartoffelfelder der Güter mit

schwärzlichen, faulenden, niedergesunkenen Krautmassen bedeckt zu sehen, die einen üblen Geruch verbreiteten." Konnte man trotz der wegen der Seuche niedergesunkenen Blätter noch Knollen aus dem Boden holen, faulten dann diese Kartoffeln (G. THEISS 1982). Manche schoben diese Kartoffelseuche gar auf den Rauch der Lokomotiven der Eisenbahn.

DE BARY konnte feststellen, um 1861 / 1863, wie aus den Spaltöffnungen der Laubblätter Sporenträger auswuchsen, auf nichtgeschlechtlichem Wege. Auf gesunde Blätter ausgebrachte Sporen bildeten ein die Pflanze durchwachsendes Mycelium. Nässe, also Regen, ließ die Sporen sich bewegen. DE BARY konnte dann auch feststellen, daß in befallenen Kartoffel-Knollen das Mycelium überwinterte. Die Spore allein ging bald zugrunde. Über die Verwendung nur nichtinfizierter Kartoffel-Knollen, die also geprüft auszuwählen waren, konnte der Ausbreitung der Seuche begegnet werden. Nach zweimaligem Namenswechsel wurde der Pilz schließlich als ***Phytophthora infestans*** geführt. Die seltenen Sexualvorgänge wurde erst im 1910 gefunden. Um 1980 erschienen neue, besonders resistente Stämme, war also die 'Krankheit' noch keineswegs besiegt.

## Rostpilze - vor allem aus der Gattung Puccinia

Einen komplizierteren Lebenszyklus hat ***Puccinia graminis***, ein Rostpilz, der auf Getreideblättern rost-rote oder bräunliche Flecken erzeugt. Vor seiner Untersuchung des Getreiderostes vefolgte DE BARY (1865) die Entwicklung von drei anderen Rostpilz- (Uredineen -) Arten auf anderen Pflanzen und fand, daß diese parasitischen Pilze im Laufe des Jahres auf den befallenen Blütenpflanzen in unterschiedlicher Gestalt erschienen, mit, wie das Mikroskop zeigte, verschieden aussehenden Fruchtkörperformen und spezifischen Sporenformen. Diese verschiedenen Fruchtkörper-Formen wurden zuerst zu verschiedenen Arten, sogar zu verschiedenen Gattungen gehörenden Pilzen, benannt Aecidium und Uredo, zuschrieben. Eingehende Untersuchung ergab den Zusammenhang, die nacheinander folgende Ablösung dieser Fruchtkörper mit ihren unterschiedlichen Sporen. Für den auf Getreide schmarotzenden Rostpilz Puccinia graminis zeigte sich, daß die abgefallenen letzten Sporen des Jahres, die **Teleutosporen**, ihre Keimschläuche nicht in die Epidermis jener Grasarten einführen, von denen sie herkommen, denn auf "den verschiedensten Theilen von *Triticum repens*, *Triticum vulgare*, *Avena sativa* verhielten sie sich, wie wenn sie auf Glasplatten gesät worden wären: die Schläuche wandten sich ordnungslos nach den verschiedensten Richtungen und starben rasch ab, die besäte Graspflanze blieb intact"(1865, S. 25). Der Rostpilzkenner DE BARY wußte, daß es Rostflecken, ein Aecidium ohne Uredo oder Teleutosporen, auf der Berberitze gibt und als eigene Species, *Aecidium Beberidis*



Abbildung 1533: Rostpilz entstellt Anemone.

*Gmel.,* beschrieben worden war. Es war auch schon im 18. Jh. bekannt, daß Getreide oft in der Nähe Berberitzensträuchern von Rost befallen ist und der Gräflich Schaumburgisch-Lippische Kammerrath G. L. WINDT veröffentlichte 1806 das Büchlein "Der Berberitzenstrauch, ein Feind des Wintergetreides". DE BARY (S. 25) hat auf dem Wiesengras *Poa pratensis* sowie auf Blattscheiden des *Triticum repens* gereifte Teleutosporen "in feuchter Atmosphäre zur Keimung gebracht" und "auf ebenfalls in feuchter Luft gehaltene junge, aber völlig entfaltete Berberisblätter gelegt". Nach 12 bis 24 Stunden erschienen **Aecidien**, deren Sporen dann, also nächstfolgende Generation, auf Gräsern keimen können und in den Grasblättern zu dem **Uredo**- und Teleuto-Sporen bildenden Mycelium heranwachsen. Der Pilz *Puccinia graminis* durchlief also, so wurde deutlich, verschiedene Generationen, die zwei verschiedene Wirtspflanzen, Berberitze und ein Gras, etwa ein Getreide, als Wirt benötigten.

Der Pionierforschung folgte auch hier die weitere Aufklärung all der verschiedenen Rost- und auch Brandpilze, welche die verschiedenen Pflanzen-Arten der mitteleuropäischen **Wildflora** befallen, folgte die normale Wissenschaft, etwa durch PAUL WILHELM MAGNUS in Berlin, bei Riedgräsern / Carex wie bei Malven oder Wolfsmilch-Arten. Von Interesse war, daß der Befall mit einer Art der Rostpilze die Wuchsform der Wirtspflanze in spezifischer Weise stark verändert, etwa bei der Zypressen-Wolfsmilch / *Euphorbia cyparissias L.,* was auf eventuelle vom parasitierenden Pilz ausgehende chemische Stoffe mit formgestaltender Wirkung verwies.

Auf Bodenpflanzen ansässige Schmarotzerpilze können für Holzpflanzen als den weitern Wirt kritisch werden, so, wenn auf Weißtannen als "Hexenbesen" bezeichnete Wucherungen durch einen *Aecidium elatinum* genannten Pilz erzeugt

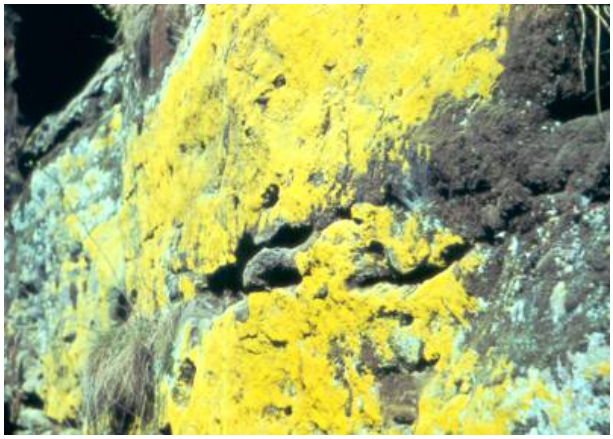

Abbildung 1534: Schwefelflechten.

werden, dessen Uredo- und Teleutosporen nach manchem Suchen und Experimentieren auf der harmlos am Boden gedeihenden Hain-Miere / *Stellaria nemoreum L.* nachgewiesen wurden, mit auf den Weißtannentrieben sofort keimende Sporen (E. FISCHER 1901). Parasitische Pilze gerade auch bei Wildpflanzen wurden untersuchte, auch in ihrer Wirkung,von HEINRICH KLEBAHN (E. SCHAFFNIT 1943).

## Flechten

Sie gehen weiter nach oben, in die Gebirge, als andere vielzellige Lebewesen und weiter in die Kälte, auch hoch nach dem Norden: die **Flechten**, oft schön rot oder gelb gefärbte und deretwegen auch die Chemiker früh interessierende Krusten an Felsen, oder graue Krusten und strauchartige Gebilde am Boden, an Bäumen, herabhängend in Gebirgswäldern wie Chinesen-Bärte aus dünnen Haaren.

Für sie, deren Arten von manchem beschrieben waren, fand SIMON SCHWENDENER (1869), daß sie kein einheitlicher Organismus sind und aus verschiedenartigen **Pilzhyphen und** getrennt aufziehbaren verschiedenartigen **Algenfäden** bestehen, also ein zusammengesetzter, ein Doppelorganismus sind, "durch ihre wechselseitige Durchdringung gleichsam neue Gewächse mit durchaus individuellem Gepräge" (1869, S, 4) bilden. Die assimilierenden nahrungsbereitenden Algen sah SCHWENDENER als "Diener", die Pilze als ihre "Beherrscher", als "Schmarotzer". Die Flechten wurden also zunächst nicht als sich wechselseitig nützend, symbiontisch gesehen. Immerhin bilden sich neben nur von den Pilzhyphen gebildeten Fruchtkröpern auch Fortpflanzungskörper, die beide Partner enthalten. Manche bezweifelten die Doppelnatur, wollten wohl auch ihre geliebten Flechten-Arten



Abbildung 1535: Krustenflechten u. Moose.

erhalten, aber ihre Zusammensetzung nahm den Flechten nicht den Artcharakter. SCHWENDENER (A. ZIMMERMANN 1922) war 1829 geborener Landwirtssohn aus dem Schweizer Kanton St. Gallen, der Lehrer, zuerst in seiner Heimatgemeinde wurde, 1849 nach Genf zum weiteren Studum ging, mit einem Erbe in Zürich studierte und 1857 Assistent bei NÄGELI in München war. Der Junggeselle wurde ordentlicher Professor der Botanik 1867 in Basel, 1877 in Tübingen, 1878 in Berlin.

## Schleim"pilze"

Als eigenständige Gruppe erschienen die Schleimpilze, von seinem Erforscher DE BARY (1860) aber als "Mycetozoen" bei den Tieren eingeordnet. Kugelige oder halbkugelige Körper auf feuchtem Holz, gelbe Massen,"Lohblüte", *Aethalium septicum*, auf der zum Gerben benutzten Rinde, der Lohe, in Gerbereien, das sind einige ihrer Fruchtkörper. Aus ihnen treten "Schwärmer" hervor, die zu Amöben werden. Und im Holz etwa vereinen sich die nach DE BARYs Untersuchungen zu Strängen und daraus bilden sich die etwa kugeligen bräunlichen Fruchtkörper, artspezifisch sie und, wie DE BARY auch fand (1862), die Amöben. **Von einer Vielzahl von freilebenden** 1-zelligen **Amöben** aus, und die Vielzahl muß hervorgehoben werden, bilden sich also geformte Gebilde, gibt es Formbildung - ein Vorgang, der Biologen des 20. Jh. immer wieder beschäftigte. DE BARY stellte seinerzeit sogar die Frage, ob nun alle Amöben in der Natur zur Bildung der "Mycetozoen" befähigt sind. Was aber nicht der Fall ist.

## Bakterien - in ihrer Bedeutung noch nicht erfaßt

Die **Bakterien**, wie sie vor allem COHN (1872) als die kleinsten damals bekannten Lebewesen untersuchte und vorstellte, waren ausgezeichnet etwa durch Querteilung. Auch sie konnten sich aber in Fäden zusammentun, wie in der Natur der von COHN erforschte Brunnenfaden/*Crenothrix polyspora*. Auf künstlichem Nährboden bildeten Massen von Bakterien, und zwar auch in "Reinkultur" von einer Art, mit bloßen Auge gut sichtbare, bisweilen spezifisch gefärbte '**Kolonien**'. Bei den Bakterien fand sich kein Zellkern. Aber es konnte damals noch nicht entschieden werden, ob das vielleicht an den noch unvollkommenen Mikroskopen lag. EHRENBERG nennt aber Gattungen wie *Bacterium, Vibrio, Spirillum* und andere, die mit den später unterschiedenen identifiziert werden könnten.

COHN berichtet 1854 (S. 145) von einer merkwürdigen Entdeckung: Im Frühjahr 1852 war ihm ein Fläschchen mit zahlreichen Zieralgen vor allem der Gattung *Closterium* zugesandt worden. Sie bildeten einen grünen Bodensatz. Aber dann brach unter ihnen eine zum Absterben führende Epidemie aus, wie sich zeigte hervorgerufen auch durch **einen Parasiten**, eine Art von *Chytridium*, der auch **1-zellig**, also von mikroskopischer Dimension war. COHN hob hervor (S. 152), daß wir "haben" hier "... vielleicht den ersten sicheren Fall, dass eine epidemische, mit dem Tod endende Krankheit einzig und allein durch mikroskopische, parasitische Gewächse veranlasst werden kann; ..." 1876 erschien bei COHN der noch unbekannte Landarzt ROBERT KOCH und führte ihm die Milzbrand-Erreger vor und COHN erfaßte die Bedeutung von KOCHs Befund sofort. Erinnerte er sich seiner eigenen Zufalls-Entdeckung? Und erinnerte er sich seiner Worte von 1854 (S. 152): "Wir haben hier einen neuen Beweis dafür, dass in dem Studium der mikroskopischen Organismen allein der Schlüssel für gewisse Fundamentalentdeckungen zu finden ist, ..."

Die noch im 19. Jh. und auch später **gefundenen und beschriebenen Bakterien**-Arten, nicht-pathogen und pathogen, sind **nur ein winziger Bruchteil** der noch nicht beschriebenen Arten und bei der Angabe von irgendwelchen Arten soll man sich dessen bewußt sein, im Unterschied zu den jedenfalls für Europa so ziemlich vollständig beschriebenen höheren Pflanzenarten.

# Physiologie - Die Erforschung der Lebensfunktionen

## Physiologie der Tiere - Forschungsmethoden

Die Wissenschaft von den Lebensvorgängen, die Physiologie, erlebte im 19. Jh. wichtige Wandlungen, verbunden auch mit der Entwicklung von Physik und Chemie. Auch bisher war Medizin mit Physiologie verbunden worden. Aber in der Medizin überwogen zeitweilig "Systeme", welche von einem oder wenigen Prinzipien aus wichtige oder gar alle Körpervorgänge, wenigstens die geschädigten, erklären wollten. Aber nunmehr wurden die Organe einzeln untersucht, ihre Besonderheiten ermittelt. Stark in den Vordergrund der Beachtung rückte der **Einzelvorgang** im Lebewesen, ob nun physikalisch oder chemisch, wähenddessen ab dem späten 19. Jh. das Zusammenwirken der Vorgänge wieder mehr untersucht wurde.

In den **Forschungsmethoden** wurde die Physiologie zu Anfang des 19. Jh. stark von der **Anatomie** bestimmt. Die vergleichende Anatomie sollte auch der Physiologie die Grundlage sein, um Aufschluß über die Funktion der Organe zu bekommen. Aus dem Vergleich der unterschiedlichen Ausbildung oder gar dem Fehlen von Organe bei Tieren mit verschiedener Lebensweise wurden Erkenntnisse über die Organfunktionen erhofft, so über in ihrer Funktion unbekannte Organe, über Nebenniere, Schilddrüse, Thymus, Milz. Gegen Eingriffe, vor allem Herausschneiden (**Exstirpieren**) von Organen, wurde etwa von CUVIER der Vorwurf erhoben, daß ein allgemeiner Operationsschock eintritt und nicht nur die Funktion des herausgeschnittenen Organs ausfällt. Welche Totalität besitzt das Lebewesen (A. NIEßEN 2011, S. 157), eine schon früher gestellte Frage. Wie weit kann ein Körper zerstückelt werden, um diesen Teilen noch Leben zuzubilligen (S. 158), jedenfalls zeitweiliges. Die Zell- und Gewebekulturen der späteren Zeit ließen das sicherlich besser sehen.

CUVIER (dtsch. 1809) suchte auch die **Erklärung von Organfunktionen in der vergleichenden Anatomie**, indem er darauf verwies, daß die einzelnen **Organe in den verschiedenen Tiergruppen unterschied**lich s**tark ausgebildet**, ja manche Organe einzelnen Tiergruppen fehlen. Gibt "fast kein Organ, dessen sich nicht eine Klasse oder ein Geschlecht beraubt hätte" (S. IX). Aus den dann feststellbaren Funktonsausfällen oder - veränderungen konnte man auf die Funktion dieser Organe bei den Tieren mit ihrer völligen Ausbildung schließen, Auch J. F. MECKEL (1806, I) in Halle suchte die Organfunktionen zu finden, indem er feststellte, "in welchen Thierklassen diese Organe existieren, in welchen sie aufhören", in welchen Gruppen sie besonders hervorstechen. Auf diesem Wege

hoffte MECKEL die zu Anfang des 19. Jh. **unbekannte Funktion** der also damals also nur anatomisch bekannten Organe **Schilddrüse, Thymus** und **Nebenniere** zu klären. Natürlich war es vergeblich, so ihre innersekretorische Tätigkeit herauszufinden. Bei manchen innerskretorischen Organen tritt nach der Exstirpation eine Wirkung nicht unbedingt sofort ein. Für PFLÜGER (1875) boten gerade die Insekten ein großartiges Experiment der Natur, ein hier zeweifelhafter Ausdruck, um die allgemeinen Lebenserscheinungen festzustellen und von den als allgemeingültig angesehenen der Wirbeltiere abzuheben.

Auch aus reinen **Beobachtungen** wurde auf Aufschlüsse über die Vorgänge im Organismus Aufklärung erhofft, etwa über die Drüsen-Tätigkeit.

## Das Experiment in der Physiologie

Für das **Experiment** in der Physiologie trat MAGENDIE in Frankreich ein und folgten in Deutschland der auch andere Methoden benutzende JOHANNES MÜLLER in Berlin sowie JAN EVANGELISTA PURKYNE in Breslau und dann in Prag. Experimente waren oft noch grob.

## Hypothesenfreies Experimentieren am lebenden Tier: MAGENDIE

FRANCOIS MAGENDIE (M. D. GRMEK 1974) war der 1783 in Bordeaux geborene Sohn eines Chirurgen, studierte Medizin in Paris, wo er Prosektor, 1821 Spitalarzt an dem berühmten Krankenhaus Hotel-Dieu, 1836 Professor am Colle'ge de France wurde. MAGENDIE, der 1809 seine Programmschrift zur Erneuerung der Physiologie und 1816 / 1817 (s. a. dtsch. 1820) sein als programmatisch verfaßtes Werk "Pre´cis e´le´mentaire de physiologie" veröffentichte, war dabei der Auffassung, daß man ohne Hypothese, theorielos, so viel als möglich Daten, bei ihm experimentell am damals noch nicht narkotisierten Tier, zusammentragen soll und nannte sich selbst einmal einen Lumpensammler in der Wissenschaft. Nur so würde man die Tatsachen nicht nach der möglichen Einpassung in ein bestehendes "System", eine vorgegebene Theorie, zusammentragen und ohne Voreingenommenheit zu neuem Erkenntnissen kommen. Es würden sich allgemeinere Erkenntnisse sich wie von selbst ergeben. Das Wort "Lebenskraft" gäbe nichts, obwohl er andererseits noch zugab, daß im Organismus "neben einfachen physischen Processen rein vitale Verrichtungen wohl bestehen können" (1834, S. VIII). MAGENDIE wandte sich gegen solche Scheinerklärungen wie die, daß die sich ernährenden Organe sensible Moleküle besitzen, die aus der Nahrungsflüssigkeit die für sie geeigneten

Stoffe unterschieden" (1834, S. 21). Dann solle man besser sagen: "Ich weiss das nicht" (S. 22). Hinsichtlich MAGENDIEs Streben nach Unabhängigkeit von Hypothesen und Theorien wurde spekuliert, daß der Wechsel so vieler Ansichten auch in der Politik in den Jahrzehnten nach 1789 ihn gegen alle sich immer wieder als gültig darstellenenden Auffassungen skeptisch werden ließ.

MAGENDIE trug dabei unterschiedlichste Befunde zusammen. Er fütterte etwa Hunde ausschließlich mit Zucker, Fetten und anderen stickstofflosen Substanzen und erkannte, daß diese Nahrung ungenügend ist. Er fand, daß Verdauungsprodukte im Darm wenigstens teilweise durch die Darmvenen aufgenommen und durch sie zur Leber gebracht, während es seit der zweiten Hälfte des 17. Jh. angenommen worden war, daß nur die Lymphgefäße unter Umgehung der Leber den Darmbrei, Chylus, aufnehmen, und in den Milchbrustgang und damit in das Blutgefaßsystem, bringen. Chylus im Milchbrustgang festzustellen hat MAGENDIE Vesuchstiere nach der Nahrungsaufnahme rasch getötet. Alkohol fand sich unverändert im Blut und ließ sich aus ihm abdestillieren.

## Verschiedenste Methoden und eben auch das Experiment: JOHANNES MÜLLER

Der vielseitige JOHANNES MÜLLER (W. HABERLING 1924, G. KOLLER 1958), der in der Physiologie noch die verschiedensten Methoden anwandte, wurde am 14. Juli 1801 als Sohn eines Schuhmachermeisters in Koblenz geboren, konnte dort das Gymnasium besuchen und studierte anschließend ab Herbstsemester 1819 Medizin an der noch ziemlich jungen Universität Bonn, dann in Berlin. Nach der Habilitation in Bonn wurde er hier 1826 ao. Professor, 1829 ordentlicher Professor. Sinnesphysiologische Selbstversuche brachten ihn dem Zusammenbruch nahe. 1833 wurde MÜLLER Ordinarius in Berlin und hier waren bald führende Mediziner und Biologen seine Schüler. MÜLLER unternimmt als Erforscher der Embryonalentwicklung niederer Meerestiere Reisen an europäische Küsten. 1855 erlitt der Dampfer, auf dem er mitfuhr, an der norwegischen Küste Schiffbruch. MÜLLER konnte sich retten, der ihn begleitende Assistent ertrank. Nach der Rückkehr mußte er dessen Mutter, Witwe eines Oberregierungsrates, die verzweifelnde Nachricht vom Tod ihres einzigen Sohnes überbringen. Über MÜLLERs Tod mit 57 Jahren am 28. April 1858 wird spekuliert, ob Selbstmord vorlag oder nicht.

MÜLLER machte sich von naturphilosophischen und teilweise vitalistischen Ansichten frei. Er untersuchte feinanatomisch die **Drüsen** mit Ausführgang, um die Art und Weise der Sekretion aufzuklären, suchte also noch aus dem Feinbau eine physiologische Tätigkeit zu klären. Er fand, daß die Sekretion an den Wänden

der Drüsenräume geschieht, wo enge Verbindung zu feinsten Blugefäßen besteht, konnte aber nicht die Entstehung der verschiedenen Sekrete in den verschiedenen Drüsen erklären, zeigte also, daß die Rätsel der Secretion und die Verschiedenheit der Secrete sich nicht in der Architektonik der Drüsen allein gelöst findet (TH. L. W. BISCHOFF 1858, S. 7). Erforscht wurde von MÜLLER die **Lymphe**. Die auch von anderen schon angegangene Funktionsweise des **Kehlkopf**es suchte er an einem ausgeschnittenen Kehlkopf und einem Kehlkopf-Modell aufzuklären. Die Tonhöhe suchte er durch Feststellung der verschiedenen Variablen am Kehlkopf, etwa der durch angehängte Gewichte ermittelten Spannung der Stimmbänder aufzuklären.

Ein von MÜLLER durchgeführtes Experiment war etwa, daß er den mit dem Rumpf nur noch durch den Ischiad-Nerven verbundenen Fuß eines Frosches in eine Opiumlösung taucht und feststellt, daß der Frosch nicht **vergiftet** wird. Anders ist es, wenn der in die Opiumlösung tauchende Fuß eines Frosches mit dem Rumpf durch die Gefäße verbunden bleibt. Das war sicherlich ein ziemlich harter Versuch.

Vom Experiment erwartete MÜLLER die **Wiederholbarkeit**, wie man es "von einem jeden guten physikalischen Experimente zu fordern gewohnt ist", aber in der Physiologie noch oft nicht gelingt (zit. aus E. DU BOIS-REYMOND 1860, S. 50).

Schon bald zeigte sich auch, wie DU BOIS-REYMOND in seiner Gedächtnisrede auf MÜLLER 1860 (S. 89) ausführte: "Fast überall in der Physiologie haben die Fragen überraschend schnell eine ausserordentlich verwickelte Gestalt angenommen, bei der oft die grössten Anstrengungen nur noch vergleichsweise unbedeutende Fortschritte bewirken." Im 20. Jh. sollte sich letzteres, wenn man etwa an PAWLOW denkt, das wieder ändern.

## Im Experiment eine Krankheit erzeugt: Urämie, Nierenfunktion und Nierdenversagen

Erste Zugänge zur Funktion der **Niere** fanden 1821 in Genf L: PRE'VOST und der bald in Frankreich in der Chemie tätige JEAN BAPTISTE DUMAS. Entnahmen, 'exstipierten', diese Forscher bei Hunden und Katzen beide Nieren, starben sie nach wenigen Tagen im Koma. Im Blut fand sich Anhäufung von Harnstoff. Es war also **experimentell Urämie**, Vergiftung des Blutes mit Harnstoff eingetreten. Zu viel Harnstoff im Blutserum schädigt das Nervensystem und bedingt am Ende das Koma. Das konnte gerade auch beim Menschen als Krankheit passieren, öfters im Alter. Nieren-Ausfall endet auch beim Menschen mit dem Tode im Koma.

Als die Brightsche Krankheit bekannt geworden, war, 1827 und 1836, hier die allmähliche Nierenzerstörung von BRIGHT beschrieben worden und das Koma war dann das Endstadium. Damals wurde allerdings angenommen, daß die Niere nur den Harnstoff entfernt und man war von einer Kenntnis von dem vielseitigeren Geschehen in der Niere noch entfernt.

Mit dieser Untersuchung von PRE'VOST und DUMAS war also **die experimentelle Erzeugung von Krankheit** angebahnt, ging es in die "**Experimentelle Pathologie**". Man sah darin ein Beispiel für einen Zugang zur Entstehung von Pathologischem von der experimentellen Physiologie / Pathologie her. Noch war es zu früh, hier zu viel zu erwarten. Die späteren Experimente mit Eingeweidewürmern und Mikroben an Lebewesen gehören dann zur "Experimentellen Pathologie".

Auch daß sich zunehmend Substanzen des Organismus auch im Laboratorium erzeugen ließen trug dazu bei, in den Lebewesen erforschbare chemische und physikalische Vorgänge zu erwarten.

## Physiologie und Biologie und Pathologie

Funktionieren bei einem die Organe einigermaßen normal, also erfolgt die Verdauung ohne Schweregefühl im Darm oder das Atmen im gleichmäßigen Rhythmus, fühlte man sich einigermaßen wohl, ist gesund. Aber die Vorgänge im Körper können abweichen, aus welchen Gründen, von Enzymmangel bis bakterielle Toxinwirkung, auch immer. Man fühlt sich schlecht, ist krank. Krankheit konnte mit der Entwicklung gerade der Physiologie auch ohne spezifische anatomische Befunde nicht mehr als aufgesetztes Etwas, aufgesetztes Wesen gesehen werden, das man irgendwie vertreiben, "exorzieren", konnte. Mit VIRCHOW und etwa in der Formulierung von J. ORTH (Festschrift Kölliker, S. 159) durfte gesehen werden, "dass kein wesentliche Unterschied besteht zwischen physiologischen und pathologischen Prozessen, ... beide von denselben Gesetzen beherrscht werden ..., also, um die letztere Bemerkung versuchen zu entwirren, **Krankheit** auf **veränderten physiologischen Prozessen** beruht. Man denke an physiologische Vorgänge bei erhöhter Temperatur, also Fieber, den geänderten Zuckerstoffwechsel bei Diabetes, oder verminderten bis fehlenden Harnstoff-Abbau. Nicht jede physiologische Veränderung führt sofort zum Tod. Was ist "normal", noch erträglich?

Daß die Verknüpfung von Physiologie und Anatomie und diese mit der Medizin jedenfalls in Berlin nicht immer bestand hatte der Russe PIROGOW (1894, S. 387) erlebt, der 1836 Professor der Chirurgie in Dorpat wurde und als Student nach Enttäuschungen in Moskau auch in der preußischen Hauptstadt war. In Berlin fand

er, und als Außenstehender vielleicht zitierungswert, "... die praktische Medizin von ihren hauptsächlichsten realen Grundlagen, der Anatomie und Physiologie, noch fast gänzlich isoliert vor und jene beiden Wissenschaften gingen völlig ihre eigenen Wege ..." Aber hatte er MÜLLER erlebt? Immerhin erfuhr PIROGOW in der Zeit seines "Berliner Aufenthaltes ... gerade die Zeit des Uebergangs - und zwar eines sehr schnellen Uebergangs - der deutschen Medizin zum Realismus; damals begann gerade ihr Einschwenken in die Reihe der exakten Wissenschaften", also die Begründung der **Medizin auf den Naturwissenschaften**. Die Verbindung der Mediziner und Naturwissenschaftler in der "Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte" bringt das auch zum Ausdruck. PIROGOW sah aber auch kritisch, daß dieses Einschwenken der Medizin in die Naturwissenschaften "von den Fanatikern des Realismus noch bis auf den heutigen Tag so gefeiert wird."

Schon zu HARVEYs Zeiten in der ersten Hälfte des 17. Jh. hatte er mit der Verbindung der Medizin zur Physiologie gar nicht übel gestanden. Aber in der Medizin gab es immer wieder auch Einseitigkeiten, wurden "Kräfte" bemüht. Galt etwa das Nervensystem "als die autokratische Potenz in der thierischen Oekonomie" (S. TÖLTE'NYI 1838, S. 9), was bei aller Anerkennung der Rolle des Nervensystems eben doch nicht alles war. Oder es wurden "alle Krankheiten aus dem Uebermasse oder Mangel der Electricität" abgeleitet (S. TÖLTE'NYI 1838, S. 149). So sahen manche gar, wie S. TÖLTENYI (1838, S. XVII) berichtet, "Krankheiten als Rückfälle des menschlichen Lebens in thierische Lebensformen." Auch die Verknüpfung mit religiösem Glauben bekam der sachlichen Medizin nicht. Schlimm war es lange in München gewesen, wo der aus einer oberpfälzischen Gastwirtschaft stammende, streng katholische JOHANN NEPOMUK VON RINGSEIS (H. FELS 1936) gestützt von dem Bayernkönig LUDWIG I. die medizinische Welt zu beherrschen suchte. KUßMAUL berichtet (1899, S. 245), daß ihm einst sein zeitweiliger Fakultätskollege in Erlangen KARL THIERSCH erzählte, "welch ein seliges Gefühl der Erlösung über ihn und alle jungen Aerzte in München gekommen sei, als mit Pfeufer die rationelle Medizin in den Räumen einzog, wo bisher Ringseis die schlimmen Früchte des Sündenfalls außer mit Brechmitteln, Purganzen und Aderlässen eifrig mit den heiligen Sakramenten, Sakramentalien und Gebeten aus dem Leibe der Menschen geschafft hatte." RINGSEIS wird zitiert (zit. in H. FELS 1936, S. 165) mit: "... daß ich an Gott, Christus, Sündenfall und Erlösung, ja sogar an den Teufel glaube, dagegen völlig ungläubig bin an die Unfehlbarkeit der Zeitgötzen und an den unendlichen Fortschritt der Naturwissenschaften". Der Mann mit dieser für die Medizin im aufstrebenden Europa wohl recht einmalig zurückgebliebenen Auffassung verlor seinen Beschützer mit dessen Fall wegen der Affäre mit der Tänzerin LOLA MONTEZ. Immerhin war RINGSEIS bei LUDWIG I. auch Leibarzt gewesen.

## Was geschieht im Magen? - Ein Zufallsfall hilft weiter: William Beaumont

Vom Magen eines lebenden Menschen Erkenntnisse zu erhalten, schien nicht möglich zu sein. In einem Laden der American Fur Company löste sich jedoch am 6. Juni 1822 unglücklicherweise ein Schuß und der zufällig anwesende Frankokanadier ALEXIS ST. MARTIN erhielt ein Loch im Bauch (W. R. STEINER 1929). Es erschien nicht nur fast ein Wunder zu sein, daß er überlebte, es blieb auch eine Öffnung. Der ihn behandelnde und seinerzeit bei der US-Armee in Fort Mackinac in Michigan wirkende Wundarzt WILLIAM BEAUMONT (dtsch. 1834) behielt den Patienten zuerst bei sich, suchte dann weiteren Kontakt zu halten und bekam so über lange Zeit Magensaft vom Lebenden. Mit ihm wurden Untersuchungen angestellt. BEAUMONT kam unter anderem zu dem Ergebnis, daß tierische und mehlige Substanzen und diese gut zerkleinert leichter verdaulich sind als "Vegetabilien", daß erregende Gewürze und fortgesetzter Alkohol schädigen. Magensaft wurde auch verschickt an Chemiker wie B. SILLIMAN in Yale in den USA und an BERZELIUS in Stockholm, ohne daß allerdings mehr herausgefunden wurde. Es setzt, wie andere feststellten, im Magen nur die Eiweiß-Verdauung ein und deshalb nicht die der "Vegetabilien". Im Tierversuch wurden später durch verschiedene Forscher Magenfisteln angelegt.

## Qualitativ-experimentelle Physiologie: CLAUDE BERNARD

Führender Vertreter der **qualitativ-experimentellen Physiologie** wurde CLAUDE BERNARD (M. D. GRMEK 1970, J. M D. OLMSTED et. al. 1952), Prototyp des Experimentalphysiologen. Geboren am 12. Juli 1813 als Sohn eines nach geschäftlichen Rückschlägen früh gestorbenen Weinbauern in einem Dorfe, St. Julien bei Villefranche, fiel CLAUDE BERNARD durch Begabung auf, wurde vom Pfarrer des Ortes in Latein unterrichtet, kam auf Stiftungsschulen, wurde Apothekerlehrling in Lyon. Dabei kam er mit Tierarzneischule in Kontakt. BERNARD versuchte sich aber zunächst als Dramendichter. Ihm wurde nach Achtungserfolgen dennoch geraten, sich eine andere Laufbahn zu suchen. Er studierte ab 1839 Medizin in Paris, arbeitete am Krankenhaus l-Hotel-Dieu, wurde Präparator bei MAGENDIE, wurde nach ausgeglichenem Streit 1848 dessen Stellvertreter und erhielt 1854 einen Lehrstuhl für Physiologie an der Sorbonne, 1855 nach MAGENDIEs Tod auch am Collège de France. Etwa seine Ehefrau lehnte seine Tierversuche ab, jedoch selbst Kaiser NAPOLEON III. zog BERNARD ins Gespräch. 1878 starb BERNARD-

Zu BERNARDs großen Befunden gehört die Entdeckung des **Glykogen**, der tieri-

schen Kohlehydrat-Speichersubstanz, gespeichert in der Leber, ab 1848. Auch bei reiner Fleischdiät enthielten Versuchstiere, so Hunde, Traubenzucker im Blut. Von irgendwo mußte dieser Zucker herkommen und als Herkunftsort wurde die Leber festgestellt, was somit eine neue Funktion der Leber erkennen ließ. Auch nach dem Tod stieg noch der Zuckergehalt der Leber. Im lebenden Tier hatte BERNARD im Februar 1849 gefunden, daß der Stich in eine bestimmte Stelle im Kleinhirnboden die Zucker-Bildung auslöst, der piquˆre sucrée. Es sprach für die Nerven-Wirkung bei der Zucker-Bildung, und führte bei der Suche nach der Diabetes auf das Gehirn, damit nicht zur Pankreas. Präparativ darstellen konnte BERNARD das Glykogen als Nichtchemiker allerdings nicht. Das gelang 1856 VICTOR HENSEN.

## In einem weitgehend konstanten Medium leben die Zellen und Gewebe: Milieu interieur

Als eine grundlegende Erkenntnis wurde BERNARD deutlich, daß die Gewebe und damit die Zellen im Körperinneren der höheren Tiere von Körperflüssigkeit umspült sind und so die Faktoren außerhalb des Lebewesens nicht direkt an die Zellen resp. Gewebe herankommen, also diese unter gleichbleibenden Bedingungen funktionieren können, in einen **Milieu interieur**, abgepuffert in einer in chemischer Zusammensetzung und Temperatur bis zu einem normalerweise beträchtlichen Grad gepufferten Flüssigkeit (F. L. HOLMES 1963). Nicht Luft oder Wasser, wie es später (1959) H. W. SMITH formulierte, ist die 'Umwelt' der einzelnen Zellen, sondern sie sind 'gebadet' im flüssigen Teil des Blutes.

## Gifte und die Wirkung kleinster Mengen - und das selektiv

**Gifte** wirken schlimm. Aber **warum wirken sie**? Physiuologen des 19. Jh. gelang auch bis zu einem gewissen Grade aufzuklären, aus welchen Gründen Gifte ihre Wirkung entfalten, ob nun giftige Gase oder flüssige und feste Substanzen-

BERNARD erklärte die Giftwirkung des Pfeilgiftes **Curare** und des giftigen Gases Kohlenmonoxid, CO, durch deren Wirkung an bestimmten Stellen im Organismus. Er brachte damit das **Prinzip der selektiven Wirkung** von **Giften**, das sich auf andere Wirk-Substanzen, auch auf hilfreiche Pharmaka, ausdehnen ließ. Vergiftung erschien wenigstens bei den von BERNARD untersuchten Giften als **lokales Phänomen**, das sich dann allerdings durch letztlich Tod auf den ganzen Organismus ausdehnte. Demgegenüber stand die Auffassung von mehr allgemeiner Wirkung im gesamten Organismus.

**Curare** wird aus einigen Pflanzen im Regenwald Südamerikas in den Stromgebieten des Amazonas und Orinoco gewonnen, so aus *Strychnos*-Arten und aus *Chondodendron tomentosum*. Nachdem es schon um 1741 Berichte über das Pfeilgift gab, konnten um 1800 die Südamerika-Erforscher A. v. HUMBOLDT und BONPLAND der Herstellung beiwohnen. BOUSSINGAULT konnte 1824 eine Jagd von Indianern begleiten. Curare ist kein einheitlicher Stoff, sondern enthält etliche Alkaloide, in unterschiedlicher Menge, wobei Tubocurarin hervorsticht und nunmehr auch für therapeutische Zwecke eingesetzt wird. Aufbewahrt wird Curare in kleinen Kalebassen. Wie BERNARD 1850 am mit Curare vergifteten Frosch zeigte, **wirkt Curare auf die Endplatten der zu Muskelfasern führenden Nervenfasern**, auch die des Vagus-Nerven. Auf die Muskelfasern kann kein Impuls übertragen werden. Direkt, etwa elektrisch hervorgerufen, blieb die Muskelkontraktion möglich. Der Herzmuskel wirkt weiter. Später wurde durch LANGLEY die Rezeption an ein begrenzten Stellen der Muskelzelle selbst für die Wirkung von Curare und Nikotin angenommen, eben an **Rezepstoren**.

**Kohlenmonoxid** blockiert die Roten Blutkörperchen, verdrängt hier den Sauerstoff.

Die alten Pharmazeuten und Botaniker nutzten Heilpflanzen vermeintlich zur Heilung bestimmter Organe, wie Pflanzennamen wie Leberblümchen, Lungenkraut zum Ausdruck bringen. Sie hatten wohl eine gewisse Annahme von der spezifischen Wirkung von Pharmaka, ohne daß irgendwie genauer angeben zu können. Die **Wirkung von Substanzen auf spezifische Punkte** im Organismus, ja auf bestimmte Zellen oder Teile in den kam etwa mit der Erforschung der Blei-Vergiftung, der Zellfärbung und EHRLICHs "Zauberkugeln" gegen die Syphilis.

## BERNARD als die zentrale Person

BERNARD hat noch eine **größere Zahl von Körperfunktionen** untersucht, einzelne wie die Zuckerbildung aus dem Glykogen der Leber wie auch durch Nerven vermittelte Zusammenhänge. Die Zukunft gehörte mehr dem Einzelvorgang, bis im 20. Jh. bei PAWLOW, CANNON und anderen auch die Zusammenhänge wieder in den Mittelpunkt der wieder mehr Aufsehen erregenden physiologischen Forschungen rückten.

BERNARD faßte auch seine Erfahrungen über die **Forschungsmethodik** zusammen. Im Gegensatz zu MAGENDIE müßten nach BERNARDs Auffassung **Hypothesen zu Experimenten leiten**, durch welche eine Hypothese überprüfen würde.



Abbildung 1536: BERNARD. Paris.

BERNARD, der die Körperfunktionen untersuchende Physiologe, war das Vorbild für ZOLAs Romanfigur "Dr. Pascal".

## Was lebt von der Zelle im Vielzeller?

Eine Frage anderer war: Lebt nur der Gesamtorganismus oder auch die Einzelzelle innerhalb eines vielzelligen Organismus, so wie die einzelligen Organismen leben. SCHWANN nennt neben der Zellbildung Wachstum, bei Pflanzen Assimilation, Sekretion von Stoffen, Fortpflanzung und Tod (A. NIEßEN 2011, S. 163). Ferner war eine Frage: Lebt nur die ganze Zelle oder leben auch einzelne ihrer Teile. VIRCHOW betont die Zelle als lebendiges Individuum als unteilbar (S. 176). WALTER FLEMING (zit. b. A. NIEßEN 2011, S. 176) meinte 1882, "Das, was 'lebt', bleibt einstweilen für uns der ganze Zellenleib", und nicht nur einzelne seiner Teile."

**"Lebenskräfte" und: Die physikalisch orientierte, messende Physiologie, - "physiologische Physik"**

## Vitalismus

In der Gesamtaufassung vom Leben wurde bis weit hinein in das 19. Jh. mit besonderen, nur **den Lebewesen eigenen "Kräften"** gerechnet, oft allerdings in vorsichtiger Weise darüber gesprochen und ohne auf exakte Untersuchungen der Vorgänge zu verzichten. Auch JOHANNES MÜLLER war bis zu einem gewissen Grade in diesem Sinne, also **vitalistisch**, eingestellt. Unter den Botanikern war Vitalist JOHANNES VON HANSTEIN (H. FITTING 1970), der über den Beruf als höherer Gärtner und dann dem Studium in Berlin 1865 bis 1880 Botanik-Professor in Bonn war, ein Lehrer bedeutender Mitarbeiter, so PFEFFER und VÖCHTING. VON HANSTEIN sah die Pflanze noch als einheitlichen Organismus, wie bei ARISTOTELES 'das Ganze ist vor den Theilen', und sich so auch in ihnen "ein planmäßiger Zweckmäßigkeit schaffender Eigengestaltungstrieb" sich in der Entwicklung betätigt, "unbewußt zweckmäßig" (zit. n. H. FITTING 1970, S. 240). Unterhalb dessen sollten aber auch in der Pflanze 'einfache molekulare Kräftewirkungen' stattfinden und diese erforscht werden.

Vitalist blieb auch der aus dem fernen Dorpat stammende und ab 1885 in Basel wirkende GUSTAV VON BUNGE (1887; R. VON ENGELHARDT 1933). Gewiß, meinte er etwa 1887, die 'Lebenskraft' erkläre nichts, aber ebenso wäre zu bezweifeln, daß in den lebenden Wesen keine anderen Faktoren wirken als die Kräfte und Stoffe der unbelebten Natur. Aber **unsere Sinne** könnten eben **nur die unbelebten Kräfte erfassen**. Es gäbe aber in der subjektiven Wahrnehmung sehr wohl Gefühle, Affekte, Triebe. Resorption etwa im Darm bestünde eben nicht nur aus Diffusion und Endosmose. Selbst Einzeller würden nur bestimmte Nahrung, bestimmte andere Lebewesen, sich einverleiben, betrieben als Nahrungsauswahl. Für einen einfachen Mechanismus wäre das Leben zu kompliziert. Mechanisch erklären ließen sich nur passive Vorgänge, so die Blutbewegung, die so mechanisch abliefe wie das Schütteln der Blätter im Winde. Die Tätigkeit von Herz und Gefäßmuskeln wäre aber nicht mehr mechanisch erklärbar. "In der Activität", schrieb BUNGE (S.9), " – da steckt das Räthsel des Lebens." Je besser die physikalischen und chemischen Vorgänge bekannt sind, um so mehr würden die damit nicht erklärbaren Dinge aber heraustreten.

## Rein physikalisch-chemische Auffassung vom Leben

Die andere Auffassung war, daß das Leben allein durch chemische und physikalische Vorgänge stattfindet, sich alle Lebensprozesse **auf Physik oder/und Chemie "reduzieren",** mit allein Physik und Chemie erklären ließen. So würde die Physiologie zu einer der Physik und Chemie gleichwertigen Wissenschaft, fern

willkürlichen Ideen (F. COHN 1886). Zunehmend hofften die Physiologen, alle im Lebewesen sich abspielenden Vorgänge aufzuklären, die allerdings in einem noch nicht recht durchschaubaren Zusammenspiel wirken müßten. Die Vorgänge in Lebewesen erwartete man alle auch außerhalb des Körpers, im Versuchsgefäß der Chemiker, im Reagenzglas, "in vitro", nachzuahmen. Von speziellen "Lebenskräften" wäre dabei nichts nachzuweisen (u. a. J. R. MAYER 1845 (1874, S. 57). Konnten Lebensvorgänge durch die bisher bekannten physikalischen und chemischen Gesetze nicht erklärt werden, waren diese vielleicht nicht bekannt und es waren auch **Physiologen, die da Neues aufdeckten**. Der Pflanzenphysiologe PFEFFER war es, der die Dinge um den Osmotischen Druck aufklärte, also im Interesse von Erklärungen im Pflanzenleben auch Physik betrieb. Im 20. Jh. meinte BÜNNING (1949, S. 70), daß man im Falle einer scheinbar nicht möglchen Erklärung von physiologischen Vorgängen durch chemische oder physikalische Gesetze, die wirklichen Physiologen dennoch solche voraussetzen und bei eigenen Forschungen "entdecken dadurch neue physikochemische Kräfte."

Gerade auch religiös eingestellte Forscher, so der Katholik SCHWANN, der mit Genehmigung seines Bischofs veröffentlichte, sahen das Leben rein materialistisch, geschaffen allerdings von einem Gott, der sich durchschaubarer Mittel für seine Schöpfung der Lebewesen bediente. SCHWANN (zit. bei O. HERTWIG 1897, S. 28) schrieb etwa: "Einem Organismus liegt keine nach einer bestimmten Idee wirkende Kraft zu Grunde, sondern er entsteht nach blinden Gesetzen der Nothwendigkeit durch Kräfte, die ebenso durch die Existenz der Materie gesetzt sind, wie die Kräfte in der anorganischen Natur", also etwa bei den chemischen Reaktionen oder der Kristallbildung, die SCHWANN der Zellbildung verglich. Manchmal wurden materialistische Betrachtung der Natur und Religiosität als sich ausschließend angesehen und galt der Vitalist als der unwissenschaftliche "Idealist". Vor der Geschichte ist das nicht aufrecht zu erhalten.

Waren bisher Anatomie und Physiologie und meist auch noch die Entwicklungsgeschichte wie bei JOHANNES MÜLLER in Berlin in einer einzigen Professur vereinigt gewesen waren, so gab es zunehmend eigenständige Physiologen, wurde beispielsweise nach MÜLLERs Tod dessen Professur in eine für Anatomie und eine für Physiologie geteilt.

Und unter diesen Physiologen wurde die "mechanistische" resp. physikalische resp. **chemisch-physikalische Richtung in der Physiologie** durchgesetzt. In Deutschland wurden führend die Physiologen wie CARL LUDWIG (A. FICK 1895, W. HIS 1895, H. KRONECKER 1895, H. SCHRÖER 1967, R. TIGERSTEDT 1895), EMIL DU BOIS-REYMOND, HERMANN HELMHOLTZ (E. DU BOIS-REYMOND 1897, L. KOENIGSBERGER 1902), ERNST BRÜCKE.

Von einigen dieser Männer war 1845 die **Physikalische Gesellschaft** in Berlin mitbegründet worden. Gemäß HELMHOLTZ 1845 (1883, S. 735) war zu fragen, "ob das Leben der organischen Körper die Wirkung sei einer eigenen, sich stets aus sich selbst erzeugenden, zweckmässig wirkenden Kraft, oder das Resultat der auch in der leblosen Natur thätigen Kräfte, nur eigenthümlich modificirt durch die Art ihres Zusammenwirkens."

CARL LUDWIG (G. ZIRNSTEIN 1999), Hauptvertreter der neuen Richtung, war am 29. Dezember 1816 als Sohn eines Beamten in Witzenhausen an der Werra geboren worden, studierte in Marburg. Enttäuscht über die politische Entwicklung in Deutschland nach 1848 folgte er einem Rufe als Professor Anatomie und Physiologe nach Zürich, spürte hier eine gewisse Ablehnung der Einwohner gegen die zahlreichen Fremden, folgte 1855 einem Ruf nach Wien und ging 1865 an die Universität Leipzig. Er hatte schon seit Zürich kaum noch die Anatomie vertreten. Ein Ruf, daß er Atheist sei, soll seine Berufung an eine preußische Universität verhindert haben – nun denn! LUDWIG starb in Leipzig in der Nacht zum 24. April 1895 – in einer Zeit, als die Physiologie neue Wege anbahnte.

Als Botaniker trat diese Richtung etwa FERDINAND COHN auf der 59. Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Berlin 1886 auf, auch wenn er zugab, daß im Organismus Triebkräfte sein müssen, die nicht in die bekannten Atom- und Molekülkräfte zerlegbar sind und die "Kluft, welche Leben und Tod, Organisches und Anorganisches gemachte auseinanderhält, hat sich nicht geschlossen, alle bisher gemachten Versuche, dieselben durch Hypothesen zu überbrücken, versprechen weder Tragfähigkeit noch Dauer" (S. 249).

Die **Diskussionen in der Biologie** in der zweiten Hälfte des 19. Jh. und darüber hinaus wurden keineswegs, wie manchmal dargestellt, in erster Linie von der Evolutionstheorie bestimmt, wenn diese sicherlich auch immer im Hintergrund mit stand.

## Physiologie – Erforschung der Lebensvorgänge in verschiedenen Institutionen

LUDWIGs Einfluß auf die Physiologie blieb noch lange wirksam und unter jenen, die bei ihm wenigstens zeitweise gearbeitet haben, waren PAWLOW aus Rußland, BOWDITCH aus den USA, GASKELL aus England – also große Namen der Physiologie der Wende von 19. zum 20. Jh..

In **England** erstand unter Sir MICHAEL FORSTER (H. T. WOOD 2004) ab 1883 die bedeutende Schule der Physiologie in Cambridge. FOSTERs Nachfolger

wurde der bei ihm ausgebildete und seitdem bei ihm tätige JOHN NEWPORT LANGLEY (C. S. SHERRINGTON et al. 2004), Erforscher der Drüsensekretion und des autonomen Nervensystems. Das autonome Nervensystem erforschte der ebenfalls vor allem in Cambridge tätige WALTER HOLBROOK GASKELL (H. HEAD et al. 2004).

Ein physiologisches Laboratorium hatte hatte in den **USA** 1871 HENRY PICKERING BOWDITCH gegründet. Der aus Irland stammende HENRY NEWELL MARTIN. (C. S. BREATHNACH 1969), der bei W. SHARPEY am University College London und bei FOSTER am Trinity College in Cambridge gewesen war, begründete nach 1876 für die USA an der John Hopkins University in Baltimore die reine, nicht von der Medizin bestimmte Physiologie. Nach dem Tode seiner älteren Frau starb er mit 48 Jahren am Alkoholismus.

Die Physiologen brachten ihre Ergebnisse in neuen, spezifischen Zeitschriften, in Großbritannien dem 1878 von FOSTER gegründeten und später von LANGLEY weitergeführten "**Journal of Physiologie**".

## Physikalisch orientierte Physiologie

In der physikalisch ausgerichteten Physiologie wurde versucht, **Einzelvorgänge im Organismus aus dem Zusammenhang zu lösen** und isoliert zu untersuchen, sie fast "atomistisch" zu sehen, analytisch vorzugehen. Die Physik lieferte zuerst die **Geräte**, die Forschungsmethoden, die Einzelvorgänge sichtbar, auflösbar zu machen, nicht unbedingt die Interpretation.

Für das Programm, alle Körpervorgänge auf einfache physikalische Vorgänge zurückzuführen, deuteten sich jedoch bald auch Grenzen an und schienen jedenfalls die seinerzeit bekannten Vorgänge zur Erklärung nicht auszureichen. Vor allem stand mit zahlreiche eigenen Untersuchungen dagegen RUDOLF HEIDENHAIN (F. RÖHMANN 1898), Ordinarius in Breslau. HEIDENHAIN nahm dabei durchaus nicht 'Lebenskraft' an, leugnete auch nicht die Bedeutung physikalischer Vorgänge für Sekretion und Resorption. Aber die Drüsenzelle habe auch eine aktive Tätigkeit. HEIDENHAIN untersuchte die Sekrete, die keineswegs immer gleichartig waren, sondern je nach Ruhe und Tätigkeit sich unterschiedlich zusammensetzten.

Der Anatom und Physiologe RUDOLF WAGNER warf LUDWIG vor, er "streue" "den Leuten recht eigentlich Sand in die Augen" (1854 / 55, S. 321 / 322) und hilft "eine Generation heranbilden ... , welcher der Hochmuth an die Stirne geschrieben ist." LUDWIGs litauischer Schüler CYON berichtete (1912, S. 118), daß LUDWIG als Ordinarius in Leipzig allmählich davon abkam, alle Erscheinungen

des organischen Lebens allzu einfach allein auf physikalisch-chemische Vorgänge zurückzuführen.

## Einzelvorgänge als Forschungsgegenstand der Physiologie – Messung von Vorgängen

## Aufzeichnung der Muskelzuckungen und anderer Vorgänge mit dem Kymographion: das Kymographion, C. LUDWIG

Fast zum Symbol der messenden und registrierenden physikalischen Schule der Physiologie wurde das **Kymographion**. Es besteht aus einer mit Ruß bedeckten, also schwarzen, sich drehenden Trommel mit unter dem Ruß heller Grundlage. Ein Stift drückt die Zuckungen von mit dem Stift verbundenen isolierten und gereizten Muskeln oder auch des außerhalb des Körpers schlagenden, ja auch einen Muskel darstellenden Herzens in den Ruß, in dem der die Zuckungen als helle Striche aufzeichnet werden. Vorläufer des Kymographion waren einige Wetterdaten registrierende Geräte von HOOKE. Andererseits wurde das Kymographion zum Vorbild weiterer selbsttätig registrierender Geräte auch in anderen Wissenschaften, so der Meteorologie. Das erste Kymographion stammt von CARL LUDWIG zur Aufzeichnung des Blutdrucks. Durch ein Kymographion registriert wurde dann die Kontraktion isolierter Muskeln. Dabei zeigte sich, daß nicht eine einzige Kontraktion stattfand, sondern daß die einheitlich wirkende Kontraktion aus einer Folge zahlreicher einzelner Zuckungen besteht. Unter dem Einfluß von Drogen, Giften, Medikamenten, überhaupt durch verschiedenste Substanzen, ändern sich das Bild der Zuckungen und konnte so die Wirkung zahlreicher Substanzen auf Muskeln und zurückführbar auf Nerven erkannt werden. Was hierbei chemisch im Blut oder den Zellen geschah, steht auf einem anderen Blatt.

## Für und gegen rein physikalische Erklärung der Drüsen-Tätigkeit

Der für die **physikalisch orientierte Physiologie** lange führende CARL LUDWIG glaubte nachgewiesen zu haben (1843), daß etwa die **Nierentätigkeit völlig mit Diffusion**, mit Endosmose, **erklärt** werden kann und meinte (1843, S. 42): "So sehen wir in diesen Verhältnissen eine Einfachheit, eine Harmonie, die keiner Natureinrichtung an Schönheit nachsteht." LUDWIG untersuchte die Einwirkung von Nerven auf die Tätigkeit von Drüsen, der Speicheldrüsen, und fragte, was die Nerven möglicherweise physikalisch in den Drüsen zu deren Tätigkeit verändern,

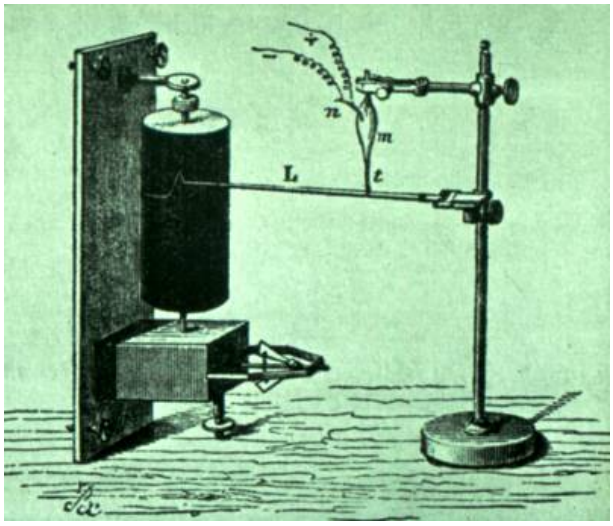


Abbildung 1537: Kymographion, Aufzeichnung Muskelzuckung.

so möglicherweise das Lumen der Ausführungsgänge durch Muskelkontraktion. Er stellte dann (1851) fest, daß in den Gängen und Bläschen der Drüse keine Muskelbewegung und keine Kreislaufveränderung durch die Nerven ausgelöst wird, also (1850 - 1852, S. 239) "doch offenbar ein specifisches Atom nöthig sein" "wird", "dass sich dem umändernden Einfluss des Nerven fügt." Nieren, Leber, Hoden, Eierstock, Brustdrüsen arbeiteten gemäß LUDWIG ohne solches "Zuthun" von Nerven.

## Wärmebildung bei der Muskeltätigkeit, Geschwindigkeit der Fortleitung der Nervenerregung: HELMHOLTZ

Einer von denen,welche auf diesem Wege vorangingen war HELMHOLTZ, der später ganz in die Physik ging. HELMHOLTZ berichtete 1845 über den Stoffverbrauch im gereizten, isolierten Frosch-Muskel, Beispiel eines herausgegriffenen Einzelvorgang, mit dem Ergebnis, "dass während der Action der Muskeln eine chemische Umsetzung der in ihnen enthaltenen Verbindungen vor sich geht. Die gewonnenen Erfahrungen stehen allerdings noch vereinzelt und ohne inneren Zusammenhang da,...", was weitere Forschungen erforderlich mache. HELMHOLTZ untersuchte (1848 / 1883) fernerhin die Wärme-Entwicklung bei der Muskeltätigkeit, wobei klarzustellen war, daß es nicht nur Reibungswärme infolge der Kontraktionen der Museklfasern war. Auf thermoelektrischem Wege konnte HELMHOLTZ die geringe Wärmeerhöhung feststellen. Bei Nerven gelang das nicht. HELMHOLTZ Untersuchung wurde betrachtet als "Muster" "für die Anwendung der feinsten

physikalischen Methoden auf physiologische Untersuchungen" (L. KOENIGSBERGER 1902, S. 92). Viel beachtet wurde dann HELMHOLTZ' Untersuchung über die **Fortpflanzungsgeschwindigkeit** der "Nervenreizung" 1850, wobei es genau heißen müßte: einer durch einen Reiz ausgelösten **Nervenerregung**. Eine Zeit für die Erregungsfortleitung wurde ermittelt.

## Organe isoliert untersucht

**Isolierte** Frosch-**Herzen** schlugen feucht gehalten etliche Zeit weiter. In England konnte Sir MICHAEL FOSTER (H. T. WOOD et al. 2004) nachweisen, daß Herzen aus sich selbst heraus schlagen und nicht dauernder Impulse von Nerven von außerhalb bedürfen. Diese modifizieren allenfalls die Herztätigkeit. Isolierte Muskel wurden, etwa eingespannt im Kymographion, zuckten noch längere Zeit. Aber die meisten Organe gerade der höheren Tiere schienen nur im Zusammenhang mit dem übrigen Körper zu funktionieren.

### Zeitweise Lebenderhaltung flüssigkeitsdurchströmter Organe

Eine zweite großartige Errungenschaft bei LUDWIG (H. SCHROER 1967), war die Methode der **Durchströmung** aus dem Körper entommener, **isolierter Organe** mit geeigneter Flüssigeit, diese Organe etliche Zeit am Leben zu erhalten, wie es mit der Leber schon BERNARD zur Untesuchung der Zucker-Bildung in der Leber angefangen hatte. In seiner Inauguralvorlesung in Leipzig 1865 hatte LUDWIG auf den Wunsch nach diesem Methode verwiesen und es gelang ELIE DE CYON 1865 ein isoliertes Froschherz mehr als 24 Stunden lebend zu erhalten. Im Jahre 1868 folgten Experimente mit dem quergestreiften Warmblütermuskel und wurde in einer durchströmten Hunde-Leber die Produktion von Galle fortgesetzt. Es folgten Untersuchungen an der eine Zeit lang überlebenden Niere, 1869 das Studium des Gaswechsels an der Lunge von Warmblütern, konnte 1880 ein Stück Dünndarm über viele Stunden am Leben erhalten werden. Eine geeignete Flüssigkeit, die von ihr durchströmte Organe besser am Leben erhielt, entwickelte ab 1882 der englische Mediziner SYDNEY RINGER (W. F. BYNUM 1975), die dann nach ihm benannte "Ringersche Lösung", zuerst eine 0,75%ige wäßrige Kochsalz-Lösung, die dann durch kleine Anteile von Calcium- und Kalium-Salz ergänzt wurde. An isolierten Organen konnten Stoffwechsel- Untersuchungen oder auch die Wirkung von Drogen resp. Medikamenten untersucht werden.

## Im Körper vom übrigen Teil isolierte Organe

H. N. MARTIN (C. S. BREATHNACH 1963, J. HENDERSON 2005), an der John Hopkins University der USA, gelang 1880 / 1882 in einem anästhesierten Hund, der in einer erwärmten Kammer lag, das **Herz** mit Lunge zu isolieren und mit in die obere Hohlvene / vena cava infundiertem defibrinierten eigenen, mit Sauerstoff versorgten Blut eine Zeit lang schlagend zu erhalten. Das wurde möglich, weil die Koronargefäße des Herzens auch versorgt waren. Andere führten die Experimente weiter, vor allem etwa 30 Jahre später ERNEST STARLING.

## Vorgänge an einzelnen Organen, etwa dem Herzen

An den aus ihren Zusammenhängen herausgerissenen Organen wurde manches untersucht. Vorher war die Regulation des Herzschlages nur schwierig zu ergründen gewesen, so wenn J. MÜLLER mitgeteilt hatte, daß Blutzufluß in ein leeres Herz es zu stärkerer Kontraktion brachte (J. HENDERSON 2005).

Im Winter 1874 / 1875 überprüfte, als sein erstes Forschungswerk, bei FOSTER, der 22-jährige LANGLEY (W. M. F. 1927, G. L. GEISON 1973) die Wirkung des neu eingeführten Pharmakons **Pilocarpin** aus den Joborandi-Blättern Brasiliens, in einem alkoholischen Extrakt,.**auf den Herzschlag**. Eine **Droge**, Pilocarpin, **wirkte direkt auf das Herz**, nicht über Nerven – eine wichtige Einsicht über die Einflußnahme von Außenfaktoren auf die Organtätigkeit. LANGLEY fand dann auch den Einfluß des Pilocarpin auf die Sekretion der Sub-maxillar-Drüse.

MARTIN (C. S. BREATHNACH 1963, J. HENDERSON 2005) überprüfte bei seinem nur mit der Lunge verbundenem Hunde-Herz, noch im Hundekörper, die Wirkung von Alkohol, Blutdruck, Temperatur. Wurde wärmeres Blut zugeführt, schlug das Herz wie auch das Froschherz rascher. Ohne Nervenverbindung fehlte dem Herzen auch der Vagus-Nerv, der beruhigend, hemmend wirkt. Ohne Nerven-Zufuhr schlug das isolierte Herz also schneller.

STARLING mit seiner verbesserten **Herz-Lungen-Präparation** fand, daß für den Ausstoß von Blut aus dem Herzen allein der Zufluß zuständig ist – das Herz also automatisch arbeitet.

## Organismus unter Ausnahmebedingungen – hoher und niedriger Luftdruck. - Physiologie sogar für übermorgen

PAUL BERT, 1869 – 1886 Professor der Physiologie an der Pariser Sorbonne, erforschte die den Organismen verändernden Vorgänge unter hohem und niedrigem Luftdruck. In großen Höhen, wo das Leben der Menschen schließlich sogar gefährdet ist, tritt durch den **niedrigeren Luftdruck zu wenig Sauerstoff** in das Blut. Immer dort lebende Menschen haben sich mehr oder weniger angepaßt. Bei **Tauchern und damit unter höherem Druck** tritt Stickstoff in das Blut und beim Raschen Auftauchen und damit schneller Druck-Erniedrigung bildet dieser Stickstoff Blasen im Blut, welche die Kapillaren abschließen. Diese Untersuchungen bildeten die medizinische Grundlage für Hochgebirgstouren, Tiefsee-Tauchen und letztlich die Raumfahrt.

BERT, links-liberal, war als zeitweiliger Unterrichtsminister, 1881 bis 1882, Gegner des klerikalen Einflußnahme auf die öffentlicht Bildung. 1886 wurde er Gouverneur in den französischen Kolonien in Indochina, Annam und Tonkin, suchte hier eine liberelare Administration einzuführen, starb aber schon 1886.

## Gegensätze: Physikalisch-chemische Auffassung von den Lebensvorgängen und Vitalismus

Die "mechanische" oder, besser, die "**physikalisch-chemische" Erklärung** der Lebensvorgänge durchzog nach 1845 und später die Biologie insgesamt. "Die Lebenskraft", meinte etwa der Baseler Physiologe FRIEDRICH MIESCHER (zitiert in A. JAQUET 1896, S. 416), "ist der grösste Hemmschuh der physiologischen Forschung ..." Was die Physiologen wie LUDWIG für die Vorgänge im Organismus insgesamt annahmen vertrat OTTO BÜTSCHLI 1892 etwa für das Protoplasma und seine Eigenschaften, nämlich daß dies aus anorganischen Gebilden, hier aus mikrokskopischen Schäumen, erklärbar sind.

**Zweifel** an der rein physikalischen oder auch der chemisch-physikalischen Erklärung der Lebenserscheinungen wurden angesichts der Erfolge der physikalisch-physiologischen Forschung eher eher leise geäußert. Die "Modelle" der Nachahmung von Lebensvorgängen erschienen später jedoch zu einfach, es wurden in angeblich künstlichen Nachbildungen von Zellen nach Ansicht etwa des Biochemikers O. MEYERHOF (1930, S. 1) "Lebensäußerungen der Zelle nur äußerlich nachgeahmt ..., während die Mittel des Organismus zur Erzielung derselben Wirkung noch völlig unbekannt waren. ... Die Zurückführung auf Vorgänge der Chemie und Physik ist noch keine letzte Erklärung der Erscheinungen, doch ist es Sache der

Physiker und Chemiker, diese letzte Erklärung zu liefern." Einige Entwicklungsphysiologen glaubten dann um 1900, daß etwa die Keimesentwicklung nicht allein mit Physik und Chemie zu erklären wäre, was zum "**Neovitalismus**" führte.

Aber waren nun der einstige "Bildungstrieb" BLUMENBACHs oder die neue DRIESCHsche "Entelechie" Faktoren, "Erklärungen", mit denen sich die Forschung beruhigen konnte? Zu welchen weiteren Fortschritten regten solche Vorstellungen an? Das war wie mit der "Disposition" in der Medizin, ein Begriff, welcher die unterschiedliche Anfälligkeit der einzelnen Menschen für Infektionskrankheiten beschrieb. Aber was stand dahinter - das war wohl wert der Erforschung. Und die Immunologie hat vieles geklärt!

Was **kennzeichnete** dann **das "Leben**", das sich vom Anorganischen und auch von toten und dem Verfall preisgegebenen Organismus doch offensichtlich so total unterschied? Eine singende Nachtigall war ja wohl nicht dasselbe wie ein Nachtigallen-Kadaver! Gab es, wie es PFLÜGER annahm, '**lebendes**', von toten unterschiedenes **Eiweiß**? Eine andere Vorstellung betonte den **Stoffwechsel**, den fortwährenden Zerfall und und die fortwährende Neubildung einer sehr labilen chemischen Verbindung als kennzeichnend (zit bei M. VERWORN 1903, S. 16 ff). Gab es eine besondere **Biogen-Substanz**, von denen der Physiologe MAX VERWORN 1903 schrieb, und die sich im Plasma befinden soll, weshalb das Plasma auch nach Entfernen des Kernes noch 'lebt'? Wie VERWORN 1905 meinte (S. 9) lassen sich ja die "Komplexe", also die Lebewesen, in ihre elementaren Bestandteile zerlegen, und der "lebendige Organismus ist nur durchgreifend unterscheidbar von anorganischen Systemen durch seine bestimmte Kombination von elementaren Momenten, nicht durch einzelne elementare Momente selbst." Kombination der Einzeldinge, der einzelnen chemische Elemente und Substanzen – das sollte der Schlüssel sein! Die Eiweiße etwa. Man möchte dem doch anfügen: Warum aber lebte die "Kombination", worauf beruhte das, reichte der Begriff? Man sollte sich, gemäß VERWORN, auch lösen von der Vorstellung der Lebwesen als vor allem auch fester Struktur, denn Zellen, auch ohne feste Strutkur, zeigten bereits die Lebenserscheinungen. Merkmale der Lebewesen, 'Lebenserscheinungen', wurden bei derartigen Überlegungen und darauf aufbauenden Untersuchungen durchaus festgestellt – und das war immer das positiv Faßbare.

Aber etwa OSCAR HERTWIG meinte 1899 (zit. bei M. VERWORN 1905, S. 12), daß selbst die Morphologie, die Lehre von den Strukturen, den Formen der Lebwesen, am Ende "nichts anderes sein kann als spezielle Physik und Chemie der Organismen."

Eine dem Vitalismus noch schärfer gegenüberstehende **mechanistische Auffassung** von den Vorgängen in den Lebewesen, wiederum eine **Maschinentheorie**

**des Lebens**, führte JACQUES LOEB in das 20. Jh.

Die Problematik spitzte sich dann zu vor allem bei der Untersuchung von Eingriffen in die Keimesentwicklung, in der Entwicklungsphysiologie, die einige Kapitel weiter behandelt wird.

## Weitere Denk- und Hypothesen-Ansätze zur Erforschung von Lebensvorgänge - Nutzung angenommener Analogien etwa

Den seinerzeit so schwierig aufzuklärenden Vorgängen bei den Nerven, Muskeln und anderem irgendwie anzugehen, wurde manches überlegt. Konnte man aus den Vorgängen an den einen vielleicht Aufklärung über die Vorgänge an anderen erhalten, weil Gleichheit oder wenigstens angenäherte Analogie -was immer das wäre - bestand? Jedenfalls hat JACQUES LOEB 1919 (S. XIX) gehofft, daß Befruchtung nur ein Fall von "Reizung" ist und die Aufklärung der Vorgänge bei der Befruchtung, wenn sie denn einfacher aufklärbar wären, auch die Vorgänge im Nervensystem, also auch "Reizung" klären hilft. Immerhin ein zwar so nicht erfüllter, aber wohl nicht uninterssanter Ansatz, der "Gedanke". "daß gerade das Studium der Entwicklungserregung berufen sein könne, uns die bis jetzt fehlenden Analogien für die erfolgreiche Analyse der Vorgänge im Muskel und Nerven, und vielleicht in allen Zellen zu geben."

**Die entscheidenden Lebensvorgänge spielen sich innerhalb der Zelle ab: Zellphysiologie,**

Zunächst wurden **Lebensvorgänge auf der Ebene des gesamten Organismus** beziehungsweise **bei** teilweise als recht unabhängig eingeschätzten gesamten **Organen** untersucht. Mit der Zellenlehre und der "Cellularpathologie" war anzunehmen, daß die Zelle nicht allein etwas Morphologisches ist, sondern in ihnen **physiologischen Vorgänge** ablaufen. Das Ergebnis war zunehmend, daß die **entscheidenden Lebensvorgänge an Zellen gebunden** sind. Das führte schließlich zur "**Zellphysiologie**", ein später besonders von VERWORN benutzer Terminus, der 1892 (S. 2) dazu schrieb: "Die wichtigsten Räthsel des Lebens ruhen in der Zelle. Die Zelle muß in letzter Instanz Objekt biologischer Forschung sein." Schon vorher waren für entscheidende Lebensvorgänge, für den **Stoffwechsel**, so die **Atmung**, für die **Sekretion**, die Lokalisation in Zellen nachgewiesen. Aber auch VERWORN konnte **noch nicht ahnen**, **welche zahlreichen Stoffwechselvorgänge sich in jeder Zelle** abspielen und die im 20. Jh. aufgeklärt wurden. Und das **nicht nur in jeder Zelle des 'Wunders Mensch',** sondern in jeder Zelle auch eines Affen, eines Vogels, ja auch mit Besonderheiten in in

den Zellen von jedem Insekt und den Zellen der Pflanze, und, mit Variationen bei Bakterien,

Den Ablauf von physiologischen Vorgängen in Zellen sah als einer der ersten der englische Anatom JOHN GOODSIR (F. L. HOLMES 1963), der zwischen 1842 und 1845 darlegte, daß die Zellen eher als die Gewebestrukturen insgesamt die Ernährungszentren (nutritive centers) und auch die Lokalitäten der Sekretion sind.

## Zellen sind der Ort der entscheidenden Stoffwechsel-Vorgänge, etwa der Sauerstoff-Verwertung, die als "Atmung" auffälll: EDUARD PFLÜGER

Sollte die Körperwärme bei LAVOISIER im 18. Jh. in der Lunge zustandekommen und wurde ihre Entstehung bei ROBERT MAYER und anderen im Blut und nur in ihm gesucht, so wurde bei EDUARD PFLÜGER (1872, 1875) in Bonn deutlich, daß die "innere Respiration" resp. Oxidation und damit die Entstehung der Körperwärme, also der **Stoff-und Energiewechsel in jeder einzelnen Körperzelle** stattfindet. Das war der Anfang einer ganz wichtigen Erkenntnis: **Der Stoffwechsel findet in den einzelnen Zellen statt**. Wobei es 1875 noch nicht einmal eine Vorahnung dessen sein konnte, was sich nach den Erkenntnissen des 20. Jh. an Metabolismus, an Stoffwechsel, an enzymatisch gesteuerten Prozessen in den Zellen abspielt, an ihren einzelnen Organellen. 1875 aber war bekannt: Der Oxydationsprozeß verlangt nicht Blut, bei aller Bedeutung des Hämoglobin des Blutes für die Heranführung des Sauerstoffs an die Zellen. Sauerstoff kann auch direkt ohne Blutvermittlung an die Zellen herangeführt werden. **Auch in der Physiologie** war damit **die Zelle** in ihr Recht eingesetzt, war **Grundelement** nicht nur des Körperaufbaus, seiner Morphologie, sondern auch Ort entscheidender Lebensvorgänge, ähnlich wie es VIRCHOW für die Krankheitsentstehung in der Pathologie gesehen hatte. Was als '**Funktion' der Organe** gesucht und öfters auch ermittelbar wurde, das war genauer gesehen die Tätigkeit der Millonen oder gar Milliarden von winzigen Zellen des Organs, was später in Gewebe- und Zellbreis oder Zellkulturen untersucht wurde. Ein **Organ** ist das **Gehirn**. es wirkt nach Erkenntnis im 20. Jh. durch seine **Milliarden Neuronen**/Nervenzellen, die gut mit Sauerstoff zu versorgen sind.

Anfänge von vielem lieferte der bedeutende Physiologe PFLÜGER (E. HEISCHKEL 1950, R, ROSEMANN 1929) Er war der 1829 in Hanau geborene Sohn eines Handelsmannes, der 1841 in einen Hochverratsprozeß verwickelt war, und lange in Haft saß. Ebenso war der Sohn anfangs revolutionär. EDUARD PFLÜGER wech-

selte vom Jura-Studium zur Medizin, in Marburg und dann in Berlin und wurde 1859 nach Bonn berufen. Daß die Respiration nicht so sehr im Blut stattfindet, sondern in jeder Zelle erwies die Untersuchung der Blutgase, wofür PFLÜGER die entsprechenden Apparate, so vor allem die **Blutgaspumpe**, konstruierte. Fernerhin sprach für die Respiration in jeder Zelle, daß niedere Tiere gar kein Blut und kein Gefäßsystem besitzen, aber dennoch Sauerstoff verbrauchen und Kohlendioxid (CO2) abgeben. Frösche lebten in einem sauerstofffreien Raume noch über 17 Stunden, gaben dabei CO2 ab, weil die Zellen noch einen Sauerstoff-Vorrat haben. Wie bei PFLÜGER ferner nachgeweisen wurde (E. OERTMANN 1877) leben Frösche zunächst auch weiter, wenn ihr Blut entnommen wird und ihnen, damit das Herz weiterschlägt, Salzlösung injiziert wurde, sogenannte "Salzfrösche". Ein Schüler von PFLÜGER (1875) zeigte bei dem Insekt *Blatta orientalis*, daß in deren Speicheldrüsen die Tracheenenden bis weit in das Epithelgewebe ziehen und in Verknüpfung mit den Epithelzellen stehen, also offenbar die Epithelzellen direkt mit Sauerstoff versorgt werden müssen. Embryonen, nachgewiesen etwa bei Vögeln, verbrauchen ebenfalls schon Sauerstoff, wenn noch gar kein Blut vorhanden ist.

Der damals reichlich 30-jährige PAUL EHRLICH (1885) ergänzt die Untersuchungen der PFLÜGER-Schule zur Sauerstoff-Verwertung durch den Nachweis, daß nicht gemäß PFLÜGERs Annahme die Gewebe ausreichend mit Sauerstoff gesättigt sind, sondern viele Gewebe und damit Zellen etwa beim Säugetier zu wenig Sauerstoff erhalten, bei ihnen eine 'ungenügende Sauerstoff-Sättigung' und damit ein "**Sauerstoff-Bedürfniss**" vorliegt, und sie also auf angewandte Farbstoffe wie das bei der BASF hergestellte Alizarinblau reduzierend wirken. Der "Verbrennungs-Prozeß" in den Geweben verlaufe im Minimum. Besonders für das Nervensystem wird Sauerstoff-Bedürfnis nachgewiesen. Die Feststellung des Sauerstoff-Bedarfs der verschiedenen Zellen und Gewebe ist auch Teil des Studiums der Verteilungsgesetze im Organismus, wenn auch vielleicht als primtivste Form dieser Untersuchungen (H. SACHS 1916, S. 141), der selektiven Bindung von Substanzen.

Im 20. Jh. wird man klären, welche Bestandteile in der Zelle deren "Kraftwerke", die Stätten der Oxydation, sind.

## Gift-Wirkung an Zellen direkt

An Muskelzellen fand LANGLEY (G. L. GEISON 1973), daß Adrenalin wie Curare direkt auf diese wirken. Nicotin bewirkte eine leichte tonische Kontraktion. **Curare** hob diese Wirkung auf, auch nach Degeneration der zu einer Muskelzelle führenden Nervenfaser, wirkte also, gefunden 1905, auf die Muskelzelle selbst. LANGLEY

bildete, 1906 die Vorstellung von in den Zellen gebildeten spezifischen Substanzen, die mit auf sie wirkenden Substanzen, etwa Pharmaka, reagieren, was eine erste Vorstellung von '**Rezeptoren**', einer **rezeptorischen Substanz**, der Zelle resp. der Zellwand, war.

## Immer mehr Lebensfunktionen in ihrer Bindung an Zellen erkannt

Wie etwa 1926 (S. 565) der US-amerikanische Biologe CLARENCE ERWIN McCLUNG formulierte, sind, wie sich immer mehr zeigte, **alle physiologischen Funktionen zellgebunden**. Laufen gewisse Stoffwechselvorgänge in eben allen Zellen ab, so sind andere Funktionen an **spezielle Zellarten** gebunden, die **Kontraktilität** an **kontraktile Zellen** mit ihrer höchsten Entwicklung in Gestalt der Muskelzellen, die Reizaufnahme an reizempfindliche Zellen, die Erregungsleitung an Nervenzellen.

Es blieb, für das **20. Jh.** herauszufinden, daß **Vorgänge** wie die Oxydation, nur **in** bestimmten Zellbestandteilen innerhalb der Zellen, in **bestimmten Zell-Organellen**, ablaufen. Die offensichtlich besonderen Funktionen des Zellkerns waren dabei schon im 19. Jh. anvisiert worden. Zum näheren Verständnis der Lokalisation weiterer Funktionen waren etwa die Mitochondrien nicht nur zu entdecken, sondern mußten auch näher untersuchbar werden.

## Drüsen-Sekretion

RUDOLPH HEIDENHAIN (L. B. MENDEL 1897), Breslau, hatte die **Sekretion in Drüsen**, zurückgeführt auf Vorgänge in deren Zellen. Die rein physikalische Diffusion sah für die Sekretion nicht ausreichend. LANGLEY (W. M. F. 1927) in Cambridge hatte gezeigt, wie Pilocarpin auf die Sekretion der Sub-maxillar-Drüse des Hundes wirkt. HEIDENHAIN sah mit den Granulae in den sekretierenden Zellen der Drüsen diese in Tätigkeit, LANGLEY sah in ihnen in der Ruhe gespeicherte Bestandteile.

# Körpervorgänge, Verhalten und Nerven

## Nervensystem - Koordinator. Reaktives und auch autonomes Verhalten?

Die verschiedenen Organe im menschliche Körper funktionieren in Abstimung voneinander. Das 'Eigenleben' der Organe ist doch begrenzt. Die Tätigkeit eines weitgehend automatisch arbeitenden Organs wie das Herz wird durch Nerven auch vom Zentralnervensystem und – wie später gefunden: Hormonen – doch modifiziert. Angst und Stress wirken auf das Herz. Das Nervensystem erschien als der große Koordinator. Und jedenfalls beim höheren Tier mündeten die Nerven im Rückenmark und gar direkt im Gehirn.

Vielfach sah man in allen **Lebensäußerungen Reaktionen auf die Außenwelt**, auf Außenreize - etwas, das im 20. Jh. wieder besonders eingehend debattiert wurde. Aber S. TÖLTE'NYI meinte 1838 (II, S. 86): "Die Geschlechtslust erzeugt nicht der Reiz des anderen Geschlechts, denn es erwacht der Geschlechtsdrang auch bei der gänzlichen Trennung des Geschlechter und die Ärzte wissen sehr wohl, in welche Uebel die Unmöglichkeit der Befriedigung ausarte?" Hier also war die Auffassung auch von einer Autonomie von Lebensäußerungen.

## Flimmerhaare – ohne Nervenanregung

Werden alle Vorgänge im Organismus von Nerven bedingt? Es wurde 1834 durch PURKINJE und GABRIEL GUSTAV VALENTIN (E. HINTZSCHE 1976, E.-R. MÜLLENER 1962), letzterer bald Professor in Bern, entdeckt, daß auf der Oberhaut, den Epithelien, in der Luftröhre, im Samenleiter, im Eileiter, in den Hirnventrikeln **Flimmerhaare** unabhängig vom Nervensystem und damit selbstverständlich unabhängig vom Willen sich selbsttätig bewegen, dabei etwa in der Nase Staub zu entfernen. Ein Befund am Rande? Es ist einer, der manche Überlegung anregte.

## Nerven – als die Regulierer und Koordinatoren

Nerven galten einmal als hohl, mit Nervenflüssigkeit gefüllt. Galvanische Versuche hätten gemäß SÖMMERRING (1811) gezeigt, daß Nerven solide sind, aber von Arterien zur Lieferung von Flüssigkeit begleitet sein müssen.

Herz wie Darm haben auch selbsttätige Nervenzentren, bewegen sich deswegen auch autonom, selbst getrennt vom übrigen Organismus, zeigen das im 18. Jh. so hervorgehobene 'Eigenleben' der Organe. So schlägt also ein aus einem lebenden Frosch herausgenommenes und auf feuchter Unterlage gehaltenes isoliertes Herz noch lange. Aber auch die Herz-Tätigkeit wird im lebenden Organismus von verschiedenen aus dem Zentralnervensystem kommenden Nerven modifiziert. Bedeutende Physiologen untersuchten, wie vom Zentralnervensystem aus Nerven überall hin wirken, auch Herz- und Darmbewegung beeinflussen.

Unerwartet war, als die Gebrüder ERNST WEBER und EDUARD FRIEDRICH WEBER 1846 einen "**Hemmungsnerven**" fanden, indem sie feststellten, daß eine Erregung des Nervus vagus den Herzschlag **verlangsamt**, ja zum Stillstand bringt (R. HERRLINGER 1964, J. M. D. OLMSTED 1946). PFLÜGER wies in seiner zweiten Dissertation 1855 beim Kaninchen die Hemmungswirkung des Splachnicus-Nerv für die Bewegung, die Peristaltik, des Darmes nach. PFLÜGER hat in der Vorlesung bei DU BOIS-REYMOND den durch Vagus-Reizung verursachten Stillstand des Herzens gesehen und schloß wegen ähnlicher Autonomie auf die Darmbewegung (R. ROSEMANN 1929). ALBERT VON BEZOLD beschrieb die zum Herzen führenden Nerven. H. STANNIUS beschrieb 1852 die zwei automatischen Zentren im Herzen des Frosches, die den Herzschlag vom übrigen, den Herzschlag nur modifizierenden Nervensystem unabhängig steuern. BERNARD und 1850 C. LUDWIG wiesen die **Absonderungsnerven** nach, zuständig für die Steuerung der Drüsensekretion. LUDWIG (1850-1852) reizte beispielsweise die zur Speicheldrüse führenden Nerven und stellte die Veränderungen im Blutstrom und in der Sekretion dieser Drüsen fest. BERNARD fand die **vasodilatorischen** und die **vasokonstriktiven Nerven**, die das Lumen der Blutgefäße ändern und dabei Zu- oder Abnahme von Wärme in den betroffenen Körperpartien, etwa den Ohrmuscheln, hervorrufen.

Namentlich PFLÜGER (1853) plädierte für die relative **Eigenständigkeit des Rückenmarks** in der Verarbeitung von Reizen und der Auslösung zugehöriger Reflexe, wobei er mit dieser Ansicht allerdings recht weit ging. Immerhin: Enthauptete, also gehirnlose Frösche zogen etwa einen gekniffenen Fuß zurück und es war auch schon das noch eine Zeit dauernde Weiterleben von enthirnten Schildkröten bekannt. Das wären nicht nur reine Muskeltätigkeiten, sondern PFLÜGER sah darin die eigenständige Tätigkeit des Rückenmarks. Von solchen Überlegungen ausgehend hatten andere Physiologen zur Todesstrafe verurteilte Menschen kurz nach der Enthauptung elektrisch gereizt, also die frischen Leichen der eben noch Lebenden für Versuche benutzt - ein etwas makabres Kapitel der auch rücksichtslosen Physiologie.

Der russische Phyiologe IWAN M. SETSCHENOW/SECHENOV (J. BROZEK

1966) fand 1862 bei BERNARD in Paris beim Frosch die **vom Gehirn ausgehende Hemmmung** 'spinaler', also **vom Rückenmark ausgehender Reflexe**, also Reflextätigkeit vom Gehirn aus. 'Reflexe' sollten alles bewußte und unbewußte Leben bestimmen (S. 931), wirkten wie 'automatische Regulatoren' in einer Maschine und SETSCHENOW sah als Ziel eine 'neurophyiological psychology', eine 'objektive Psychologie'.

Besonders wichtig erschien die Stelle, der "Ort", an dem **Nervenendigungen auf ein "Erfolgsorgan",** also etwa eine Muskelfaser oder eine Drüse, treffen. Die Übergangsstelle Nerv –Muskel, interessant etwa im Zusammenhang mit der Wirkung des südamerikanischen Pfeilgiftes Curare, nannte KÜHNE "**Endplatte**" (H. NEURATH et al. 1986).

**Entdeckungen von und in Sinnesorganen - Wie "arbeiten" die Sinnesorgane?**

Es gab noch **neue Sinnesorgane** zu entdecken, denn MARIE-JEAN-PIERRE FLOURENS (V. KRUTA 1973 a) wies 1824 – 1828 nach, daß das **Einhalten des Gleichgewicht** beim Laufen usw. mit dem **Innenohr**, dem 'Labyrinth', zusammenhängt, denn Verletzungen dort waren mit Gleichgewichts-Störungen verbunden. Warum das so ist konnte aber erst Jahrzehnte später aufgeklärt werden.

An **Sinnesorganen** spielen sich sowohl physikalische Vorgänge ab, namentlich am Ohr, und hier allein physikalische Vorgänge, aber ebenso gibt es chemische. Sinneszellen. **Sinneszellen**, **Rezeptoren nehmen Außenreize** auf, jedenfalls mehr als andere Zellen. Die Rezeptoren, periphere Teile des Nervensystems, übertragen die in ihnen ausgelösten Reaktionen auf mit ihnen verbundene Nervenfasern, welche zum Zentralnervensystem und vielfach bis zum Gehirn führen.

Die **Sinneszellen** zu untersuchen verlangte das Mikroskop und die Färbung der Zellen. Das galt für das Sichtbarmachen der Zellen in der Netzhaut/**Retina** des Auges wie die Aufklärung der Zellen **im inneren Ohr**, in der Cochlea, die der aus einer lombardischen Adelsfamilie stammende CORTI (E. HINTZSCHE 1971) unter Verwendung der von ihm entwickelten Karmin-Färbung sichtbar machte und beschrieb. Das eigentliche Hörorgan im inneren Ohr heißt seit dem Namensvorschlag von KÖLLIKER seitdem **'Cortisches Organ'**. Auch bei den andersartigen Sinnesorganen von anderen Tiergruppen wurde nach Erklärung gesucht, durch JOHANNES MÜLLER 1826 (zit. bei L. PLATE 1924, S. 512) für das aus Einzelaugen/Ommatidien zusammengesetzte Fliegenauge.

**Was in den reizaufnehmenden Rezeptoren** der Sinnesorgane **geschieht** berührte schon lange bestehende **Grundfragen der** Philosophie, namentlich der **Erkenntnistheorie**. Wie im 20. Jh. der Evolutionsbiologe LUDWIG PLATE (1924, S. 8)

formulierte: "Da unser ganzes Wissen und unsere Weltanschauung auf den sinnlichen Eindrücken beruht, ist es wichtig, sich davon Rechenschaft zu geben, wie ungenau und unvollständig unsere Sinnesorgane arbeiten." Der seinerzeit führende Physiologe JOHANNES MÜLLER in Berlin hatte das **'Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien**' formuliert, wonach ein bestimmter Rezeptor bei jedem Reiz eine ihm spezifische Empfindung auslöst, also auch ein Schlag auf das Auge zu Lichtempfindungen führt. Normalerweise läßt das Auge aber nur Lichtwellen an die empfindlichen Sehzellen. Das 'Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien' wurde viel diskutiert, in der Frage der Realität der Außenwahrnehmungen, der Widerspiegelung der Außenwelt.

HELMHOLTZ (H. RAMSER 1989, H. RECHENBERG 2011), entscheidender Begründer der **Sinnesphysiologie**, der Erforschung der '**physikalisch-phyiologischen**' Grundlagen der Sinnesphysiologie, brachte Theorien sowohl für die Tätigkeit des **Auges**, ab 1856, wie aufbauend auf den Erkenntnissen von CORTI für das **Gehörorgans**. 'Erforschte das 'Sehen' oder 'Hören' wäre falsch formuliert, denn die spielen sich im Gehirn ab (E. BÜNNING 1949, S. 31). HELMHOLTZ ging bis zu den Stellen, wo der einen Sinneseindruck verursachende Reiz bis an die Endungen von Nerven geht, wenn er an anderer Stelle auch auf Vorgänge in den Nerven eingegangen war. Untersucht wurde für das Auge durch HELMHOLTZ der Strahlengang in ihm, die Akkomodation, namentlich auch die Einstellung auf die verschiedenen Entfernungen. Obwohl man für die Lichtwellen ein damals kontinuierliches Spektrum annehmen mußte und tatsächlich viele Farben und Farbnunancen unterscheiden kann, hat HELMHOLTZ die Mannigfaltigkeit der Licht- und Farb-Empfindungen auf drei Grundempfindungen, die für Rot, Grün und Violett zurückgeführt. Sie sollten jeweils eine von 3 auf Farbempfindungen reagierenden Zellenarten reizen. Je nach Anzahl der für die einzelnen Spektralbereiche gereizten spezifischen Sehzellen kamen die Farb-Empfindungen, auch die Mischfarben, zustande.

Beim **Hören** wirkten unterschiedliche Frequenzen der longitudinalen Schall-Schwingungen auf die unterschiedlichen Härchen im Cortischen Organ im Innenohr, diese werden durch Resonanz zum Mitschwingen gebracht. Sinnesempfindungen **liefern also Zeichen**, die keine Ähnlichkeit mit dem reizaussendenden Objekt haben, aber doch von der objektiven Außenwelt hervorgerufen werden. Gleiche äußere Veränderungen "erzeugen" "in demselben Sinnesorgan auch gleiche Empfindungen ..." (so zit.bei L. PLATE 1924, S. 9).

Feinere Vorgänge in den **Lichtrezeptoren des Auges** enthüllte FRANZ BOLL (TH. LEBER 1903, H. NEURATH et al. 1986), als er 1876 fand, daß die offensichtlich dem Sehen dienenden Stäbchen in der Netzhaut/Retina des Auges rot gefärbt sind, bei Belichtung die Farbe verschwindet, im Dunkeln wiedererscheint. Durch Galle-Lösungen und Alkalisalze löste bald W. KÜHNE aus der Netzhaut eines

Frosches den "Sehpurpur" genannten Farbstoff heraus. Die Lösung des Sehpurpur erwies sich als stabil, reagierte noch nach Wochen: die Reaktionen des Sehpurpur erschienen nicht an das Leben gebunden, waren ein rein chemischer Vorgang. Die Zersetzung mußte zur allerdings damals kaum nachweibaren Nervenerregung führen, was im Gehirn, wohin man nicht schauen konnte, zum 'Sehen' führte. An der Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut fand sich allerdings kein Sehpurpur, hier, auf den Zäpfchen, waren andere Sehstoffe gebunden. KÜHNE fand, daß das Ausbleichen von der Stärke wie von dem Spektralbereich, also der Farbe des Lichtes, abhängt. In der grünen Region gab es größte Zersetzung..Schon im Fötus fand sich beim Rind ein lichtempfindlicher Farbstoff. KÜHNE konnte auf der Netzhaut je nach Lichteinfall auf die einzelnen Netzhaut-Regionen so etwas wie Bilder sichtbar machen, vergleichbar fotografischen Bildern, im Auge "Optogramme" genannt.

Eine gerade von Philosophen, von Erkenntnistheoretikern viel beachtete Erscheinung war die von der spezifischen Sinnesenergie, als "**Gesetz von der spezifischen Sinnesenergie**" bezeichnet. Was immer auf ein spezifisches Sinnesorgan wirkt, es löst im Gehirn die ihm zukommende Empfindung aus, das Auge also auch bei anderer Reizung als durch Licht Licht-Empfindung. Das ließ fragen, was dann von der Außenwelt wahrgenommen wird, was die reale Außenwelt ist. Lichtwellen regen Licht-Empfindungen an, aber erst das Gehirn empfindet 'Licht'. Die "Vorgänge in der Aussenwelt", hieß es bei BUNGE (zit. bei R: VON ENGELHARDT 1933, S. 297), haben "mit unseren Empfindungen und Vorstellungen nichts gemein ...", und "die Aussenwelt" ist "für uns ein Buch mit sieben Siegeln, ... das einzige unserer Beobachtung und Erkenntnis unmittelbare Zugängliche" sind "die Zustände und Vorgänge des eigenen Bewußtseins." BUNGE nannte das 'Gesetz von der spezifischen Sinnesenergie' etwa 1887 (S. 14) "das Grösste und Tiefste, was je der Menschengeist gedacht." Von der Innenwelt müssen wir ausgehen, um das Unbekannte, die Außenwelt, zu erklären versuchen. Viele folgten einer so extremen Ansicht nicht und sahen doch mehr in der Erkenntnis der Außenwelt.

Im **Gehirn,** im '**Wahrnehmungsapparat**', werden die Rezeptionen der Sinnesorgane **in eigene Empfindungen**, 'Wahrnehmungen', transformiert. Wie es WILHELM OSTWALD formulierte (1917, zit. bei K. LORENZ 1965, S. 321): aus dem Kontinuum der Wellenlängen des Lichtes wird das Diskontinuum der Farbbänder gemacht, und kommt es zu den für Erfassung der Umwelt wichtigen 'Farbkonstanz der wahrgenommenen Dinge' - wie es LORENZ betonte. Daß beim Regenbogen klar verschiedene Farben unterschieden werden beruht nicht auf Sprüngen im Licht, denn die Spektrallinien folgen nur durch die kleinen Quantensprünge getrennt kontinuierlich aufeinander. Schon die lichtaufnehmenden Rezeptoren, die

Zapfen, sprechen nicht nur auf eine Wellenlänge an.

## Physikalisch: Elektrophysiologie

**Den elektrischen Erscheinungen**, die wenigstens in Verstärkung feststellbar **mit phyiologischen Prozessen** verbunden schienen, sollten den Schlüssel zu den Lebenserscheinungen liefern, mindestens so viel wie die Chemie, wenn für die elektrischen Phänomene auch zunächst keine Deutung möglich war. Es gab eine ganze **Elektrophysiologie**. Gemessen wurde an gesamten Organen, wie schließlich am Herzen, oder auch an Einzelgebilden wie Muskelfasern und auch am Körper außen, w sich innere Vorgänge an winzigen elektrischen Potentialschwankungen ablesen ließen. Immer mehr konnten die **elektrischen Impulse** mit immer besser geeigneten Gerätem **hoch-verstärkt** werden und von dort her wurden Fortschritte erwartet. Fortschritt der Physiologie war hier gebunden an der Fortschritt der Gerätebautechnik. Aber bei den **elektrischen Fischen** wie dem Zitteraal benötigt man zur Feststellung keine Verstärker - die Natur erscheint an den einen Stellen mit kaum feststellbaren Vorgängen und anderswo viel gröber.

EMIL DU BOIS-REYMOND, der allbekannte Berliner Physiologe, maß in langem Zeitaufwand die mit **Nervenerregung** verknüpften, noch nicht hochverstärkten elektrischen Ladungsänderungen. Nerventätigkeit schien ein rein physikalischer Vorgang zu sein, den es aufzuklären galt. Erst im 20. Jh. wurde das doch stark korrigiert.

Ab 1894 begann WILLEM EINTOVEN ((A. V. H. 1927, K. E. ROTHSCHUH 1953, Wikipedia 2018), mit der Nutzung des Lippmann-Kapillar-Elektrometers und ab 1900 fand er bei Anlegung an geeigneten Stellen am äußeren Körper **unterschiedliche** Potentialkurven bei der Herztätigkeit bei Normalpersonen und solchen **mit Herzerkrankungen**, etwa Arrhytmie, oder auch mit Herzkammervergrößerung, und so konnten also Herzanomalien oder Herzerkrankungen festgestellt werden, Anwendung ab 1903. Es dauerte etliche Zeit, bis die heute überall in der ärztlichen Praxis angewandte Diagnose-Methode des **Elektrokardiogramms/EKG** weithin angewandt wurde. Die Kurven mußten erst einmal vom normalen Mediziner lesen gelernt werden. EINTHOVEN war 1860 geboren im damaligen Niederländisch-Westindien in Samarang (Semarang) an der Nordküste Javas. Während seines Studiums in Utrecht ragte er intellektuell so hervor, daß er noch vor Ablehung des Staatsexamens zum Professor der Physiologie und Histologie in Leiden ernannt wurde (K. E. ROTHSCHUH 1953, S. 214). 1924 wurde EINTHOVEN etwa 3 Jahre vor seinem Tode 1927 mit dem Nobelpreis Physiologie/Medizin geehrt.

Auch die **elektrischen Vorgänge der Nervenleitung** konnten durch GASSER und andere hoch verstärkt werden.

Die Elektrophysiologie wurde vor allem im 20..Jh. stark ergänzt durch die Biochemie auch in der Medizin. An Winzigkeit, an Empfindlichkeit sind vieler dieser elektrischen Impulse **vergeichbar mit den einzelnen Molekülen an Signalstoffen**, die an Rezeptoren an Zellmembranen andocken,

## Hirnforschung bei Mensch und Tier

## Anatomie des Gehirns vor allem auch beim Menschen

Anatomische Untersuchung war am Ende des 18. Jh. noch mit mancher Spekulation verbunden und die Hirnforschung des 19. Jh. wirkt dann meistens viel nüchternern.

In der Morphologie, der Anatomie des Gehirns verfolgte SAMUEL THOMAS SÖMMERRING, Mediziner noch der GOETHE-Zeit, die **Wege der großen Nerven zum Gehirn** und dort, wo dieses Zusammenkommen stattfindet, sollte so etwas wie Sitz der höheren Leistungen sein**.** Das war so etwas wie das Auffinden der anatomischen Grundlagen der Erkenntnis, und SÖMMERRING widmete seine Schrift "über das Organ der Seele" von 1796 "Unserm Kant ..." Die Wände der flüssigkeitsgefüllten **Hirnhöhlen** erschienen SÖMMERRING als der Ort, wo 'wirklich' **die Nerven** mit wahren Endigungen zu**sammenkommen** "und mittelst der hier befindlichen Flüssigkeit als eines einfachen, zusammenhängenden, ihnen gemeinschaftlichen Mitteldinges, wirklich verbunden oder vereinigt werden." (S. 37). Und die Flüssigkeit der Hirnhöhlen wäre das vereinigende Mittelding, 'Medium unicus'. In der festen Hirnsubstanz hätte man einen solchen Vereinigungsort nicht gefunden. Die Frage zu den Hirnhöhlen war: "Kann eine Flüssigkeit animirt seyn", ist sie Ort der Lebenskraft? Auch Flüssigkeiten sind offenbar 'organisirt'. Der Mensch am ersten Anfang seiner Keimesentwicklung ist schließlich ein hohles Tröpfchen (S. 43). In der Jugend ist ohnehin alles feuchter. Die Feuchtigkeit der Hirnhöhlen enthält also unser "Ich". Ein geniereicher Knabe sollte ein weicheres Hirn aufgewiesen haben und das wäre bedingt gewesen durch mehr Flüssigkeit in den Hirnhöhlen. Kretins hätten ein besonders hartes Gehirn.

Waren die Gehirne der verschiedenen Personen, die Ausbildung der verschiedenen Gehirnteile, nicht gleich, dann konnte eine **Verknüpfung von Persönlichkeitsmerkmalen mit der unterschiedlichen Gehirnstruktur** angestrebt werden. Falsche Urteile über die beurteilten Personen, ja über ganze Völker und Rassen waren bei fehlerhaften Auffassungen gegeben. Die **eigene** Menschenklasse, die eigene Person, das

eigene Volk, die eigene 'Rasse' als **besonders befähigt** nachzuweisen war oft offenkundig. Andere, durchaus objektive Untersuchungen widersprachen solchen Auffassungen durchaus. **Gehirnforschung** war also mit den Auffassungen vom Menschen, **mit** dem jeweils herrschenden **Menschenbild, eng verbunden**.

## Lokalisation von psychischen und damit offensichtlichen Gehirnleistungen im Gehirn

Der Schweizer Pfarrer JOHANN CASPAR LAVATER (D. KNIGHT 1986, S. 71) hatte, noch im 18. Jh., eine große **Porträtsammlung** angelegt, auch Schädel, um aus ihnen den Charakter abzulesen, also von äußeren Merkmalen auf das von innen kommende Verhalten zu schließen, was also vom Gehirn kommen mußte. Bei einer Rheinreise war er mit GOETHE zusammengetroffen, der sich für LAVATER interessierte. Bei der Besetzung von Zürich durch die Franzosen am 26. September 1799 wurde LAVATER bei der Hilfe für einige verwundete Soldaten von einer Kugel getroffen und starb etwa 15 Monate später am 2. Januar 1801 (Wikipedia).

Die englische Übersetzung vom schon 1809 gestorbenen Atheisten THOMAS HOLCROFT, 'Essays of Physiognomy', bekam 1858 sogar noch eine 10. Auflage

Ein über die Zeiten weitergehender Streitpunkt in der Hirnforschung war die Lokalisation von Gehirnleistungen, ihre Bindung bestimmte Bereiche, Orte, im Gehirn.

Am weitesten mit Lokalisation von Hirnfunktionen und auch Unterschieden in der Gehirn-Ausbildung bei verschiedenn Personen zuerst FRANZ JOSEPH GALL (1809) (E. LESKY 1980, R. M. YOUNG 1972) mit seiner **Phrenologie** gegangen. Die bisherige Annahme, daß im Gehirn ein einzelner umschriebener Punkt existiert, "wo alle Empfindungen zusammen treffen, von wo alle willkürlichen Bewegungen ausgehen" (1809) wäre falsch. Die Psyche sollte in 27 einzelne Fähigkeiten aufzugliedern sein, unter ihnen Ortssinn, Erziehungsfähigkeit, Witz-Vermögen, Diebssinn, ja Gottesverehrung. Jede dieser Fähigkeiten sollte ihren Bezirk auf der Hirnrinde haben. Bei den einzelnen Menschen sollten diese Bezirke angeborenerweise mehr oder weniger starke Ausbildung aufweisen und sollten so die unterschiedlichen psychischen Eigenschaften der Menschenindividuen bedingen. Unterschiedlich starke Ausbildung einzelner Regionen der Hirnrinde sollte zu korrespondierenden Wölbungen und Vertiefungen am Schädel führen und diese konnten durch Abtasten, Kranioskopie, festgestellt werden, mochten sogar am Kopf erkennbar sein. Eine große Sammlung von Tier- und Menschenschädeln wurde angelegt. Wer GALLs Lehre akzeptiert hatte, und das waren gar nicht so wenige, der durfte sich befugt fühlen, seine Mitmenschen rasch auf Grund von Kopfmerkmalen zu

beurteilen. Und wer wollte nicht rasch wissen, was für ein Mensch sein Gesprächs- oder gar Geschäftspartner war? LAVATER hatte das einige Zeit vorher mit der Deutung der Mimik versucht.

GALLs Phrenologie wurde angewandt für die Beurteilung von Gefängnisinsassen, für Schülerbeurteilungen, ja, in den USA für Berufsberatung, sollte auch Wege für die einem Kinde angemessene Erziehung bieten. GALL (et al. 1809) sah durchaus auch Erkenntnislücken in seiner Lehre. In Wien hat der Kaiser am Jahresende 1801 Vorlesungen GALLs verboten. Mit JOHANN C. SPURZHEIM unternahm GALL 1805 bis 1807 eine teilweise begeistert aufgenommene Vortragsreise durch die intellektuellen Zentren Mitteleuropas, sprach in Paris wie in London. KARL VON RAUMER (M. SCHWARZBACH 1957, S. 9), später Geologie-Professor, erlebte als Student 1805 einen Vortrag von GALL in Halle, wo dieser sprach vom "Organ" für Religion und dem für Mord und hatte als Zuhörer "eminente Männer mit eminenten Schädeln, die wir Zuhörer uns während der Vorlesungen als Musterköpfe genau ansahen." GOETHE galt als jemand mit kaum hervorstechenden Einzelmerkmalen "und daher eine großartige gleichmäßige. allseitige, ruhige Bildung repräsentirte." Aber ein "Mann ohne Eigenschaften" war GOETHE wohl gewiß nicht.

GALL sah die Gehirnrinde, den Cortex, als den Ort der Gehirnfunktion. Geisteskrankheiten wurden endlich als Gehirnkrankheiten anerkannt und ihr Sitz nicht mehr in Brust oder Bauch gesucht. GALL beobachtete und beschrieb auch das Verhalten von Tieren, so im Wiener Theater für Tierhetze. Hatte jedes Menschenwesen seine angeborenen Merkmale, dann, so schlußfolgerte GALL: "Jeder hat das Recht auf sich selbst. ..." (zit. bei E. LESKY 1980, S. 61). NAPOLEON versuchte GALLs Einfluß einzudämmen, das Institute de France verwarf seine Lehre, er bekam nie einen akademischen Posten, wurde nie Akademie-Mitglied, wurde der Areligiosität beschuldigt, seine Bücher kamen auf den Index, ein religiöses Begräbnis wurde ihm verweigert.

**Gehirnforschung - das zielte in das Zentrum weltanschaulicher** und vor allem auch religiöser **Auseinandersetzungen**. Das galt auch später. Daß der Physiologe und Privatdozent JACOB MOLESCHOTT (1894, S. 207) in Heidelberg um 1851 meinte, daß es ohne Phosphor im Gehirn kein Denken gibt, hat mit zu seinem dort erzwungenen Rücktritt geführt, durch Leute, die ihr Denken, wie MOLESCHOTT spottete, etwa durch Kaffee doch auch materiell anregen. MOLESCHOTT wurde 1856 Professor der Physiologie in Zürich, 1861 Professor in Turin, 1879 Professor sogar in Rom an der "Sapienza".

Viel sachlicher und anerkannter war die Unterscheidung 1811 und 1830 von **sensorischen und motorischen Nerven** durch Sir CHARLES BELL, Edinburgh. Die

von Eindrücken von Sinnesorganen erregten die sensorischen Nerven treten durch die vordere Wurzel des Rückenmarks in dieses ein, die Erregungen auslösenden motorischen Nerven durch die hintere Wurzel. MAGENDIE bestätigte das weiter.

**Gehirnmerkmale mit bestimmten Leistungen**, namentlich der Intelligenz, unscharf definiert, **bei einzelnen Personen wie bei Rassen zu verknüpfen**, wurde auch nach GALL als wichtiges Anliegen der Hirnforschung weitergefürt – teilweise mit ähnlich bedenklichen, ja verhängnisvollen Aussagen. Die Rassenforschung, auch im Sinne der Höherstellung bestimmter, namentlich der eigenen Rassen, nahm nach der Mitte des 19. Jh. einen starken Aufschwung. Gerade Gehirneigenschaften sollten andererseits helfen, angeblich "höherstehende" von angeblich minderwertigeren Menschenrassen zu unterscheiden und die Herrschaft der ersteren als richtig begründen.

## Gehirnmasse, Schädelgröße, Gehirnstruktur und individuelle Unterschiede beim Menschen

Bestimmt wurde bei Tiere und vor allem auch Menschen das absolute und im Verhältnis zum sonstigen Körpergewicht relative **Gewicht** von Gehirnen und die Zahl und Tiefe der Furchen und **Windungen**. Für Menschen war das natürlich erst nach dem Tode von Menschen möglich. Auch wurden Schädel aus Gräbern entnommen und ihr Rauminhalt bestimmt und auf die Gehirnsmasse geschlossen. Das geschah schon durch SOEMMERRING mit dem Schädel des PARACELSUS in Salzburg. In Jena hat EMIL HUSCHKE (1854), Direktor der anatomischen Anstalten, Schädel vermessen und Hirne gewogen und untersucht. Der Göttinger Professor für Physiologie, vergleichende Anatomie und Allgemeine Naturgeschichte RUDOLPH WAGNER betrachtete sich nach eigenen Worten als religiös, hat aber das **Gehirn** auch bedeutender seiner Kollegen **nach deren Tod** entnehmen dürfen und untersucht (1860, 1862). Dazu gehörte das Gehirn des 1855 verstorbenen genialen Mathematikers KARL FRIEDRICH GAUß, dessen Entnahme vom Sohn und dem GAUß vorher behandelnden Arzt genehmigt war. WAGNER sah darin "keine Verletzung einer Pietät nach irgend einer Seite ..." Die Untersuchung zahlreicher Gehirne auch anderer Personen ergab jedoch keine Korrelationen zwischen Windungsverhältnissen und absolutem und relativen Gewicht "in Bezug auf Geistesthätigkeit" (1860, S. 94), also die Intelligenz des Lebenden. Das Hirngewicht von GAUß betrug 1492 g und ihm standen 124 andere untersuchte Schädel voran, selbst einige "Weiber", wie es 1862 hieß, mit höherem, allerdings eben posthumen Hirngewicht. Noch schlechter stand es um den Göttinger Mineralogen FRIEDRICH HAUSMANN, der schwer leidend mit 78 Jahren 1859 gestorben

war. Sein dem Schädel entnommenes Gehirn brachte noch weniger als das von GAUß auf die Waagschale. In München hat THEODOR LUDWIG WILHELM VON BISCHOFF die Gehirne unter anderem des Heidelberger Anatomen und Physiologen FRIEDRICH TIEDEMANN und des Chemikers LIEBIG untersucht (M. KUTZER et al. 1988). Das Gehirn von TIEDEMANN, der einst die Lehre von der Bedeutung des Hirngewichtes vertreten hatte, stand tiefer als das anderer Gelehrter, nämlich bei 1254 g. Da wurde nun erörtert, ob TIEDEMANN vielleicht gar nicht genial war, sondern nur Fakten zusammentrug. Solche Merkmale wie Hirngewicht und Oberflächengestalt jedoch waren offenbar nicht die entscheidenden Merkmale, die für Intelligenz nötig waren. Auch Schrumpfung des Gehirns im Alter müßte berücksichtigt werden. Auch LIEBIGs Gehirn wies keine Besonderheiten auf. Die "**Elitegehirnforschung**" wurde dennoch im 20. Jh. fortgeführt. Der Pathologe D. P. VON HANSEMANN (Wikipedia) untersuchte die Gehirne des Historiker THEODOR MOMMSEN, des Chemikers ROBERT BUNSEN, des Malers ADOLF VON MENZEL. In Moskau aber erstand in den 20-er-Jahren des 20. Jh. ein ganzes Institut für ein einziges Elitegehirn, das von LENIN, erforscht unter OSKAR VOGT. Schwer mitgenommen durch Arteriosklerose war die Suche nach Ausnahme-Merkmalen nicht erfolgreich - trotz einiger vergrößerter Zellen. Was sollte diese postmortale Gehirnerforschung für Lebende bringen, denen man das Gehirn ja nicht entnehmen konnte, um Voraussagen für ihre Leistungsfähigkeit er bringen?

Der wenigstens nach seinem Tode als gehirnschwach gesehene TIEDEMANN hatte andererseits fast in vorweggenommener Antwort an seine Hirnuntersucher und Quasi-Gegner 1837 festgestellt, daß die **Gehirne von Negern und Europäern sich nicht unterscheiden**, das "Hirn des Negers ... im Allgemeinen und im Durchschnitt eben so gross als das der Europäer und anderer Menschen - " ist (S. 63). TIEDEMANN sah in seinen Feststellungen einen Beitrag zur Zurückweisung der Sklaverei, die in England viel diskutiert wurde. Ohne Gehirnuntersuchung, sondern aus ihrer Bekanntschaft bis Freundschaft mit Indianern waren der Forschungsreisende Prinz MAXIMLIAN VON WIED und der ihn begleitende Maler KARL BODMER in Nordamerika 1832 - 1834 ebenso zu dem Ergebnis gekommen, daß die Menschen der verschiedenen Ethnien völlig gleichwertig sind (s. a. YouTube 2019). Für die Cherokee hatte einer der ihren eine eigene Silbenschrift entwickelt und ab 1828 hatten sie eine eigene Zeitung. Dennoch wurden sie, die auch Sklaven hielten, aus ihren Wohngebieten vertrieben und viele starben bei dem Tränenmarsch' (Wikipedia u. a. im Internet 2019).

Die Feststellung TIEDEMANNs hinderte HUSCHKE in Jena jedoch (1854) nicht, wiederum festzustellen, daß Negerhirne sich dem des europäischen Weibes und sogar des höheren Affen (S. 157) nähern und er "zweifle nicht, dass selbst zwischen

den civilisirten Völkern Europa's Verschiedenheiten in dem Windungssysteme existiren. Mögen sie bald von einer anthropologischen Encephalotomie aufgefasst und zu Tage gefördert werden!" (S. 158). Obwohl etwa schon SCHILLER vom Nationalprinzip wenig hielt, vertrat R. WAGNER trotz seiner das eher widerlegenden Ergebnisse die Überzeugung, "dass zwischen den entferntesten Dingen im Verlaufe des Geschehens der Natur und Geschichte, also z. B. zwischen der Hirn- und Schädelbildung der Nationen und deren staatlicher und kirchlicher Entwickelung ein Wechselverhältnis besteht" (1860 b, S. 193) und das verweist auf die zentrale Stellung, welche die Hirnforschung in manchen Diskussionen einnahm.

Der mit führende französische Anatom und Embyologe, der vom Katholizismus geprägte und dem Royalismus zugeneigte LOUIS PIERRE GRATIOLET (W. COLEMAN 1972), lange am Pariser Naturkundemuseum, meinte gefunden zu haben, daß bei den weißen Menschen, den 'Kaukasiern', sich der vordere Schädelspalt, die vordere Sutur, nicht so früh im frühen Leben schließt wie bei anderen Rassen, oder, was Metopismus genannt wurde, gar offen bleibt und somit das Stirnbein paarig ist, einmal festgestellt (ANUTSCHIN 1880 zit. b. M SCHIMKEWITSCH 1906, S. 75) für Europäer bis über 8%, Australien 0,6%. Kann man solchen Angaben trauen? Das Gehirn der Weißen könne wegen einer solchen progressiven Mutation daher länger wachsen, würde nicht wie in einer Mauer eingeschlossen **Die Weißen** können in ihrem Leben deshalb **zu höheren Intelligenz-Leistungen aufsteigen**, sind den anderen Rassen – die Natur habe es nun leider so gemacht – überlegen. Zweifel sind abgebracht, zumal Mongolen nur bis 5% kamen.

Vor allem sollten wegen ihres spezifischen Gehirns die Weißen mehr als andere bereit sein, Gesetz und gesellschaftliche Ordnung anzuerkennen. GRATIOLET verglich dann auch Menschen-Gehirne mit den Gehirnen verschiedener Affen-Arten.

Um es hier schon vor den Publikationen um 1900 vorwegzunehmen: CESARE LOMBROSO, zuletzt Turin, meinte **Neigung zur Kriminalität biologisch**, mit Gehirn-Besonderheiten, mit dem Rückfall auf frühere Evolutions-Stadien, zu begründen. Auch das also wieder ein Versuch, aus relativ groben Gehirn-Merkmalenauf die unterschiedlichen psychischen Eigenschaften zu schließen, was Determinismus bedeutete. LOMBROSO suchte sogar verschiedene Arten der Kriminalität auf spezifische Gehirn-Eigenschaften zurückzuführen. Und ebenso wurde auf spezielle Gehirneigenschaften **Genialität** zurückzuführen versucht – 'Genialität', die Kriminalität, ja Wahnsinn abgeblich oft nahe steht. Immerhin ist LOMBROSO, Jude, der Kriminelle gewissermaßen als Naturopfer sah, erfolgreich für die Verbesseung der Haftbedingungen Verurteilter in Italien eingetreten. In Wien wurde diese 'Kriminalanthropologie' ausgebaut durch MORITZ BENEDIX (1906). Neben der angeborenen Neigung zur Kriminalität, den Triebverbrechen, erkannte BENEDIX auch Verbrechen wegen der Umwelt, aus Verzweiflung, an.

## Befunde und auch Experimente zu Lokalisation oder Nicht-Lokalisation von Gehirnleistungen

Auch jene, die bestimmte Leistungen, etwa die Rezeption von Lichtsinneseindrücken an bestimmte Gehirnorte setzten, also eine **Lokalisation** von Hirnleistungen anerkannten, haben aber allgemeine intellektuelle Leistungen auch über weite Teile des Gehirns verstreut erachtet, sodaß die manchmal getroffene scharfe Einteilung der Hirnforscher in die Anhänger der Loksalisations-Theorie und deren Gegner nur bedingt richtig ist (R. KROß 2001). Auch widersprachen sich die Versuchsergebnisse öfters, was auf die Probleme von Hirneingriffen verweist, die auch manche weiteren Schädigungen am Versuchstier, auch Schockzustände, Durchblutungsstörungen u. a., bewirkten.

Einer der führenden französischen Physiologen und Hirnforscher, stark gefördert von CUVIER, wurde MARIE-JEAN-PIERRE FLOURENS (V. KRUTA 1972 a). 1830 erhielt er den Lehrstuhl für Vergleichende Anatomie am Kgl. Botanischen Garten, wurde 1833, nach dem Tode CUVIERs 1832, Sekretät der Akademie. FLOURENS stellte die spezifischen Funktion anderer Hirnteile als des Großhirns fest. Das **Kleinhirn, Cerebellum**, erkannte FLOURENS als den Bewegungs-Regulator. In dem Hirnanhang, der **Medulla oblongata**, wies er das Atemzentrum nach. Am Großhirn konnte er keine solche Lokalisation wie GALL ermitteln, wurde geschätzt als der Widerleger von GALL (F. SCHILLER 1992). Hirnprozesse im Großhirn erschienen ihm **nicht** oder kaum **lokalisiert** sind, denn trug er schrittweise das Großhirn bei Versuchstieren, Tauben, ab, fand er gleichmäßige allmähliche Abnahme der sinnlichen Wahrnehmung und des Willens (G. FRITSCH et al. 1870) und nach dem Überschreiten eines gewissen Maßes an Verlust von Gehirnsubstanz erloschen ziemlich rasch alle der "Seele" zugeschriebenen Eigenschaften. Wurde die Gehirn-Schädigung nunmehr beendet, kehrten innerhalb weniger Tage die verlorenen Fähigkeiten zurück. GALL hatte von außen, von den psychischen Eigenschaften von Menschen und deren Schädelform geurteilt. FLOURENS ging, bei Tieren, **direkt in das Gehirn** hinein. Aus einfachen Verhältnissen in Südfrankreich stammend stieg er 1846 bis zur Würde eines Pairs von Frankreich auf. Sein Sohn aber wurde Revolutionär, starb 1871, etwa 4 Jahre nach dem Tod seines Vaters, als Kommunarde.

Die meisten Hirnforscher kamen zur Ansicht von einer Lokalisation der Hirnfunktionen, wenn meistens auch weniger starr als GALL behauptet hatte. Auf verschiedenen Wegen wurde nach den Orten der einzelnen psychischen Funktionen gesucht. In noch recht grober Weise experimentierte FRIEDRICH GOLTZ (1881, J. R. EWALD 1903, K. E. ROTHSCHUH 1972). Dieser wurde 1870 Professor der Physiologie in Halle, 1872 in Straßburg. Beim lebenden, narkotisierten Hund



Abbildung 1538: Hundehirn bei GOLTZ 1881.

spülte GOLTZ mit einem in ein Schädelloch gelenkten Wasserstrom unter "thunlichster Vermeidung von Blutungen" (1881, S. 2) Teile der Gehirnrinde heraus oder er hat **Hirnteile** ohne genaue Lokalisierung **zerstört** durch Einstechen von Nadeln, Auslöffeln von Hirnteilen, Schneiden mit Messer und Schere. Die nach den Zerstörungen wiedererwachten und weiterhin lebenden Hunde, nach GOLTZ' Schilderung mit großem Appetit 'gesegnet', wurden nun in ihrem Verhalten und ihren Leistungen beobachtet, namentlich auch auf Wiederherstellung, "Restitution", ihrer Leistungen. Etliche Zeit danach wurden solche operierten Hunde getötet, die im Gehirn bestehenden Schäden ermittelt und die Leistungsausfälle auf die jeweiligen Gehirn-Zerstörungen zurückgeführt. Zu seiner groben Methodik meine GOLTZ (1884, S. 455): "Die Hoffnung, dass dermaleinst mit neuen Methoden die Erforschung der Verrichtungen des Gehirns ungeahnt schnelle Fortschritte wird machen können, darf uns nicht von der Pflicht entbinden, mit dem Rüstzeug, welches wir bereits besitzen, wenigstens so weit vorzudringen, als uns möglich ist." Als bei dem internationalen medizinischen Kongreß in London 1881 auf Grund von Kritik die Gehirne der Versuchstiere eingehend geprüft wurden, mußte GOLTZ allerdings feststellen, daß er sich über den Umfang der gesetzten Schädigungen (Läsionen) erheblich getäuscht hatte (R. KROß 2001).

**Bei Menschen** wurde auf **krankhafte Störungen** oder Störungen **nach Unfällen im Verhalten** oder den Leistungen geachtet, etwa beim Sprechen oder beim Sprachverständnis, und nach dem Tod der armen Betroffenen deren Gehirn ent-

nommen und auf Schädigungen untersucht wie das Gehirn der Hunde von GOLTZ nach beim Vesuchstier bewußt gesetzten Verletzungen. Auch beim Menschen wurden die sichtbaren Schädigungen am Gehirn mit den beim einst Lebenden bestehenden Beinträchtigungen verbunden. Bei solchen Störungen, und auch solchen des Stoffwechsels, wurde manchmal der makaber wirkende Begriff "Experiment der Natur" benutzt, aber damit die Natur letztlich unzulässig personifiziert. Derartige Gehirnforscher waren Ärzte, auch Psychiater, welche gestörte Patienten teilweise jahrelang beobachteten, bis deren Tod ihnen die Untersuchung von deren Gehirn möglich machte. Der französische Anatom und Anthropologe PAUL BROCA (E. KANDEL 2009, F. SCHILLER 1992) ermittelte so das **Sprachzentrum**, zuerst an einem 51-jährigem Schuhmacher, LEBORGNE, der vor 30 Jahren einen Schlaganfall erlitten hatte und der zwar die Sprechorgane benutzen konnte, auch Mimik und Gestik beherrschte, aber keine Sätze zu formulieren vermochte, auch nicht schriftlich. BROCA hatte den Mann erst eine Woche vor seinem Tod kennengelernt, aber fand 8 weitere Patienten mit ähnlichem Sprachausfall und Möglichkeit der Gehirnuntersuchung. Geschädigt erwies sich stets der linke frontale Cortex, also ein Stück der linken Gehirnhälfte, Broca-Zentrum genannt..**Die beiden Gehirnhälften**, so wurde auch deutlich, haben **unterschiedliche Funktionen**, denn die Sprachfähigkeit benötigte offenbar nur die eine, die linke Gehirnhälfte.

Eine neue Methode der Gehirn-Untersuchung, eine ohne Gehirn-Schäden, wurde die **elektrische Reizung einzelner Teile der Gehirns-Oberfläche**, zunächst bei Versuchstieren. GUSTAV FRITSCH (H. WALTER 1961), der auch in Südafrika und anderswo ethnographisch geforscht hatte, und EDUARD HITZIG (H.-H. EULNER 1972, R. WOLLENBERG 1931) wandten bei Hunden die elektrische Reizung einzelner Teile der zugänglich gemachten Gehirnrinde an. Bei Anwendung ganz schwacher Ströme ließ sich die Kontraktion nur engbegrenzter Muskelgruppen von Gliedmaßen und Gesicht, auch von Zunge und Lippen, auslösen. Ihre Publikation darüber 1870 gab der Lokalisationstheorie neuen Auftrieb, noch mehr ab 1873 in London Sir DAVID FERRIER (E. D. ADRIAN 1939, C. S. SHERRINGTON et al. 2004), der faradisch, also kontinuierlich fortdauernd reizte.. Lokalisation von Hirnfunktionen bot den Weg, mit dem Hirn verbundene Erkrankungen anatomisch festzulegen. Das aber war Voraussetzung möglicher Hirnchirurgie. Deshalb auch wurde das **Gehirn verstorbener "Geisteskranker" auf** möglicherweise schon lange vorhandene **Schädigungen** untersucht.

HERMANN MUNK (W. E. GERABEK 1997, R. KROß 2001) lokalisierte durch **Entfernung von Teilen der Großhirnrinde** bei Hunden und Affen ab 1877 die Stelle auf der Hirnrinde, die ausschließlich Sehstörungen zur Folge hat, und fand das am Hinterhauptslappen. Er konnte auch ermitteln, daß die vollständige Ab-

tragung nur eines Lappens zur Erblindung des gegenüberliegenden Auges führte, komplette Abtragung beide Augen erblinden ließ. Unvollständige Abtragungen brachten enorme Gesichtsfeldverluste, jedoch keine vollständige Erblindung. Die Entfernung einer anderen Stelle führte zur "Seelenblindheit", dem Verlust von Erinnerungsbildern, was sich aber wieder besserte. Für die Funktionsverarbeitung innerhalb der Gehirnrinde und des Gehirns sollten die für bestimmte Funktionen zuständigen Rindenteile, etwa zuständig für den Empfang von Sinneseindrücken, keine Bedeutung haben, bestanden also noch "übergeordnete integrative Strukturen" (R. KROß 2001, S. 93).

Am Gehirn etwas Neues zu finden, das erschien wie die Entdeckung neuer Himmelskörper am Firmament und es wurden von den Hirnforschern auch eine Art Hirnlandkarten erstellt .

**Gehirntätigkeit** – die Auffassungen über sie mußten erweitert werden mit der Erkenntnis, daß Gehirnstätigkeit auch **an andere Vorgänge im Organismus gebunden** war als nur an Vorgänge im Gehirn und nicht nur an die Erregung von zuleitenden Nervenbahnen der Nervenzellen. Ohne ausreichende Sekretion von **Schilddrüsenhormon** verblödet der Mensch, wie es die schrecklichen Kretins in alpinen Tälern mit jod-armer Gesteinsumgebung und damit jod-armem Trinkwasser offenbarten. Gab man rechtzeitig das Schilddrüsenhormon zu, dann konnte der Verblödung, konnte der unzureichenden Gehirn-Tätigkeit, vorgebeugt werden.

Zusammenhänge im Organismus, in seinen Funktionen, und das nicht nur beim Gehirn – das war Teil der "**Unity of Life**" (C. E. McCLUNG 1926).

Messungen von **Gehirnmasse** und Erfassung von **Schädelkapazitäten** zur Feststellung von Ungleichheit von Menschenindividuen und gar Ethnien kam im 20. Jh. in Verruf. Die **Paläanthropologen** aber nie aufgegeben, die Schädel genau zu unteruchen, aus dem Schädelinhalt die Gehirnmasse abzuleiten und von da auf die psychischen, die geistigen Leistungen vorzeitlicher Menschen zu schließen, ja eine aufsteigende Vorfahrenreihe abzuleiten. So wurden denn nicht nur aus den Fundumständen noch im 19. Jh. Neandertaler und Pithecanthropus von Java eingeordnet.

## Feinbau, Feinstrukturen im Nervensystem

Vielen Hirn- und Nervenforschern ging es um das ganze Gehirn, das ganze Nervensystem, ergründbar durch Eingriffe in seine klar sichtbaren Teile. Chemiker zerrieben Hirnsubstanz und Nerven und analysierten diese Masse. Nach CHR. G. EHRENBERGs (1833, S. 462) Rat sollten sie sich getrennt mit den einzelnen Teilen

befassen. Für DELLA TORRE und MONRO (so zit. bei CHR. G. EHRENBERG 1833, S. 449/450) bestand das Gehirn aus einer breiartigen Masse, wo in zäher und heller Flüssigkeit Körnchen herumschwimmen und auch reihenweise zu Fäden aneinanderlegen. EHRENBERGs eigene Beobachtungen unter dem Mikroskop gaben nach seinem Bericht **1833** auch nur bescheidene Ergebnisse. Immerhin sah er deutlich die 'Nervenknoten' oder **Ganglien**, 'sehr verschieden in ihrer Struktur', die aber als eine feststehende Struktur im Gehirn erschienen. Versuche mit dem Mit der weiteren Entwicklung der Mikroskopie und später auch der dazugehörenden Färbemittel wurde erfolgreicher nach den nur vergrößert sichtbaren Strukturen im Gehirn gesucht. Das zu tun war das Werk der Histologen. Erst um 1845 wurde der **Zusammenhang von Ganglien**, den schließlich als Zellen aufgefaßten, und den **Nervenfasern** geklärt namentlich durch den in Würzburg wirkenden ALBERT KÖLLIKER (1849, S. 135). In KÖLLIKERs Worten: "Ungeachtet der zahlreichen, in den letzten Jahren angestellten Untersuchungen über die Elemente des Nervensystems ...", war er "der erste", der 1845 "bei Wirbelthieren den Zusammenhang wirklicher Nervenfasern mit den blassen Fortsätzen der Ganglienkugeln aufgedeckt" hat. Wie der auch über das Gehirn forschende Dorpater Physiologe F. H. BIDDER 1847 (so zit. von A. KÖLLIKER 1849, S. 135) dann hervorhebt, hat KÖLLIKER nicht bloss lange, blasse Fortsätze von Ganglienkugeln gesehen, "sondern den Uebergang und Zusammenhang derselben mit dunkelrandigen, unverkennbaren feinen Nervenfasern ..." KÖLLIKER hatte schon 1846 (s. 1849, S. 136) seine Befunde ergänzt durch die Feststellung von "**Ganglienkugeln mit vielen Fortsätzen**, die im Rückenmark und Hirn und in Ganglien wirbelloser Thiere sich finden" (Hervorhebung ZIRNSTEIN), also "Ursprung mehrfacher Nervenfasern von einer Ganglienkugel ..." Hier liegen also erste Befunde zu jener nun auch im allgemeinen Wissen vorhandenen Kenntnis von den vielen und auch immer neuen Verknüpfungen der Nerven und der damit verbundenen Lernfähigkeit im Leben, so bei geistiger Tätigkeit.

## Tierverhalten - Psychische Leistungen der Tiere – "Tierpsychologie": Mehr im 19. Jahrhundert

Wie "einsichtsvoll" können Tiere handeln – eine alte Frage, die man schon im späten 18. Jh. zu beantworten suchte, die viele Philosophen wenigstens mit beschäftigte und welche im 20. Jh. viel Auftrieb erfuhr. Und die Frage hatte auch bezug zum Menschen und dessen Verhalten, zur Frage seines bewußten Handelns, seiner Antriebe. Tierische psychische Leistungen wurden immer wieder einmal anders beurteilt, wobei weltanschauliche und religiöse Gründe mitspielten.

Tierverhalten - wer an Wissenschaft Interessierte debattierte gerade darüber nicht?

GOETHE läßt sich etwa am 28. Oktober 1827 von dem in Ornithologie beschlagenen ECKERMANN (1955) über den Kuckuck und die Bienen unterrichten. Woran, wird etwa gefragt, erkenne das eierlegende Kuckuckweibchen, daß es wie nötig für den jungen Kuckuck seine Eier insektenfressenden Vögeln ablegt? Angeblich würde auch der flügge gewordene junge Kuckuck auf Baumästen noch von vielen anderen Vögeln gefüttert. Und GOETHE meinte gar: "Wer das hört und nicht an Gott glaubt, dem helfen nicht Moses und die Propheten." Tierverhalten wie Tiergeographie inmitten von Weltanschauung, hier der alte GOETHE.

Der weithin geschätzte Vogelbeobachter und Vogelsammler Pastor CHRISTIAN LUDWIG BREHM, über 50 Jahre bis zu seinem Tode 1864 in Renthendorf bei Triptis in Ost-Thüringen, meinte vor den Deutschen Naturforschern und Ärzten 1842 gar: "Wie der Geist mehr ist, als der Leib, so muss auch das Geistige in der Thierwelt dem Naturfoscher mehr gelten, als das Leibliche ..." (S. 21). BREHM beobachtete Vögel etwa ihre Jungen verteidigen und das sollte mehr sein als "eine Äusserung des Instinktes" (S. 23). In den "Seelen" auch der Tiere wohne 'Liebe', sie können daher "nicht so biedrig und gemein sein, wie man sie gewöhnlich darstellt", was für den Schöpfer spräche (S. 24). Das hinderte Pastor BREHM aber nicht, zahlreiche Vögel in Balgpräparate umzuwandeln.

Es gab im 19. Jh., auch vor DARWIN, etliche **Vermenschlichung von Tieren**. PETER SCHEITLIN (GÖTZINGER 1890), allerdings Pastor, in St. Gallen, der den Begriff 'Tierpsychologie' benutzte, sprach, 1840, den Tieren eine gewisse Seele zu. So dem Hund der neben seinem toten Herrn mit Hilfe einer Lunte weiter auf die Feinde mit der Kanone schoß. Pferde halfen heruntergefallenen Reitern wieder in den Sattel. Unken stoßen aus ihrem "Hintern" einen Schlamm aus als Antwort auf 'Beleidigung' (S. 472). Störche kennen ihr Land, das Dorf, den Kirchturm und ein Ehegericht bei Störchen konnte mit der Durchbohrung des schuldigen Storches mit dem Schnabel des sozusagen als Henker auftretenden Storches enden, und – Vorwegnahme der Euthanasie – getötet wurden flugunfähige Schwächlinge.

Der weitausgreifende MAXIMILIAN PERTY (1879; W. HEß 1887, J. KURMANN 1959), der Verdienste eher in der Erforschung der Infusorien hat, wollte mit dem Begriff "Tierpsychologie" auch zu schonender Behandlung der mit einer Art Seele ausgestatteten Tiere aufrufen. Es ist wohl richtig, daß Vögel abgelegener Inseln sehr zahm sein können – also Tiere lernen. Aber Pferde sollten auch von sich aus zum Huf-Beschlagen in die Schmiede gekommen sein, und ein Esel versteckte den Stock, mit dem er geschlagen wurde. SCHEITLINs oben gebrachte Beispiele wiederholt er. Dohlen und Krähen hätten 1873 vor Ausbruch der Cholera die polnische Stadt Przemysl verlassen.

Zum Teil eigenwillig wirkten die Charakter-Beschreibungen von Tieren im alten



Abbildung 1539: Tierpsychologie: Kuckuck im Fremdnest.

BREHM, als "dumm", "stumpfsinnig", "klug", "sanft", "ritterlich" – wobei meist unbeachtet blieb, was denn nun als "klug" in einer bestimmten Umwelt nötig war (B. GRZIMEK 2009).

Die **DARWINs** sah den Menschen aus Affen-Vorfahren hervorgehen und auch die **geistigen Leistungen sollten sich schrittweise von höheren Säugetieren zum Menschen hin ausgebildet** haben. Es schien also keinen unerklärbaren Sprung in der Gehirnleistung zwischen Tieren und Menschen zu geben. DARWIN schätzte die psychischen Leistungen mancher Tiere recht hoch ein. Bindung des Hundes an seinen Herrn erschien ihm als Vorstufe von Religion.

Der spätere Schweizer Psychiater FOREL (1935, S. 81) bot 1877 an der Universität München als Thema für seinen Habilitationsvortrag auch die These: 'Sämtliche Eigenschaften der menschlichen Seele können aus Eigenschaften der Seele höherer Tiere abgeleitet werden", was der alte Embryologe BISCHOF ablehnte. Der Begriff "Seele" ist sicher hier umstritten.

Wie in der Menschenpsychologie wurde auch für das Verhalten der Tiere immer wieder diskutiert, was denn nun **angeboren** und was erst **"erworben"** wäre, ga es die immer wiederkehrende Debatte um 'Nature' und 'Nurture'. "Erworben" mußte zu der Überlegung führen: was kann denn überhaupt "erworben" werden? Jede Fähigkeit? Der nicht zu den Tierpsychologen gehörende Physiologe EMIL DU BOIS-REYMOND (L. KOENIGSBERGER1903, S. 84) schrieb in einem Briefe an HELMHOLTZ: "... wenn dem Kälbchen angeboren ist, der Euter des Geruchs wegen nachzugehen, was kann ihm dann nicht noch alles angeboren sein?"

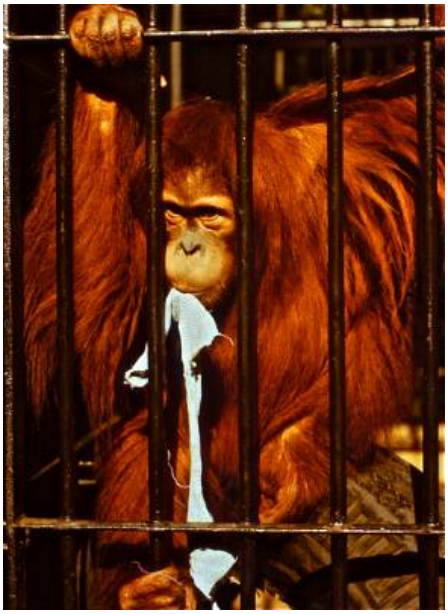

Abbildung 1540: Wie nahe dem Menschen?.

## Das Verhalten der Insekten - Verhaltenswissenschaft: FABRE

Großer Vorläufer, ja gar Begründer der modernen Verhaltensforschung war der weit ins 19. Jh. zurückreichende, 1823 geborene JEAN HENRI FABRE, der das Verhalten von **Insekten** eingehend beobachtete und großartig in zur französischen Literatur gerechneten Abhandlungen, in den "Souvenirs entomologiques" (1879 - 1907) beschrieb. FABRE sah die Komplexität tierischen Verhaltens und gerade darin **Gottes Wirken**. Insekten interessierten FABRE nicht aufgesteckt an Nadeln oder in Präparationsflüssigkeit, sondern als lebende Wesen. FABRE (K. GUGGENHEIM 1959) stammte aus einer recht armen Familie, mußte als junger Mensch seinen Unterhalt auch als Arbeiter verdienen. Er bildete sich autodidaktisch, erhielt einen Freiplatz zur Ausbildung als Lehrer in Avignon, war Lehrer zuerst namentlich der Mathematik und der Naturkunde am Lyceum in Carpentras, in Ajaccio auf Corsika, in Avignon. Zuletzt lebte er in einem Haus in Sérignan, Vaucluse, nordöstlich von Orange, vor seinem Wohnort den kahlen Mont Ventoux. Er beobachtete, stundenlang "bauchlings auf der ausgetrockneten Erde der Provence" liegend, "unter glühender Sonne", den Filzhut auf dem Kopf, wie die zu den Grabwespen gerechneten **Sandwespen/*Ammophila*** Schmetterlings-Raupen anstechen, in Erdlöcher tragen, an diese, gelähmt, aber nicht getötet, Eier legen und die gelähmten Raupen Nahrung für die Wespenlarven sind. Daß Grabwespen In-

sekten lebend einfangen hatte der FABRE anregende LÉON DUFOUR ermittelt, als dieser im Sommer 1839 zwei Goldprachtkäfer/*Buprestis bifasciata* erhielt, die Grabwespen, hatten fallengelassen. 1840 fand er in Sandhügeln von Grabwespen Bruchstücke, so Flügeldecken, von Prachtkäfer und schließlich beim Weitersuchen an eingetragenen gelähmten Prachtkäfern fressende Grabwespenlarven. FABRE (1950, 1987) selbst beobachtete und beschrieb beim **Pillendreher/*Scarabäus***. Er hatte beobachtet das Drehen von Kugeln aus Mist durch den *Scarabäus*. Die Paarung der Gottesanbeterin/Mantis und den Verzehr der paarenden Männchen durch die begatteten Weibchen beobachtet er unter einer größeren Halb-Glaskugel in seinem Arbeitsraum. Aus einer Puppe schlüpfte bei FABRE ein Weibchen das auch in der Umgebung seines Wohnortes nicht häufigen **Großen Nachtpfauenauges**/*Saturnia*, das er an einem 6. Mai in einem Drahtkäfig in einem Zimmer mit offenen Fenstern hielt. Gegen 9 Uhr abends, dem "Abend des Nachtpfauenauges", schwirrten überraschenderweise etwa 20 Männchen im Zimmer umher. Offensichtlich hatte sie das gefangene Weibchen angelockt, und das wohl chemisch, durch ein Geruchssignal. Das Verhalten vieler Insekten erschien dem 1915 92-jährig gestorbenen FABRE so wunderbar, daß er DARWINs Deszendenztheorie ablehnte und einmal meinte "Ich glaube nicht an Gott: ich sehe ihn."

Katholik und offenbar gläubiger war der Westfale, geboren in Münster, BERNHARD ALTUM (H. EIDMANN 1953), Forstzoologe, seit 1869 an der .Forstakademie Eberswalde, ALTUM, nicht nur Professor in Eberswalde, sondern auch ein geweihter katholischer Priester, lehnte die Vermenschlichung der Tiere ab. Tieren habe der "Schöpfer" die Uhr "gestellt", sie wären also so etwas wie aufgezogene Automaten (1863). Vögel müssen den Nestbau nicht erlernen. "Ein höherer Wille schwebt über den Wesen, nicht der Zufall" (S. 245). Das war der Weg zu einer neuen Schätzung des Instinkts. .

## Physiologische Chemie - Substanzen im gesunden und erkrankten Lebewesen und diese im Stoffwechsel

Der Stoffbestand und der Stoffumsatz in den Organismen wurden zum Forschungsgebiet der Physiologischen Chemie, die manchmal auch schon Biochemie genannt wurde. Bei der Erfassung der in den Lebewesen vorhandenen Substanzen waren auch **biologische Gesichtspunkte** und nicht nur chemische zu berücksichtigen. Wie für die morphologischen Strukturen nach dem Nutzen gefragt wurde, so mußte, wie ALBRECHT KOSSEL (1921), Heidelberg, ausführte, das auch für die Substanzen im Lebewesen geschehen. Etwa der rote Blutfarbstoff hat eben die Funktion den Sauerstoff zu übertragen. Auch interessierte die Verbreitung der Substanzen über das gesamte Organismenreich, die Ähnlichkeit resp. Verwandtschaft der Stof-

fe in den verschiedenen Gruppen sowie die mögliche Entstehung. In den Lebewesen konnten sich auch nur Reaktionen vollziehen, die der lebenden Substanz nicht schaden, also waren in mancher Hinsicht dem Chemiker im Laboratorium Reaktionen möglich, die im Organismus nicht vor sich gehen können. Manche Substanzen (K. MOTHES 1969) im Lebewesen mochten durchaus abgelagerte Abfallprodukte sein. Physiologie, das war **auch Chemie**, wenn sie bei Physiologen wie LUDWIG auch zurückgetreten war. Die wichtigen Substanzen in den Lebewesen werden im allgemeinen und auch hier in Kapiteln zur Organischen Chemie vorgestellt. Die Vertreter der Physiologischen Chemie haben viele der Substanzen aber erforscht, waren also in Personalunion auch 'organische' Chemiker. Vor allem das Vorkommen und Auftreten der verschiedensten Substanzen wurde dann Forschungsbereich der Physiologischen Chemie. Und vor allem wurde es die Umsetzung, der Stoffwechsel oder Metabolismus der Substanzen, welchen die Vertreter der Organischen Chemie untersuchten und die Physiologische Chemie so ihre Eigenstellung bekam.

Die **Bildung** der **Substanzen** in den Lebewesen wurde zeitweilig **nur den Pflanzen** zugetraut und etwa nach F. V. RASPAIL sollten die Tiere ihre "unmittelbaren Prinzipien", die Bestandteile ihrer organischen Stoffe, voll von den Pflanzen aufnehmen (D. C. GOODMANN 1972). Aber auch die Tiere enthalten zahlreiche ihnen nur ihnen zukommende Substanzen, die also im Tierkörper gebildet werden müssen. Bei **manchen Krankheiten** ist gerade **der Stoffbestand** und somit der Stoffwechsel **im Lebewesen** verändert, ja wird dadurch eine Krankheit hervorgerufen. Mit dieser Erkenntnis wurde den biochemischen Abänderungen ähnliche Bedeutung wie anatomischen zugeschrieben. Nicht zuletzt auch **aus medizinischen Interessen** entstand die Physiologische Chemie.

RUDOLF VIRCHOW hatte zwar Krankheit auf erkrankte Zellen zurückgeführt, aber er wußte auch, daß manche Krankheiten Stoffwechsel-Abnormitäten aufweisen, also Substanz-Untersuchungen diagnostisch genutzt werden können. VIRCHOW richtete an dem von ihm geleiteteten pathologischen Institut an der Universität Berlin eine **chemische Abteilung** ein, der 1863 bis 1868 von WILLY KÜHNE (F. HOFMEISTER 1901) vorstand. Geboren 1837 in Hamburg als Sohn eines wohlhabenden Kaufmannes, trat KÜHNE, später einer der führenden Physiologen, 1854 in Göttingen in WÖHLERs Laboratorium ein und arbeitete bei RUDOLF WAGNER, weilte 3 Jahre in Paris bei BERNARD, arbeitete in Wien, wurde Professor in Amsterdam und folgte 1871 in Heidelberg auf den dortigen Physiologie-Lehrstuhl, der mit HELMHOLTZ besetzt gewesen war.

Ein erster führender Vertreter der Physiologischen Chemie wurde FELIX HOPPE-SEYLER (E. BAUMANN et al. 1895). Geboren am 26. Dezember 1825 als 10. Kind des Pfarrers HOPPE in Freiburg (Freyburg) an der Unstrut, wurde er im Hause seiner ältesten Schwester, verheiratet mit Pfarrer SEYLER in Annaburg,

aufgezogen. Viel später, als HOPPE-SEYLER schon Professor war, wurde er von seinen Ersatzeltern adoptiert und fügte seinem Namen das "SEYLER" an. Seine höhere Schulbildung erhielt HOPPE-SEYLER am Waisenhaus in Halle. In Halle, ab Herbst 1847 in Leipzig, ab Frühjahr 1850 in Berlin studierte er Medizin. Nach medizinischen Weiterbildungsreisen nach Prag und Wien und ärztlicher Tätigkeit in Berlin, wurde HOPPE-SEYLER im Herbst 1854 Prosektor an der Universität Greifswald, dann Prosektor bei VIRCHOW in Berlin und Leiter von VIRCHOWs chemischem Laboratorium. Im Frühjahr 1861 wurde auf den Lehrstuhl für angewandte Chemie an der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen berufen, wobei er in die bald gegründete naturwissenschaftliche Fakultät überwechselte. In der ehemaligen Küche des Schlosses Tübingen richtete er sein Laboratorium ein. Eine Schloßküche wurde ein Ausgangsort der Physiologischen Chemie. Zahlreiche Schüler kamen schon nach dorthin. An der nunmehr deutschen Reichsuniversität Straßburg kam HOPPE-SEYLER 1872 auf den ersten eigenständigen Lehrstuhl für Physiologische Chemie an einer deutschen Universität, nachdem er vorher als Chemieprofessor gewirkt hatte. HOPPE-SEYLER lieferte Beiträge zu den verschiedensten und namentlich den komplizierten Substanzen der Organismenwelt, über Gärungen, die Zellchemie. Ab 1877 erschien unter seiner Redaktion die **"Zeitschrift für physiologische Chemie"**. Der Bonner Physiologe PFLÜGER nahm ihm das zwar sehr übel und meinte, daß die einheitliche, die "gesamte" Physiologie erhalten bleiben müsse.

Nicht nur HOPPE-SEYLER selbst lieferte bedeutende Entdeckungen. Er hatte auch geniale, später hochangesehene Schüler. HOPPE-SEYLERs Nachfolger in Straßburg wurde 1896 FRANZ HOFMEISTER (J. S. FRUTON 1981, J. POHL 1923), Lehrer zahlreicher in- und ausländischer Biochemiker. Vor allem physiologische Chemie betrieb dann auch EUGEN BAUMANN (E. BAUMANN 1895, A. KOSSEL 1897), seit 1883 Chemie-Ordinarius an der Universität Freiburg. EMIL FISCHER, der geniale Erforscher der Zucker und der Eiweiße, sagte 1902 in seiner Nobel-Rede, daß "... die Rückkehr der organischen Chemie zu den großen Problemen der Biologie", also zur Biochemie, eine Notwendigkeit sei (zitiert aus P. WALDEN 1935, S. 438) und meinte 1907 in seiner Faraday Lecture in London, daß die einstige Verbindung der organischen Chemie bei all ihrer verbleibenden Selbständigkeit mit der Biologie nunmehr wiederkehrt.

Zuletzt in Rußland wirkte für die Physiologische Chemie der 1847 auf einem adligen Landbesitz im Dorfe Boczki im damaligen Gouvernement Kalisch in Russisch-Polen geborene MARCELI NENCKI (M. H. BICKEL 1972, M. HAHN 1902). Studiert hatte er namentlich in Berlin, wurde 1876 außerordentlicher Professor der medizinischen Chemie an der Schweizer Universität Bern, 1877 dort ordentlicher Professor. NENCKI folgte 1892 einem Ruf nach St. Petersburg an das kaiserliche

Institut für Experimental-Medizin. Er starb aber schon 1901 an einem Magenkarzinom.

## Stoffumwandlungen im Lebewesen - Erste Forschungen über Fermente/Enzyme, die "Katalysatoren des Stoffwechsels", hier der Verdauung

Als Ursache von Stoffumwandlungen in Lebewesen wurden um 1840 allgemein spezifische "Katalysatoren" vermutet. Das erste in wirksamer Form gewonnene Präparat eines solchen als "Ferment" bezeichneten Biokatalysators war die **Diastase**, die in Gerstenkeimlingen, dem grünen "Malz", die Stärke in Traubenzucker verwandelt, worauf der "Maisch" - Prozeß bei der Bierbrauerei beruht. A. PAYEN (W. V. FARRER 1974) und J.-F. PERSOZ (A. BERMAN 1974) isolierten das "Prinzip" 1833 mit Alkohol als weißes Pulver. EBERLE und SCHWANN fanden, daß im Magen eine Kombination von schwacher Säure, 1827 von W. PROUT als Salzsäure gefunden, und einem Schleimstoff auf geronnenes Eiweiß verdauend wirkt. C. LUDWIG postulierte 1858 unter Bezugnahme auf verschiedene Autoren, daß jeder Stoffumwandlungsvorgang in den Lebewesen jeweils von einem spezifischen Eiweiß, einem "ganz besonderen einzigartigen Stoff" (S. 48), einem Ferment, bewirkt wird. Das "Ferment", das Zucker zersetzt, sollte nicht Harnstoff oder Amygdalin zerlegen können.

WILLY KÜHNE prägte Den Terminus "**Enzym**" prägte einer der frühen Biochemiker des 19. Jh.: WILLY KÜHNE (H. NEURATH et al. 1986, C. VOIT 1900), vor allem für die verdauenden Säfte und wollte den Terminus "Ferment" auf die bei Hefe wirkende Substanz begrenzen. Allerdings setzte sich der Terminus "Enzym" später gerade für alle im Zellinneren wirkenden Biokatalysatoren durch. KÜHNE, so schildert F. HOFMEISTER 1901, S. 3875) hatte den "Muth und das Geschick, direct den schwer fassbaren, vom Fachchemiker scheu gemiedenen, chemischen Problemen des Lebensprocesses zu Leibe zu gehen."

KÜHNE untersuchte den 'Saft' aus der Bauchspeicheldrüse/**Pankreas** und die Verdauungswirkung von dessen Enzym "**Trypsin**", das so noch nicht isoliert war. Trypsin verdaute im Dünndarm Eiweiß direkt, nicht wie angenommen mit Bakterien-Beteiligung, im alkalischen Milieu. Frisch hergestellte Pankreas-Extrakte benötigten zur Entfaltung ihrer Aktivität etliche Zeit, was auf die Umbildung einer zunächst abgegebenen **Vorstufe** verwies. Eiweiß-Verdauung im Magen-Darm-Trakt, so wurde durch KÜHNE deutlich, erfolgt in Stufen. Das Pepsin der Magenschleimhaut baut Eiweiß bis zu der Stufe ab, bevor die Aminosäuren Leucin und Tyrosin auftreten. Wirkt dann im Dünndarm das Trypsin erscheinen bald Leucin und Tyrosin.

Durch Mineralsäuren gab es Eiweiß-Spaltung erst nach stundenlangem Stehen. Nicht vom Trypsin angegriffen wurde ein kleiner Eiweißanteil, den Säure spaltete, weshalb KÜHNE vom "Antipepton" sprach und auch das auf Komplexität der Verhältnisse verwies.

RUDOLF. HEIDENHAIN (F. RÖHMANN 1898) konnte klarstellen, daß die Bauchspeicheldrüse nicht das fertige Trypsin liefert, sondern eine **Vorstufe**, ein "Zymogen". OTTO COHNHEIM entdeckte 1903 das Erepsin ((J. POHL et al. 1923).

FRANZ HOFMEISTER entnahm bei Hunden in Verdauung den Magen, teilte ihn in 2 Hälften. In der einen Hälfte ermittelte er den Gehalt an Peptonen in der Magenschleimhaut sofort, in der anderen Hälfte nach etlicher Zeit (J. POHL 1923). Nach etwa einer halben Stunde war das Pepton wesentlich vermindert oder gar verschwunden. Obwohl nicht im lebenden Organismus untersucht, durfte der Vorgang als ein vitaler betrachtet werden, denn Einbringen von Wasser von 60°C beendete das Verschwinden des Pepton.

## Ernährung, Ernährungsphysiologie

## Die Nährstoffe der der Tiere

**Fütterungsexperimente** des französischen Physiologen MAGENDIE (1816) erwiesen, daß eine Ernährung nur mit Zucker- und Fett-Diät nicht ausreicht. Wie 1827 WILLIAM PROUT (s. a. W. H. BROCK 19) verkündete, gehören in die Tiernahrung die 3 Nährstoffgruppen **Kohlenhydrate** ("saccharine", carbohydrates), **Fette** ("oleaginous", "oily", fats) und **Proteine** (albuminous). PROUT wußte auch, daß es verschiedene Zucker gibt und daß Zucker aus Stärke entsteht. Diese Nährstoffgruppen wurden in immer mehr einzelne Substanzen aufgegliedert, etwa die verschiedensten Zucker oder Aminosäuren gefunden.

Gefragt wurde nach der **Bedeutung der einzelnen Nährstoffe** im Körper. Diskutiert wurde die **Herkunft der Muskelenergie**, und FRANKLAND sprach vom "corner-stone" der Physiologie (H. E. ROSCOE 1887). LIEBIG sah in der Oxidation von Eiweiß, von Muskelsubstanz, die Quelle der Muskelenergie. Das zu überprüfen, bestiegen der Physiologe ADOLF FICK (1865 / 1906) und der Chemiker JOHANNES WISLICENUS, beide damals in Zürich, 1865 vom 30. August mittags 12 Uhr bis zum 31. August 7 Uhr an einem "Hungertag für die Wissenschaft" das 2683 m hohe Faulhorn in der Schweiz vom Brienzer See aus und verzichteten dabei auf jede eiweißhaltige Nahrung. Die Untersuchung ihrer dabei ausgeschiedenen Exkremente und ihres Urin zeigte keinen vermehrten Verlust an

Stickstoff. Sie zogen daraus die Schlußfolgerung, daß die "Muskelenergie" prinzipiell aus der Oxidation von Substanzen ohne Stickstoff, also von Kohlehydraten und Fetten, herkommt. FRANKLAND (W. H. BROCK 19) bestätigte im Laboratoriumsexperiment, daß die Oxidation von Kohlenhydraten und Fetten ausreicht, um die Energie für die mechanische Arbeit eines Organismus zu liefern. PFLÜGER (R. ROSEMANN 1929) allerdings berichtete von einem dürren Hund ohne Fett- und großartige Kohlenhydrat-Reserven und der dennoch beachtliche Arbeitsleistungen vollbrachte, also sein Eiweiß benutzte.

EDWARD FRANKLAND legte 1866 mit seinen kalorimetrischen Untersuchungen die für die Erfassung des Energiewertes der Nahrungsstoffe erforderlichen Grundlagen. VOIT, RUBNER und andere haben weiter untersucht, welchen Anteil die verschiedenen Nährstoffe etwa am Aufbau der lebenden Substanz oder der Energiegewinnung haben und wie sie sich möglicherweise wechselseitig vertreten können.

## Frühe Untersuchungen über einzelne Stoffumwandlungen im Tier-Körper

Die Rolle der einzelnen Nährstoffe im Organismus mußte besonders deutlich werden, wenn die chemischen Umsetzungen, das Schicksal der aufgenommenen Nährstoffe, der aufgenommenen Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette im Organismus bekannt wurde. Das Problem also: Welche Substanzen werden innerhalb des Organismus, und das in den Zellen, in welche anderen Substanzen umgewandelt. Hier weiterzukommen wurden Tieren und auch Menschen etwa Substanzen verabreicht, die normalerweise in der Nahrung nicht vorhanden sind und deren Ausscheidung oder umgewandelte Ausscheidungsprodukte über die Umsetzung wenigstens etwas erahnen lassen. Auch interessierte das Schicksal der Arzneimittel im Körper.

Wenn PROUT (W. H. BROCK 19) feststellte, daß die Exkremente einer Riesenschlange *Boa constructor* ungefähr 90% Harnsäure enthalten, dann stammte diese nicht aus der Nahrung, denn diese enthielt nicht so viel Harnsäure. Aus der Nahrung mußte sich die Harnsäure im Körper der Schlange gebildet haben. Andererseits gab es Substanzen, die nach Verfütterung im Harn unverändert weider auftraten, also nicht im Körper verändert worden waren. WÖHLER und FRERICHS fanden als solche Rhodankalium, Alloxantin.

Einen Zugang zu Stoffumwandlungen schien die **Hippursäure** im Harn zu bieten, nach deren Herkunft in der Nahrung gesucht wurde. Etwa A. URE (A. W. HOFMANN 185) führte die Hippursäure im Körper auf die **Benzoësäure**, C6H5-COOH zurück, die zu Hippursäure, C6H5-CO-NH-CH2-COOH ungewandelt würde,

indem die körpereigene Aminosäure Glycin, NH2-CH2-COOH offenbar an die Benzoësäure gebunden wurde. Andere Untersucher fanden, daß Zim(m)tsäure ebenfalls in Hippursäure übergeht. Cuminsäure etwa durchläuft den Organismus nach Beobachtungen von A. W. HOFMANN dagegen unverändert. AUGUST WEISMANN hat für seine Doktorarbeit 1857 mit Kaninchen und bei sich selbst durch unterschiedliche Diät festzustellen gesucht, wann besonders viel Hippursäure im Harn erscheint. Auch beim Menschen trat bei mehr Pflanzennahrung mehr Hippursäure auf, aber bei Kaninchen etwa zeigten sich Stoffe wie Chlorophyll, Albumin und andere als nicht fähig zur Bildung von Hippursäure. Ligninreiche Stoffe, so Stroh, schienen besonders reichlich Hippursäure zu liefern. Die Erkenntnisse hielten sich also sehr in Grenzen. SCHULTZEN, NAUNYN, GRAEBE publizierten 1867 über das Schicksal einfacher aromatischer Verbindungen im Organismus, und das verfolgte weiter namentlich NENCKI (M. H. BICKEL 1972). Der Benzolring war in den ausgeschiedenen Substanzen erhalten, aber Ausscheidungsprodukt nach Benzol-Gabe war etwa Phenol, also war eine Seitenkette angefügt worden. Durch Anfügung der Carboxylgruppe -COOH verloren die Aromate stark an Giftigkeit. Bei BAUMANN (A. KOSSEL 1897) erschienen fand bei seiner Untersuchung der Umsetzung der aromatischen Substanzen im Stoffwechsel die thyrosinbildenden Eiweißmoleküle als Ursprung aromatischer Körper. Zum Stoffwechsel der Eiweiße (M. H. BICKEL 1972) fand VOIT, daß der im Nahrungsprotein aufgenommene Stickstoff ziemlich genau der in Form von Harnstoff ausgeschiedenen Menge entsprach. Offensichtlich wurden Proteine durch Oxydation in Harnstoff überführt. Es wurde damit gerechnet, daß Harnstoff igrendwie in den Proteinen vorgebildet ist. Versuche, durch Oxidation Harnstoff zu erhalten brachten aber kein Ergebnis. Hunde wurden auf Eiweißmangel gesetzt, bis kaum noch Harnstoff ausgeschieden wurde. Nunmehr wurde dem Hund die Aminosäure Glycin gegeben. Nun wurde etwa soviel Stickstoff als Harnstoff ausgeschieden, wie im gegebenen Glycin enthalten war. Glycin erschien so als eine Vorstufe zum Harnstoff. Ebenso war es mit Leucin. Der Übergang von den Aminosäuren zum Harnstoff erschien allerdings um 1932 etwas anders.

Studierte wurde dann, wie nicht nur bei Untersuchung für den gesamten Körper, sondern in einzelnen Organen Stoffumwandlungen abliefen. ECK entwickelte 1877 die Methode, die zur Leber führende Pfortader direkt in die untere Hohlvene zu führen - eine "Ecksche Fistel" anzulegen. Die Leber wurde so aus dem Kreislauf weitgehend ausgeschaltet. Es stieg dafür der Gehalt an Ammoniak im Blut, im Gehirn. und so wurde gemeint, daß die Leber offenbar über Ammoniak als Produkt des Aminosäure-Abbaus den Harnstoff wenigstens bevorzugt aufbaut, also der hauptsächliche Harnstoffbildner ist. erschien. Allerdings entstand Harnstoff auch in anderen Organen. Auch die nur stundenweise überlebte Exstirpation der Leber bei Hunden, im PAWLOW-Institut in St. Petersburg ausgeführt und von NENCKI

chemisch verfolgt (M. HAHN 1902), ergab eine Ammoniak-Vergiftung, führte zu dem Bild einer Urämie, wie sie auch nach Nierenversagen auftritt. KARL LUDWIG hatte die Methode der **isolierte**n, von Blut durchströmten Organe eingeführt. Dem einströmenden Blut solcher isolierten **Organe** wurden etwa Aminosäuren zugesetzt. Nach dem Durchgang war der Gehalt an Aminosäure vermindert, der an Harnstoff erhöht.

# Die Pflanzen und ihr Leben - Pflanzenphysiologie

## Frühe fehlerhafte Vorstellungen

Im Zusammenhang mit der Düngerforschung wurde die **Pflanzenernährung**, der Nährstoffbedarf namentlich der Kulturpflanzen, immer wieder untersucht. Gerade Agrarwissenschaftler, so THAER, hatten **Humus** als Pflanzennahrung gesehen, wonach Pflanzen sich außer von Wasser und Kohlendioxid von den verrottenden Substanzen im Boden, dem Humus, ernähren. Humus, und das mußte beachtet werden, verbessert allerdings die Bodengare und damit die Nährsalz-Aufnahme und in humusreichem Boden gedeihen Pflanzen dadurch besser als in humusarmem.

Um 1800 war manchmal sogar vermutet worden, daß Pflanzen wie auch Tiere anorganische Substanzen in sich neu erzeugen könnten (W. A. LAMPADIUS 1833).

**Die Ernährung der grünen Pflanze: Die Photosynthese - Assimilation.**

Aber als den **grundlegenden Prozeß der Pflanzenernährung** und damit als Grundlage allen Lebens auf der Erde erwies sich immer wieder nur die Photosynthese, die "**Assimilation**" nach damaliger Terminologie, der Aufbau organischer Substanzen aus Kohlenmdioxid und Wasser im Licht, der um 1804 ziemlich geklärten **Gasstoffwechsel** der Pflanzen.

Manchmal wieder wurde aber diskutiert, ob dieser Prozeß für den Aufbau der organischen Substanzen in der grünen Pflanze ausreicht, ja es wurde sogar die Sauerstoff-Abgabe und damit die Verbesserung der Atmosphäre allein durch die Pflanzen immer wieder einmal bezweifelt. Es war sicherlich naheliegend, wegen des so geringen Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre, etwas über 0,03 Vol.-%, an dessen Ausreichen für die Bildung aller Kohlenstoff-Verbindungen in der grünen Pflan-

ze zu zweifeln (J. B. WILBRAND 1845), zumal es auch höhere Pflanzen gibt, die als Saprophyten von Fäulnisstoffen in Boden leben. Das geschah vernehmlich durch den viel schreibenden und wohlbekannten KARL HEINRICH SCHULTZ, genannt SCHULTZENSTEIN noch 1845, nach auch früheren Veröffentlichungen, auch Fehldeutungen für den Saftstrom in Pflanzen (E. WUNSCHMANN 1891). SCHULTZEN(STEIN) argumentierte beispielsweise (S. 126), daß man Samen durch Begießen mit "kohlensaurem Wasser" nicht weiter bringt, was aber als nichtgrüne und mit Nährstoffen von der Mutterpflanze versorgte Pflanzenteile auch nicht zu erwarten war. Trotzdem schlußfolgerte SCHULTZ: "Die Fruchtbarkeit ist allein an den Boden gebunden, kann niemals der Luft mitgetheilt werden." SCHULTZ machte immerhin zahlreiche, aber eben fehlinterprtierte Experimente. Pflanzen veränderten die Stoffe der Umgebung außerhalb der Pflanze, durch Sekretion, und nehmen dann die Stoffe auf. Blätter von Labkraut, *Galium verum*, lassen Milch, wenn auch nicht allzu schnell, gerinnen, was als Außenverdauung gesehen wurde.

A. VOGEL und W. C. WITTWER in München stellten 1851 (S. 344) noch einmal fest, daß ihre Untersuchungen ergaben, sich "für die vollkommene Richtigkeit der Priestley'schen Ansicht" - also die Kohlendioxid-Aufnahme und Sauerstoff-Abgabe - "auszusprechen." **Was** von diesen Substanzen **verbrauchte nun die Pflanze** für ihren Stoffaufbau? Entsprechende Versuche sollten das klären. SAUSSURE (zit. b. E. WOLFF 1851, S. 108) maß die Kohlendioxid-Aufnahme und Sauerstoff-Abgabe etwa bei 7 Pflanzen von *Vinca minor* und stellte fest, daß nicht aller Sauerstoff des CO2 abgegeben wurde, also, was auch BOUSSINGAULTs Meinung war, daß die Pflanzen den nicht abgegebenen Sauerstoff-Anteil "zu ihrer Organisation mit verwendet wurden". Bis ins 20. Jh. ging man von der falschen Annahme aus, der von der grünen Pflanze im Sonnenlicht abgegebene Sauerstoff müsse aus dem CO2 stammen, obwohl die Pflanze auch reichlich H2O aufnahm. Das Innere der black-box grüne Pflanze war von außen allein nicht zu knacken (s. CALVIN 20. Jh.), und die Untersuchungen der Botaniker des 19. Jh., auch die an dessen Ausgang, müssen rührende Bewunderung finden. Nur Schritt für Schritt, und zuerst recht langsamen Schritts, konnten solche Dinge gelöst werden.

**Gase in Pflanzen** untersuchte ab 1851 WILHELM KNOP (1864), ein WÖHLER-Schüler, etwa in Wasserpflanzen ohne dem Gasaustausch dienende Spaltöffnungen wie dem untergetaucht gedeihenden *Myriophyllum*/Tausendblatt. In der Pflanze war im Licht reichlich Sauerstoff, mehrere Tage untergetaucht im Dunkeln verschwand er fast ganz. Der Sauerstoff-Gehalt in der Pflanzen wuchs stark, wenn das Wasser, in dem sie gehalten wurde, fortwährend mit Kohlensäure/CO2 gesättigt wurde. Wurzeln scheiden Kohlendioxid aus, was Nährstoffe verfügbar macht. In der Bodenluft und damit im unteren Teil grüner Pflanzen ist zudem der CO2-Gehalt

eben doch etwas höher als in etwas höheren Atmosphäre-Schichten und kann dort pflanzenwirksam sein.Die englischen Agrikulturchemiker LAWES und GILBERT bauten auf der Versuchsstation Rothamsted 44 Jahre lang auf demselben Acker Weizen ohne Zufügung von kohlenstoffhaltigen Düngern, was als Beweis erschien, daß das **Kohlendioxid** der Atmosphäre die einzige Kohlenstoffquelle der grünen Pflanzen sein muß (H. E. ROSCOE 1887).

Abweichung der normalen 'Assimilation' war, als um 1851 durch HAYNE bekannt wurde, daß "Cactus" und andere Pflanzen mit fleischigen Blättern, nachdem sie einige Zeit in der Sonne waren, ins Finstere gestellt, zuerst Sauerstoff aufnehmen, ohne Kohlendioxid abzugeben. Solche Pflanzen, wie im 20. Jh. deutlich wurde, verwerten zunächst die in ihnen angehäufte Äpfelsäure, und dazu brauchen sie Sauerstoff.

## Was geschieht mit den aufgenommenen Kohlendioxid und Wasser - Aufbau der Stoffe in Pflanzen?

Wie nach der Aufnahme von Kohlendioxid und Wasser und dazu von Stickstoff-Verbindungen die grüne Pflanze im einzelnen zu ihren komplexeren organischen Substanzen kommt war eine damals nur hypothetisch beantwortbare Sache. Manche Pflanzen speichern im Zellsaft Zucker, im Zuckerrohr und anderen Rohrzucker, was als erschwerend für die Transpiration gefunden wurde. Die meisten Pflanzen speichern Stärke, die zu Traubenzucker abgebaut werden kann, oder auch Inulin. Und am meisten in Holzpflanzen werden gebildet Zellulose und Lignin.

Für die Bildung von Zucker und Stärke, galt etliche Zeit als recht begründet die von ADOLF VON BAEYER aufgestellte "**Formaldehyd"-Hypothese**. Danach sollte trotz seiner Giftigkeit bei der Photosynthese als erstes organisches Produkt Formaldehyd entstehen. BUTLEROW etwa hatte gefunden, daß beim Erhitzen von Formaldehyd mit Kalkwasser ein zuckerähnliches, sirupartiges Produkt entstand und O. LOEW verbesserte diesen Befund (E. FISCHER 1907), der die Formaldehy-Hypothese zu stützen schien.

## Stickstoff-Verbindungen und Stickstoff in der Pflanze

Umstritten war lange die Herkunft des **Stickstoffs** für die Pflanzen (s. Düngemittel), zumal als deutlich war, daß der Luft-Stickstoff offensichtlich nicht verarbeitet werden kann. Reichten dann die Nitrate und Ammonium-Verbindungen im Boden?

Und noch weniger war lange dazu zu sagen, **wie Stickstoff in der Pflanze** endotherm **in deren stickstoffhaltige Verbindungen**, das sind immerhin namentlich die aus Aminosäuren bestehenden Eiweiße, zustandekommen. BERTHELOT (zit. bei W. LÖB 1913) untersuchte um 1898 als Chemiker im Laboratorium, wie Stickstoff durch zahlreiche zahlreiche organische Verbindungen **unter stiller elektrischer Entladung** gebunden wird. Über den Aufbau von Stickstoff-Verbindungen in Pflanzen gab durch Experimente unterstützte, unvollendet gebliebene Überlegungen 1913 WALTER LÖB (H. BILTZ 1916). Er, der viel mit stillen elektrischen Entladungen geforscht hatte, war 1891 - 1897 Assistent am elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Aachen gewesen und arbeitete nach seiner Zeit als Privatdozent in Berlin als Chemiker am Virchow-Krankenhaus in Berlin. 44-jährig wurde er aus seinen Überlegungen durch den Tod heraugerissen. Eingebaut werden sollte Ammonium, Als erste Aminosäure erschien Glykokoll oder Glycin, H2N-CH2-COOH als möglich, jene einfachste Aminosäure, die LÖB aus Kohlendioxid, Ammoniak und Wasser unter Zuführung geeigneter Energie, im Experiment stille elektrische Entladung, erhalten hatte. Das schien auch ein Weg zu sein, wie in der Frühzeit der Erde eine erste Aminosäuren entstand.

Auf die Aufklärung des Stoffbildung in Pflanzen wurde die **Hoffnung** gesetzt, daß man den Prozeß eines Tages **nachahmen kann**, und dann, wenn die Gewächse nicht mehr das Monopol für Kohlenhydrate und Eiweißstoffe haben, wird nach der Hoffnung von FERDINAND COHN 1886 (S. 246) "... alle Nahrungssorge, aller Kampf ums Dasein und alles soziale Uebel, das damit zusammenhängt, mit einem Schlage beseitigt sein; ..." So ungefähr sprach unter den Chemikern auch BERTHELOT. Aber leider, leider: Die Aufklärung des Photosynthese-Prozesses erwies sich als eine schwierige Angelegenheit. Noch zieht der Landwirt über die Äcker, bei uns mit dem Traktor, anderswo mit dem Zugtier, oder arbeietet mit der Hacke.

Für Pflanzen, namentlich auch für Kulturpflanzen, war die Feststellung der sie beeinflussenden **Außenbedingungen**, so **Temperatur und Licht**, stets ein zentrales Forschungsgebiet. In der Pflanzenkultur waren auf den verschiedenen Standorten die verschiedenen Faktoren unterschiedlich näher dem Minimum und das zu beachten. Sandboden mangelte Wasser und Nährstoffe, anderswo fehlte nur Wasser, anderswo Wärme.

## Sandkultur und Entdeckung der Stickstoff-Bindung durch Bakterien an Wurzeln der Leguminosen

Die Erforschung der **Pflanzenernährung** wurde ausgebaut durch HERMANN HELLRIEGELs (1883; A. ORTH 1896, B. PARTHIER 1989) Einführung der '**Sandkultur**' an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Dahme in der Mark Brandenburg. HELLRIEGEL war geboren 1831 in Mausitz bei Pegau südlich Leipzig als Landwirtssohn, studierte nach Absolvierung der Fürstenschule Grimma an der land- und forstwirtschaftlichen Akademie Tharandt, wurde dort erster Assistent bei ADOLF STOECKHARDT. Im Jahre 1856 wurde HELLRIEGEL Vorstand der neugegründeten Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Dahme. 1882 übernahm er die damals neue Landes-Versuchsstation Bernburg.

"**Sandkultur**" war Aufzucht von Pflanzen in mit stärksten Säuren ausgekochtem und ausgeglühten, extra von der Gräflich Solms'schen Glashütte zu Baruth zur Verfügung gestelltem **reinen Quarzsand**, dem bestimmte Substanzen zugegeben oder weggelassen wurden. Da unter Glas die Versuchspflanzen nicht den normalen Außenbedingungen ausgesetzt waren und Schäden vorkamen, wurden die Gefäße auf mit eisernen Rädern ausgestattete Wägelchen gestellt und diese konnten ins Freie geschoben und bei Unwetter zurück unter das schützende Glasdach bewegt werden. Im Jahre 1863 zeigte sich, daß die vollernährten Pflanzen im Gefäß wie auf einem fruchtbaren Feld gediehen, also bei der Gefäßaufzucht im wesentlichen die auf dem freien Acker bestehenden Bedingungen gegeben waren. Vorher hatte es immer wieder abweichende Ergebnissen gegeben, die HELLRIEGEL zur Suche nach den sicheren Methoden veranlaßte (1883, S. 36): "Die lange Lehrzeit, die wir durchzumachen gehabt, hatte bestimmt genug darauf hingewiesen, dass es mit dem guten Willen allein, Ernährungsversuche zu machen, nicht gethan sei, und dass es die nächste Aufgabe sein müsse, die Versuchsmethode selbst zu der Vollkommenheit heranzubilden, dass man vertrauenswürdige Resultate von ihr erwarten durfte." Damit war die bleibende "besondere Art der agrikulturchemischen Versuchsanordnung in den Grundzügen festgelegt" (K. MAIWALD 1936, S. 359). Für verschiedene Kulturpflanzen, etwa die Rübe, mußte die Sandkultur speziell angepaßt werden. Bei solchen Ernährungsversuchen wurde gefunden, daß Leguminosen, also 'Hülsenfrüchtler', nicht unbekannt, sehr oft ohne Stickstoff-Verbindungen besser wuchsen als mit solchen. Rotklee entwickelte, 1862 und 1863, auch in stickstofffreier Nährlösung hübsche Blütenköpfe, was mit den schon alten Erfahrungen übereinstimmte, während Getreide in stickstoffloser Nährlösung nahezu keine Produktion brachte.

In der 1882 von HELLRIEGEL als erstem Chef aufgebauten Versuchststation Bernburg konnte dann bei Teilnahme von dem auch 1882 als Assistent nach Bern-

burg zu HELLRIEGEL gekommenen HERMANN WILFAHRT (H. ROEMER 1905) gefunden werden, daß **in** den **Knöllchen der Wurzeln der Leguminosen Bakterien** leben, und diese es sind, die den Luftstickstoff binden, bekanntgegeben **1886**. Das erklärte auch die lange bekannte Tatsache, daß nach dem Anbau von Leguminosen, etwa Klee, nachfolgend angebautes Getreide höheren Ertrag gab. Die Bindung von Luftstickstoff durch Klee war aber schon bekannt gewesen (s. E. WOLFF 1852, S. 497). Der gut mit Stickstoff versorgte Klee entzieht dem Boden dann aber viel Phopshorsäure und Alkalien, was Wiederkehr von Klee auf einem Feldstück erst nach Jahren erlaubt (S. 497). Dem 1895 verstorbenen HELLRIEGEL folgte nach HELLRIEGELs Tod 1895 der 1853 in Hamburg geborene WILFAHRT als Direktor der Bernburger Landwirtshafltiche Versuchsstation nach, starb aber, erst 51 Jahre alt, schon 1904. Wie HELLRIEGEL in der mit WILFAHRT 1888 veröffentlichten Arbeit 'Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen' miiteilt hatten (zit. bei B. PARTHIER 1989; S. 12): "Wenn man die Kulturgefäße mit dem Sande nicht sterilisiert und dieselben während der Vegetationszeit vor dem Zutritt von Organismenkeimen nicht ausdrücklich schützt, so zeigt die Entwicklung der Leguminosen von der der Gramineen einen sehr auffallenden Unterschied - fügt man nämlich dem Sande eine an sich zweckmäßig zusammengesetzte aber stickstofffreie Nährlösung hinzu, so bleiben nur die Gramineen vor wie nach und ohne Ausnahme productionslos, die Leguminosen aber vermögen auch ohne Stickstoff im Boden zu finden, zu wachsen und sich gut, ja selbst üppig zu entfalten." Es wurden also dem sterilen Quarzsand eine winzige Menge Ackerboden oder einer Bodenschlämmung zugegeben und Leguminsen wuchsen, wenn nicht der Sand vorher auf 70° C. erhitzt wurde. Das sprach für Bakterien als das wirkende Agens. Die Sticktoff-Bindung durch die Knöllchenbakterien wurde wahrscheinlich gemacht, blieb aber noch umstritten und zog weitere Untersuchungen, namentlich von Bakteriologen (s. d.), nach sich. BEIJERINCK nannte das von ihm isolierte Bakterium (H. G. SCHLEGEL 1999, S. 192) *Bacillus radicola*, aber der HELLRIEGELs Befunden so kritisch gegenüberstehende FRANK hatte die Namenspriorität mit ***Rhizobium***. Weitere, ins 20. Jh. hineinführende Untersuchungen ergaben, daß jede Art der Schmetterlingsblütler in ihren Wurzelknöllchen eine eigene Art von *Rhizobium* beherbergt. Diese freilebend im Boden freilebenden Bakterien werden von den Pflanzenwurzeln angelockt und in den Knöllchen eingeschlossen (B. PARTHIER 1989, S. 18).

In den USA hat die Stickstoff-Bindung durch Leguminosen unabhängig 1881 WILBUR OLIN ATWATER (B.H.-w. 1964) gefunden.

Die Stickstoff-Bindung durch Knöllchenbakterien erforschte weiter im 20. Jh. mit seinen Mitarbeitern der Finne ARTTURI ILMARI VIRTANEN, Helsinki. Um 1931 (1933; auch H. ENGEL et al. 1938) berichtete VIRTANEN, daß die Wurzel-

knöllchen der Leguminosen lösliche organische Stickstoff-Verbindungen ausscheiden, im wesentlichen Aminosäuren, und nach späterer Feststellung (1943) als erstes die Asparaginsäure. Nicht nur die knöllchenbildende Leguminosenpflanze sollte unmittelbar mit Stickstoff-Verbindungen versorgt werden, sondern auch nicht zu den Leguminosen gehörende Pflanzen in deren Nachbarschaft, was aber der US-amerikanische Mikrobiologe PERRY WILLIAM WILSON (R. H. BURRIS 1992) auch nach seinem Arbeiten in VIRTANENs Laboratorium in Helsinki nicht bestätigte. Bei der näheren Untersuchung der Stickstoff-Bindung durch Bakterien oder auch Blaubakterien wurde lange keine Einigung erreicht und alles auch wieder einmal bezweifelt. Durch das stabile Isotop N15 wurde festgestellt, daß Ammoniak das Schlüssel-Zwischenprodukt bei der Stickstoff-Fixierung war.

Die Mikrobentätigkeit unterliegt auch **Regulationsprozessen**. Bei ausreichend im Boden vorhandenen Stickstoff-Verbindungen erfolgt Hemmung der Tätigkeit der stickstoff-bindenden Mikroben (VIRTANEN 1953).

LORENZ HILTNER fand stickstoffbindende Bakterien, Actinomyceten, in den Wurzeln der Erle, *Alnus*, und später wurde Sticksotffbindung auch durch Bakterien an den Wurzeln der Elaeagnaceen gefunden. Für weitere Pflanzen wurde nicht immer Überprüfungen standhaltende Stickstoffbindung behauptet (B FRANK 1892, 1893) Stickstoff und dessen Bindung für die Pflanzenernährung wurde zu einem der am meisten untersuchten Gegenstände der Agrarwissenschaftler.

## Sonderformen der Pflanzenernährung, auch bei Blütenpflanzen: Parasitismus, Saprophytismus, Carnivorie

Manche Blütenpflanzen besitzen kein und nur wenig Chlorophyll, ernähren sich dmait also nicht oder nur teilweise in der für grüne Pflanzen üblichen Weise, allein durch Verwertung von Kohlendioxid und Wasser im Sonnenlicht. Sie müssen ihre Nährstoffe von anderen Organismen beziehen oder aus absterbender organischer Materie wie Pilze.

Bei Pflanzen, die mit speziellen Saugorganen, Haustorien, wie die andere Pflanzen mit weißliche Fäden umschlingenden Klee- oder Lein-Seide, *Cuscuta*, oder die wie die rötliche Laubwaldpflanze Schuppenwurz, *Lathraea squamaria L.*, unterirdisch in Pflanzenwurzeln eindringen, liegt offensichtlich **Parasitismus** vor.

Manche noch grünen Pflanzen, Wachtelweizen- / *Melampyrum*-Arten, gelten als **Halbparasiten**.

Einige Blütenpflanzen, so der weißliche Fichtenspargel oder das Ohnblatt/*Monotropa hypopitys L.,* ein Birnkrautgewächs in Nadelwäldern, erforscht von dem polnischen



Abbildung 1541: Pflanzenparasit Orobanche spec..



Abbildung 1542: Monotropa.

Botaniker FRANZ KAMIENSKY, und auch etliche bleiche Orchideen, senken keine Wurzeln in die Wurzeln anderer Pflanzen.

Sie, wie man feststellte, ernähren sich aus organischer Substanz, abgestorbener Organismen, also wie Pilze auf Wald- und Wiesenboden, sind **Saprophyten**. Oder, wurde noch manchmal diskutiert, besaßen sie synthetische Fähigkeiten anderer Art als die grünen Pflanzen? Und: Was diese Saprophyten unter den Blütenpflanzen können, vernögen das wenigstens bis zu gewissem Grade die ansonsten autotrophen grünen Gewächse auch? Und warum vermehren sich manche 1-zelligen Grünalgen ausgerechnet in Gewässern mit vielen Faulstoffen? Die Aufnahme organischer Substanz durch verschiedenste Pflanzen blieb damals eine offene Frage.

Manche Pflanzen halten Kleintiere, etwa Insekten, auf Blättern oder aus solchen



Abbildung 1543: Saprophytenorchidee Neottia.

gebildeten speziellen Organen, Blasen etwa, fest und wie in Experimenten um 1874 CHARLES DARWIN und FERDINAND COHN nachwiesen, werden diese Tiere **verdaut**, ein als "**Carnivorie**" bezeichneter Vorgang. Auf nährstoffarmen Boden, etwa in Mooren, bei *Drosera* / Sonnentau, können die verdauten Tierchen den Pflanzen Phosphor- und Stickstoff-Verbindungen liefern, die ihnen im Boden ungenügend zur Verfügung stehen. Die "fleischfressenden" Pflanzen muß man mit ihrer Tiernahrung wirklich als den 'Raubtieren' ähnlich ansehen, denn auch diese nehmen die von den grünen Pflanzen erzeugten Substanzen auf dem Umweg über andere Tiere auf.

Bei der zu den Wasserpflanze *Utricularia* vermutete COHN (1875) wegen ihrer Wurzellosigkeit Kleintierverwertung und weichte für die Pflanze typische Blasen aus Herbarexemplaren auf, fand in ihnen kleine Krebstierchen. In ein Glas mit *Aldrovanda* gab er kleine Krebstierchen und fand auch hier solche dann in den Blasen. Bei der tropischen Kannenpflanze, Nepenthes, scheiden Drüsen im Inneren der 'Kanne' nach den Untersuchungen anderer Forscher ein Eiweiß zersetzendes Enzym ab, aber das wurde auch auf Bakterien zerrückgeführt und auch hier gab es die Diskussion über die Notwendigkeit der Eiweiß-Verdauung für diese Pflanzen.



Abbildung 1544: Carnivor: Sonnentau, Drosera.



Abbildung 1545: Carnivor: Fettkraut, Pinguicula.

## Umfassende Pflanzenphysiologie

Alle Gebiete der Pflanzenphysiologie, das heißt Ernährungs-, Entwicklungs- und Reizphysiologie, bereicherte JULIUS SACHS (K. GOEBEL 1897), der als einer grundlegenden Begründer der Pflanzenphysiologie gelten darf. SACHS wurde als Sohn eines Graveurs 1832 in Breslau geboren und wurde trotz Herkunft aus ärmlichen Verhältnissen mit dem Physiologen PURKYNJE bekannt, der ihn 1850 als einen Privatassistenten mit nach Prag nahm. In Prag kam SACHS bis zur Habilitation. Der Chemiker ROCHLEDER sagte ihm hier: "Was wollen Sie denn über Pflanzenphysiologie vortragen, damit sind Sie ja in zwei Stunden fertig", was den noch unausgereiften Zustand der Pflanzenphysiologie um 1850 vielleicht charakterisiert. SACHS wurde 1859 Assistent am agrikulturchemischen Laboratorium in Tharandt in Sachsen und führte hier vor allem Wasserkulturversuche durch, wurde 1861 Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Poppelsdorf bei Bonn, 1867 an der Universität Freiburg i. Br., 1868 in Würzburg. Die Bedeutung des Würzburger Laboratoriums für Pflanzenphysiologie wurde mit dem von LIEBIG in Gießen verglichen, allerdings war SACHS mit zunehmenden Alter eine in sich gekehrte, auch mißtrauische Persönlichkeit. An Ermittlung von **Außenbedingungen** für das Pflanzenleben wurde schon in Prag die Abhängigkeit der Keimung von Pflanzen von der Temperatur erforscht, wobei für den günstigsten Kardinalpunkt der Terminus "Optimum" eingeführt wurde. Ermittelt wurde die Rolle des Lichtes, und zwar auch verschiedener Spektralbereiche, etwa die Notwendigkeit eines Anteils von ultravioletten Strahlen für die Blütenbildung (1887 b). Das Auxanometer erlaubte die graphische Darstellung des Pflanzenwachstums. Von SACHS stammen der Begriff "orthotrop" für senkrechtes und der Begriff "plagiotrop" für waagerechtes Wachstum. Wurden Teile an einer Pflanze entfernt, etwa die Spitze der Feuerbohne, entfalteten sich Knopsen in den Achseln der ersten Blätter und verwiesen auf die "Correlationen" in der Pflanze (1887 a). Er untersuchte den "Hydrotropismus", das Wachstum zum Wasser. Spekulativ war die Annahme organbildender Stoffe, die in der Pflanze bestimmen, zu welchem Teil sich ein Pflanzengewebe entwickelt, ob zu Blüte oder Wurzel. Zur Umwandlung des Vegetationspunktes der Wurzel der Orchidee Neottia nidus avis meinte (1882, S. 465): "... es habe hier eine Metamorphose von Wurzel in Spross stattgefunden, ist eben nur die Wiedergabe der Thatsache selbst in andern Worten, wogegen wir immerhin eine bestimmte Vorstellung und den ersten Anfang einer causalen Erklärung gewinnen, wenn wir sagen, das statt der wurzelbildenden Substanz sprossbildende Saftmischungen in den Vegetationspunkt einer Wurzel einwandern können." SACHS konnte solche Stoffe jedoch direkt nicht nachweisen, was seine Ansicht, daß er im "radikalen, principiellen Gegensatz" zur formalen Morphologie "eine streng" naturwissenschaftliche Auffassung des Pflanzenlebens vertreten könnte,




Abbildung 1546: PFEFFER-Geburtshaus. Grebenstein.

relativiert.

WILHELM PFEFFER (E. BÜNNING 1975, H. und E. G. PRINGSHEIM 1920), ein zweiter führender Pflanzenphysiologe, wurde am 9. März 1845 als Apothekersohn in der kleinen mauerumwehrten Stadt Grebenstein nördlich von Kassel geboren, nahm die Apothekerlehre auf und studierte, ohne Abitur, in Göttingen Chemie, studierte nach Arbeit in Apotheken nochmals in Marburg.

Während seiner Apothekertätigkeit in Chur hatte er sich für die Pflanzenwelt der Alpen interessiert. Nach Aufenthalt bei N. PRINGSHEIM in Berlin, 1870 / 1871 bei SACHS in Würzburg, habilitierte er sich in Marburg, wurde 1873 ao. Professor in Bonn, 1877 o. Professor in Basel, 1878 in Tübingen und 1887 in Leipzig. In Leipzig sammelten sich um ihn einschließlich schon solcher mit Abschluß anderswo etwa 265 Schüler aus zahlreichen Ländern, auch aus Japan, spöttisch die "Pfeffergewächse" genannt, unter ihnen bald führende Pflanzenphysiologen. Über seine Studien zur Osmose mit der Entdeckung der bisher ungeahnten Höhe des osmotischen Druckes untersuchte er die auf Osmose-Änderungen beruhenden **Bewegungen** bei einigen Pflanzenteilen, so die Bewegung der Fiederblättchen nach Berührung bei der Mimose und die der Staubfäden bei Centaurea-(Flockenblume)-Arten, später die tagesperiodischen Blattbewegungen. Bei Ranken sah er Krümmungsbewegungen schon durch Baumwollfäden von 0,00025 Milligramm ausgelöst. Eingehend wurde bei PFEFFER die durch Substanzen ausgelöste Bewegung von kleinen Organismen, so von Farn-Spermatozoiden, die **Chemotaxis**, erforscht, wobei zahlreiche Stoffe in teilweise ganz geringen Konzentrationen getestet wurden. Wirksam für Farn-Spermatozoiden erwies sich Äpfelsäure. Die grundlegenden Vorgänge sah PFEFFER (1897) schon in den einfachsten Organismen verwirklicht, die er, der die Lebensvorgänge auf die Zelle zurückführte,

gerade auch bei ihnen untersuchte. Wegweisend waren Versuchsapparaturen bei PFEFFER (E. JOST 1915), so ab 1893 ein Raum mit konstanter Temperatur, eine Einrichtung mit automatischem Wechsel der Beleuchtung.

Daß die **Schwerkraft** die Wuchsrichtung von Pflanzenteilen stark bestimmt, hatte schon KNIGHT um 1806 nachgewiesen und das wurde auf in der Pflanze durch die Schwerkraft zum Absinken gebrachte Körnchen, womöglich Stärkekörnchen, erklärt, was als "**Statolithentheorie"** bezeichnet wurde. Aber diese Reizaufnahme sollte an bestimmten Stellen konzentriert sein, und DARWIN hatte schon Wurzelspitzen abgeschnitten und fand sie nun unfähig sich geotropisch zu krümmen.

Daß Pflanzen reizbar sind, Reize im Pflanzenkörper geleitet werden, Licht etwa große Wirkung ausübt, ließ HABERLANDT (1904, 1905) von den reizaufnehmenden Organen als "**Sinnesorganen**" der **Pflanzen** sprechen, von ihm, der wohl wie seine Hormon-Vorstellungen und anderes zeigen, eine Neigung zu Analogien hatte. Ja, "auf keinem Gebiete des anatomischen und histologischen Aufbaus" ist "die Ähnlichkeit zwischen Tieren und Pflanzen so gross ..., wie auf dem Gebiete der Sinnesorgane", hier, wo sich "Tier- und Pflanzenreich am tiefgreifendsten zu trennen schien" (1904, S. 87). So weit mochten andere Biologen, so BÜTSCHLI, nicht folgen.

**Symbiosen**

Manche Organismen leben eng zusammen und befördern sich sogar wechselseitig, was in der Evolution möglicherweise aus einem wechselseitigen Parasitismus hervorging. SCHWENDENER hatte 1869 nachgewiesen, daß Flechten aus Algenfäden und Pilzhyphen, also aus zwei verschiedenen Organismen bestehen. ANTON DE BARY prägte 1878 den Begriff "Symbiose" für die enge Abhängigkeit einer Organismenart von einer anderen. Er schloß dabei den vollständigen "Parasitismus" mit ein, während später nur Zusammenwirken mit wechselseitigem Vorteil als "Symbiose" bezeichnet wurde. Verschiedenste Abhängigkeiten sah DE BARY als Stufen zum Parasitismus, so wenn kleinere Tiere von den Abfällen größerer leben, was VAN BENEDEN (1876) als "Mutualismus" bezeichnet hatte. Die antagonistischen "Symbiosen" mit gegenseitiger Bekämpfung mochten in die "mutualistischen" übergehen.

Für die Ernährung mancher Pflanzen erwies sich ihre **Symbiose mit Pilzen** als vorteilhaft. Entdeckt hat das ALBERT BERNARD FRANK (U. BERGER-LANDEFELDT 1961), der in Leipzig 1878 ao. Professor geworden war, 1881 Professor für Pflanzenpysiologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin und 1899 "Vorsteher" der neu gegründeten Biologischen Abteilung für Land-und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin wurde. Der Preußische Minster für Landwirthschaft, Domänen und Forsten hatte FRANK (1885 a) be-

auftragt, die Möglichkeiten der Trüffel-Zucht in preußischen Forsten zu erkunden. FRANK fand die Bindung im Vorkommen der Trüffeln an das Vorkommen bestimmter Bäume und darüber hinaus, daß die feinen Wurzeln vieler Bäume von den Hyphen von Pilzen, und nicht nur von denen der Trüffeln, umsponnen sind. FRANK nannte das "Mycorhiza", später geschrieben meist **Mycorrhiza.** Dieses Zusammenleben von Baum und Pilz sollte kein Zufall, sondern eine Lebensnotwendigkeit oder wenigstens Lebenserleichterung sein, eine auf gegenseitigen Nutzen angelegte "**Symbiose**". FRANK untersuchte die Verbreitung der Mycorrhiza an den Wurzeln verschiedenster Bäume. Aus verschiedensten preußischen Oberförstereien ließ er sich Baumwurzeln kommen. Mykorrhiza fand FRANK regelmäßig an 'Cupuliferen', zu denen Eichen und Buchen gehören, aus dem Sauerland ebenso wie aus Ostpreußen oder der Elsteraue. FRANK verfolgte die Entwicklung der Mykorrhiza an Baumkeimlingen. Nutzen der Mykorrhiza für die Ernährung der Pflanzen wurde vermutet. FRANK zog Baumkeimlinge in Wasserkultur pilzfrei auf. Ein eindeutiges Ergebnis über Ausfälle ohne Mykorrhiza ließ sich nicht erzielen. Bekannt war, daß Nadelbäume schwer auf bisher waldfreiem Boden aufgezogen werden können. Das Fehlen von Mykorrhiza-Pilzen mochte die Ursache sein. Schon beschrieben war die Myzelumspinnung der Wurzeln von Monotropa hypopitys, einem chlorophyllfreien Heidekrautgewächs. FRANK (1885 b) wies nach, daß die Pilzfäden nicht nur oberflächlich aufliegen, sondern bis in die Wurzelzellen vordringen. FRANK (1892 u. a.) und Mitarbeiter fanden Mykorrhiza an weiteren Heidekrautgewächsen sowie Orchideen.

ERNST STAHL (1900; K. GOEBEL 1922, H. KNIEP 1919), Botaniker der HAECKEL-Zeit in Jena, suchte herauszubekommen, an welchen Pflanzen **an welchen Standorten** Mykorhiza besteht und fand sie auch unterschiedlich bei denselben Arten namentlich an nährstoffarmen Standorten, was für eine Ernährungssymbiose sprach. NOËL BERNARD (A. S. KAY 1970) ermittelte 1904, daß gewisse **Orchideen-Samen** nur keimen, wenn der in der Wurzelrinde der erwachsenen Orchideen-Pflanze enthaltene Pilz in die gequollenen Samen einwandert. Weiter ausgebaut hat das HANS BURGEFF, ab 1925 Ordinarius in Würzburg, der auch für weitere Ericaceen die Mykorrhiza erforschte und die Bedingungen der Orchideen-Anzucht klärte.

Eine wichtige und verbreitete Symbiose ist die von **stickstoffbindenden Bakterien** in Wurzel-**Knöllchen** von Hülsenfruchtgewächsen. Die Hülsenfruchtgewächse erhalten Stickstoffverbindungen, die Knöllchenbakterien Nährstoffe.

# Evolution - Die Evolutionstheorie der Biologie

## Der Entwicklungs-, Evolutions-Gedanke für die Natur

Daß die Dinge der Natur einmal entstanden, nicht von Anfang der Welt an vorhanden waren, daß die **Natur eine Geschichte** hat, wurde eines des grundlegenden Konzepte der neueren Naturwissenschaft. Für die grundlegenden physikalischen Phänomene mochte das nicht zutreffen, aber für die auf ihnen aufbauenden Systeme.. Eine Entwicklung, später für vieles mit 'Evolution' bezeichnet, war für die **Himmelskörper** spekulativ von KANT angenommen worde und wurde deutlich für die **Umbildung der Erdkruste** und dann für die **Lebewesen**. Auch der **Mensch** wurde eingeschlossen in diese Evolution, in seiner **Kultur** und dann auch als **biologisches Wesen**. Im 20. Jh. wurde eine Evolution für die Himmelskörper ausgebaut und hinzu trat die Evolution der **chemischen Elemente**. In der oft als Ewigkeit gedachten Geschichte des Weltalls mochten die in Zeugnissen, in 'Dokumenten' faßbaren Evolutionsgeschehnisse **nur ein Auschnitt** aus dem umfassenderen Gesamtgeschehen sein, aber eben ein recht deutlicher. und das vor allem für die sich an der Erdkruste abspielende **Erdgeschichte** und die fast zum möglichen Lebensanfang zurückführbare **Geschichte des Organismen**. Und **vor und hinter** diesem faßbaren Evolutionsgeschenen **mochte die Ewigkeit liegen**, wie HAECKEL formulierte (zit. bei W. VON SEIDLITZ 1920, S. 26). Mit der Annahme vom **Urknall** im 20. Jh. war dann die hinter dem bekannten Geschehen angenomme 'Ewigkeit' abgeblockt, hatte es diese nicht gegeben, sondern einen Uranfang voa allem?

## Die Evolution der Organismen

Am meisten hat die Biologie mit der Abstammungslehre, der Auffassung von der gemeinsamen Herkunft und der Umbildung der Lebewesen, später Evolutionstheorie genannt, in der weiteren Öffentlichkeit Aufsehen erregt.

Leben ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Auf einer glutheißen Erde, wie sie immer wieder seit KANT angenommen wurde, konnte es keine Lebewesen geben. Leben mußte einmal entstanden sein, wenn man nicht seine Herkunft aus dem Weltall annehmen wollte. In den Sedimentgesteinen der Erdkruste war nicht nur deutlich, daß immer wieder einmal neue Lebensformen auftraten, sondern auch eine Entwicklung in Annäherung an die heutigen Formen, eine "Höherentwicklung", stattgefunden haben muß.

Nachdem vor allem 1809 JEAN BAPTISTE DE LAMARCK 1809 sich über die

Evolution der Organismen geäußert hatte wurde diese Hypothese oft diskutiert, aber eher zurückgewiesen. Es sollte etwa an den zu erwartenden Zwischenformen in der Organismenabfolge fehlen Im Jahre 1859 hat CHARLES DARWIN (G. ZIRNSTEIN 1982) mit dem Buche "On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life" der Evolutionstheorie ihr weiterwirkendes wissenschaftliches Gesicht gegeben. DARWIN wurde am 12. Februar 1809 in der westenglischen Stadt Shrewsbury als Arztsohn geboren, begann 1825 das Medizinstudum in Edinburgh, versagte angesichts chirurgischer Operationen und studierte 1827 bis 1831 Theologie in Cambridge. Aufgefallen durch sein Interesse an Biologie, konnte er - auf eigene Kosten - vom 27. Dezember 1831 bis 2. Oktober 1836 an der Weltumseglung des Schiffes "Beagle" teilnehmen. Er sah hier einander ähnliche, verwandte Tiere in benachbarten Regionen oder mit etwas unterschiedlicher Lebensweise, so in Argentinien getrennt vom Rio Negro im Norden den Straußenvogel Nandu und im Süden den neu entdeckten Darwinstrauß sowie ähnliche und doch verschiedene Arten der Riesenschildkröten und der Erdfinken (Darwinfinken) auf den Galapagos-Inseln. Davon angeregt, sammelt er Material für die von ihm gefaßte Idee der Deszendenz (Evolution), der "Transformation" der Lebewesen. Modell der Evolution war ihm die Züchtung von Tieren und Pflanzen. Gemäß seinen Zuchtzielen wählte der Züchter spontan entstehende Varianten und gern auch größere Abänderungen aus. DARWIN wohnte ab 1842 in seinem Landhaus im Dorfe Down(e) in Kent, das er kaum noch verließ. Er starb am 19. April 1882. Gemäß LYELLs Aktualismus sollte Evolution auf noch vorhandene, erforschbare Vorgänge zurückzuführen sein: 1. die Übervermehrung, 2. die als erblich vermuteten Unterschiede zwischen den Individuen einer Art, also die **Variabilität**, 3. die unterschiedliche Überlebensfähigkeit dieser Variationen und damit die Auslese, die Selektion. Die **Selektion** als Faktor der Entwicklung, des Fortschritts, beeindruckte die Öffentlichkeit am meisten und aus ihr wurden Weiterungen auch für die Menschengesellschaft gezogen. Nicht vorhersehbar in Art und Intensität sollten die Variationen auftreten und die wechselnden Naturbedingungen sorgten für die Auslese. Nicht ein inneres Programm, sondern der "Zufall" bestimmte in starkem Maße die Entwicklung der Organismen, die auch anders hätte verlaufen, ja zum Abbruch hätte führen können.

"Ursache", "Grund" für die Dinge, wurde in der "Biologie", für die Lebewesen, zweierlei: 1. der **Sinn**, der **Zweck,** der **Nutzen** eines Teils oder einer Eigenschaft, wofür eine Struktur oder Vorgang entstand, in der Evolution, die **historische Komponente** in den Lebewesen (ultimate Ursache), 2. die **physiologische Voraussetzung**, die dem Funktionieren zugrundeliegenden physikalischen oder chemischen Vorgänge (proximate Ursache). RICHARD HERTWIG bemerkte 1906, daß etwa der "blinde Fleck" im Auge, das bei höheren Tieren kompliziertere Nervensystem als bei niederen und vieles andere nicht wie das Zustandekommen einer

chemischen Verbindung zu erklären sind. Diese Merkmale "tragen... die Merkmale historischen Geschehens. Wenn man sie causal erklären will, kann es nur auf dem Wege geschichtlicher, d. h. phylogenetischer Forschung geschehen" (S. 16). Dabei wollte R. HERTWIG die aktuelle Vorgänge mit exakten Methoden erforschende Biologie nicht gegen die historisch betrachtende ausspielen, sondern meinte, daß beide sich ergänzen. Die evolutionäre Betrachtung war das Neue. Aus diesen Bezügen leitete E. MAYR im 20. Jh eine "Autonomie der Biologie" namentlich gegenüber der Physik ab.

Evolution der Organismen wurde zum Paradigma für Evolution überhaupt, sofern man den Begriff überhaupt auf andere Bereiche so ohne weiteres übertragen durfte.

Zu einem DARWIN für manche diskreditierenden Begriff wurde der "**Sozaildarwinismus**", den von vielen und in seinen furchtbarsten Auswirkungen zu Recht abgelehnten **Kampf zwischen Menschen. Konkurrenzkampf**, Wettbwerb, vor allem in der Wirtschaft, das liberale Wirtschaftsdenken, ja auch der Kampf von angeblich höheren und niederen Rassen, ja Völkern wurden im England allgemein anerkannt. Und vor allem: **Das fand tatsächlich statt**. Es fand statt **vor, außer und neben DARWIN**. In dieses Geschehen griff DARWIN außer einem begrenzten Aktienbesitz nun wirklich nicht ein, nicht einmal in einer Theorie. Der bestehende Konkurrenzkampf und dessen Anerkennung als notwendig mag DARWIN die "Brille" gegeben haben, den Wettbewerb der Individuen und Arten in der Natur zu erkennen und so, neben WALLACE, die Rolle der Selektion für die Artenumbildung in der Natur aufzufinden. Man darf hierin wohl MARX (s. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 91) recht geben, wenn er meinte, daß DARWIN "von dem Existenzkampf in der Gesellschaft - dem kriegt aller gegen alle, bellum omnia contra omnes - dazu gebracht" wurde, "den Kampf ums Dasein als das beherrschende Gesetz des "tierischen" und "pflanzlichen" Lebens zu entdecken." Immerhin nun bei MARX: "entdecken", nicht erfinden, wie er 1860 gemeint hatte. Die viel beachtete **Theorie DARWINs** war eben leicht in eine **Schlagwort zu bringen** und so kam es zum Begriff des "Sozialdarwinismus". Der Zoologe OSCAR SCHMIDT trug 1878 auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Kassel in diesem Sinne vor, daß die damals noch der Gleichheitsutopien beschuldigten Sozialdemokraten mit ihrer Vorstellung von Menschengleichheit einer Illusion nachjagen. In Deutschland hätte man statt Sozialdarwinimmus ebenso den Terminus "Sozialhaeckelismus" erfinden können. Nur in wenigen Bemerkungen deutet DARWIN an, daß er auch für die 1859 von ihm noch ausgeklammerte Menschenwerdung Konkurrenz und Selektion annehmen kann, aber vor allem jene Menschengemeinschaften im Vorteil sah, in denen gegenseitige Hilfe bestand. Der Rassismus und der '**Rassenkampf**' wurden bei manchen Teil des Sozialdarwinismus. Im 20. Jh.

überwog bei manchen die Furcht vor einer Überlegenheit der 'mongoloiden' Ethnien und dem Unterliegen der Europäer im 'Rassenkampf'. HITLER meinte in härtester Weise gegen die überlegenen Juden kämpfen zu müssen. Aber Sozialdarwinismus war nicht nur das.

# Mikrobiologie – Mikroben im Naturgeschehen und als Krankheitserreger

## Mikroben im Naturgeschehen - diw großen Entdeckungen des LOUIS PASTEUR

Für die Begründung der Mikrobiologie, für die Erkenntnis der Rolle der Bakterien im Naturgeschenen war der große französische Forscher **LOUIS PASTEUR** der umfassende Geist. Er wae einer der ganz großen Wegbereiter in einigen Bereichen der zu erforschenden Natur. Durch sein Wirken wurde die dann auch von anderen weiter erforschte **Rolle der Mikroben in der Natur** in all ihrer **Vielfalt** erfaßt, Er übertraf an Vielseitigkeit auch ROBERT KOCH. PASTEUR erfaßte die großen Linien, aber leistete auch gediegene Arbeit im Detail, wenn etwa an die Aufklärung der Tollwut und die Tollwurimpfung gedacht wird.

Als durch Bakterien veursacht wurden nachgewiesen um 1858 **alle Gärung, Fäulnis, Verwesung** in der **Natur**, damit der von Bakterien in Gang gehaltene Kreislauf der Substanzen in der Natur. Manche lebten offensichtlich immer im Darm von Tieren und Menschen. Und etliche Arten wurde Erreger schwerer 'anstckender' Krankheiten. Auch höhere Pilze wirkten an vielem mit. Bakterien wie viele Pilze, Porlinge etwa, hielten sich aber nicht nur an abgestorbene organische Substanz, waren oder blieben **nicht nur Saprophyten**. Sie nährten sich auch oder nur an oder im lebenden höheren Organismus, wurden **Parasiten** und riefen als solche Krankheitserscheinungen hervor.

PASTEUR war am 27. Dezember 1822 in Dôle in Burgund als Sohn eines Gerbers geboren worden und vielleicht hat die durch das Gerben erfolgende Hemmung der Fäulnis des Leders seine Gedanken mit beeinflußt. Große Teile der Jugend verbrachte PASTEUR in Arbois. Er studierte Chemie in Paris, war 1848 Nationalgardist, wurde Professor der Physik am Gymnasium in Dijon, 1849 außerordentlicher Professor der Chemie in Straßburg, 1854 Professor in Lille, hielt sich zur Erforschung der Seidenraupen-Krankheit in Süd-Frankreich auf, erhielt 1867 ein eigenes Laboratorium an der Ecole Normale in Paris und arbeitete seit 1889, schon durch



Abbildung 1547: PASTEUR.Dole.

Schlaganfälle beeinträchtigt, an dem Pasteur-Institut. Er starb am 28. September 1895.

## Gärungsprozesse als Mikroben-veruracht

Es war LOUIS PASTEUR (s. a. u.), einer von Frankreichs ganz großen Forschern, der um 1857 endgültig klärte, daß durch Wirkung lebender Mikroben in der **Natur** und auch im Gewerbe oder Alltag die als **Gärung** zu bezeichnenden Prozesse und auch Fäulnis oder Verwesung ablaufen. PASTEUR fand auch, daß die Gärungs- und Fäulnis-Erreger nicht "spontan", durch Urzeugung entstehen. SolchenMikroben das Eindringen in eine bei 80°C oder gar 100°C gekochte und dann verschlossene Fleischbrühe oder Milch fernzuhalten, sichert ihre Haltbarkeit. Höchstens Sporen konnten dem entgehen. '**Pasteurisieren'** wurde das Verfahren genannt, Konserven hatte am Anfang des 19, Jh. NICOLAS APPERT schon hergestellt, aber wußte nichts von Mikroben. Die alkoholische Gärung erwies sich durch die Hefepilze bestimmt. Bei schon lange bekannten, ja viel benutzten Gärungen wurden mikrobielle Erreger bekannt: **Milchsäurebakterien**, vergären Kohlehydrate, etwa Malzzucker zu Milchsäure und das läßt aus Weiß- oder Spitz-Kohl das haltbare Sauerkraut entstehen, das schon die Antike, ja sogar das Neolithikum kannte, Bei der "**Buttersäuregärung**" entsteht etwa durch das damaks *Bacillus butyricus* genannte Bakterium, heute ein *Clostridum*, Buttersäure aus Zuckern



Abbildung 1548: PASTEUR-Geburtsstadt Dole.



Abbildung 1549: PASTEUR-Geburtshaus.




Abbildung 1550: Erinnerungstafel PASTEUR.



Abbildung 1551: PASTEUR. Arbois.



Abbildung 1552: Bei PASTEUR. Arbois.

oder Stärke. Durch Luft wurde Buttersäuregärung abgebrochen PASTEUR hatte also einen **anaroben** Organismus gefunden (Wikipdeia 2018). **Benannt** werden die Gärungs-Prozesse **nach den** erzeugten **Endstoffen**, also etwa 'Alkohol', Essigsäure oder Milchsäure, und nicht nach dem Ausgangsmaterial, etwa aus Zucker, bei der alkoholischen Gärung der Glukose.Gärungen müssen nicht nach nur einer einfachen Reaktion ablaufen. Bei der Alkoholgärung fand PASTEUR, daß etwa 3% des Gewichts vom Zucker Glycerin liefern, und diese. **Nebenprodukt-Bildung**, für die man sich etwa im Ersten Weltkrieg besonders interessierte. In solchen Abläufen und weil die durch Mikroben in Gang gesetzten Gärungsprozess mit Ausnahme etwa der Fäulnis **auch** manipuliert **rein chemisch**, im Laboratorium, etwa mittels anorganischer Katalysatoren, **ablaufen,** sah LIEBIG (1869) weiterhin ein **Argument gegen die Mikroben** als die entscheidende Ursache der Gärungen, jedenfalls auch die in Natur und auch bei den etwa Milchzucker bildendem Prozeß der Sauerkrautbidung. Eine wichtige, schon seit dem Altertum genutzte Gärung war die Umwandlung von Wein, also einer Ethanol enthaltenden Lösung, in "Essig"(säure), die bei Luftzutritt stattfindet: die **Essig-Gärung**, durch *Acetobacter aceti*, bei PASTEUR *Mycoderma aceti*, geklärt, 1864 durch PASTEUR geklärt. Auch hier hat LIEBIG noch 1869 der bei der Umwandlung von Alkohol/Wein in Essig auch von ihm anerkannten, "Essigmutter", also dem auftretenden "Pilze" resp. "Ferment", nur eine sekundäre Rolle zugesprochen, als ein Medium, das neben anderen Medien Sauerstoff auf den Alkohol übertragen kann. Das Buchenholz als solches sollte die Sauerstoff-Übertragung ebenso bewirken können, und die auf dem Holz lebende "Essigmutter" war dafür nicht unbedingt nötig, ja durch Zuwachsen der Holzporen sogar schädlich. Luft, Sauerstoff war auf jeden Fall bei der Essig-Bildung erforderlich, nur dann lebt und wirkt auch die "Essigmutter", die nicht "untergetaucht" existiert. Auch gibt es aber katalytische Prozesse, mit fein-

verteiltem Platin etwa, die Alkohol in Essigsäure verwandeln. Wie LIEBIG (S. 146) zusammenfassend schrieb: "... die Essigbildung aus Alkohol" ist "nicht bedingt ... durch einen physiologischen Proceß; die Essigsäure ist nicht ein Product der Mycoderma aceti, sondern das Product eines Oxydadtionsprocesses." Auch hier lag ein Beispiel vor für das **Problem von Koinzidenz und Kausalität**, also von **Zusammenvorkommen und Ursache-Wirkungs-Verhältnis**. Zumindestens oft war bei der Essig-Bildung die "Essigmutter" dabei, aber sie wurde nicht unbedingt, also von LIEBIG nicht, als die Ursache der Essig-Bildung jedenfalls unter Naturbedingungen anerkannt. Ein Beispiel aus viel späterer Zeit: Wasserstoff bildet mit Sauerstoff Knallgas und das Gemisch kann entzündet werden und es entsteht Wasser. Aber es fanden sich auch Bakterien, die Wasserstoff und Knallgas langsam verbinden. Rein chemisch im Laboratorium wie an anderer Stelle durch Mikroben kann derselbe Vorgang, die Synthese von Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff ablaufen.

Zunehmend gelang etwa durch BREFELD und, für Hefen, durch HANSEN, **Reinzüchtung** von Mikroben und so konnten so die technisch genutzten Gärungsprozesse zunehmend störungsfrei betrieben werden (DELBRÜCK 1902). Verschiedenste Hefe-Kulturen hielt die Weinbaustation Geisenheim, zahlreiche Reinhefen die wissenschaftliche Brauerei in München, die Mikroben für Butter- und Käse-Bereitung die Milchwirtschaftliche Station in Kiel.

Gärungen, und das machte sie dann besonders interessant, ließen sich in verschiedener Weise beeinflussen, konnten zur Produktion anderer Substanzen wenigstens in gewisser Menge umgelenkt werden. Milchsäure kann durch veschiedene Bakterien in verschiedener Weise erzeugt werden.

Später wurden unter dem Begriff "Gärung" auch die Stoff-Abbauprozesse im Organismus bezeichnet, die ohne Sauerstoff-Verbrauch vor sich gehen. Das solche Prozesse vor sich gehen, hatte vor allem auch PASTEUR erkannt. Dieser Begriff der "Gärung" fällt dann nicht mit dem technologischen Prozeß der Gärung zusammen, denn etwa die "Essigsäure-Gärung" erfordert Sauerstoff (E. BRODA 1974).

Die einzelnen Arten der Kleinstlebewesen sollten erkannt werden. Vor allem durch PASTEURs Untersuchung wurde nachgewiesen, daß sie **nicht durch Urzeugung**, sondern nur aus ihresgleichen, durch Teilung entstehen. Es war schon bekannt, daß unter Verschluß gekochte Fleischbrühe bei fortbestehendem festen Verschluß konserviert blieb. Aber es wurde nicht auf die Abtötung der Mikroben, sondern auf den Nichtzurtritt von Luft zurückgeführt, was Urzeugung ausschlösse. PASTEUR suchte zu beweisen, daß nicht die Luft als solche dafür zuständig ist, sondern in der Luft mitgeführte Mikoben. PASTEUR benutzte mit schwanenhalsartig gebogenem Ausgangsrohr versehene Flaschen, zu denen Luft Zutritt hatte, aber MI-

kroben wegen der Biegungen im Rohr schwer bis zum Flscheninneren ordringen konnten und fand mit der Erhaltung des Materals am Grunde der Flaschen schon dadurch gewisse Bestätigung von der Notwenigkeit des Mikrobenzutriits für Materialzersetzung. In der Schweiz kochte er in fest verschließbaren Gefäßen hefehaltiges Zuckerwsser. In Höhen unter 2000 m verdarb der Inhalt nach Öffnung der Gefäße. schon unterschiecllich je nach Höhe. Auf 2000 m Höhe, auf dem Mer de Glace beim Montblanc war von 20 solcher geöffneten Gefäße mit dem konservierten Inhalt nur eine von der Veränderung betroffen (alles Wikipedia 2018). In der kalten sauberen Höhenluft waren nur ganz wenige Mikroben zu erwarten gewesen und das Ergebnis entsprach dem: Wo sich keine Mikoben, keine Keime, in der Luft befinden, dort gibt es es keinen Abbau von abgekochtem Material von Lebewesen oder von abgestorbenen Organismen überhaupt. Im Eise der Arktis und Antarktis bleibt abgestorbene organische Substanz frisch, ob Bananenschalen oder auch Menschenleichen. Chemische Prozesse generell sind oft bei niederen Temperaturen ebenfalls meistens gestoppt oder verzögert.

Bei allen Forschungen über Mikroben, ob als Verursacher von Stoffveränderungs-Vorgängen oder als Krankheitserreger, war das Fernhalten unkontrolliert in die Versuchsapparate oder Versuchsorganismen eindringender fremder Erreger höchstes Gebot. Alle Fremdorganismen konnten falsche Ergebnisse liefern und das geschah oft genug.

Auch Vorgänge im **Erdboden**, so die Stickstoff-Bindung oder die Methan-Entstehung, wurden von anderen Forschen (s. u.) bald als durch Mikroben/Bakterien bedingt festgestellt.

# Medizin - immer mehr auch in Verbindungen mit den Naturwissenschaften, so der Biologie

Ohne die moderne Medizin und Hygiene und namentlich die Mikrobiologie hätte weiterhin eine massenhafte Auslese unter den Menschen stattgefunden und hätten viele kaum die Kindheit überlebt und ein hohes Alter nicht erreicht.

## Frühe Auffassungen über Contagien

Mit FRACASTORO im 16. Jh. gab es die **Hypothese von 'Contagien'** ('Contagium'), wonach vermehrungsfähige und sich ausbreitende Partikel Krankheiserreger sind. ATHANASIAS KIRCHER glaubte sogar, im Blute Pestkranker unter dem Mikroskop 'Pestwürmer' gesehen zu haben, sprach von seiner "nova doctrina",

hatte sich aber offenbar von roten Blutkörperchen täuschen lassen (A. STETTLER1979). **Gegen die Ausbreitung der Pest** wurden seit dem 16. Jh. zahlreiche Maßnahmen ergriffen, die auf der Annahme einer Ausbreitung beruhten. Es gab Verordnungen über die Isolierung on Erkrankten, die Reingung der Kleidung. An der **Ostgrenze der Habsburger Monarchie** wurde unter Kaiser KARL VI. ab 1728 ein 1.900 km langer durchgehender **Kordon** eingerichtet, an der Reisende sich einer Qurantäne unterziehen mußten, Waren gereinigt, Briefe geräuchert wurden (H. SCHMÖLZER 1988, S. 153 ff.). Und in der Tat wurde Wien nicht noch einmal von der Pest erreicht. Im frühen 18.Jh. vertrat die Auffssung von Mikroparasiten CARLO FRANCESCO COGROSSI, Medizinprofessor an der Unierversität Padua. Und von Mikroparasiten sprach auch der Wiener Mediziner MARCUS ANTONIUS SPLENCIC (F. LÖFFLER 1887).

## Mangelnde Hygiene als Seuchen-Reservoir

Schmutz, unsauberes Trinkwasser, Abwasser - zunehmend sah man in ihnen eine Seuchen-Ursache. Sie waren, um auf ein viel späteres Zitat in anderem Zusammenhang von O. WARBURG (zit. b. H. KREBS 1979, S. 39) vorwegzunehmen '**entfernte** Ursachen' einer Krankheit, und die dann gefundenen Erreger, die '**letzten**' Ursachen. Ohne die 'letzte Ursache', den parasitären Erreger, konnte eine Infektionskrankheit nicht ausbrechen, auch wenn man im Dreck lebte, was manchmal Hygiene als zweitrangig erscheinen ließ.

Die "**Rinnsteine**", wie in Berlin, waren zuweilen recht tiefe Gräben, also nicht nur "Steine", die zwischen dem Bürgersteig und der eigentlichen Straße, dem "Fahrdamm", den Bürgerstein straßenwärts begegleiteten, "tiefe, gemauerte Gräben am Rande des Bürgersteiges" (B. H. BÜRGEL 1919, S. 20). Sie konnten nicht von allen einfach übersprungen werden. Auf Holzbohlen überschritt man sie. Von den Häusern her durchquerte ein bedeckter Abfluß den Bürgersteig und in ihm floß, natürlich meist träge, das Abwasser des Hauses in den Rinnstein. Wie der Mediziner NAUNYN (1925, S. 16) in seinen Erinnerungen schildert: "Aus der Haustür jedes Hauses führte ein mit hölzernen Bohlen bedeckter Abflußkanal das Abfallwasser des Hauses in die berühmten Berliner Rinnsteine, die den Fahrdamm von den Bürgersteigen schieden. Die Bürgersteige aber lagen um vierzig bis fünfzig Zentimeter oder mehr über dem Fahrdamm, und so bildeten die Rinnsteine schon für gewöhnlich ein nicht leicht zu überschreitendes Hindernis; vor der Einfahrt jedes Hauses waren sie durch eine ziemlich hohe hölzerne Fahrbahn überbrückt. Mehrmals in der Woche, später alltäglich, wurde in den Vormittagsstunden dieses gesamte Kanalsystem einer Reinigung unterzogen; die Düfte, die dann die Straße erfüllten, waren unsagbar! Der Schlamm, der nach Lüftung der Bohlenbelege

herausgekehrt und geschöpftg war, wurde in künstliche angelegte Schlammteiche neben den Rinnsteinen aufgestaut, um im Laufe des Tages von städtischen Wagen abgeholt zu werden. ..." Vollgefüllt nach Regengüssen konnten ein "Kind bequem in diesen Rinnsteinen ertrinken" (B. H. BÜRGEL 1919, S. 20).

Akzeptanz der Mikrobiologie oder nicht: VIRCHOW hat als Stadtverordneter in Berlin die Hygieneverhältnisse gewaltig verbessern geholfen. Er setzte die Kanalisierung für die Abwasserableitung und setzte die Rieselfelder durch (F. TRENDELENBURG 1924), die JAMES HOBRECHT nach englischen Erfahrungen plante und anlegen ließ (Wikipedia 2019). .

Für **Stralsund** berichtet die auf Rügen aufgewachsene spätere Ärztin FRANZISKA TIBURTIUS (1923, S. 25) aus der Zeit im 1850: "... von Kanalisation war natürlich keine Rede; nur einige wenige Quellbrunnen existierten, von denen das Trinkwasser aus allen Teilen der Stadt geholt werden mußte; - der beste auf dem Hof des Johannisklosters; - das sogenannte Nutzwasser, zum Scheuern und Putzen, wurde durch ein von vier Pferden getriebenes Göpelwerk aus den Teichen in die Stadt gebracht, - unfiltriert, - und bei dem mangelnden Verständnis eines großen Teiles der Einwohner war die Verwendung für die Küche nicht zu hindern, trotzdem es abscheulich schmeckte; so ist nicht zu verwundern, daß typhöse Erkrankungen an der Tagesordnung waren, - das "Stralsunder Fieber" war bekannt ..."

Wasser - nun wohl auch auf jedem Dorfe selbstverständlich. Aber der auch um die Geographie verdiente KARL FRIEDRICH VON KLÖDEN (1835, S. 11) fand um 1830 im Höhenzug des Fläming in der südlichen Mark Brandenburg "Dörfer, wo der Schulze täglich den Bewohnern das Wasser aus dem einzigen Brunnen zumißt und ihn dann verschließt, und Mancher stirbt, der im Leben nicht gebadet hat, weil er über so viel Wasser nicht gebieten konnte, als dazu erforderlich ist. ..."

In dem in Meeresnähe liegenden **Venedig** waren zumindestens die abseitiger liegenden Kanäle sehr verdreckt und H. CHR. ANDERSEN (in 1964, S. 623) erlebte: "... die Kanäle führen schmutziges Wasser mit sich, in das sich alle Hausabfälle ergießen und in dem Kohlstrünke, Salatblätter und wer weiß was für Dinge Herumschwimmen; Wasserratten blicken zwischen den Ritzen der Häuser hervor, ..."

Gerade die **Cholera**: Nach G. F. L. STROMEYER (1875, S. 211), Chirurg in Hannover, starben in **Halle**/Saale 1850 gegen 4000 Menschen an dieser Krankheit, "viel mehr als in den schleswig-holsteinischen Feldzügen —" H. CHR. ANDERSEN (in 1964, S. 618) berichtete von 1853 vom Choleratod in Kopenhagen: "Der Todesengel ging in Kopenhagen von Haus zu Haus,..." und er verlor Bekannte und Freunde. Aus betroffenen Häusern zog man aus. "... auf dem Lande ... bleiben' hieß der Rat. Wohl dem, dem es möglich war. Und die Cholera (G. F.

L. STROMEYER 1875)) wütete wieder in Halle 1866, wie allerdings andernorts in Deutschland auch. Erst nach 1866 hat man begonnen die Hygieneverhältnisse in Halle zu bessern. "Glück auf dazu!" spottete STROMEYER und meinte: "Die deutschen Universitätststädte sind in dieser Beziehung ein schlagendes Beispiel, wie weit bei uns die Wissenschaft und ihre Anwendung auseinander liegen."

London wurde von der **Cholera** heimgesucht 1832, 1848/49,1853/54. Hier konnte JOHN SNOW (W. F. BYNUM 2013) wahrscheinlich machen, daß Faeces über schmutziges, faules Wasser Cholera übertragen. Im August und September 1854 kartierte er, in welcher Entfernung 600 verstorbene Choleraopfer in Soho in Nähe zu einem Brunnen wohnten, aus dem sie Wasser holten und dessen Wasser sie getrunken hatten, hier, wo auch ein offener Abwasserkanal mündete. Zuerst 1849 und wieder 1855 veröffentlichte SNOW seine Ergebnisse in 'On the Mode of Communication of Cholera'. Daß die Erreger von durch den Mund, 'oral', mit Nahrung oder Wasser, aufgenommenen Erregern noch in der Mitte des 19. Jh. mitten in **Berlin** wie in ihrem Paradiese leben konnten, erfahren wir von dem späteren Mediziner FRIEDRICH TRENDELENBURG (1924, S. 25), wenn er in Erinnerung ruft: "Auf den Höfen stand die Pumpe nicht weit von der Abtrittsgrube, auf den Straßen neben der Gosse, in die das Schmutzwasser aus Haus und Küche hineingeschüttet wurde. Wenn die ersten Cholerafälle gemeldet wurden, herrschte allgemeine Angst, wir Kinder bekamen strenge Anweisung, kein rohes Obst zu esen und kein Wasser dazu zu trinken, ..."

Mit der Erkenntnis der Mikroben als Krankheits-Ursache und dem Wohlleben mancher Mikroben unter unhygienischen Umständen mußte der Müllmann, der Mann der Müllabfuhr, so wichtig werden wie der Arzt. Gegen Massen von Ratten kann auch der Arzt nur verzweifeln. Mag der studierte Arzt zu Recht mehr verdienen als der Müllmann, im Ansehen sollte man beide gleich ehren.

## Die Hypothesen: Miasmen als Krankheitsereger oder Contagien

Bis es zu den Erkenntnissen über die krankmachenden Mikroben durch PASTEUR und KOCH im 19. Jahrhundert kam, war ein langer Weg des Suchens und Nachdenkens über das Zustandekommen von Epidemien und der Ansteckung überhaupt zurückgelegt worden. Besonders aufregend war, als 1832 und wieder 1836 die Menschen in Europa namentlich in Städten durch die **Seuchenzüge der Cholera** in Angst versetzt worden. Nach der **Ursachen** dieser und anderer Seuchenzüge wurde verständlicherweise gesucht. Ursache der Cholera und anderer Seuchen sollten etwa "**Miasmen**" sein, Ausdünstungen aus Sümpfen, Faktoren also der Umwelt,

deren Aufteten zahlreiche Menschen gleichzeitig erkranken ließ und so eine Epidemie hervorbrachte.

Auch VIRCHOW war 1848/1849 noch der Ansicht, daß es die schreckliche Armut und die damit verbundene Verkommenheit der Menschen in Oberschlesien war, welche dort die Ausbreitung "Typhus-Epidemie" bwirkte: ... daran läßt sich jetzt nicht mehr zweifeln, daß eine solche epidemische Verbeitung des Typhus nur unter solchen Lebensverhältnissen, wie sie Armut und Mangel an Cultur in Oberschlesien gesetzt hatten, möglich war" (1849, S. 307). Das zeugte nicht gegen Mikroben als Krankheitserreger, beschrieb aber, und nur das sah damals VIRCHOW, die Umstände, **die Verhältnisse, die Umwelt,** unter denen sich solche **Erreger vermehren und ausbreiten**.

Die Unsicherheit über die Ursachen der Seuchen ließ Bekämpfungsmaßnahmen, etwa Quarantäne, immer wieder nur halbherzig anordnen und befolgen. Gab es dann keine Eindämmung einer Seuche, schien die Annahme von lebenden Erregern zweifelhaft, ja widerlegt. Um 1846 hat diesen Übelstand auch der Mediziner JAKOB HENLE schön vermittelt, daß "so wenige Beobachtungen so angestellt und erzählt sind, daß sie mit Zuversicht benützt werden könnten. Es gibt in dem ganzen Gebiet kaum eine Behauptung, die nicht auf Erfahrung gegründet und wieder durch Erfahrung widerlegt wäre" (Ausgabe 1910, S. 86). DARWIN beim Zusammentragen von Züchtermitteilungen für seine Evolutionstheorie ging es nicht anders - **angebliche Beobachtuingen sind ungenau, ja widersprechen sich häufig**. Eine begründete, exakte Wissenschaft läßt sich auf diesem Wege nicht aufbauen.

## Kontagien-Lehre mit Einschränkungen

Ab der 50er Jahre des 19. Jh. rückte die **Contagienlehre**, die Verbeitung von ansteckenden Krnakheiten durch lebende oder andere Fakoren nach vorn. Gefunden wurde, daß die **Krätze** durch eine unter geringer Vergrößerung sichtbare Milbe hervorgerufen wird. Das war wie ein parasitischer Wurm ein immerhin fast sichtbarer Parasit, aber zu fragen war. wo denn die Größe von Parasiten nach unten enden müsse. Um 1837 entdeckte AGOSTINO BASSI, daß die "miasmatisch-contagiöse" **Krankheit der Seidenraupe** durch einen Pilz verursacht wird. Im Jahre 1839 beschrieb JOHANN LUCAS SCHOENLEIN (E. H. ACKERKNECHT 1964) einen Pilz als Erreger der Hautkrankheit **Favus.** In der Mitte des 19. Jh. waren größere Parasiten, so unter den Würmern, in ihrem Lebenszyklus studiert worden. Winzige Erreger versuchte man in Staub nachzuweisen. Daß gegenwärtige Epidemien zur Ursachenfrage beitragen konnten, erwies der dänische Mediziner PETER LUDVIG PANUM, der 1846 bei einer auf den Färöer-Inseln ausgebrochenen Masern-Epidemie als Arzt dabei war. Während von den 7782 Einwohnern der Färöer-Inseln

gegen 6000 erkrankten, war es immerhin gelungen, etliche Orte durch "Ortssperre" von den Masern zu verschonen. Hätte sich die Krankheit "miasmatisch" über die Atmosphäre verbreitet, wäre es kaum möglich gewesen, irgendwo auf dem Inselarchipel Leute davor zu schützen. Daß durch Isolierung krankheitsfreie Orte geschaffen wurden, es möglich war, "der Krankheit hier die Thür" zu "verschliessen" (S. 510), sprach für die "rein contagiöse Natur der Masern" (S. 511). Noch ließ er offen, was das Contagium sei. Diskutiert wurde andererseits ob die krankmachenden **Erreger immer wieder neu durch Urzeugung** entstehen können und dann die Isolierung Erkrankter wenig Sinn hat, oder ob Krankheitserreger **nur durch Vermehrung** aus ihresgleichen entstehen. PANUM fragte 1847 noch, ob die Masern unter ganz besonderen Umständen spontan, durch eine "Art generatio aequivoca" (S. 512) entstehen könnten, was ebenfalls eine sichere Bekämpfung durch Isolierung aller Erkrankten beeinträchtigen mußte. Das sollte, wie der Erfolg der Isolierungsmaßnahmen zeigte, jedoch höchstens unter ganz besonderen Umständen anzunehmen sein.

Kleine Fäden im Blute milzbrandkranker Kühe sah unter dem Mikroskop unter anderem der Arzt ALOYS POLLENDER (H. MÜLLER 1929, H. SCHADEWALDT 1975), der den Befund allerdings erst 1855 publizierte. Dem war vorangegangen um 1850 der französische Arzt PIERRE FRANÇOIS RAYER, dessen Mitarbeiter DAVAINE später die Priorität für die Entdeckung forderte. Frage blieb, ob die gesehenen offensichtlichen Mikroorganismen wirklich Ursache oder nur Folge der Erkrankung mit Milzbrand sind.

Tragisch ging es in Wien in der Gebärklinik zu, wo der 1818 in Buda geborene IGNAZ SEMMELWEIS (TH. BÜHRKE 2012, S. 154 ff.) tätig war. In der Abteilung, wo Ärzte, auch junge, den Geburtsakt bei den Wöchnerinnen durchführten, starben zahlreiche der jungen Frauen am '**Kindbettfieber**'/Puerperalfieber/Pueralsepsis, 1846 459 das waren 11% der Gebärenden, im "schlimmsten Monat April 1847" sogar mehr als 18%, fast jede gebärende 5. Frau. In einer zweiten Abteilung der Gebärklinik waren nur Hebammen tätig und hier gab es deutlich weniger Todesfälle, 1846 gab es hier 105 tote Mütter, 2,6%. Selbst bei Hausgeburten und Gassengeburten, wo keine Ärzte mitwirkten, war die Todesrate niedriger als in der Arztabteilung der Gebärklinik. Woran mochte das liegen? An unterschiedlicher Luftqualität? An der Ausrichtung der Gebärsäle an die Himmelsrichtung? SEMMELWEIS bemerkt, daß die als Geburtshelfer wirkenden Ärzte auch fortlaufend Leichensektionen durchführten, auch am Kindbettfieber Gestorbenen. Sie wuschen sich die Hände mit Seife, aber der 'cadaveröse' Geruch verschwindet an den Händen nicht. SEMMELWEIS ordnet für die an Gebärteilen der Frauen wirkenden Ärzte an, wie bisher schon die chirurgischen Instrumene auch die Hände mit verdünnter Chlor-Lösung oder später aus Kostengründen mit dem billigeren

Chlorkalk zu waschen. Die Todesrate sinkt, auf durchschnittlich 3%, später auf 1,3%. Seltener also hört SEMMELWEIS nun vor seiner Tür das Glöckchen, wenn der die Sterbesakramente spendende Kirchendiener vorbeizieht. Ein starker Beweis ist für SEMMELWEIS, daß der viele Leichen sezierende befreundete Kollege JAKOB KOLLETSCHKA so ähnlich stirbt wie die Wöchnerinnen, KOLLETSCHKA an sicherer Leichenvergiftung. **Von Bakterien weiß man 1847** noch nichts. SEMMELWEIS sah nicht nur 'Cadavertheile' als gefährlich, sprach von 'zersetztem, tierisch-organischen Stoff' (S. 161). Klinikdirektor KLEIN will von Schuld der Ärzte nichts wissen, will SEMMELWEIS entlassen. Für SEMMELWEIS publiziert HEBRA, zu SEMMELWEIS stehen die großen Anatomen ROKITANSKY und, so im Oktober 1849 vor der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, SKODA (S. 162). Aber noch kann die richtige Ansicht nicht siegen, stirbt der nach Budapest zurückgekehrte SEMMELWEIS 47-jährig 1865. **Tatsachen sehen** und **sortierendvergleichen** - das war der Weg, der dem Arzt nicht fremd sein sollte,

Unabhängig von der Kenntnis einzelner Mikrobenarten, wie es sich für den Milzbrand andeutete, hat JOSEPH LISTER Wunden mit der offensichtlich Mikroben zerstörenden Carbolsäure behandelt, und so die **antiseptische Wundbehandlung** eingeführt. Er war dazu angeregt worden durch PASTEURs Entdeckung, daß Fäulnisvorgänge durch Mikroorganismen bedingt werden und Eiterung und Sepsis mochten als Fäulnis anzusprechen sein. Chirurgische Operationen wurden dadurch sicherer und durch die Einführung der Narkose weniger qualvoll. Die in Anatomie wohlausgebildeten Chirurgen wußten, wohin sie schneiden mußten. Auf die gelungene Operation folgte wegen der Sepsis jedoch oft der Tod. Leider war oft berechtigt der Ausspruch "Operation gelungen, Patient tot!" Etwa im Leipziger alten Jakobshospitel überlebte kaum ein Oberschenkelamputierter (TH. RUMPF 1915, S. 14 / 15). J. LISTER (E. DOLMAN 1973) wurde am 5. April 1827 in einer Qäkerfamilie in Upton in Essex als Sohn eines begüterten Weinhändlers geboren. Er studierte Medizin in Edinburgh, wurde 1859 Professor der Chirurgie in Glasgow. LISTER (1896) erfuhr 1864, daß der Chemiker A. CARLISLE stinkende Abwässer mit Carbolsäure, also 5-prozentige wäßrige Phenol-Lösung, geruchlos gemacht hatte. Fäulnis-Organismen starben augenscheinlich. LISTER versprühte die nicht ungefährliche Carbolsäure in den Operationssälen in großer Menge und, wie der ihn besuchende deutsche Mediziner OTTO KÖRNER (1920, S. 71) gesehen hatte, "überschwemmte" er das "Operationsgebiet ... mit einer wahren Flut von Karbollösung." Da er mit der Carbollösung wohl annahm, den Mikroben den Garaus gemacht zu haben, "operierte" er zumindenstens bei dem Besuche von KÖRNER "im Gehrock, ohne Schürze oder Mantel und ohne sich vorher die Hände zu waschen." CARL THIERSCH in Leipzig benutzte als Antiseptikum 1867 die unbedenklichere **Salicylsäure**. Ziel wurde nicht mehr nur Antisepsis, also Abtötung der Mikroben, sondern **Asepsis**, das mögliche Fernhalten der Mikroben von vorn-

herein. Dazu hatte sich der Operateur und seine Begleitung auch entsprechend zu bekleiden. Der hochgeehrte LISTER starb am 10. Februar 1912, eher ein Vorläufer der bakteriologisch ausgerichteten Medizin, aber doch für viele Patienten die Rettung.

Noch nicht mit direkter Bezugnahme auf die entstehende Bakteriologie war auch die 1881 veröffentlichte Entdeckung des Gynäkologen CREDE´ (G. LEOPOLD 1899) in Leipzig, daß der gefürchteten, oft zur Erblindung führenden Augenentzündung von Neugeborenen begegnen werden kann, indem man in jedes Auge eines soeben geborenen Kindes eine 2-prozentige Höllensteinlösung, also Silbernitrat, tröpfelte.

Zur Erkenntnis über die Ursachen der Seuchen wurde auch die Wege über die '**Seuchengeschichte',** so durch FRIEDRICH SCHNURRER 1823/1824 und später VIRCHOW, und die Untersuchung der Bindung mancher Krankheiten an bestimmte Regionen, vielleicht durch Erkenntnis bestimmter dortiger Umweltfaktoren, die **'Geomedizin'** versucht,

"**Geomedizin**" betrieb SCHNURRER 1811 in seiner "Geographische Nosologie", 1856 ADOLF MÜHRY. ARON SIMON HIRSCH, getauft auf den Namen AUGUST HIRSCH (E. BECK 1961), veröffentlichte 1859 ein zweibändiges "Handbuch der Historisch-Geographischen Pathologie", in dem er 15.000 literarhistorische Notizen über Krankheiten in aller Welt verarbeitete, sowohl über "akute Infektionskrankheiten" wie über "chronisch-konstitutionelle". Kröpfe, also Schilddrüsen-Vergrößerungen, waren immerhin an Gebirgsländer gebunden und fehlten an Küsten.

Gegen Miasmen schien zu sprechen, daß dieselben epidemischen Krankheiten bei verschiedener Witterung dieselben Tierarten befallen und denselben Verlauf nehmen, dieselben Krankheitsbilder zeigen.

## Unzureichende Quarantäne-Maßnahmen und fortdauernde Diskussion über Faktoren für Seuchen-Entstehung

Der Biologe K. E. VON BAER in Königsberg erlebte, wie Städte wegen drohender Cholera von der Außenwelt isoliert werden sollten. Wegen der Handelsbehinderung gab es Einspruch. VON BAER (1865, S. 507) berichtet: "In Berlin war man aber mit der Aufhebung der Sperre sehr unzufrieden, da man durchaus die Hauptstadt geschützt wissen wollte. In Königsberg dagegen waren die Behörden jetzt bemüht, die Nutzlosigkeit und Unausführbarkeit aller Sperrmaassregeln bei dem in unsern Tagen bestehenden Verkehr darzuthun." In von Cholera befallenen Städten gab es

auch wo nötig "Absperrung der Straßen und Häuser" und in Nürnberg wurde ein "Cholera-Spital außerhalb der Stadt, in der sogenannte Johannis-Kaserne, errichtet, und zur Hinschaffung der Kranken wurde eine Art von Körben verfertig, deren Anblick für manche nicht minder fruchtbar war als die Krankheit selbst (F. W. VON HOVEN in 1984, S. 266/267) Als in Frankreich auch bei allem Fehlen von Sperrmaßregeln die Cholera nicht aus den nördlichen in die südlichen Teile vordrang, sprach auch das angeblich gegen ihre "Contagiosität". Wie sehr ungeachtet aller Beachtung der möglichen Bedingungen der Cholera-Ausbreitung kein Bild zu gewinnen war schildert KASPAR VON STERNBERG (in 1868, S. 156) zur Cholera ab 1831. Kamen Leute aus Gebieten mit Cholera in die Nähe der Besitzungen des Grafen VON STERNBERG, Brezina in Nordwest-Böhmen, gab es doch dort, aber eben dort, keine Ansteckung. Ein Knabe, der anderswo gewesen war, starb in einem Dorfe an Cholera, steckte aber niemanden an. Von 3 Kindern, die in einem Bett schliefen, starb eines an Cholera, die beiden blieben gesund. Und: "Die Aerzte und Nichtärzte haben viel unnütze Worte über das Contagiose und nicht Contagiose dieser Krankheit verschwendet und nicht erwiesen, weil sich merkwürdige Beispiele für und wider beide Meinungen anführen lassen, wie dies wohl auch bei Masern und Scharlachfieber oft der Fall ist." Offensichtlich schien "die Empfindlichkeit für Ansteckung" "individuell" ganz verschieden sein. "In geschlossenen Räumen, engen Strassen, niederen Wohngebäuden, wo mehrere Menschen zusammenwohnen, hat sich die Krankheit am schnellsten verbreitet, doch auch nicht ohne Ausnahme. Menschen, die viel mit Wasser arbeiten, Wäscherinnen, Kattunfärber, sind verhältnissmässig mehr gestorben als von anderen Gewerben." Auch Arme, solche ohne Fleischkost, starben mehr, wenn man von Schweinefleisch absehe. Und es heißt fernerhin: "Von einer Ansteckung durch blossen Umgang in freier Luft ist mir kein Beispiel bekannt." Zweifelhaft mag erscheinen: "Furcht und Besorgnis hat aber manche Menschen umgebracht." Nicht Berührung, sondern Wasser schien als Ausbreitungsquelle nahezuliegen. Aber klar wurde das nicht. 1836 (S. 185) wurde es mit Erfahrungen nicht besser: Nach dem Tode dreier Personen in einem Hause: "Von Krankenwärtern, die eigens bestellt waren, starb Niemand. Kinder starben, die Eltern blieben gesund; Eltern starben, die Kinder blieben gesund ..." Und 1836 zweifelt VON HOVEN (in 1984, S. 267) an der die Ansteckung, die im Falle der Pest eineutig war, weil die Cholera "nicht allmählich von einem Ort zum andern fortschreite", sondern "bald diesen, bald jenen überspringe, um einen entferntern desto ärger heimzusuchen, ..." VON HOVEN (in 1984, S. 267) überlegte auch, "die Ansteckung sei vielmehr *psychisch* als Wirkung der Furcht vor der Krankheit oder des Entsetzens über den Anblick eines Kranken als vermittelst eines übertragenen *materiellen Stoffes* erfolgt. - "

Der mit den Ursachen einer Krankheit nicht vertraute Arzt war auch der hilflose Arzt. Er wagte sich, wie der Mediziner ERNST VON LEYDEN (1910, S. 14) von

seiner Jugend in Danzig berichtet, etwa nicht in die Nähe der Cholerakranken, gab "Verordnungen von der Tür des Zimmers aus", in Unkenntnis, daß nur über das Trinkwasser er sich hätte angestecken können.

Es wird aus alledem deutlich, welcher Segen es war, als Erreger zahlreicher ansteckenden Krankheiten zunehmend gefunden wurden und es eine Ätiologie dieser Krankheiten gab. Das 19. Jh. war in dieser Hinsicht als ein **Jahrhundert des großen** und auch bleibenden **Fortschritts in der Medizin**.

## Krankheitserreger umstritten

Umstritten blieb, ob **alle Krankheitserreger nur einer einzigen**, in verschiedener Gestalt erscheinenden **Species** angehören, eine als "**Pleomorphismus**" bezeichnete Auffassung. Dieser Ansicht hingen bedeutende Medziner und auch Botaniker an. Bei ihrer Züchtung von Mikroben waren immer wieder verschiedenste Formen zusammen oder nacheinander aufgetreten. Sie glaubten andererseits für die angestrebte Isolierung einzelner Formen ausreichend sauber gearbeitet zu haben und sahen in der Vielheit von auftretenden Formen das Ergebnis ihrer Umwandlung. Der Jenaer Botaniker ERNST HALLIER hatte etwa 1868 gewiß die pflanzliche Natur der "Contagien" betont, aber seine Kulturversuche schienen den Pleomorphismus der Formen zu bestätigen.

Ebenfalls der unruhige EDWIN KLEBS (P. ERNST 1914) sah in Mikroben die Ursache von manchen Krankheiten, ja galt als führender Mediziner für die Ursachenfragen. Er führte die Gallerte aus der Blase des Fisches Hausen als Nährboden für Mikroorganismen ein. Reinkulturen jedoch mißrieten ihm. Er führte alle Wundinfektionen auf ein einziges Bakterium "Coccobacteria septica" zurück. Sein Schüler O. LUBARSCH (1931, S. 48) bewunderte die Begabung von KLEBS, aber bemerkte auch, daß ihm zu Größerem fehlen Geduld und Selbstkritik. BERNHARD NAUNYN (1925, S. 223) beobachtete: "Solange es sich um das bloße Auge handelte, war er der ruhige Forscher, unter dem Mikroskop aber wurde schon seine Intuition den Bakterien gegenüber von seiner Phantasie beherrscht, ..."

Noch kurz vor der großartigen Entdeckung von ROBERT KOCH über den spezifischen Erreger des Milzbrand hat 1874 der so viel gerühmte Wiener Chirurg THEODOR BILLROTH auch mit Rückgriff auf HALLIER die Pleomorphismus-Auffassung weithin vertreten und meinte, daß alle Infektionskrankheiten auf eine Art, "Coccobacteria septica" zurückgingen und beschrieb deren verschiedenen Vegetationsformen.

Und VIRCHOW, immerhin in der Medizin die große Autorität, meinte in einer Rede am 2. August 1874, daß er dieselben Formen von Mikrokokken und Bak-

terien, welche die Ausscheidungen Cholera-Kranker zeigten, auch im Stuhl von Fleckfieber-Kranken, ja von solchen mit einfacher chronischer Diarrhoe zu sehen waren (s. F. LÖFFLER 1887), also offensichtlich kein spezifischer Cholera-Erreger existieren konnte.

Um 1846 hatte HENLE viele Daten zusammengetragen, die für Kleinlebewesen als Krankheitserreger sprechen müßten, verwies auf die zum Beweis nötigen Schritte. Auch sehr kleine Parasiten, und warum sollte es sie nicht geben wie die größeren auch, könnten nicht jeder Handhabung spotten

## Unterscheidbare Krankheiten durch spezifische Erreger - die weiterführende Theorie

Daß man für die Entstehung der **unterscheidbaren infektiösen Krankheiten mit spezifischen Erreger-Arten rechnen mußte, lenkte die Forschung in die dann begangene erfolgreiche Richtung**. Zumindestens war es sinnvoller, erst einmal von einer solchen Hypothese auszugehen als in einem unlösbar erscheinenden Chaos von Schimmel und anderem wie bei HALLIER zu versinken. Forschung braucht erst einmal eine Ausgangsbasis. **Nur dann** wird man in deren Verfolgung **auch deren Grenzen feststellen** und daraus neue brauchbare Folgerungen ziehen können. Nur so konnte die Frage nach einem eventuellen Pleomorphismus oder eben keinem solchem gelöst werden. Mit PASTEUR, hatte F. LÖFFLER (1887, S. 64) hervorgehoben , war zum "ersten Male ... auf die Existenz bestimmter, mit bestimmten physiologischen Eigenschaften begabter Arten in dem Chaos der niedersten Formen hingewiesen und die eminente praktische Bedeutung der Unterscheidung und Trennung der einzelnen Arten zum klaren Ausdruck gebracht" worden. Und COHN in Breslau ging, begründet etwa durch seine Kenntnis der Formkonsanz der größeren Bakterien, der Spirillen (S. 117), ebenfalls davon aus. die Trennung der Formen "so streng wie möglich durchzuführen ..." (S. 129). "Ich meine", sagte COHN 1875 (zit. b. F. LÖFFLER 1887, S. 155), "dass es für die Fortentwickelung unserer Wissenschaft minder nachtheilig ist, wenn selbst allzuviele Formen, die schliesslich aus gemeinschaftlicher Quelle abgeleitet werden können, so lange und so weit als möglich auseinander gehalten werden, als wenn umgekehrt durch Zusammenwerfen verschiedenartiger Wesen auf deren specielle Erforschung von vornherein verzichtet wird." Nicht in einer Generalisierung, sondern in dem **Auseinanderhalten von Formen**, der Differenzierung lag wenigstens erst einmal der Sieg, betonte in Beachtung der Erfolge des letzten Jahrzehnts etwa in Würzburg von dem ebenfalls führenden Mediziner G. E. RINDFLEISCH 1888 (S.6). Auch die Variabilität der Arten ansonsten in der Organismenwelt, die zu DARWINs Evolutionstheorie geführt hatte, konnte ermittelt werden, indem man

von der genauen Untersuchung der als fest angenommenen Arten ausging und dadurch ihre Abänderungen erkannte. Bei den Mikroben dauerte es länger, bis diese Dinge deutlich wurden. Mit der genauen Kenntnis der erfaßten Mikroben-Arten ließ sich später auch deren Variabilität sicher festzustellen. Wie andere Organismen variieren auch Mikroben, und das nicht wenig. Auch **allgemeine Eigenschaften** der krankmachenden Mikroben, verbindende Dinge in ihrer Wirkung, wurden zunehmend ebenso bekannt und das ließ mehr allgemeine Gesichtspunkte beachten. Auf der Grundlage der Kenntnisse über einzelne Formen.

Sicherlich kam die Auffassung: Jede infektiöse Krankheit ist eine spezifische, von einem spezifischen Erreger hervorgerufene Krankheit auch an Grenzen: "**Infekt", "Infektionen**" - waren **nicht immer klar faßbar**. Nicht jede durch einen lebenden Erreger hervorgerufene Krankheit verbreitet sich so offensichtlich wie die Pest. Cholera verbreitet sich nicht direkt von Mensch zu Mensch, sondern über Trinkwasser und Nahrung, in denen gewiß menschliche Exkremente für weitere Verbreitung sorgten. Und auch das Auftreten von Tetanus war gebunden an Erde. Es mußte etwa für Tetanus erst einmal geklärt werden, ob man von einer Infektion mit Bakterien ausgehen konnte. Auch die Nähe von Lepra-Kranken bringt nicht sofort eine Ansteckung. Manche Infektionen bleiben **latent**, äußern sich nicht in Symptomen, wie es zuerst vor allem NICOLLE für Fleckfieber feststellte (DUHAMEL-SCHADEWALDT). Für die Umgebung kann das wegen trotzdem bestehender Ansteckung gefährlich sein. Und bei manchen infektiösen Krankheiten wollten und wollten **Erreger** sich **nicht finden** lassen, jedenfalls nicht mit den damaligen Mitteln der Reinkultur und der Vergrößerung, alle die später nachgewiesenen Viren.

## Bakterien werden bei verschiedenen als infektiös anzusehenden Krankheiten gesehen

Bei Leichenobduktionen von Menschen, die an bestimmten Krankheiten gestorben waren, fanden sich **veränderte Organe und Gewebe,** ob an der Haut oder an Schleimhäuten, und **in** ihnen wurde nach "Pilzen" oder überhaupt Erregern gesucht und das oft auch erfolgreich. War eine bestimmte Form immer wieder vorhanden, konnte sie als Verursacher angesehen werden.

### Bei Lepra-Kranken finden sich immer bestimmte Bakterien: HANSEN

Als einer der Begründer der Auffassung von spezifischen Bakterien für spezifische Krankheiten gilt der norwegische Arzt GERHARD HENRIK ARMAUER HANSEN (T. M. VOGELSANG 1972). In seinem Geburts- und Wirkungsort Bergen, jener so reizvoll an steiler Meeresküste gelegenen Hafenstadt, gab es so ziemlich

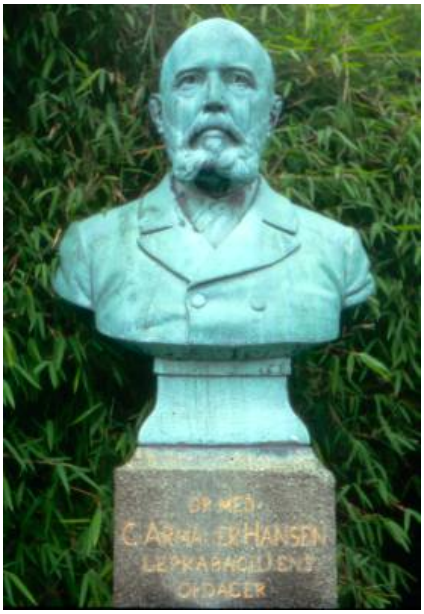


Abbildung 1553: HANSEN.Bergen.

als einziger Stelle in Europa noch die **Lepra**, den Aussatz. Warum hier? Lag es an spezifischen Umweltbedinugungen? An einer bestimmten, vielleicht der fischreichen Ernährung?

Ab 1868 am Lepra-Hospital in Bergen tätig, fand er mit noch primitiven Färbungsmethoden und Biopsie-Proben von Lepra-Kranken 1873 in den Zellen das nadelförmige *Mycobacterium leprae*, und sah in ihm die Ursache der Lepra. Aber die Kultivierung dieses Bakteriums mißlang nicht nur ihm, sondern auch den nachfolgenden, in so vielen Kultivierungen erfolgreichen Bakteriologen. Das machte die Befunde von HANSEN auch suspekt, er, der vor allem auch für DARWIN in Norwegen eintrat. Wie im 20. Jh. gefunden wurde, fordert der Lepra-Erreger eine geringere Temperatur als die im Inneren des Menschenkörpers und befällt deswegen im Unterschied zu dem verwandten Tuberkulosis-Erreger exponierte Körperpartien, Hände, Füße, Nase. Und in relativ niederen Säugetieren, den Gürteltieren, kann der Lepra-Erreger heranwachsen.

### Exsudate aus befallenen Geweben etwa im Hals von Diphtherie-Toten: EBERTH

Von der Pathologie und damit der pathologischen Anatomie her kam der 1835 in Würzburg geborene Künstlersohn KARL JOSEPH EBERTH (R. BENEKE 1915, 1935, G. H. BRIEGER 1971), 1865 Extraordinarius für Pathologie an der Universität Zürich, 1881 Professor in Halle. 1926 starb er bei Berlin hochbetagt,



Abbildung 1554: Bergen. Lepra-Museum.

91-jährig, als wohl letzter der zu den 'Pfadfindern der Bakteriologie' (R. BENEKE 1915) gerechneten Medizinprofessoren. 1872 teilte er mit, wie in bei Diphtherie veränderten Geweben, in 'grauen, inselförmigen' Auflagerungen bei Tonsillen, Pharynx, Schleimhaut des Kehlkopfes" sich eine "Pilzvegetation" ansiedelt, ohne die es keine Diphtherie geben würde (S.14). In Cholera-Stühlen finden sich "verschiedene niedere Organismen ... am häufisten" ein kugeliger "Micrococcus" (S. 25). EBERTH (1872) überimpft auch bakterienhaltiges Milzbrandblut auf Kaninchen, und es "trat oft schon nach 24 Stunden, selbst bei sehr kräftigen Kaninchen, der Tod ein, und das Blut wie die aus der ödematösen Haut gewonnene Flüssigkeit erwies sich sehr reich an Bacterien" (S. 15).

## ROBERT KOCH beweist die Bakterien-Theorie - 1875 an Milzbrand, 1882 an Tuberkulose

Namentlich durch ROBERT KOCH siegte die Auffassung von den **spezifischen Erregern** der einzelnen ansteckenden Krankheiten, seit **1875**. Die Erreger konnten in vielen Fällen in **Reinzucht** isoliert, **außerhalb** eines Wirtstieres, herangezogen und auf gesunde Tiere übertragen werden und führten dann wenigstens bei der gleichen Art zu gleichen Krankheitserscheinungen wie bei den Wirten, aus denen sie gewonnen wurden. Erst mit der **Isolierung** der spezifischen Erreger konnten sie als



Abbildung 1555: R.KOCH.Berlin.



Abbildung 1556: Geburtshaus KOCH.

Verursacher einer spezifischen Krankheit ausgemacht werden. KOCH war mit der gelungenen Reinzucht über die bloße Feststellung des Vorhandenseins bestimmter Mikroben, auch des wiederkehrenden Vorhandenseins, hinausgegangen - und zwar überzeugend. Darin liegt sein Verdienst.

KOCH (C. E. DOLMAN 1973) wurde geboren als 3. Sohn eines höheren Bergbeamten in Clausthal im Oberharz.

KOCH studierte 1862 bis 1866 Medizin in Göttingen, ging nach bestandener Prüfung 1866 noch zu VIRCHOW in Berlin. Danach war KOCH Assistent am Allgemeinen Hamburger Krankenhaus, arbeitete dann in einer psychiatrischen Anstalt bei Hannover und ging, verheiratet, als Arzt nach Niemegk im Fläming in der Mark Brandenburg. Zwischen 1872 bis 1880 war er Kreisphysikus in dem von Seen



Abbildung 1557: KOCH-Haus. Wollstein.

und Wiesen umgebenen Wollstein/Wolsztyn westlich von Posen. Hier gelang ihm 1875 mit der seiner Forschung bei einer Milzbrand-Epidemie der große Durchbruch, denn er brachte beim **Milzbrand** den ersten sicheren Nachweis für die Spezifität eines Seuchenerregers.

Die "stäbchenförmigen Körper im Blute der an **Milzbrand** gestorbenen Tiere" waren **1875** (1912, S. 5) bekannt und von COHN als *Bacillus anthracis* benannt worden. Das Blut blieb nicht lange infektiös. Wegen der offensichtlichen Infektiosität des Erdbodens war anzunehmen, daß "sie durch einen Generationswechsel in einen anderen, gegen abwechselndes Eintrocknen und Anfeuchten unempfindlichen Zustand übergehen können" oder "Sporen" bilden. Den vermuteten Entwicklungszustand wollte KOCH auffinden und impfte Mäuse mit an Milzbrand-Erregern versuchtem Rinderblut. Die Mäuse erkrankten. Ihr infiziertes Blut wurde an weitere Mäuse übertragen und auch nach 20 Generationen ergab es bei den Milzbranstäbchen noch keine Formveränderung und keinen Generationswechsel. KOCH züchtete dann im Brutapparat mit Heizung durch eine Petroleumlampe die Bakterien in geeigneten Nährflüssigkeiten, wofür er frisches Rinderblutserum oder "Humor aquaeus" von Rinderaugen benutzte. Innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs und bei Luftzuritt bildeten sich Fäden, in diesen entstanden Sporen. Infiziertes Blut bleibt bei unterschiedlicher Aufbewahrung unterschiedlich lange wirksam, wodurch Unterschiede bei verschiedenen Erforschen zustandekamen. Mit der Aufklärung des Milzbrandes wurde gehofft, daß andere Infektionskrankheiten ähnlich erforscht werden könnten. Und: "Durch diese bahnbrechende Entdeckung KOCHs feierte die Lehre von dem Contagium animatum der ansteckenden Krankheiten und zugleich die Lehre von der Specifität der pathogenen Bakterien zum ersten Male einen wissenschaftlichen, vollberechtigten Triumph" (F. LÖFFLER

1887, S. 172).

KOCH schrieb über seine Ergebnisse an den Botanikprofessor FERDINAND COHN in Breslau, der, einer der ersten jüdischen Professoren in Deutschland, sich mit freilebenden Bakterien auskannte. COHN lud KOCH nach Breslau ein und der hielt in COHNs Institut unter mehrtätiger Vorführung seiner Experimente Vorträge, welche hohe Aufmerksamkeit erzielten. Dadurch bekannt geworden und auf COHNs Empfehlung wurde KOCH 1880 an das Kaiserliche Gesundheitsamt in Berlin berufen. 1885 wurde KOCH ordentlicher Professor und 1891 Direktor des Instituts für Hygiene der Universität Berlin. Nach seinen großen Entdeckungen mit dem Milzbrand und der Tuberkulose hat KOCH nach diesen einleitenden großen Anfangsentdeckungen für die Erforschung von weiteren Infektionskrankheiten in weite Teile der Erde, bis nach Neuguinea reichende 4 größere **Forschungs-Expeditionen** durchgeführt, stets mit etlichen Mitarbeitern**.** Zu Menschen betreffenden Krankheiten traten Forschungen über **Tierseuchen**. Neue Erkenntnisse, die über Zwischenwirte im Bereich der Insekten bei der Entwicklung von Erregern nahm er voll wahr. Längst waren auch Forscher anderer Nationen an solchen Forschjungen beteiligt, aber KOCHs Erfahrung und Geschick ließen ihn immer eine wichtige Stimme in diesen Forschungsfeldern sein. 1883/1884 reiste KOCH wegen der Cholera nach Ägypte und Indien, 1899/1900 wegen vor allem der Malaria von Italien nach Java und zurück über Neuguinea, 1903/1904 nach Süd-Rhodesien, in Bulawayo, wegen einer Rinderseuche, mit F. NEUFELD und F. W. KLEINE, (1949) 1906/1907, also 63-jährig, wegen der Schlafkrankheit nach dem Victoriasee in Ost-Afrika (J. W. GRÜNTZUIG et al. 2010). Kürzere Reisen kamen hinzu, so 1901 auf die Adria-Insel Brioni. KOCH hatte 1905 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten. 1908 besuchte KOCH hochgeehrt das ihn bewundernde Japan. Hier in Japan war nach den Reformen eine Generation junger Forscher erstanden, unter denen Bakteriologen, welche in Deutschland Weiterbildung und Weiterforschung gesucht hatten und suchten, sich besonders auszeichneten. Einer der bei KOCH,gearbeitet hatte nennt ihn "ruhiger, ernster, liebenswürdiger Biedermann ... von dem es unverständlich bleibt, wie er als alter Mann sich von der langjährigen Lebensgefährtin und Genossin seiner Anfangserfolge hatte scheiden lassen, um eine Schauspielerin zu heiraten ... " (W. Ritter LIEBERMANN 1988, S. 68) - oder war es eher eine junge Malerin. KOCH starb nach Herzattacken am 27. Mai 1910 in Baden-Baden.

Oft läßt man die **mikrobielle Ära der Medizin** mit der Entdeckung des **Tuberkulose**-Erregers durch R. KOCH **1882** (P. EHRLICH 1913) beginnen. Nach vielem Probieren hatte KOCH gefunden, daß nur eine länger gelagerte Methylenblau-Lösung, die länger gelagert war, die Tbc-Erreger färbt. Das nötige längere Lagern konnte erklärt werden mit dem Austritt von Alkali aus Wand des Aufbewahrungs-

gefäßes. Solche Alkali, wo wurde erfolgreich geschlossen, konnte auch unmittelbar zugegeben werden. Frische Methylenblau-Lösung mit Alkali versetzte KOCH noch mit Bismarckbraun, was die Bläuung aller Zellen und Geweben verhinderte und allein die Tbc-Erreger als blaue Stäbchen auf braunem Grunde erkennen ließ. Nicht immer gelang das und versagte im Sputum. Der in Färbemitteln erfahrene P. EHRLICH gab zwei Tage nach KOCHs Bekanntgabe seiner Färbung der Tbc-Erreger eine eigene Methode an, die sicherer war und auch Tbc-Erreger im Sputum, im Auswurf der Tbc-Kranken, färbte. Mit Tbc-Erregern im Sputum war auch eine Herkunft für die Tbc-Erkrankung deutlich und **Schutz** vor Infektioneskrankheiten setzte **Kenntnis ihrer Übertragung**, ihrer Verbreitung voraus.

Gerade die Tuberkulose warf bald noch manche Probleme auf. Das berührte etwa **Beziehungen bei Krankheiten** bei **Menschen und** von Tieren, namentlich **Haustieren**. KOCH hatte Milzbranderreger von Rindern auf Mäuse übertragen, war von der Gleichheit der Erreger in beiden ausgegangen und war so das Problem derselben Erreger-Arten in verschiedenen Tier-Arten aufgeworfen worden. Auch Rinder erkranken an einer Tuberkulose-ähnlichen Krankheit, der **Perlsucht** (F. K. KLEINE 1949, S. 26). Bis 1901 klärte KOCH, daß die Perlsucht durch etwas andere Bazillen hervorgerufen wird und Menschen, wenn sie befallen werden, dann selten schwer erkranken. Auch Rinder erkranken nicht schwer an Menschen-Tbc. **Mikroben**, hier krankmachende, können also sehr **ähnlich** sein und müssen **dennoch unterschieden** werden.

Nachdem die Reinzüchtung spezifischer Erreger wenigstens in etlichen Fällen erfolgreich gelungen war, wurde als Leithypothese für die weitere Forschung die schon postulierte Auffassung angesehen, daß **spezifische Arten von Mikroben spezielle Krankheiten** hervorrufen. Forschungsprogramm sollte sein die vollständige Trennung der parasitischen Mikroben von dem kranken Organismus und damit die Erforschung der spezifischen Mikroben durch deren **Reinkultur durchzuführen** sowie die erfolgreiche und "wirksame" Übertragung dieser Mikroben auf gesunde Wirte, die dann ebenfalls erkranken müßten. Das hört sich leider einfacher an als es oft war. FRIEDRICH LÖFFLER lieferte schon 1887 ein ROBERT KOCH gewidmetes großartiges Werk 'Vorlesungen über die geschichtliche Entwickelung der Lehre von den Bacterien. Für Aerzte und Studirende', in welchem er den Weg von den ersten Vermutungen über kleine Krankheitserreger, die Urzeugungsannahme, den Pleomorphismus-Vorstellung und anderen fehlerhaften Hypothesen bis zu den gegenwärigen auch in manchem unterschiedlichen Ansichten vorstellt.

Wenn KOCH im Unterschied zu manchen ebenfalls danach strebenden Zeitgenossen die Reinzüchtung spezifischer Erreger gelang, wird man nach den Gründen dafür fragen. Es ist wohl denkbar, daß dieser Erfolg eben auch eine Charaktersache war, eine der ruhigen Hand mit gewissenhaft lenkendem Geist. Der Hygieniker K.

B. LEHMANN bemerkte einmal (1933, S. 111), daß an der neuen Arbeit KOCHs nichts war, "was einen Übermenschen an Genialität zum Erdenken und Verstehen zu erfordern schien, auch kein besonderer Glücksfall hatte geholfen, ... der Erfolg beruhte hier ganz auf dem streng planmäßigen Durchdenken und geschickten Überwinden einer langen Kette von vorausgesehenen und von vielen weiteren, erst im Laufe der Arbeit aufgetauchten Schwierigkeiten. Färbemethoden, Nährböden, Kulturmethoden, Brutschränke, alles mußte für den Zweck neu geschaffen resp. ausprobiert werden, ..."

Manche hatten vor KOCH Bakterien bei Kranken gesehen, aus befallenen Geweben herausgeholt, konnten jedoch die spezifischen Erreger nicht sicher isolieren und auf gesunde Organismen überimpfen. Mit dem Milzbrand hatte KOCH ein **günstiges Objekt** bakteriologischer Forschung gefunden, denn die Erreger sind immer wenigstens auch im Blut vorhanden, dort unter dem Mikroskop ziemlich sicher zu erkennen und mit anderen Mikroben nicht so zu verwechseln, und sie lassen sich auf Nährböden auch bei Luftzutritt kultivieren.

KOCH gab zu, daß mit den isolierten Mikroben noch nicht alles aus der Seuchen- und Krankengeschichte erklärbar ist, nicht die weite Verbreitung von Mikroben und das oft zeitlich begrenzte Auftreten von bestimmten Epidemien oder die unterschiedliche Schwere der Erkrankung bei den einzelnen Menschen.

## Instrumente und Apparaturen der Bakteriologen

Für die Züchtung von Bakterien wurden immer neue Einzelheiten gefunden. Bakterien wurden gezüchtet (C. FRAENKEL 1887) in Nährlösungen, so "Nährbouillon" von Hühnerfleisch. Auf **festen Nährböden** ließen sich die aus möglicherweise einzelnen Bakterien hervorgegangene **Kolonien getrennt aufziehen**, damit die Arten getrennt halten. Als feste Nährböden wurden gefunden Rinderbouillon mit zum Erstarren gegebenen Zusatz der durch Auskochen von Kalbsfüßen oder anderen sehnigen und knorpeligen Gebilden gewonnenen Gelatine, erstarrtes Blutserum, ja gekochte feucht gehaltene Kartoffelscheiben. Mit Hilfe des Mittels des "Koch'schen Dampfkochtopfs" ließen sich etwa Nährböden sterilisieren und damit für die Aufnahme nur einer einzigen Mikrobe vorbereiten. Die Arztfrau ANGELINA HESSE (v. GIERKE 1935) führte als günstigen, von den Mikroben selbst nicht veränderbaren festen Nährboden das **Agar-Agar** ein. Das ist ein Algenprodukt, das sie im warmen Asien als Ersatz für die in Wärme sich verflüssigende Gelatine kennengelernt hatte. Bei KOCH wurden auch geeignete Instrumentarien entwickelt. 1881/1882 RICHARD JULIUS PETRI (A. SELLIS 2010) wird, 1885, die "**Petrischale**" zugeschrieben, jene flache Glasschale, die mit einem gerade darauf passenden Glasdeckel recht fest verschlossen wird und in der Bakterienkulturen

gut beobachtbar herangezüchtet werden konnten. Die Petrischale wurde zum mit wichtigsten Gerät der Bakteriologen und auch anderer Forscher, so mancher Chemiker. PETRI übertrug auch unter entsprechender Vorsicht Bakterien von einem Nährboden auf einen anderen, in einer anderen Petrischale, lehrte also Bakterien zu **klonen**.

## Probleme der Aufzucht zutreffender Erreger - Aerobier und Anaerobier

Nicht alle Krankheitserreger waren auf gewohnten Nährböden heranzuzüchten, **nicht** alle auf **Versuchstiere** übertragbar. Manchmal mußten sehr spezielle Nährböden entwickelt werden. Vor allem ertrugen nicht alle Mikroben Luftzutritt. Auf PASTEUR unterschied 1863 die **Aerobier** und die bei Sauerstoff-Zutritt nicht züchtbaren **Anaerobier** (W. KÖHLER 1982). Für die Anaerobier, etwa die Gasbrand-Erreger, waren **spezielle Züchtungsverfahren** zu entwickeln. Clostridien, welche etwa Tetanus verursachen, treten bei Infektion nicht in nur der Tetanus erzeugenden Art auf, sondern in **Mischinfektionen**, und bilden dann auch **Mischkulturen**. KITASATO hat (1880) solche den **Tetanus** verbreitende Mischkultur, die er über Mäuse aus dem Eiter eines an Tetanus gestorbenen Soldaten erhielt, auf 80°C erhitzt. Die Bakterien wurden abgetötet. Es überlebten Sporen. Diese lösten auf Mäuse überimpft bei diesen Tetanus aus. Allein Sporen, die auch im Erdboden überleben, können Tetanus hervorrufen.

Es war auch aus zahlreichen Versuchstieren das geeignete zu finden. Wenn ein Versuchstier nach der Injektion oder Einflößung von bestimmten Erregern erkrankte, konnten die Symptome denen eines Menschen recht unähnlich sein, was das Urteil über den Erreger unsicher machte (K. SHIGA 1898).

Es gibt zahlreiche Beispiele dafür, daß vorschnell bestimmte aus erkrankten Wirten, und vor allem auch Menschen gezüchtete Mikroben nicht als die maßgebenden anerkannt bleiben konnten. Als SCHAUDINN (R. GOLDSCHMIDT 1963) vor der Berliner medizinischen Gesellschaft seine Entdeckung des Syphilis-Erregers bekannt gab, spottete der SCHAUDINN nicht wohlgesinnte LEYDEN, daß nun zum hundertsten Mal ein Syphilis-Erreger als gefunden gemeldet wird. LEYDEN hatt ein diesem Fall unrecht, aber Fehlmeldungen für Verursacher verschiedenster Krankheiten hatte es genug gegeben. Manchen Irrtum gab es auch bei dem rasch und ungeheuer fleißig arbeitenden Japaner HIDEYO NOGUCHI (P. F. CLARK 1959, S. FLEXNER 1929). 1876 in einfachsten bäuerlichen Verhältnissen geboren, an der linken Hand im Alter von zwei Jahren schwer brandverletzt und nicht wieder voll hergestellt und aufgewachsen mit unzureichender Schulbildung, hatte

NOGUCHI zuerst bei einem Arzt gelernt, bevor er nach einigen weiteren Stellen 1898 Assistent bei dem KOCH-Schüler KITASATO am Regierungsinstitut für Infektionskrankheiten in Tokio wurde. Eher nebenbei hatte der 1899 das Institut besuchende FLEXNER aus den USA NOGUCHI gegenüber von einem Aufenthalt in den USA gesprochen. NOGUCHI reiste im Dezember 1890 auf eigene Kosten nach den USA und kam nahezu ohne Geld an die Universität von Pennsylvanien. Er forschte mit an Schlangegiften. Seine Energie machte NOGUCHI bald bekannt. Er kam 1903 an die Carnegie Institution, verbrachte ein Jahr an Seruminsitut bei MADSEN in Kopenhagen, und wurde dann in das Rockefeller Institute for Medical Research in Nedw York aufgenommen. In einigen Dingen erfolgreich, namentlich in der Syphilis-Forschung, waren seine angeblich gefundenen Erreger der Poliomyelitis, des Gelben Fiebers, der Trachoma von Indianern in New Mexico nicht zu halten. Gewiß hatte er Mikroben aus erkrankten Wirten gezüchtet und damit injizierte Versuchstiere entwickelten auch Krankheitssymptome. Aber was er als Erreger angab war doch nur mikrobielles Beiwerk. Bei Infektionen gibt es oft, manchmal regelrecht obligatorisch, Sekundärinfektionen. Der unwahrscheinlich ehrgeizige Mann, in Europa bei einem Besuch 1913 überschwänglich gefeiert, mußte also später viel kritische gesehen werden. Bei der Gelbfieber-Forschung in Westafrika erlag er am 21. Mai 1928 52-jährig in Accra am Gelben Fieber.

Für manche zweifellos infektiöse Krankheiten und zwar für manche, für die vorschnell ein Erreger angegeben worden war, fand sich kein Erreger. Sie waren, das wurde erst allmählich deutlich, **viel kleiner als die Bakterien**, drangen also durch die Wand eines Porzellanfilters hindurch. Das waren dann die **Viren**. Und es galt für die Poliomyelitis, die unter FLEXNER (G. W. CORNER 1972) nach einer Epidemie in New York von Affe zu Affe weitergetragen werden konnte.

## Institute für Mikrobiologie, auch Hygiene-Instiute an immer mehr Universitäten

Zahlreiche hochbefähigte und auch ideenreiche Forscher waren bei und neben PASTEUR und KOCH an der weiteren Aufklärung von Infektionskrankheiten beteiligt und entsprechende Institute wurden gegründet. In **Frankreich** wurde 1887 in Paris das **Institut Pasteur** geschaffen. In Übersee, so in Tunis und Saigon, folgten weitere Pasteur-Institute. In den **USA** war 1886 ein bakteriologisches Laboratorium eröffnet worden, in Baltimore, durch WILLIAM HENRY WELCH (G. H. BRIEGER 1976), der sich sein wissenschaftliches Rüstzeug in Deutscland geholt hatte, bei FLÜGGE, KOCH, VON PETTENKOFER. In **Deutschland** wurde ein Zentrum der Bakteriologie das Kaiserliche Gesundheitsamt. An deutschen Universitäten wurden Lehrstühle und Institute für Hygiene mit bald der Bakterio-

logie als zentralem Gegenstand gegründet. In Göttingen erstand ein solches Insitut 1883 unter CARL FLÜGGE. Marburg folgte 1885, zuerst unter MAX RUBNER, ab 1891 unter K. FRAENKEL, ab 1895 unter E. BEHRING, ab 1895 unter ALBRECHT KOSSEL. In Jena entstand ein solches Institut 1886 unter AUGUST GÄRTNER, in Gießen 1888 unter G. GAFFKY, in Prag 1889 unter F. HUEPPE. In Berlin wurde für KOCH 1891 ein eigenes Institut für Infektionskrankheiten gegründet, das 1912 GAFFKY übernahm. Nach Königsberg ging 1894 als Ordinarius RICHARD PFEIFFER (C. PRAUSNITZ 1928), bevor er 1909 nach Breslau wechselte. Der in der Entwicklung der Bakteriologie bedeutungsvolle PFEIFFER war 1858 geborener westpreußischer Pfarrerssohn, der zum Medizinstudium aus finanziellen Gründen wegen der Kinderreichtums seiner Eltern die militärmedizinische Pepiniere besuchen mußte. Für Tropenmedizin, für die dort spezifischen Krankheiten, erstanden tropenmedizinische Schulen in London und Liverpool und wurde in **Hamburg** 1900 unter dem als Marine- und Hamburger Hafenarzt hervorgetretenen BERNHARD NOCHT das **Institut für Schiffs-und Tropenkrankheiten** gegründet. 1901 begann in **New York** das große **Rockefeller Institute for Medical Research** Gestalt anzunehmen. Die **Liverpool School of Tropical Medicine** sandte 1904 bei Einschluß von Ein-Mann- Reisen schon die 12. Expedition nach Afrika aus, diesmal nach dem Kongo (A. NICHOLSON et. al. 2004).

## Gonorrhoe, Cholera und weitere Erreger

Neben den Krankheiten im eigenen Land, in Europa, wurde es im Zeitalter der kolonialen Besetzungn mindestens ebenso bedeutsam, die **Tropenkrankheiten** aufzuklären. Ohne eine wenigstens teilweise Beherrschung der Tropenkrankheiten konnten Europäer in vielen Regionen nicht Füß fassen, starben die Kolonialsoldaten massenweise. Und auch **Viehhaltung** war oft an Krankheitsbeherrschung gebunden.

Es war oft nicht die leichte Wiederholung vorangegangener Erfahrung, was zur Isolierung der Erreger weiterer Krankheiten führte. Nicht jeder, der einen Erreger ausmachte, konnte dann bis zur Reinzüchtung nach KOCHs Verfahren weiterschreiten, blieb also **auf halbem Wege** stehen und so kam die Entdeckung neuer Mikroben oft nur teilweise voran. Für die Unterscheidung, die **Diagnose der** wie auch sonst in der Organismenwelt unterschiedenen und nach denselben Nomenklaturregeln benannten **Arten**, wurden verschiedenste Kriterien herangezogen, so bestimmte mögliche Färbungen, bei möglicher Züchtung der Einfluß auf die Nährgelatine, die Farbe und Gestalt der Kolonien auf dem Nährboden, die Reaktion mit bestimmten Stoffen, Die **große Lösung** brachte die **Serodiagnostik**, die Heranbildung spezifischer Antikörper im Wirt.

Noch vor der Entdeckung des Tuberkulose-Bazillus war **1879** der Erreger der Geschlechtskrankheit **Gonorrhoe,** des volkstümlichen "**Tripper",** durch den dann vor allem als Hautarzt/Dermatologe tätigen ALBERT NEISSER (H. SCHADEWALD 1974, J. SCHÄFFER1917, G. WIEMERS 2005) in Breslau entdeckt worden, den Gonokokken ***Neisseria gonorrhoeae***. Der 1855 in Schweidnitz geborene und früh mutterlose Arztsohn NEISSER entstammte jenem schlesischen jüdischen Intelligenzmilieu, das etliche ganz hervorragende Mediziner stellte, nicht zuletzt der den von NEISSER gefundenen Trippper-Erreger benennende EHRLICH. Mit einem Parasiten, dem Hundebandwurm *Echinoccus*, hatte sich NEISSER schon 1877 in seiner Dissertation befaßt. 1879 reiste NEISSER auch zur Lepraforschung nach Norwegen und wies den Lepra-Erreger in Konkurrenz zu HANSEN nach. NEISSER erkannte die Verwandtschaft des Lepra-Erregers zu dem Tuberkulose-Bazilus. Habilitiert hat sich NEISSER 1880 in Leipzig und kehrte wohl 1881 nach Breslau zurück. Um nachzuweisen, ob eine zellfreies, also offenbar als erregerfrei anzunehmendes Serum von Syphiliskranken ungefährlich ist und vor Syphilis schützt hat er solches Serum 3 unwissenden, wegen anderer Erkrankung in die Klinik aufgenommenen Kindern und 2 anderen Patientinnen gespritzt und eine wellenschlagende Diskussion über **Menschenversuche** ausgelöst (B. ELKELES 1985). Noch gab es keine ausgeprägte antisemitische Diskussion und NEISSER kam mit einer Geldstrafe von 300 Mark und einem Verweis davon. Wegen Syphilis-Forschung an Affen reiste NEISSER 1904 und 1907 nach Batavia/Djakarta. Im Ersten Weltkrieg wirkte er für Verhinderung venerischer Krankheiten im Heer und starb 1916.

EBERTH war 1880 dabei, den Erreger des **Typhus abdominalis** zu finden: "Einige Lymphdrüsen, kleine Würfel der Milz von circa 1 - 1 1/2 Cm Durchmesser, Stücke der charakteristisch veränderten Darmpartien und mitunter auch solche anderer Organe wie Leber, Nieren und Lungen werden mit ganz reinen Händen und Instrumenten herausgenommen und in frisch gereinigten Fläschchen, und zwar jedes Organstück für sich, in Alkohol, der fleissig erneuert wurde, conservirt" (S. 62). Und nach der Untersuchung dieser Gewebeteilchen wagte EBERTH die Schlußfolgerung: "... macht es gewiss im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die in den Organen des Typhus gefundenen Organismen in Beziehung zu diesem Prozess stehen, ..." (S. 73). Bei diesem Befund blieb EBERTH damals stehen.

Auf der **Cholera**-Expedition 1883 nach Ägypten und Indien fanden KOCH und Mitarbeiter schließlich jenen kommaförmigen Erreger, den er als Verursacher der Cholera annehmen durfte. Er fand ihn jedoch nur in oberflächlichen Schichten der Darmschleinhaut, während ansonsten im Darm von Choleratoten eine Fülle verschiedenster anderer Mikroben im Mikroskop zu sehen waren (BABES 1884). Es war also kein 'ich kam, sah und war sicher'. Deswegen wurden auch immer



Abbildung 1558: PETTENKOFER. München.

einmal bezweifelt, ob KOCH wirklich den für die Cholera zuständigen Erreger angesprochen hatte. KOCH beauftragte seinen griechischen Schüler S. KARTULIS, die Dysenterie-Amöben im Darm von Cholera-Leichen (F. K. KLEINE 1949, S. 35) zu untersuchen und so etwas Licht in die Fülle der Darmbakterien zu bringen. Der Kommabazillud ließ sich als Cholera-Erreger jedoch weiterhin bestätigen. Bei der Rückreise von der Cholera-Expedition besuchte KOCH im Sommer 1884 den Hygieniker MAX PETTENKOFER (K. B. LEHMANN 1933, S. 124 ff.) in München, der den Cholera-Erreger bezweifelt. PETTENKOFER schluckte später, am 7. Oktober 1892 (D. WUNDERLICH im Internet 2018), eine ganze Kultur der Cholera-Bakterien und blieb im wesentlichen gesund, was seine Gegnerschaft stärkte. PETTENKOFER lebte allerdings in einer Stadt, in der oft die Cholera wütete und war vielleicht infolge einer nicht recht wahrgenommenen Cholera-Erkrankung bei sich selbst immun.

PFEIFFER (C, PRAUSNITZ 1928) trennte cholera-ähnliche, aber ungefährliche Vibrionen von dem echten Cholera-Vibrio, indem er 1894 nachwies, daß in von Cholera künstlich immunisierten Meerschweinchen nur die echten Cholera-Vibrionen aufgelöst werden. Das wurde als "Pfeiffersches Phänomen" bekannt.

Den Erreger der 1826 von P. BRETONNEAU als eigenständige Krankheit beschriebenen **Diphtherie** machte LOEFFLER **1884** wahrscheinlich. Allerdings trat Diphtherie in sehr unterschiedlichem Schweregrad auf. Das ließ nach den Ursachen dafür bei den Erregern fragen.

Ebenfalls 1884 züchtete ALBERT FRAENKEL (W. KATNER 1961), Berlin, aus dem "pneumonischen Exsudat" eines an kruppöser **Lungenentzündung** Erkrankten den *Diplococcus pneumoniae*, den "Fraenkelschen Bazillus", der die ansteckende Lungenentzündung zuwegebringt. Und ebenfalls 1884 begann im Auftrag des britischen Army Medical Service DAVID BRUCE (A. NICHOLSON et al. 2004) auf Malta eine augenscheinlich auf hier begrenzte Krankheit zu untersuchen, welche durch hohes Fieber gekennzeichnet war und oft tödliche endete. BRUCE war 1855 in Melbourne in Australien geboren. 1883 heiratete der bald erfolgreiche Bakteriologe MARY ELIZABETH geborene SISSON, die ihn als Mitarbeiterin auf seinen Untersuchungenreisen auch nach Afrika begleitete. Als Erreger der "**Maltafieber**" genannten Krankheit fand BRUCE den schließlich die *Brucella melitensis*. 1888 arbeiteten die BRUCEs in Berlin im Laboratorium von KOCH. Nach ertragreichen Forschungen in Afrika reiste BRUCE 1904 noch einmal nach Malta. Und fand die Verbreitung des Erregers durch Ziegenmilch. DAVID BRUCE starb 76-jährig in London beim Begräbnis seiner 4 Tage vorher gestorbenen, 6 Jahre älteren Frau.

Das **Gedärm** von Tieren und natürlich **auch des Menschen** ist **voll von Bakterien**, 'kommensalen'. die teilweise auch vorhanden sein müssen. **Meistens harmlos** und nur bei Kindern, Alten und solchen mit Immunsuppresion führt zu Durchfall das **1885** von dem in Wien tätigen Kinderarzt THEODOR ESCHERICH entdeckte, nach ihm 1919 ***Escherichia coli*** benannte Bakterium, von dem man um 2010 etwa 50.000 oft nur noch im Labor lebensfähige Stämme kannte und welches das erstrangige Versuchsbakterium wurde (D. STEVERDING 2010). Seine rasche Vermehrung behindert im Darm das Aufkommen mehr gefährlcher Bakterien und *Escherichia coli* produziert das für die Blutgerinnung wichtige Vitamin K2.

Im 19. Jh. wurde vor allem nach den Kranheitserregern im Darm gesucht. Die Fülle der **Mikroben im Darm** machte er schwer, für die Dysenterien den richtigen Erreger zu finden. Es wurde vermutet, daß Amöben wenigstens unter gewissen Bedingungen Dysenterie hervorrufen. Darmbakterien, auch die der Cholera, werden ja kaum direkt von Mensch zu Mensch **übertragen**, sondern müssen **durch Wasser oder Nahrung** in den Körper gelangen.

AUGUST GÄRTNER in Jena entdeckte 1888 bei einer **Fleischvergiftung**sepidemie die ***Salmonella enteriditis*** (W. SACKMANN 1980). Eine durch sehr gefährliche Erreger ausgezeichnete Bakteriengattung ist ***Clostridium***, die sich unter anderen durch gut überlebende Sporen auszeichnet**.**. Verdorbene Wurst oder Schinken hatten zu schweren Krankheitsfällen und auch zum Tode geführt und dieses Krankheitsbild hatte die Bezeichnung '**Botulismus**' (lat. botulus = Wurst, Darm) bekommen. Der Belgier EMILE VAN ERMENGEN, Gent, isolierte **1887** aus verdorbenem Schinken, der zu Krankheit und zu Toten geführt hatte, den

stäbchenförmigen und zuerst *Bacillus botulinus*, später ***Clostridium botulinus*** benannten Erregers. Er ist anaerob, aber erträgt auch Sauerstoff. Es gibt mehrere Typen mit unterschedlichen Toxinen, die nicht alle für den Menschen gefährlich sind (Wikipedia 2018). Unter den gefährlichen weiteren Erregern von *Clostridium* berichtete KITASATO 1889 über den Haustiere bedrohenden "**Rauschbrandbacillus**" berichtet. Der den Gasbrand, die gefährlichste Gangräne, hervorufende Bazillus wurde 1892 von WELCH (G. H. BRIEGER 1976) in den USA angegeben, das unter anaeroben Bedingungen pathogene *Clostridium perfringens*. Besonders viel Aufmerksamkeit erhielt dann *Cl. tetani*. Mit der Verwendung von Antibiotika zeigte sich im 21. Jh., daß der im Darm unter den anderen Bakterien nicht hervordringende Errreger *Clostridium difficile* dem Untergang anderer Errerger durch die Antibiotika manchmal in seinen Sporen entgeht und dadurch begünstigt schwere und ohne Therapie auch bleibende gefärliche Störungen hervorruft (R. DOOR 2018). Nicht alle *Clostridia* sind aber pathogen, manchen werden im 20. Jh. in der Biotechnologie eingesetzt (Wikipedia 2018). In Japan hat im Alter von 22 Jahren KIYOSHI SHIGA (1898) 1897 bei einer in Japan damals verbreiteten und oft tödlichen Dysenterie so oft die ***Shigella dysenteriae*** gefunden, daß er als auslösendes Agens auch ohne gelungene Tierübertragung gelten durfte. Auch SHIGA war einer jener Japaner, die zum Weiterstudium zu PAUL EHRLICH nach Frankfurt a. M. herbeireisten. FLEXNER G. W. CORNER beschrieb diesen Dysenterie auslösenden Organismus von den Philippinen 1899 und er heißt auch "Flexner bacillus".

R. PFEIFFER (C. PRAUSNITZ 1928) sah 1890 in Ausstrichpräparaten einen als **Influenzabazillus** bezeichneten Erreger, heute *Haemophilus influenzae*, der sich 1892 auch auf einem Nährboden mit Blutzusatz züchten ließ. Aber bei den als Influenza bezeichneten Krankheiten erwies es sich als nur einer der möglichen beteiligten Erreger. Und die 'Grippe' erwies sich, viel später, als von Viren verursacht. Nachgewiesen wurde andererseits auch, daß Auskühlung als solche, untersucht auch in Selbstversuchen, nicht zu einer 'Erkältung führt, eben weil Erreger da sein müssen (A. PEIPER 1969, S. 243).

Vom Erreger der **Pest, *Yersinia pestis***, wurde 1894 während einer Pestepidemie in Hongkong durch den allein dorthin gereisten ALEXANDRE YERSIN, einen gebürtigen Schweizer, und den mit anderen angereisten KITASATO unabhängig berichtet (A. STETTLER 1979), wobei wohl YERSIN den richtigen Keim herangezüchtet hatte (W. KÖHLER 1982). GEORG STICKER und andere fanden die Übertragung des Pesterregers durch den Rattenfloh, was zu der Auffindung des Erregers für das Verständnis der Pest-Ausbreitung wichtig war.

## Auf welche Weise schädigen die Erreger: Toxine

Als **Ursache für die Schadwirkung** jedenfalls von manchen Bakterien im Wirtskörper wiesen 1887 im Institut Pasteur in Paris E. ROUX und A. YERSIN etwa bei Diphtherie Stoffwechselprodukte der Erreger nach. LUDWIG BRIEGER, Berlin, der das für die Cholera"bazillus" untersuchte, nannte diese Produkte "**Toxine**". Und nicht als bloße wegen ihres Aufenthaltes in Wirtsorganismen, sondern als Produzenten körperschädlicher Stoffwechselprodukte muß man die krankmachenden Mikroben sehen und in diesen Toxinen die Ursache vieler Krankheitssymptome erwarten. R. PFEIFFER (C. PRAUSNITZ 1928) zeigte für die Choleravibrionen, daß sie nicht durch Überschwemmung des ganzen Körpers den Tod des befallenen Menschen herbeiführen, sondern durch die Resorption des im Darm entstehenden Giftes. Er fand in Versuchstiere, daß Erreger "nur lokal bleiben und trotzdem zum Tode führende Allgemeinvergiftungen auslösen" (zit. aus C. PRAUSNITZ 1928, S. 4). Die Toxine unschädlich zu machen konnte so wichtig sein wie die Krankheitserreger selbst auszuschalten. Bei Tetanus hatte BRIEGER Mischkulturen und erhielt auch Mischtoxine. KITASATO (W. KÖHLER 1982), der den Tetanus-Erreger rein gezüchtet hatte, erhielt dann von diesem Tetanus-Erreger ein spezfisches Toxin, das sich als noch stärker als Mischtoxin erwies.

Im Jahre 2012 wird von bisher über 300 identifizierten Bakterientoxinen gesprochen, die an verschiedenen Stellen an und in den Zellen schädigen, also auf Rezeptoren der Zelloberfläche einwirken, die Plamsamembran zerstören, in zellinnere Enzymprozesse eingreifen (M. E. IVARSSON et al. 2012, S. 4098). Gegen diese Toxine sollte mehr therapiert werden und nicht nur gegen die Bakterien an sich.

Viele Kleinlebewesen vermehren sich im Körper und vergiften ihn durch ihre zunehmende Menge. Es gibt auch Gifte, etwa von Pilzen, auch von Pflanzenparasiten wie Mutterkorn/*Claviceps*, welche sich im Körper nicht vermehren, aber deren Gift schwere Schäden verursachen kann. Aufnahme von Mutterkorn gab den zeitweise im Mittellater wütenden 'Ergotismus'.

## Bakteriologie und die Unterscheidung, die "Klassifizierung" der Krankheiten

VIRCHOW suchte die Krankheiten nach ihren Symptomen zu erfassen. 'Durchfall', 'Lungenentzündung', 'Gelbsucht' waren solche Symptome. Diese Symptome sollten bekämpft werden. Also bei der Pneumonie die verschiedenen Symptome mit getrennten Mitteln (E. BEHRING 1893, S. XL). EMIL VON BEHRING (S. XLII)sah

in der 'Pneumonie' aber eine ätiologisch-einheitliche Krankheit, erzeugt durch ein spezifisches Mikroorganismengift. Und dieses Gift sollte gar durch ein Mittel unschädlich gemacht werden können. Wie BEHRING (S. XLIII) zurückweist, wollte VIRCHOW auch eine einheitliche spezifische Krankheit 'Diphtherie' nicht anerkennen, sondern dachte, "eine Krankheit mit so vielfachen Morphen muss man zerlegen, daraus eine grössere Zahl von Krankheiten machen, deren jede einen specifisch-anatomischen Sitz angewiesen bekommt." Der Begriff "Diphtherie" verflüchtige sich, hinter dem Symptom "Schleimhautnekrose". Ähnlich wies BEHRING darauf hin, daß VIRCHOW keine spezifische Krankheit "Tetanus" sah. BEHRING war empört über VIRCHOWs Ansicht. daß jeder anders als er Denkende an "geistiger Verirrung" leide, und nunmehr, mit der Serumtherapie für Diphtherie und Tetanus schließlich offenbar, die "Lehre von der Specifität der Krankheiten und von der Specifität der Heilmittel kann zu den größten Wahrheiten gerechnet werden" (S. XLVI). Zum 4-tägigen Wechselfieber meinte BEHRING (S. LIX), "dass diese Krankheit ebenso gut als eine besondere Species anzusehen ist, wie eine Pflanzenspecies, die gleichfalls in gesetzmässiger Weise aus der Erde hervorkeimt ..." Krankheiten seien etwas so Spezifisches wie die spezifischen Auswüchse an Bäumen und Sträuchern (S. LVIII), Es wurde nun erwartet, daß spezifische Krankheiten auf eine spezifische Ursache zurückgeführt werden können, also **monokausal** zu erklären sind. Wenn VIRCHOW 1848 Epidemien noch auf die schlechten sozialen Zustände in weiten Bevölkerungskreisen, etwa in Oberschlesien, zurückgeführt hatte, sollten nunmehr gemäß BEHRING (1893, S. XIX) "das durch sociale und socialpolitische Erwägungen ganz unbeirrte epidemiologische Studium", namentlich auch der Einzelfall, die Erforschung der epidemischen Krankheiten bestimmen. Waren die Erreger bekämpft, mochte soziales Elend jedenfalls allein nicht zu infektiösen Krankheiten führen. Es wurde wegen solcher Auffassung befürchtet, daß die sozialen Bedingungen für die Volksgesundheit weniger beachtet würden.

**Spezifisch** ist die Wirkung vieler **Erreger auf die verschiedenen Tierarten**, erscheinen bei den befallenen Tieren andere Symptome als durch denselben Erreger beim Menschen. Wie äußert sich 'Gelbes Fieber' bei einem behaarten Affen? Glücklicherweise erkranken die Menschen ebenfalls nicht an jeder Tiekrankheit. Mäuse und Ratten, wie schon LÖFFLER, ROUX und YERSIN feststellten, sind von Natur aus, also von vornherein, immun gegenüber Diphtherie-Erregern (E. BEHRING 1890 II), bei Hühnern tritt kein Tetanus auf.

Gibt es beim Menschen eindeutig **von** einem **bestimmten Erreger** bestimmte Krank**heiten**, dann war deren Erforschung bis in Einzelheiten richtig und wichtig. Von der Infektion mit einem spezifischen Erreger bis zu den ersten Krankheitssymptomen liegt eine bestimmte Zeit, die **Inkunkubationszeit**. Wurde ein Gruppe,

etwa eine Schulklasse, wegen der Erkrankung einer Person an dieser Krankheit in Isolation genommen, vielleicht Verbot des Betretens einer Schule, dann konnte die Isolation aufgehoben werden, wenn innerhalb der Inkubationszeit kein neuer Fall in dieser Gruppe auftrat. Bei Hepatitis A beträgt die Inkubationszeit 2 Wochen.

Für Multiple Sklerose, Parkinson-Krankheit, Carcinome blieb die Ursachen-Frage bis heute ziemlich unbekannt, war jedenfalls nicht auf spezifische Erreger zurückführbar.

## Warum erkranken wir nicht immer und erkrankt nicht jeder? - Das Dispositions-, das Konstitutions-Problem

VIRCHOW (L. ASCHOFF 1940) wurde, etwa wieder in einem ROBERT KOCH ehrenden Film der HITLER-Zeit, immer als Gegner der Bakterien-Theorie hingestellt. VIRCHOW wies aber zu recht darauf hin, daß, die Krankheits-Ursache, die "Causa morbi", noch nicht die "Krankheit" ist. **Krankheit erscheint als "Reaktion der Zellen im Organismus auf die eingedrungenen Bakterien"** (S. 49). Von vielen Arten von Bakterien sind wir ständig umgeben, und wir wissen im 21. Jh. mehr darüber als jemals zuvor. Bakterien leben massenweise in unserem Gedärm. Aber Krankheit erscheint nur manchmal und nur wegen gewisser Arten. Aber auch manche im allgemeinen harmlosen Mikroben können plötzlich unangenehm werden. Die Theorie der Infektionskrankheiten verlange also mehr als nur die Betrachtung der Bakterien, selbst wenn sie vielleicht noch als konstant angenommen wurden (O. LUBARSCH 1931, S. 59). LUBARSCH (S. 59) meinte auch: "Es ist nicht unmöglich, daß bei dem Gegensatz auch noch politische Gründe mitspielten, zumal Koch, der von allen Regierungstellen und dem Militär unterstützte und gefeierte Mann den Fortschrittlern um Virchow verdächtig und unsympathisch war." Klar waren Militär und Kolonialverwaltung von Infektionen besonders betroffen. Zu KOCH äußerte sich LUBARSCH (S. 61) auch: "Wer Beobachtungen machte, die in das Kochsche Dogma nicht hineinpaßten, wurde damit abgetan, daß er nicht "bakteriologisch arbeiten" könnte. ... Das war überhaupt eine Schwäche Kochs, daß er wirklich selbständige Köpfe nicht duldete und daher diejenigen seiner Schüler, die eigene Wege gehen wollten, wie Plagge und Hueppe, aus seinem Institut entfernte und ihnen keine Förderung angedeihen ließ." VIRCHOW wird aber ebenso starres Verhalten vorgeworfen - von LUBARSCH, einem hyperkritischen Mann. Stimmt es so? Der als 'wissenschaftlich hochbedeutend' eingeschätzte LUBARSCH erschien als "fanatischer Monarchist und Nationalist", und trotzdem er Jude war, "impfte" er den Studenten nach der Erinnerung des späteren Nobelpreisträgers WERNER FORßMANN (2002, S. 47) in "fast jeder Kollergstunde" ein, "daß die Juden Deutschlands Untergang seien." Er starb früh genug, um nicht

zu erleben, was er mit vorbereiten half.

VON HANSEMANN (L. ASCHOFF 1940, S. 50), ein VIRCHOW-Schüler und eben auch LUBARSCH (1921), sahen nur noch die Konstitution, die Reaktion des Gewebes, vielleicht schon eingetretene Immunität, und betrachtete die eingedrungenen Parasiten als Nebensache. Ältere Mediziner sahen sich vielleicht auch einfach durch die Schnelligkeit der Entwicklung und durch den Aufstieg einer bestimmten Richtung in der Medizin überrumpelt, und der Psychiater R. WOLLENBERG schrieb in seinen Erinnerungen (1931, S. 49): "Es folgte dann die Blütezeit der ätiologischen Forschung, welche zu einer Überschätzung der Bakteriologie insofern führte, als die Bakterien alles machen sollten, von Krankheitsbereitschaft, Reaktionsfähigkeit, Konstitution aber kaum die Rede war." BEHRING (1893) hatte einmal bemerkt, daß ungeachtet aller Erscheinungen, aller Symptome am Kranken, dem "lebenden Substrat", die Erreger wenigstens zur Zeit einfach besser zu bekämpfen sind.

Es gibt wohl auch Erreger, die bei bestimmte Menge jedenfalls, mit nahezu Sicherheit bei Personen ohne Immunität die von ihnen ausgehende Erkrankung hervorrufen.

Etwa am Gelben Fieber gab es manchmal hohe Todesraten, aber auf Trinidat starb 1954 von 1.000 Erkrankten nur einer und war bei anderen Befallenen die Krankheit nicht auszumachen gewesen. War das Disposition der Menschen oder lag es an einem **weniger virulenten Stamm des Erregers**?

## Wichtiges Gebiet in der Erforschung der Infektionskrankheiten: die Übertragungswege, besonders auch über 'Vektoren'

Influenze und Tuberkulose wurden offensichtlich anders übertragen als Cholera. Letztere war offensichtlich an schmutziges Wasser gebunden. Tetanus hing mit Erde zusammen. Ganz anders noch verhalten sich die ins Tierreich gestellten, mit einem Zellkern versehenen **krankmachenden Protozoen**, und es war eine weitere bedeutsame Entdeckung, daß Protozoen, und zwar namentlich **Trypanosomen**, etliche schlimme und oft lebenslang im Körper weiterwirkende Krankheiten bringen. Wie mancher wurde auch eine scheinbar eingedämmte Malaria nie wieder los. Spezifische Arten der Trypanosomen und anderer krankmachender Protozoen rufen wie bei Bakterien spezifische Krankheiten hervor.

Die Vermehrung und damit der Übetragung vieler **Protozoen** benötigte einen besonderen Weg, den über zwei Organismen oft ganz unterschiedlicher taxonomi-

scher Stelllung etwa zwischen Insekten und Warmblütlern. Die bei der Vermehrung und damit Ausbreitung nötigen **Zwischenwirte** in anderen als den warmblütigen Tierklassen wurden **Vektoren** genannt. Ihre Auffindung erforderte **eigene Forschungswege**. Für Mikroparasiten erschien die Übertragung über Vektoren neu. Aber bei **Eingeweidewürmern** waren ausreichend Fälle von Zwischenwirten **bekannt**. Der Werdegang etwa der Trichine und des Leberegels war längst aufgeklärt. Der in der Mikrobiologie benutzte Begriff 'Vektor' hat gewiß auch seine Unschärfen. Wird man von seinem Hund oder seiner Kuh mit einer Krankheit infiziert, wird diese Haustiere kaum 'Vektoren' nennen. 'Vektor' heißt auch nicht die Fliege, die sich mit Krankheitserregern an den Füßen auf Lebensmittel setzt und so vielleicht Polymyelitis verbreitet. Ein Zusammenhang von Flöhen und Pest wurde schon früh vermutet. Man kann Pest-Erreger auch unmittelbar infizieren, was wohl zu der Lungenpest führte. Aber etwa die Erreger der Malaria müssen ihre Sexualvorgänge in einem Zwischenwirt, einem Vektor, bestimmten Mücken, durchmachen, Als 'Vektoren' von Mikroparasiten erwiesen sich vor allem gewisse Zecken und Zweiflügler, die Tsetse-Fliegen, Zecken. In warmen Gewässern kamen Kleinkrebse hinzu.

## Erster Nachweis von Vektoren für den Ausbruch einer Seuche: eine Rinderkrankheit in den USA

Den **ersten Nachweis** für die Übertragung eines eine bestimmte Krankheit auslösenden Protozoons durch einen **Vektor** klärte ab 1886 mit Mitarbeitern der vielseitige THEOBALD SMITH (P. F. CLARK 1959, C. DOLMAN 2003, S. H. GAGE 1936, H. ZINSSER 1936) in den USA für das zahlreiche **Rinder** tötende "**Texas cattle fever**". Das geschah also 4 Jahre nach KOCHs Entdeckung des Tbc-Erregers. SMITH arbeitete nach dem Medizinstudium ab 1884 in dem Bureau of Animal Industry in Washington, ging 1895 an daas State Board of Health in Boston und 1915 an die Harvard Medical School. SMITH wies den nicht so leicht auszumachenden Erreger, das *Pyrosoma (Piroplasma) bigeminum*, in den roten Blutzellen erkrankter Rinder nach Er fand weiterhin, daß Rinder im Süden der USA gegen den Erreger immun waren. Wurden Rinder etwa während des Sezessionskrieges in Massen aus dem Süden nach dem Norden getrieben, erkrankten die Rinder im Norden, allerdings nur im Sommer. Eine direkte Infizierung von Tier zu Tier schien nicht stattzufinden, zumal die Rinder aus dem Süden nicht krank waren. Infektiös mochte der Boden zu sein, über den Vieh aus dem Süden nach dem Norden getrieben wurde. Wurde Vieh aus dem Süden etliche Zeit im Norden gehalten, infizierte es die Vieh-Weiden im Norden nicht mehr. Viehhalter diskutierten schon vor SMITH, daß Zecken die Krankheit übertragen mochten. Zecken der Art ***Boöphilus bo-***

***vis*** züchtete SMITH in Gefäßen. Er infizierte mit ihnen Rinder und auch Weiden. Diese Zecken, so wurde ermittelt, übertragen die Erreger des Texas cattler fever, sind der "**Vektor**" für die Übertragung dieses Erregers.

## Malaria - die durch besimmte Mücken übertragene und an der Weltgeschichte in besonderem Ausmaß beteiligte Malaria

Insekten als Zwischenwirte benötigen auch die Erreger der verheerenden **Malaria** (M. JANTSCH 1948). Stiller als Pest oder Cholera, schädigt oder tötet sie langsamer. Auch wer die vielen bald tödliche Malaria erst einmal überlebt, bleibt oft geschwächt, hat verminderte Leistungsfähigkeit (F. BRAUDEL 1990, S. 86). Malaria ist heimtückischer als andere Infektionskrankheiten. Sie hat oft im Verlauf verzögert Millionen Opfer gefordert. Malaria war die Geisel bei Besiedlung und Urbarmachung großer Flußniederungen. "Die Ebenen kolonisieren hieß oft, dort zu sterben" (F. BRAUDEL 1990. S. 91). Das war der ">Hintergrund der mediterranen Pathologie<" (F. BRAUDEL 1990, S. 86). Die 'Faulheit' der Italiener: Malaria mit ihren fortdauernden Fieberanfällen, Darmblutungen verursachende Hakenwürmer, die einseitige Maisnahrung auf dem Lande - dann arbeiten Sie! Malaria vor allem:

Batavia, die Hauptstadt des südostasiatischen niederländischen Kolonialreiches, wurde zur Todesstätte ganzer niederländischer Familien. J. RADKAU (2002, S. 154) bemerkte richtig, daß einem bei Betrachtung der Auswirkungen der Malaria das "Gefühl" überkommt, "einen Hauptschlüssel zur Weltgeschichte gefunden zu haben, insbesondere für den Niedergang von Kulturen und den Fehlschlag imperialer Ambitionen", für die Inbesitznahme mancher tropischen Gebiete. Die Verbindung der Malaria zu Sümpfen und zu Bewässerung wurde früh gesehen. Trockenlegung galt als Malariaprophylaxe. Der österreichische Landwirtschaftsschriftsteller JOHANN BURGER (1830, S. 267) berichtet von 1831, daß der in überfluteten Äckern stattfindende Reisanbau in der Nähe von Städten seit langem untersagt war. Weil aber die Gründe für den Zusammenhang von Sümpfen und Malaria nicht ersichtlich waren, sah man von noch strengeren Maßnahmen ab. Auch in Sumpfgebieten Mitteleuropas gab es Malaria. Etst die in mancher Hinsicht bedauerliche Beseitigung der Altwässer des oberen Rheins hat hier der Malaria ein Ende bereitet. Höher über dem Meeresspiegel, auch auf Java, blieb man gesund. Von EMPEDOKLES wurde berichtet, daß auf seinen Vorschlag in einen Felsenkamm hinter der am Meer an der Süd-Küste von Sizilien gelegenen Stadt Akragas (Agrigento) eine Lücke geschlagen wurde und dort Wind vom Lande her zur Küste hindurchwehen konnte. Die "Fieberdünste" - nach unseren Wissen die

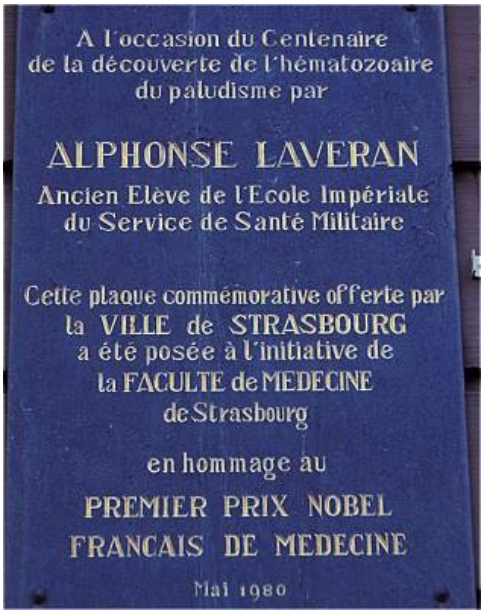


Abbildung 1559: LAVERAN-Gedenken Straßburg.

"Mücken" - wurden vertrieben. Erst im Zeitalter der Mikrobiologie kam auch die Aufklärung der Malaria voran. ALPHONSE LAVERAN, französischer Militärarzt in Nordafrika, sah 1880 in Constantine in Algerien in den roten Blutkörperchen Malariakranker begeißelte Parasiten.

Der Italiener CAMILLO GOLGI bestätigte das. PATRICK MANSON konnte diese Parasiten besser färben und erfaßte, daß sie ein Entwicklungsstadium in Mücken durchlaufen müssen. Eine Art Form von Malaria befällt Vögel. RONALD ROSS untersuchte ab 1890 in Indien am Südabhang des Himalaja Mücken, die an Vögeln mit Vogelmalaria gesaugt hatten. Im Sommer 1898 gelang ROSS der Nachweis, daß gesunde Vögel durch den Stich malariainfizierter Moskitos erkranken. Die Übertragung durch Moskitos wurde nun auch für die Malaria der Menschen bekannt. Mückenbekämpfung mußte Malaria beseitigen helfen oder auch Isolierung der Menschen mit Malaria, an denen Mücken saugen konnten. ROSS ließ durch Drainage und Reinigung Städte sanieren. GOLGI (P. MAZZARELLO et al. 1998) fand den Zusammenhang zwischen den periodischen Fieberanfällen und einer periodischen Vermehrung der Malariaparasiten im Blut. Italien mußte an der Malaria-Forschung besonders interessiert sein, galt es doch hier eine Geißel des Landes zu beherrschen. GIOVANNI BATTISTA GRASSI bewies, daß **allein** Arten der Mückengattung ***Anopheles*** Malaria übertragen, also nicht alle Mücken Malaria-Überträger sind und lenkte somit die Aufmerksamkeit auf die Spezifität des richtigen "Vektor" der Malariaübertragung. Nach einem Spätsommeraufenthait in Ita-

lien 1898 führte KOCH vor allem wegen der Malaria eine von Italien und von Neapel aus bis nach Neuguines führende Expedition 1899/1900. Entscheidende Dinge waren bekannt, aber nicht unumstritten. KOCH fand 1899 in den sumpfigen Niederungen bei Grosseto an der Küste im nordwestliche **Italien**, in den 'Maremmen', von 650 Personen 408 an Malaria leidend und die Krankheit grassierte in sumpfigen Gebieten um Rom. Unter KOCH wurde das Blut der Bewohner auf die Parasiten untersucht, um die Malaria-kranken von denen mit anderen Fieber zu trennen. In Italien trat die Malaria nur zu bestimmten Zeiten im Jahr auf, dann, wenn bei der nötigen Außentemperatur die Mücken Überträger sein konnten. Um Grosseto flüchteten in den Malariamonaten die Bewohner, die es sich leisten konnten, ins höher gelegene Gebirge. Drahtnetze und gar Vermummung etwa bei Eisenbahnern als Mückenschutz wurden nicht geschätzt und die Drahtnetze auch für andere Zwecke abmontiert. KOCH trat vor allem dafür ein, Malariakranke restlos auszuheilen und auch die vom Vorjahr noch mit Parasiten Befallenen, die Malariarezidive, von den Mücken fernzuhalten, also die fortlaufende Aufnahme von Malariaparasiten durch die Mücken zu unterbinden. Glücklicherweise schien es keine höheren Tiere zu geben, die von der Menschenmalaria befallen wurden und so ebenfalls Überträger gewesen wären. Das erleichterte die Malariabekämpfung. KOCH konnte zu seiner Freude auf Java Menschenmalaria nicht auf Affen übertragen. Die Bekämpfung der Mückenlarven war eine aufwendige Sache, und nach 1945 mit dem schließlich gebannten DDT umstritten. KOCH stand in Italien in Streit mit dem Malariaforscher und linken Abgeordneten ANGELO CELLI, der auf die sozialen Bedingungen der Armen für die Malariaverbreitung hinwies, während KOCH nur die Isolierungsmaßnahmen betonte (J. W. GRÜNTZIG et al. 2010). Als 1902 ROSS den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhielt, schätzte man für Italien etwa 2 Millionen Malariakranke. Die Zahl der Malariatoten in Italien sank von 15.865 im Jahre 1900 auf 3619 im Jahre 1910, Im weiteren 20. Jh. wurde Italien nahezu malariafrei. Es wurde ein Beweis für erfolgreich mögiche Bekämpfung wenigstens einiger Krankheiten.

Malaria-verseucht war zu Beginn des 20. Jh. auch der wunderschön gelegene Adriahafen **Rovigno**/Rovinj (R. GOLDSCHMIDT 1963). Fast jedes Haus war um 1900 von Malaria betroffen. Obwohl in der Habsburger Monarchie gelegen, sandte das wegen der deutschen Kolonien auch an der Malaria-Forschung beteiligte Kaiserliche Gesundheitsamt in Berlin auch einen deutschen Zoologen, den noch jungen FRITZ SCHAUDINN (R. GOLDSCHMIDT 1963), nach Rovigno. Die Malaria konnte wirksam eingedämmt werden. Hier! Im Weltmaßstab hat im beginnenden 21. Jh. die Malaria noch nicht ausgespielt und hoffnungsvolle Medikamente waren nicht mehr wirksam.



Abbildung 1560: Saniert? Kerala 1999.

## Erreger-Übertragung durch Insekten auch für andere Krankheiten

## Gelbes Fieber

Grausam wütete im 19. Jh. oft in der Karibik und in Teilen der USA das **Gelbe Fieber**. Kam es von Westafrika? Der Reiseschriftsteller ERNST VON HESSE-WARTEGG (1881, S. 64) erfuhr von New Orleans und anderen Städten: "Hunderte wurden täglich von dem meuchlerischen gelben Tod überfallen. Hunderte, die am Tage zuvor die glücklichsten, gesundesten Menschen waren, lagen heute in schrecklichen Krämpfen und Delirien darnieder, und ihr Geheul durchzitterte die faule, übelreichende Atmosphäre der Stadt. Hunderte lagen als verzerrte Leichen von orangegelber Farbe in den Strassen, in den Markthallen, in den Häusern, und die Todtengräber walteten Tag und Nacht ihres Amtes. Die Läden waren gesperrt, die Strassen verödet ... " Im Schmutz, in der mangelhafter Pflasterung und Kanalisirung, dem Unrat zwischen den oft auf Stelzen gebauten Häusern vermutete HESSE-WARTEGG immerhin eine Ursache der Krankheit. Am Gelben Fieber und Malaria scheiterte zuerst der Bau des Panama-Kanals. Der in Havanna wirkende Arzt CARLOS FINLAY hatte schon 1881 in der Mücke *Aëdes aegypti* (*Stegomyia fasciata, Culex fasciatus*) den Überträger der Krankheit vermutet. Seine Annahme wurde nicht weiterverfolgt. Im Jahre 1898 besetzten Truppen der USA-Armee im Krieg gegen Spanien Havanna. 1900 brach unter den Soldaten das Gelbe Fieber aus. Die Regierung der USA ernannte eine Kommission von Armeeoffzieren, die Ursache der Krankheit herauszufinden. An die Spitze wurde der mit Typhus und dessen wahrscheinlicher Übertragung durch Fliegen vertraute WALTER REED

(W. B. BEAN 1975, J. M. P. 1963) gestellt. Und in etwa 7-einhalb,Monaten, vom 25. Juni 1900 bis 4. Februar 1901 wurde die Aufgabe gelöst. Es wurde entschieden, von der Theorie der Übertragung durch ein Insekt, die Mücke *Aedes aegypti*, auszugehen. Menschenversuche wurden von vornherein eingeplant. Geforscht mit Stichen offensichtlich infizierter Mücken, mit Übertragung von Blut, mit der Filterung von Blutserum. Da das gefilterte Blutserum die Krankheit übertrug, war ein abfiltrierbares Bakterium als Erreger nicht anzunehmen. Das Kommissions-Mitglied JAMES CARROLL ließ von Fieberkranken infizierte Mücken sich selbst, das Kommissionsmitglied JESSE WILLIAM LAZEAR und einen Freiwilligen Soldaten stechen. CARROLL erkrankte, aber gesundete, mit geschädigtem Herzen. Der zufällig gestochene LAZEAR starb am 26. September 1900, 34 Jahre alt. Von weiteren 22 Freiwilligen wurden 14 von infizierten Mücken gestochen, 6 erhielten Blut von Erkrankten, 2 erhielten gefiltertes Blutserum Erkrankter. Sie erkrankten, aber überlebten. Gab es auch Übertragung durch Kontakte von Mensch zu Mensch, durch menschliche Exkremente? Freiwillige begaben sich in einem überdachten Bau mit Mückenschutz in Kontakt mit Gelbfieberkranken, wälzten sich in der von Gelbfieberkranken beschmutzten Kleidung, ihren Betten. Ekelig bis zum geht nicht mehr. Sie erkrankten nicht! Ohne Blutübertragung gab es offenbar keine Ansteckung. Im Gefolge einer Theorie, der von der Insektenübertragung, wurde eine überzeugende Beweiskette erstellt. Wütete das Gelbe Fieber auf Schiffen, waren offenbar die Überträgermoskitos mit an Bord. Erkannt wurde, daß die Mücke das Gelbe Fieber nur überträgt, wenn sie bei einem Erkrankten in den ersten 3 Krankentagen saugt. Dann aber bleibt die Mücke bei Wärme bis zu 2 Monaten infektiös. REED wurde noch im Februar 1901 Professor für Pathologie und Bakteriologie an der Columbian University Medical School, starb aber 51-jährig am 17. November 1902 an einer vernachlässigten Darmerkrankung.

Der Sanitätsoffizier WILLIAM CRAWFORD GORGAS (J. M. P. 1960) glaubte zunächst nicht an die Mückenübertragung und verbrannte gegen die Krankheit die Station der gelbfieberkranken Soldaten und die Gegenstände. GORGAS war einmal von Gelbfieber genesen und durfte als immun angesehen für Gelbfieberkanke die geeignete Kontaktperson sein. Dann überzeugt von den Ergebnissen der REED-Kommission suchte GORGAS alle Mückenbrutplätze in Havanna zu beseitigen und machte die Stadt **frei von Gelbfieber**. Und noch mehr des **wirtschaftlichen Nutzens einer besiegbaren Krankheit**: Nur dank der Beherrschung des Gelben Fiebers wurde der Bau des **Panama-Kanals** möglich, und dank der alle finanziellen Einwände zurückweisenden Sanierungmaßnahmen unter GORGAS (J. M. P 1960) wurde das verwirklicht, auch in den Städten Panama City und Colon. REED wie der 1920 gestorbene GORGAS wurden auf dem Arlington National Freiheit der großen USA-Bürger beigesetzt .

NOGUCHI nahm als Gelbfieber-Erreger weiterhin die von ihm noch auf Spezialexpeditionen in Ecuador gefundene *Leptospira icteroides* an, was die Untersuchungen von Havanna also noch nicht als abgeschlossen betrachten ließ. Vergeblich suchte man dieses Bakterium bei Gelbfieberkranken in Westafrika, wohin 1927 mehrere Forscher von einer Rockefeller Kommission besandt worden waren. ADRIAN STOKES (A. F. HURST et al. 2004) konnte das Gelbe Fieber auf Affen übertragen. STOKES erkrankte selbst. Geschwächt ordnete er an, daß Blut von ihm auf Affen übertragen werden und an ihm dann Affen stechende Mücken angesetzt würden. Die Übertragungsweise des Gelbfieber wurde bestätigt. STOKES starb 40-jährig am Gelben Fieber am 19. September 1927 in Lagos. Es starb unter den damaligen Erforschern des Gelbfiueber in Westafrika an der Krankheit WILLIAM A. YOUNG (S. FLEXNER 1929). NOGUCHI, dessen Erreger nicht als Ursachen des Gelben Fieber bestätigt werden konnte, starb am 21. Mai 1928 am Gelben Fieber in Accra. Wie sich zeigte: der wirkliche Erreger wird durch einen bakteriendichten Filter nicht zurückgehalten, ist also, wie REED annahm, ein **Virus**.

In Dschungelregionen, also auch in Westafrika, sind, wie nach 1930 festgestellt wurde, auch andere Moskito-Arten Überträger des Gelben Fiebers und werden Affen sowie andere Säugetiere ebenfalls befallen.

## Zecken als Überträger der Rinderseuche 'Küstenfieber'/'African Coast Fever' und des Rückfallfiebers - wiederum ROBERT KOCH und Mitarbeiter als Erforscher

Unter aus Australien 1900 eingeführten Rindern war in Rhodesien eine Seuche ausgebrochen, welche zu 80 - 90% tödlich endete. KOCH wurde hingerufen, und sein Mitarbeiter KLEINE (1949, S. 26 ff.) berichtete. Weil es bekannt war, daß Zecken Rinderseuchen übertragen, sammelte KOCH alle erreichbaren Zecken oder ließ sie sammeln. Stationen an der ostafrikanischen Küste, wo der auch KOCH transportierende Dampfer anlegen sollte, waren zur Bereithaltung von Zecken telegraphisch aufgerufen worden. Da an Texasfieber immune Rinder in Rhodesien auch erkrankten, mußte wohl eine anders Seuche vorliegen. KOCH nannte sie 'Küstenfieber','African Coastal Fever'. Im mikroskopisch untersuchten Blut erkranker Rinder fanden sich "kleine, stäbchenartige oder sehr kleine ringartige Parasiten", die mit zunehmnder Krankheit gewaltig zunahmen. Zum Studium der verdächtigen Zecken wurden solche an der Haut kranker Tier angesetzt, nach dem Vollsaugen abgelöst und in einer Zeckenaufzucht großen Ausmaßes aufgezogen. Durch Aussetzen von Millionen junger Zecken auf eine Weide wurde diese Weide hochinfektiös gemacht. Die Zecken blieben dort auf Wochen an Ort und Stelle, Und wieder gab es eine Besonderheit bei der Krankheit: Von Rindern stammendes Blut

mit zahlreichen Erregern rief bei Transfusion auf gesunde Rinder keine Erkrankung der letzteren hervor, was für die Notwendigkeit der Zecken-Übertragung sprach.. Eine endgültige Klärung der Krankheit Küstenfieber war damals nicht möglich und bietet also ein Beispiel, wie man heranging, manches klärte und doch offenblieb. Nach späterem Urteil seines Mitarbeiters KLEINE (1949, S. 34) verlor KOCH mit den Jahren die Geduld bei den Arbeiten, "fürchtete etwas zu versäumenam Problemen vorüberzugehen, die er noch zu lösen wünschte." Das widersprach "der außerordentlichen Vorsicht, die ihn in jungen Jahren leitete:" Nicht alles war eben so relativ einfach zu ermitteln wie beim Milzbrand. Zeckenvernichtung war gegen das 'Küstenfieber' sicherlich auf jeden Fall angebracht.

Bei der ebenfalls große Verluste im südlichen Afrika bringenden '**Pferdesterbe**' (K: F: KLEINE 1949, S. 33/34) konnte durch einen einzigen injizierten Tropfen Blutes eines erkrankten Pferdes ein gesundes infiziert werden, und das, ohne daß Erreger unter dem Mikroskop im Blut zu sehen waren. Wie beim Gelbfieber lag wohl ein Virus vor. Durch Drahtnetze oder Rauch konnte man andererseits die Pferde vor der Krankheit bewahrten. Das wies auf die Übertragung durch ein "fliegendes Insekt" (S. 34). Pferde, welche die Krankheit überstanden, waren immun, hießen 'gesalzen' und wurden hoch bezahlt.

Ende 1904/1905 wieder in Afrika berichtete KOCH von das **Rückfall-Fieber/Recurrens** auslösenden **Spirillen** in **Zecken**, die diese Spirillen auch ihren Eiern übermitteln (F,.K. KLEINE 1949, S. 37). In späteren Untersuchungen unter KLEINE (1949, S. 63) wurden Zecken zerrieben, die erhaltene "Aufschwemmung Affen unter die Haut gespritzt" und diese erkrankten stets an Rekurrens.

## Trypanosomen, teilweise schlimmer als Bakterien: Nagana-Seuche, Schlafkrankheit, Chagas-Krankheit

Der schon beim Maltafieber erfolgreiche DAVID BRUCE (S. R. CHRISTOPHER et al. 2004, C. E. DOLMAN 1970) vom Army Medical Service fand mit seiner Frau ab 1894 und 1896, daß die unter Rindern in Natal wütende **Nagana-Seuche** durch ein in einer Fliege der Gattung **Glossina, Tsetsefliege,** lebendes Trypanosom hervorgerufen wird. Beim zweiten Aufenthalt ab 1896 vebrachten die BRUCEs etwa zwei Jahre abglegen in einem Camp im Zululand und mußten sich auch durch Wild ernähren. Der Zusammenhang zur Tsetsefliege wurde etwa deutlich, als im Hochland ohne Tsetsefliegen gehaltene Rinder ins Tiefland mit Tsetsefliegen gebracht wurden. Tsetsefliegen erscheinen nicht in Schwärmen, sondern fliegen einzeln herum und betreiben, wie später aufgeklärt wurde, sogar Brutpflege, denn die Eier wachsen am Weibchen bis zum ersten Larvenstadium heran und werden

dann in lockerem Sandboden abgelegt. Das Solitäraufteten deckte sich mit früheren Beobachtungen, daß wenige Fliegenstiche zum Tode eines Ochsen führen können, wenn denn die Tsetes Träger der Trypanosomen war. Die einheimischen Wildtiere erwiesen sich als immun.

Nachdem die ersten krankmachenden Trypanosomen festgestellt waren, 1894, bei Vieh, setzte in ihrer Erforschung und Auffindung eine regelrechte "Entdeckerwelle" (J. W. GRÜNTZIG et al. 2010) ein, wurde hier ein weiteres Gebiet der Infektionskrankheiten fast im Sturmschritt erschlossen, aber waren in langen Untersuchungen zahlreiche Einzelheiten abzuklären.

Gefährlich Ausbreitung erfuhr um 1900 im tropischen Afrika die **Schlafkrankheit** (J. W. GRÜNTZIG et al. 2010, R. KOCH 1909). Den Kolonien drohte Menschenmangel. Statt einer raschen Aufklärung aller beteiligten Faktoren mußte **lange Forschung die Einzelheiten** der Übertragung und der eventuellen Gegenmittel klären. 1901 fand JOSEPH EVERETT DUTTON (A. NICHOLSON et al. 2004) von der Liverpool School of Tropical Medicine erstmals bei einer Blutprobe einen Trypanosomen in Blut von einem Menschen, ohne ihn, die *Trypanosoma gambiense*, einer Krankheit zuordnen zu können. DUTTON starb auf einer Forschungsreise 31-jährig am Kongo. Der aus Florenz stammende ALDO CASTELLANI hatte in der Rückenmarksflüssigkeit bei 5 von 15 an Schlafkrankheit Erkrankter in Uganda Trypanosomen der Spezies *gambiense* gefunden, doch er sah in ihnen wegen des nicht durchgehenden Vorkommens bei allen Kranken nicht die Ursache der Krankheit. Das sah dann der 1903 zum Victoria-See ausgesandte DAVID BRUCE (S. R. CHRISTOPHER et al. 2004; F. K. KLEINE 1949, S. 169), und konnte auch für die Schlafkrankheit die Übertragung durch Tsetsefliegen feststellen. Zumal auch die deutsche Kolonie Deutsch-Ostafrika bedroht war, wurde zur Klärung unbekannter Dinge KOCH als Leiter einer eigenen deutschen Schlafkrankheitsexpedition 1906/1907 ausgesandt. Auch seine Frau, die zweite, war daran beteiligt. Mit Mitarbeitern war nach der Abfahrt von Neapel am 16. April 1906 am 3. Mai der Hafen Tanga in Deutsch-Ostarfika erreicht und konnte am nächsten Morgen mit der Eisenbahn zu der Landwirtschaftlich-Biologischen Versuchsstation in Amani in den Ost-Usambara-Bergen aufgebrochen werden (F. K. KLEINE 1949, S. 39). Tagelang wurde Fliegen seziert, aber unterschiedliche Entwicklungsstadien wurden in ihnen nicht gefunden. Wegen schlimmer Nachrichten vom Viktorias-See wurde am 12. Juni nach dorthin. Schon konnte man von der Küste aus mit einer Eisenbahn auch zum Victoriasee fahren. KOCH bezog mit seinem Team ein Lager auf den Sese-Inseln im Nordwesten des Victoriasees bei Entebbe in Uganda. Auch wo keine Menschen lebten, fanden sich Trypanosomen in den Fliegen. Es mußte ein unbekanntes Reservoir geben. Nach dem Auffinden einer brauchbaren Untersuchungsmethode, der Untersuchung großer gefärbter Blutstropfen aus den Kranken

wurden bei diesen verschiedene Entwicklungsstadien der Erreger gefunden Wie man später feststellte, durchbrechen die Erreger im befallenen Menschen schließlich die Blut-Hirn-Schranke und lösen im Gehirn jene Vorgänge aus, welche die "Schlafkrankheit" auszeichnen. Mit dem Atoxyl verschwanden die Trypanosomen im Blut recht schnell, aber Überdosierung brachte Erblinden. Aber Schlafkrankheit führte auf jeden Fall zum Tod. Auf jeden Fall mußten die Trypanosomen von außen in die Fliegen aufgenommen werden. KOCH war auf den Sese-Inseln selbst an anderen Leiden schwer erkrankt und das hat wohl zu seinem recht frühen Tod beigetragen. Aber 1908 war KOCH noch einmal in Ostafrika gewesen (S. 47). Zur Kommission gehörten schließlich 10 Ärzte und etwa 20 Sanitätsunteroffiziere. Für Versuchszwecke wurden massenhaft nichtinfizierte Glossina-Fliegen aufgezogen, die an kranken Menschen und Tieren zu saugen hatten. Wo es keine Schlafkrankeit gab, trugen die Glossinen keine der Trypanosomen in sich, und es erschien als bewiesen, "daß die Glossinen bei der Übertragung der Trypsnosomen eine ähnliche Rolle spielen wie die Anopheles bei der Epidemiologie der Malaria" (S. 54). Kamen die Trypanosomen in die Glossinen, wurden sie wegen der Entwicklung der Trypanosomen etwa nach 20 Tagen infektiös. Die Glossinen übertrugen die Trypanosomen nicht in ihre Eier. Die Schlafkrankheitsfliege erwies auch als eigene Art, in ihrer Wirkung von der im Vieh unterschieden. Ja **Freiwlllige**, weiße Ärzte wie Afrikaner wurden mit dem **für die Rinderseuche zuständigen *Trypanosoma brucei* geimpft** und keiner von ihnen erkrankte (F. K. KLEINE 1949, S. 174). Wild und Haustiere hatten keine besondere Bedeutung für die Verbreitung der Schlafkrankheit (S. 55).

KLEINE konnte Krokodile als ein Reservoir (S. 45) der die Schlafkrankheit auslösenden Trypanosomen feststellen. Die Fliegen, dachte man, konnten in die Rinnen zwischen den undurchdringlichen Schuppen stechen, jedoch sollten sie nach weiterer Erkenntnis in die den beim Schlafen weit geöffneten Rachen der Krokodile dringen, ja infizierten, wie HOARE fand, nach dem Verschlucken (S. 59). Im Osten konnte auch eine andere Glossina, die *morsitans*, die Trypanosomen in sich ausbilden lassen und verlangte Überwachung (S. 62), In den gefährdetetn Gegenden wirkten Bezirksämter mit Stationsärzten. Die Bevölkerung suchte man aufzuklären. Aber das Hirtenvölk der Wageia (S. 50), denen die Sultane nichts zu sagen hatten, gingen völlig nackt und waren natürlich gefährdet. Aber anonsten gab es strenge "polizeiliche Verordnungen": Beseitigen der den Glossinen dienenden schattenspendenden Vegetation und dafür zur Verhinderung von deren Wiederaufkommen Anbau niedriger Hackfrüchte wie Bohnen und Erdnüsse oder nur kurzzeitig hochstehender Gewächse wie Mais, Bootsanlegen nur an fliegenfreien Plätzen, Bootfahren nur nachts zur Ruhezeit der Glossinen (S. 58). Schon 1912 gab es am Viktoriasee einen beträchtlichen Rückgang bei Erkrankungen (S. 63).

Ab 1921 waren deutsche Forscher mit KLEINE (1949, S. 78) mit britischer Genehmigung wieder in Afrika tätig und jetzt ging es um die Testung des von den Farbenfabriken verm. Friedrich Bayer & Co. in Leverkusen entwickelte Präparat "Bayer 205", das bei Versuchen an weißen Mäusen sich anderen Mitteln der Trypanosomen-Bekämpfung im Körper als weit überlegen erwies. Der zuerst bei der Entwicklung neuer Teerfarben in den Farbenfabriken verm. Friedrich Bayer & Co. tätige BERNHARD HEYMANN (H. LECHER 1931, W. LOMMEL 1933) wird mit der Entwicklung des "Germanin", 'Bayer 205', gegen Trypanosomen, Schlafkrankheit wie Nagana-Seuche, verknüpft und man sprach von an "biblische Heilungen" erinnernde Erfolge (B. HEYMANN 1924). Ausgegangen war HEYMANN von Farbstoffen, von denen Wirksamkeit gegen Trypanosomen bekannt geworden war und entwickelte aus ihnen ähnliche, aber nicht den Menschen blau färbende Verbindungen. An der Synthese des 'Bayer 205' wirkten dann mit OSKAR DRESSEL und RICHARD KOTHE (Chemie-Lexikon, Wikipedia 2019). Bei von Trypanosomen der Schlafkrankheit befallenen Menschen wirkte es 100%ig in frischen Fällen (S. 176). Auf manche Trypanosomen in Rindern wirkte es nicht erwartetem Maße und auch hier war wieder deutlich, **wie unterschiedlich sich die Dinge** im Krankheitsgeschehen stellen (S. 93, 97). Ein Präparat und jedenfalls dieses wirkte offenbar nicht wie man in EHRLICHs Schule annahme unmiitelbar auf Parasiten sondern vom Körper her müßte noch etwas hinzukommen (S. 154). Vom Völkerbund wurde 1925 - 1927 noch eine weitere Schlafkrankheits-Expedition durchgeführt, an der auch KLEINE (S. 104 ff.) beteiligt war.

Für die vom *Trypanosoma cruzi* hervorgerufene **Chagas-Krankheit** (M. PERLETH 1997) im tropischen Amerika wurde **zuerst in** bestimmten blutsaugenden **Wanzen** ein **Trypanosom, gefunden**, und es war zunächst offen, ob die *Trypanosoma cruzi* beherbergenden Wanzen nach einem Biß eines Menschen bei diesem eine bestimmte Krankheit hervorrufen. CARLOS RIBEIRO JUSTINIANO CHAGAS (1971) hat ermittelt, daß diese Trypanosomen nach einem Wanzenbiß in einen Menschen gelangen und dort die nach CHAGAS benannte Krankheit auslösen können. Hier war ein **Erreger eher bekannt als** die durch ihn ausgelöste spezifische **Krankheit**. CHARLES DARWIN, der sich lebenslang oft unwohl fühlte, litt mit gewisser Wahrscheinlichkeit an den anhaltenden Folgen der ihm unbekannt gebliebenen Erkrankung, die er als junger Mensche in Chile sich nach einer Wanzen-Attacke zugezogen haben könnte. Man wird die Erreger, wie einige andere auch, während seines Lebens nicht mehr los (A. A. ROWE 2011), findet bei den Befallenen Schäden in Herz und vielleicht gar dem Darm, mit lebenslanger Verdauungsstörung. Weltweit gelten um 2010 mehr als 10 Millionen Menschen als befallen.

## Syphilis / Lues

**Syphilis** wird unmittelbar von Mensch zu Mensch übertragen, über Schleimhäute oder gar ihre Verletzung, namentlich bei inniger körperlicher Berührung wie beim Sexualakt. Der Krankheit nahezukomen erschien nicht leicht. 1903 gaben METSCHNIKOFF und ROUX bekannt, daß sie die Syphilis auf Affen übertragen konnten (G. KLINGMÜLLER 1983). Zu Syphilis-Versuchen an Affen reiste NEISSER (J. SCHÄFFER 1917) 1904 auf eigene Kosten mit Assistenten nach Batavia auf Java, und wiederholte die Reise 1907, nachdem der Erreger entdeckt worden war und EHRLICHs chemotherapeutische Präparate zu überprüfen waren, Affen wurden auch mit nach Hause gebracht.

KLINGMÜLLER und BAERMANN (G. KLINGMÜLLER 1983) hatten 1904, daß der in Ausscheidungen Syphiliskranker anzunehmende Erreger nicht filtrierbar ist, es sich somit um einen wohl mikroskopisch sichtbaren Erreger handeln müßte. Kaiser WILHELM II. soll entsetzt gewesen sein über die vielen Syphilis-Kranken beim Heer (R. GOLDSCHMIDT 1963, S. 73). Vergeblich hatte die Suche nach einem Erreger geschienen, bis der im Auftrag des Gesundheitsministeriums fahndende Zoologe FRITZ SCHAUDINN (G. B. RISSE 1975) und mit ihm der Hautarzt ERICH HOFFMANN **1905** einen bleichen Spirochaeten unter anderen Mikroorganismen in der aus den Knoten von Syphilitikern entnommenen Flüssigkeit sahen, und sich dieser, *Spirochaeta pallida*, später *Treponema pallidum* genannt, trotz aller Skepsis vieler Mediziner immer wieder fand. SCHAUDINN (R. GOLDSCHMIDT 1963, Wikipedia) war Ostpreuße, geboren 1871, hatte in Berlin bei dem ihn später beneidenden F. E. SCHULZE Zoologie studiert, an einer Arktis-Fahrt teilgenommen und Malaria bekämpft. SCHAUDINN forschte dann noch ein Jahr am protozoologische Laboratorium am Forschungsinstitut für Schiffs - und Tropenkrankheiten in Hamburg, bevor er 1906 starb. SCHAUDINN, 35 Jahre alt, galt als eine der großen Hoffnungen der Mikrobiologie in Deutschland. Da die Mutter von SCHAUDINNs Ehefrau Jüdin war, wurde den Kindern im Dritten Reich die berufliche Zukunft zerstört. Der Dermatologe HOFMANN war sehr deutschnational, aber auch Gegner der Nationalsozialisten und wurde 1934 entlassen, als er in einer Vorlesung geäußert habe, daß ihm ein Jude im weißen Kittel lieber sei als ein Nazi im braunen Rock (Wikipedia). Der erste Name *Spirochaeta pallida* wurde übrigens wieder aufgenommen. Der Organismus reagiert im Unterschied zu Flagellaten auf Penicillin, was für seine taxonomische Stellung eher unter den Bakterien spricht.

Auf einem Kulturmedium war die Syphilis bringende Spirochaeta zunächst nicht heranzuziehen. Syphilis zu erforschen mußten dafür empfängliche Versuchstiere genutzt werden. Auf einem Medium gelang die Kultur NOGUCHI (L. F. B. 1962). Er fand auch, daß die Zugabe von Kaninchen-Hoden das Wachstum auf einem Me-

dium begünstigte. Und 1913 fand NOGUCHI mit J. W. MOORE den **Syphilis-Erreger im Gehirn** an der Syphilis Gestorbener, die Durchbrechung der Blut-Hirn-Schranke durch die Syphilis-Erreger. Nun war wenigstens von dieser Seite her erklärbar, warum Syphilis auch nach Jahrzehnten zu psychischen Erkrankungen, zu "Progressiver Paralyse", zu "Neurolues", neben Verfall und Lähmungen auch zu genialen Leistungen und Größenwahn führt. Daran schließlich gestorben wie der Komponisten GAETANO DONIZETTI und möglichweise dem Philosophen FRIEDRICH NIETZSCHE. Für die Psychiatrie lag ein eindeutigen Fall dafür vor, daß für eine **psychische Erkrankung eine somatische Ursache** vorliegt (Wikipedia). Mit modernen Heilmitteln ließen sich auch recht fortgeschrittene Stadien heilen. Es war dann nicht nötig auf JULIUS WAGNER-JAUREGGs (TH. WAGNER-JAUREGG 1985) 1927 mit dem Nobelpreis gewürdigte zweifelhafte **Malaria-Therapie** zurückzugreifen, das heißt durch künstliche Injektion der hoffentlich mit Chinin wieder heilbaren Malarie die Syphilis-Erreger im Körper zu schädigen.

## Syphilis-verwandte Krankheit Frambösie

Sich schraubig bewegende, von anderen Bakterien sich abhebenden Spirochaeten sind Ursache noch mancher Krankheit, so der Tropenkrankheit **Frambösie**. Wenige Wochen nach der Entdeckung des Syphilis-Erregers hat CASTELLANI 1905 den Erreger dieser durch Geschwüre entstellenden und nach langer Zeit meist tödlichen Krankheit, gefunden, *Treponema pertenue* (J. W. GRÜNTZIG et al. 2010). Aber glücklicherweise half Salvarsan hier noch schneller als bei Syphilis.

## Aleppobeule und damit Leishmaniosen - und anderes

Für die zu Beulen führende "**Kala-Azar**"-Krankheit, Aleppobeule, und in Indien auftretende, mit Leber- und Milzschwellung verbundenes Fieber, die Dum-Dum-Krankheit, fand die Erreger, *Leishmania*, im Jahre 1900 der damals in Indien wirkende Militärarzt WILLIAM BOOG LEISHMAN (G. J. M. 1928, H. D. ROLLESTON et al. 2004). Sohn eines Medizinprofessors an der Universität Glasgow, war er nach dem Medizinstudium in den Armeedienst getreten. LEISHMAN zögerte mit der Veröffentlichung und so war ihm darin CHARLES DONOVAN (J. W. GRÜNTZIG et al. 2010) 1903 voraus. DONOVAN stammte aus Südirland und wirkte in Madras, hier ab 1891 am Medical College. Die morphologisch gleichartigen Erreger verursachen 3 verschiedene Krankheiten, unterscheiden sich also in ihren krankmachenden, ihren physiologischen Eigenschaften: *donovani, tropica, brasiliensis*. Als Überträger wurden Sandwespen, Gattung *Phlebotomus*, ermittelt.

LEISHMAN fand auch eine bessere Färbemethode für die Malariaerreger im Blut. Später erforschte er auch das **Rückfallfieber**, verursacht durch die von Zecken übertragene *Spirochaeta duttoni*. Maßgeblich durch seine Initiative wurden die britischen Soldaten bei Beginn des Ersten Weltkrieges mit dem von WRIGHT entwickelten Antityphus-Serum geimpft. 1909 'Sir' geworden, war LEISHMAN ab 1923 bis zu seinem mit 61 Jahren erfolgtem Tode 1926 Generaldirektor des Army Medical Service.

## Durch Läuse übertragenes Fleckfieber

Übetragung durch kleine Insekten wies HOWARD TAYLOR RICKETTS von der Universität Chicago für das im Westen Nordamerikas auftretende 'Rocky Mountain Spotted Fever' nach (H. SACKMANN 1980). CHARLES H. J. NICOLLE vom Pasteur-Institut in Tunis erkannte die Übertragung von **Fleckfieber** durch die Kleidelraus . Hier, in Nordafrika, fiel NICOLLE (DUHAMEL-SCHADEWALDT) auf, daß nach Einlieferung in saubere Hospitäler und Abgaben ihrer Kleider die Erkrankungshäufigkeit sank. Ein sterbender Fleckfieberkranker erwies sich als über und über von Kleiderläusen bedeckt. Als Erreger wird das Fleckfieber hervorgerufen durch die von HENRIQUE DA ROCHA LIMA gefundenen **Rickettsien**, die sich im Darm der Laus aufhalten und von ihr ausgeschieden werden. Ausgeschieden werden sie, weil sie die Durch die Zellen der Laus zerplatzen lassen und diese stirbt. Züchtung der gelang in Kulturen von Gehirnendothelien infizierter Meerschweinchen. Diese Rickettsien ließen sich unmittelbar auf Läuse übertragen. Die Läuse der Art *Pediculus humannus*, Kleider- und Kopflaus, stechen nicht tief in die Blutbahn wie Mücken, aber ihr staubförmiger Kot oder die winzigen abgestorbenen Läuse werden beim Kratzen an der Haut in kleine Wunden eingerieben. Fleckfieber, das war für Soldaten wie kriegsbetroffene Zivilleute oft das Kriegsleiden schlechthin. Entlausung wurde wichtigste Methode gegen Fleckfieber-Epidemien.

## Insekten, Flöhe, übertragen Bakterien- und Virenkrankheiten, auch die Pest

Ratten und auch andere Nager, in der asiatischen Steppe Ziesel, tragen Pestbaziellen in ihrem Körper und an ihnen saugende Flöhe können sie auch auf Menschen übertragen. Der später als Medizinhistoriker in Würzburg wirkende GEORG STICKER (M. QUICK 1987) hatte diese **Pestverbreitung** durch den **Rattenfloh** / *Xenopsylla cheopis* resp. *Nosopsyllus fasciatus* nach einem 5-monatigen Indienaufenthalt 1898 bekanntgemacht. Fliegen, die von offenen Lebensmitteln auf andere "fliegen" gelten als Verbreiter der Poliomyelitis.

## Bakteriell zunächst umstrittene Krankheiten, wie Tetanus

Bei manchen augenscheinlich von Mikroben hervorgerufenen Erkrankungen war es viel schwieriger als etwa bei Milzbrand eindeutig im Sinne KOCHs Erreger auszumachen.

**Tetanus**, der zu tödliche Muskelkrämpfen führt, trat nach Verletzungen auf, die mit Erde oder Schmutz verbunden waren. Verwundete auf Schlachtfeldern waren häufig betroffen. Es war erst um 1884 deutlich genug, daß es beim Tetanus um eine durch eine Mikrobe ausgelöste Krankheit handeln muß (S. KITASATO 1889). Der Erreger des **Tetanus** erwies sich als **anaerob**, gedeiht nur ohne Luft, war schwieriger zu züchten gehört wie der Erreger des Botulismus zur Gattung ***Clostridium,*** Art t*etani*.

Ein erfolgreicher Sucher nach dem Tetanus-Erreger wurde um **1884** ARTHUR NICOLAIER. Er hatte am hygienischen Institut der Universität Göttingen Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen über der Schwanzwurzel eine kleine Tasche unter der Haut hergestellt und steckte in diese eine etwa erbsengroße Masse Erdxe. Unterschiedliche Tetanus-Symptome traten auf. Bei Mäusen erschienen sie, wenn das geschah, nach etwa 12 - 20 Stunden, bei Kaninchen nach 4-5 Tage. Mit einer erdegefüllten Hauttasche am Nacken wurden zuerst die vorderen Extremitäten ergriffen. Im Eiter an der Impfstelle fanden sich verschiedene Mikroben. Welche war maßgebend? Erdproben auf 190°C erhitzt führten nicht zu Tetanus. Eiter erkrankter Tiere wurde in die Hautttaschen gesunder übertragen und ließ erkranken. NICOLAIER suchte die vermuteten Erreger durch Eiter in tieferen Schichten von erstarretm Blutserum zu erhalten. Aber eine Reinzüchtung war nicht zu bekommen. "Bazillen" schienen schon in vielen Fällen bei Tetanus auftreten. Aber nicht im gesamten Körper fanden sie sich, sondern von einer erkrankten Stelle sollte sich das zu den Tetanus-Symptomen führende Gift im Körper ausbreiten. NICOLAIER hatte in Göttingen promoviert und sich habilitiert, erhielt dort 1894 den Professoren-Titel. 1901 ging NICOLAIER nach Berlin und wurde dort 1921 ao. Professor. Es gilt als unbekannt, wann NICOLAIER, der Jude war, starb.

Der bei KOCH in Berlin arbeitende Japaner S. KITASATO beschrieb **1889**, daß ihm die Reinkultur von Tetanus-Erregern gelungen sei aus Eiter von einem an Tetanus gestorbenen Soldaten. Und KITASATO wies (1891) nach, daß auch ein keimfreies Filtrat zu Tetanus führt, also ein **Gift** aus den Tetanus-Erregern ausreicht. Ein Gift zeigt keine Vermehrung - und das ist der Unterschied zu den Viren, die sich vermehren.

Wie sich später zeigte, keimen Tetanus-Sporen nur bei niedrigen Sauerstoffdrucken. Injiziert in das Blut gesunder Mäuse führen sie nicht zur Erkrankung, weil sie

keine Orte mit hinreichend niedrigem Sauerstoffdruck finden, wohl aber erkranken 'tumortragende' Mäuse (so bei O. WARBURG zit. H. KREBS 1979, S. 40).

In durch Bodenkontakt verschmutzte Wunden beim Menschen können Tetanus-Erreger eindringen und vorbeugend gehört immer einmal wiederholte 'Tetanus-Impfung' im 20./21. Jh. zu den Standardmaßnahmen in der medizinischen Praxis.

## Bewußte Immunisierung: Impfung

Infektionskrankheiten zu verhüten, wurden die Lebensbedingungen für Mikroben im Freiland vermindert, etwa durch Abwasserreinigung. Bei Nahrung und Trinkwasser wurde auf möglichste Keimfreiheit geachtet. Milch wurde "pasteurisiert", abgekocht.

Im erkrankten Patienten wurde versucht, die Mikroben abzutöten - was lange kaum gelang.

Was bei etlichen Krankheiten gelang war die Stärkung der Abwehrmechanismen der Wirtsorganismen, die Immunisierung, zuerst ein kaum verstandener Vorgang. Bei der **aktiven Impfung** (prophylactic inoculation) werden dem potentiellen Wirt abgeschwächte Erreger eingespritzt. Sie treffen den Geimpften nicht tödlich, lösen aber die Bildung den dann längere Zeit nachgelieferten Abwehrstoffen (-zellen) im Körper aus. So wurde Lymphe aus den Pusteln von Pockenkrankheiten auf Gesunde übertragen und diese erkrankten leicht - jedenfalls hoffentlich nur leicht. JENNER hatte die Impfung mit Kuhpocken-Lymphe eingeführt das erwies sich als sicherer. Bei etlichen Erregern, so auch den nun zu den Bakterien als eigener Stamm/Phylum gezählten Spirochaeten, zu denen der Erreger der Syphilis gehört, gelang eine Reinkultur auf künstlichem Nährboden nicht. Wenn keine abgeschwächten Erreger zu erhalten waren, wurde großen Tieren wie Pferden der Erreger injiziert, bildeten sich in deren Serum Antikörper und wurde solches Serum bei Menschen in die Blutbahn gebracht: **passive Impfung**. Auch hier konnte der Bestand an Antikörpern länger erhalten bleiben oder wurde, wie bei Tetanus, im Falle einer Wunde mit Erdverschmutzung solches Serum eingespritzt.

Als allgemeiner genutzte Methode der Krankheitsprophylaxe entwickelte die aktive Impfung, die Immunisierung im Stile der Pocken-Impfung durch JENNER, PASTEUR. Dieser stieß auf das Verfahren, nachdem er ein Gefäß mit Erregern der **Hühnercholera** vergessen hatte und dessen Inhalt erst nach Wochen anstatt innerhalb 24 Stunden in Hühner injizierte Die Hühner erkrankten nur leicht. Die Erreger waren offenbar geschwächt gewesen. PASTEUR verfolgte das nun für den

**Milzbrand**/Anthrax. Im Mai und Juni **1881** ließ PASTEUR in dem aufsehenerregenden Impfexperiment von Pouilly-le-Fort gesunde Schafe mit **abgeschwächten Anthrax-Erregern** impfen. Sie überstanden die spätere Injektion mit virulenten Erregern. Nichtgeimpften Schafe starben nach der Injektion von Milzbrand-Erregern.

**Tollwut**, Rabies, ist in der Statistik keine auffallend häufige Krankheit, jedoch das grausame unaufhaltsame Sterben nach dem Eintritt der Krankheitssymptome lange nach dem Biß durch ein befallenes Tier umgab sie mit einer Aura des Schrecklichen. PASTEURs Hinwendung zu einer Tollwut-Impfung ab 1884 erregte Aufsehen. Einen Erreger fand man nicht. Zweifellos war das Gehirn betroffen. Da PASTEUR in den Gehirnen tollwutkranker Hunde einen Erreger vermutete, injizierte er Material von tollwutkranken Hundegehirnen unter die dura mater der Gehirne gesunder Hunde. Diese erkrankten nach etwa zwei Wochen. Die Arbeit war schwer. Der umstrittene angebliche Zeuge, der schwedische Arzt AXEL MUNTHE (s. 1931, S. 83/84, zu MUNTHE a. Wikipedia 2018), sah in den Zwingern vierzig tollwütige Hunde, und die "Behandlung aller dieser vor Wut geifernden Tiere war eine sehr gefährlich Sache, ..." Mittels Passage auch durch Kaninchen glaubte PASTEUR abgeschwächte Erreger in dem Nervenmaterial gewonnen zu haben. Auch von Wölfen oder Hunden gebissene Menschen wagte PASTEUR schließlich mit seinem Verfahren impfen zu lassen. Die Impfung mußte möglichst kurz nach den Bissen geschehen, bevor also die Krankheit ausbrach, also eine Impfung, wenn die **Erreger schon im Körper** sind. Nicht retten konnte man 6 von tollwütigen Wölfen schwer zugerichtete russische Bauern, die auf Kosten des Zaren zu PASTEUR gebracht worden waren. Schließlich "waren alle in Raserei verfallen. Ihr Schreien und Heulen war durch das ganze Hotel Dieu zu hören und angeblich auch auf der Place Notre Dame", so jedenfalls A. MUNTHE (1931, S. 87), der das alles erlebt haben will. Den letzten gab man ganz am Ende den Gnadentod. Überlebt hat später die Behandlung der 9-jährige JOSEPH MEISTER aus Lothringen, der von einem ausgenscheinlich tollwütigen Hund gebissen 13 Bauchinjektionen mit Material steigender Virulenz erhielt (G. L. GEISON 1974). MEISTER wurde später Pförtner am Institut Pasteur. Er wählte 1940 den Freitod, als deutsche Besatzer die Öffnung der Gruft PASTEURs verlangten. Erkrankten die mit dem Tollwut-Impfstoff behandelten Menschen nicht, blieb jedoch immer offen, ob sie vielleicht von einem Tier ohne Tollwut angefallen waren oder auf den Erreger nicht ansprachen. Von den Gebissenen ohne Behandlugn starben gegen 5% an ausgebrochener Tollwut, von den Behandelten etwa 0,6%. Das sprach für die Impfung. Um 1895 waren etwa 20.000 Personen vorsichtshalber gegen Tollwut behandelt worden, bis 1900 gegen 100.000.

Bei der **passiven Impfung** wird Serum aus Tieren, etwa Pferden, injiziert, in

denen durch Injektion abgeschwächter Bakterien spezifische Abwehrstoffe gebildet wurden, seinerzeit "Antitoxine", heute "Antikörper" genannt. Um Impfstoffe, also Seren für Menschen zu erhalten, mußte gültig sein, daß **in bestimmten Tieren erzeugte Seren mit Immunfaktoren auf andere Arten übertragbar waren**. Der Mensch resp. dessen Blut mußte sich also nicht mit eingespritzten abgeschwächten Erregern abmühen, denn das hatten Tiere für ihn erledigt, deren Serum mit den Abwehrstoffen er erhielt. Allerdings ging auch das meistens nicht ohne Nachwirkungen, etwa Fieber, ab. Ein zweites Mal dasselbe Serum zu benutzen, war bedenklich, s. Anaphylaxe.

Pionierarbeit dazu leistete EMIL (VON) BEHRING (1890 a, b) (E. BAUEREISEN 1955, H. SCHADEWALDT 1970), teilweise in Zusammenarbeit mit dem Japaner SHIBASABURO KITASATO. BEHRING wurde als Sohn eines Lehrers am 15. März 1854 in Hansdorf in Westpreußen geboren, studierte Medizin an der Pepinière, der militärärztlichen Akademie, in Berlin, arbeitete am Pharmakologischen Institut in Bonn, wurde 1889 Assistent bei ROBERT KOCH in Berlin, war 1893 Professor der Hygiene in Halle, 1895 in Marburg. Nach Versuchen Bekämpfung zur inneren Desinfektion mittels Jodoform und Jodtrichlorid hatte BEHRING in Bonn erkannt, daß Immunität spezifisch gegen bestimmte Erreger, hier untersucht am Milzbrand bei Ratten, ausgebildet wird. Er behandelte nicht ohne Erfolg milzbrandkranke Mäuse mit Blut immunisierter Ratten. In der Praxis wurden 1891 Haustiere mit gegen Tetanus immunisierten Pferden gegen Tetanus behandelt. Tetanus-Impfung fand Eingang in die Militämedizin, so 1898 im spanisch-nordamerikanischen Krieg. Für das Diphtherie-Serum, das ebenfalls aus Pferden gewonnen wurde, denen abgeschwächte Diphtherie-Erreger eingespritzt worden waren, wird für 1891 von erster erfolgreicher Anwendung berichtet, dem aber zunächst nicht viel nachfolgte. Das Serum zu standardisieren gelang erst EHRLICH, dem gegenüber sich BEHRING manchmal wenig großzügig verhielt, aber doch später die ehrende Trauerrede hielt. Bei Menschen wurde das Diphtherie-Serum etwa durch CARL WERNICKE und J. OTTO L. HEUBNER erfolgreich gespritzt. Immunität beruhte nach BEHRINGs Meinung auf "zellfreier Blutflüssigkeit", was er als Wiederbelebung der "Humoraltherapie" ansah. Das "Antitoxin", der Antikörper späterer Terminologie, wirkte nicht bloß gegen die Erreger, sondern auch gegen die von ihnen abgegebenen Gifte allein. BEHRING erhielt, inoffiziell, den Ehrentitel "Retter der Kinder" und auch der "Soldaten" ein und er erhielt 1901 den ersten Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Diphtherie ist allerdings eine Krankheit, die von Natur aus in verschiedenen Zeiten in sehr unterschiedlicher Stärke auftrat. In Verbindung mit den Farbwerken Meister Lucius und Brüning in Höchst am Main gründete er die Behring-Werke. Nach seinem Tod am 31. März 1917 wurden sie weiter ausgebaut wurden.

Die von Natur aus von vornherein gegen Diphtherie immunen Ratten und Mäuse oder gegen Tetantus immunen Hühner lieferten kein in ihnen längst vorhandenes Heilserum gegen diese Krankheiten, und, wie es um 1891 etwa bei BEHRING (S. 97) stand: "Für die angeborene Immunität ist eine allgemein gültige Erklärungsweise ihres Zustandekommens noch nicht vorhanden."

War ein Tier tot, waren auch die Antitoxine verschwunden, wie KITASATO an gegen Tetanus immunisierten Meerschweinchen feststellt, deren Fleisch nach dem Tode als Nährbouillon für die Tetanus-Erreger dienen konnte (W. KÖHLER 1982).

## Impfungen bei immer mehr Krankheiten

In Greifswald haben, veröffentlicht 1887 und 1895, ERICH PEIPER und OTTO BEUMER (s. ALBRECHT PEIPER 1969, S. 9/10), weiße Mäuse und Meerschweinchen mit "kleinen Mengen abgetöteter Typhusbazillenkulturen in aufsteigender Dosis behandelt" und diese ließen sich damit sogar gegen die 3-fache "tödliche Dosis virulenter Kulturen festigen." Es gab also manchen, der sich mit Impfversuchen befaßte, wenigstens mit Versuchtieren. PFEIFFER und KOLLE (C. PRAUSNITZ 1928) veröffentlichten 1896 Versuche zur Immunisierung von Menschen **gegen Typhus** mittels abgetöter Kulturen von Typhus-Erregern. Sir ALMROTH WRIGHT, 1892 Professor der Pathologie 1892 an der Army Medical School in Netley und seit 1902 am St. Mary's Hospital in London, entwickelte aus durch Hitze abgetöteten Typhus-Erregern eine Vakzine, die zum Schutz gegen Typhus in Indien und im Burenkrieg angewandt wurde und mit der geimpft die britischen Truppen im Ersten Weltkrieg als erste immunisiert gegen Typhus auf dem westeuropäischen Kriegsschauplatz erschienen. Nunmehr starben im Krieg mehr britische Soldaten durch Waffen als durch Seuchen.

Ab 1906 wurde Vakzine in New York gegen die dort aufgetretene **cerebrospinale Meningitis** durch FLEXNER (G. W. CORNER 1972) produziert.

Ein anderer Weg der Krankheitsbekämpfung wurde die **Chemotherapie**, die Injektion von Substanzen in den von Erregern befallenen Körper, welche dort selektiv die Zellen der Erreger umwirksam machen und dabei die Gewebe des Wirtskörpers schonen sollen. Die Chemotherapie gehört dann vor allem dem 20. Jh. an (s. d.)

## Damalige und bleibende Probleme der medizinischen Bakteriologie

Ist ein Organismus, etwa der Mensch, durch einen spezifischen Erreger erkrankt, gibt es oft **Sekundärinfektionen**, das heißt es können sich andere Erreger, die allein ein bestimmtes Krankheitsbild nicht auslösten, hinzukommen. Der Ursprungserreger wird dann überdeckt. Wer ist dann etwa der entscheidende Erreger? Im Darm wimmelt es ja ohnehin von verschiedensten Erregern, und bei Choleratoten war es schon ein Gewimmel im sich zersetzenden Darm.

Mit Impfung und Chemotherapie schienen verallgemeinerungswürdige Verfahren gefunden zu sein, um mit infektiösen Erregern fertig zu werden. Aber die lebende Natur spottet oft jeder voreiligen Verallgemeinerung. Es gab **immer wieder Spezifitäten der Erreger.** Die bei Diphtherie und Tetanus und einigen anderen Krankheiten so erfolgreiche Impfung, mit Serum oder bei anderen Krankheiten mit abgeschwächten Erregern, versagte bei Tuberkulose und auch Lepra. Impfschutz, wo er möglich war, hielt unterschiedlich lange an. Es bestand also das Problem der Dauerprophylaxe oder bei Therapie der Dauerheilung. Auch die Pockenschutzimpfung mußte im Laufe des Lebens wiederholt werden. Oder es gelang mit vielen Untersuchungen lange Zeit nicht, wie bei der Schweinepest, die UHLENHUTH (H. A. NEUMANN 2004) zu bekämpfen suchte, ein erfolgreiches Verfahren zu finden. Man gelangte dann zu einer Kombinationsimpfung. Bei gefährdeten gesunden Schweine konnte schließlich mit einer Serum- also passiven Impfung ein kurzzeitiger Schutz etwa für Transporte erreicht werden und eine etwa 14 Tage anhaltende aktive Impfung mit einem hochvirulenten Virus wurde bei drohender Gefahr für Schweinebestände angewandt.

Gerade Mikrobiologen unter den Medizinern erhielten militärische Ränge. Zu KOCH wurde man auch "abkommandiert". Auf dem Schlachtfeld durfte man sterben und sollte es nicht im Lazarett an Typhus. Das **Militär** war an der Bekämpfung von Infektionskrankheiten, von Typhus über Tetanus zu Fleckfieber und anderem hoch interessiert. In Tropenkolonien kamen weitere Krankheiten hinzu. An Siedler in den Tropen war ohne Beherrschung der dort häufigen Krankheiten oft nicht zu denken.

## Die Medizin im Zeichen der Mikrobiologie - Triumph der Forschung

Die Erkenntnis von krankmachenden, übertragbaren **Mikroben** brachte der Medizin eine neue Ära. Die **Ätiologie,** die Lehre von den Krankheitsursachen, erhielt

eine neue Grundlage. Auf neuartige Weise ließen einzelne Krankheiten unterscheiden, war die Krankheitslehre, die **Nosologie**, in vielem neu zu gestalten. "Durchfall", "Diarrhoë" war nunmehr auf die unterschiedlichen erregenden Mikroben zu untersuchen. "Cholera" entstand durch den spezifischen Cholera-Erreger, Typhus durch einen anderen. Und auf unterschiedlichen Erregern beruhte auch die "Gelbsucht", die ein Symptom verschiedener Infektionen war.

Für den krankmachenden Faktor "Mikrobe" durfte eine rationale Bekämpfung erwartet werden. Etwa 5-prozentige Carbolsäure, oder eine verdünnte Sublimat-Lösung, auch Hitze töteten Mikroben. Trinkwasser-Aufbereitung war rationale Seuchenbekämpfung. Im Körper eines Kranken ließen sich Mikroben schon schwerer bekämpfen. Impfung erschien als wirksame Prophylaxe. Mit der Eindämmung der Seuchen **stieg** die **Lebenserwartung**, wurde der Tod für zunehmend mehr Menschen eine Angelegenheit erst des höheren Lebensalters. Daß man auf dem Wege war, manchmal zu hoffnungsvoll-optimistisch gesehen, den so viele Leben verkürzenden Mikroben den Garaus zu machen, sie zu beherrschen, brachte auch eine regelrecht weltanschaulich-philosophische Komponente in die Naturwissenschaft. Die Mikrobiologie erschien fast als Prototyp segensreicher erfolgreicher Wissenschaft. Der französischen Maler J. A. RIXENS stellt auf einem eindrucksvollen Gemälde dar, wie zur Feier von PASTEURs 70. Geburtstag 1892 der in die Sorbonne in Paris gekommene LISTER vor jubelndem Publikum mit offenen Armen auf den gefeierten PASTEUR zugeht - eine Feierstunde der triumphierenden Wissenschaft.

Krankheitserreger leben in bestimmter Umwelt, etwa in Wasser. Was die **Hygiene** insgesamt betrifft, so hat diese das Leben ganzer Völker wesentlich verbessert. Die Italiener etwa galten als "faul". Aber Millionen namentlich auf dem Lande hatten Malaria-Erreger im Blut und damit periodisch wiederkehrende Fieberanfälle, hatten die Darmzotten abbeißenden und Darmblutungen hervorrufenden Hakenwürmer im Darm, eine einseitige und wohl Hautkrankheiten auslösende Mais-Nahrung. Wie sollte da Leistung zustandekommen?

Und erst allmählich und unter immer noch schlimmen Epidemien setzte sich die Erkenntnis von besserer Hygiene. Das betraf **1892 Hamburg**, das von der **Cholera** nach 1873 mit damals über 1000 Toten nochmals schwer befallene. Im Osten war die Cholera wieder vermehrt aufgetreten. Am 17. August starb auch in Hamburg ein Arbeiter unter Cholera-Verdacht. Bis 16. August gab es 22 Erkrankungen, Am 21. August waren es 113 Erkrankungen. KOCH wurde abgesandt. Der 30. August war mit 1081 Erkrankungen und 484 Toten der Höhepunkt, bis am 12. November nach insgesamt etwa 18.000 Kranken und etwa 7611 Choleratoten die Epidemie als erloschen gelten durfte (E. MARTINI 1957, S. 10/11). In Hamburg war es nicht für nötig befunden worden, in die Haushalte gereinigtes Trinkwasser zu leiten. Sparen



Abbildung 1561: Wasserturm Halle. 1974.

war des Kaufmanns Losung. Der Hamburger Zoologe KRAEPELIN hatte die Fauna der Hamburger Wasserleitung untersucht und beschrieben und fand (zit. bei O. KÖRNER 1920, S. 70) das "die Wände" der Wasserleitungsröhren so "überzogen" von "Kolonien von Bryozoen und Spongillen sowie zahlreiche Muscheln (Dreyssena polymoprha)", daß "oft geradezu lebende Röhren mit mehr als zolldicken Wänden in den eisernen" bildeten. Konnten Erreger von Infektionskrankheiten hier eindringen, war Unheil fast vorherzusagen. Und sie drangen ein. Sauberes Trinkwasser mußte Schwerpunkt der Hygiene sein.

Wohlstand kann allerdings auch bestimmte Erreger befördern, so die Erreger der gefährlichen "Legionärskrankheit", *Legionella pneumophila*, die in warmem Wasser, auch in den Warmwasserduschen guter Wohnungen, vorkommen können.

## Wie wirkt Therapie?

Mit der Bakteriologie wurde Ätiologie erschlossen und wurde darauf aufbauende Therapie, als Krankheitbeseitigung, betrieben. Das war **Abwehr-Therapie**. Abwehr in Beseitigung der Umweltbedingungen der Erreger, also Hygiene, **Vermeidungs-Therapie**, oder Kampf gegen die Erreger. Mit der Auffindung der Vitamine und Hormone im 20.Jh., wurde auch deren eventueller möglicher Mangel erkannt und die fehlende Substanz zugeführt. Das war **Substitutions-Therapie**. Es folgten

später bewußte Eingriffe, etwa in Rezeptoren.

# Stoffwechselvielfalt der Mikroben - Weitere Gärungsprozesse – Mikroben in Natur und Technik

Mikroben, namentlich Bakterien, wurden als Verursacher von immer mehr Prozessen in der Natur und auch im Haushalt ermittelt (A. J. KLUYVER et al. 1956, H. G. SCHLEGEL 1999). Überall, wo Hitze oder Antiseptika auf Prozesse einwirken, wurden Mikroben als Verursacher vermutet, denen durch Hitze oder Antiseptika der Garaus gemacht wird. Der führende Mikrobiologe ALBERT JAN KLUYVER (D. D. WOODS 1957), Delft, faßte viel später einmal zusammen, daß es mit Ausnahmen kaum eine auf der Erde verwirklichte Bedingung gab, wo nicht spezifische Mikroben wirken. Das gilt, und wurde schon dargestellt, für die alkoholische Gärung, die Essigsäure-Gärung, die Milchsäure-Gärung, die Buttersäure-Gärung. Durch PASTEUR und weitere Chemiker und Biologen wurde der Anteil von **Lebewesen** und namentlich Mikroben an den nicht nur durch sie bedingten **Stoffkreisläufen** erfaßt (s.d.).

Viele Bakterien vollführen **Stoffwechsel-Prozesse,** die sich in der ganzen Welt der Organismen mit Zellen mit Zellkern, den Eukaryoten, nirgends finden. Die Welt der Bakterien, der **Prokaryoten übertrifft an biochemischer Vielfalt die der Eukaryoten bei weitem.**

Für **technische Nutzung** von Mikroben wurde ihre Reinkultur benötigt. Dafür mußten die Bedingungen für das Wachstum nur bestimmter Arten eingesetzt werden. Etwa der Erreger der Essigsäure-Gärung benötigt Luft, der Erreger der Buttersäure-Gärung nicht (DELBRÜCK 1902). Die Substanzen konnen aber auch auf rein chemischem Wege erzeugt werden. Mikroben bilden Methan und Wasserstoff, nutzen Schwefel- und Eisen-Verbindungen. Dazu kam im 20. Jh. die Erforschung der in starken Salzlaugen oder heißen Quellen lebenden Bakterien.

## Nicht-pathogenen Mikroben in der Natur und ihre Aufklärung

Von der weiten Verbreitung von Gärungsprozessen in der Natur, von der Zersetzung komplizierter Substanzen in einfachere, zeugt die in HOPPE-SEYLERs (1886) Laboratorium erforschte nicht seltene Bildung von **Methan**, CH4, die

Methan-Gärung, **aus**, wie festgestellt wurde, **Zellulose**. Schon VOLTA hatte festgestellt, daß im Sommer in jedem von Wasser durchtränktem Boden Methan gebildet wird. Für einen durch Mikroben bewirkten Prozeß sprach für HOPPE-SEYLER (1887), daß auf über 60°C erhitzter Schlamm kein Methan mehr lieferte. Zusatz antiseptischer Substanzen zum Schlamm unterband die Methan-Bildung dauerhaft. Entstehung von Methan wurde auch aus Essigsäure bekannt ().

Bei den Gärungen gibt es vor allem Stoff-Abbau, wie eben den der Zellulose. In den USA fand aber 1886 C. A. BROWNE (T. H. EVANS et al. 1946, S. 204), daß kultiviert in Lösung mit Kohlenhydraten bestimmte Bakterien, Bacterium xylinum/Acetobacter xylinum **Zellulose aufbauen**, in eine dicke Wand, welche die Zellulose-Nachweise lieferte. Andere fanden weitere solche Bakterien.

Entscheidende Forschungen zu nicht-pathogenen Bakterien in der Natur erfolgten dann in der "Schule von Delft", begründet von MARTINUS WILLEM BEIJERINCK (G. VAN ITTERSON 1935), einen der führenden Biologen seiner Zeit. Geboren 1851 in Haarlem, studierte BEIJERINCK Technologie an der Polytechnischen Schule in Delft, dann in Leiden, wurde 1875 Lehrer am Lyzeum in Utrecht, 1876 an der Landwirtschaftlichen Schule in Wageningen. Über Forschungen in der Spiritusfabrik in Delft kam BEIJERINCK 1895 auf den für ihn eingerichteten ersten Lehrstuhl für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie an der Polytechnischen Schule und späteren Technischen Hochschule in Delft. Ihm folgte KLUYVER.

Der für die Erforschung nicht-krankmachender Mikroben ebenfalls führende SERGEJ (SERGIUS) NIKOLAJEWITSCH WINOGRADSKY (V. GUTINA 1976) war geboren in einer wohlhabenden Familie in Kiew, studierte dort und in St. Petersburg, arbeitete 1885 bis 1888 bei dem Erforscher der niederen und besonders parasitischen Pilze DE BARY in Straßburg, dann in Zürich. Von 1891 bis 1922 wirkte er in St. Petersburg, zog sich aus Gesundheitsgründen 1905 ins Privatleben zurück. WINOGRADSKY folgte dann einer Einladung an das Institut Pasteur in Paris.

BEIJERINCK und auch WINOGRADSKY isolierten spezifische Bakterien mit der mikroökologischen Methode, dem mikroökologischen Prinzip, durch "**selektive Kultur**". Hier wurden die **Lebensbedingungen für bestimmte Bakterien** wurden **so günstig als möglich** gestaltet, damit sie sich gegenüber anderen stärker vermehrten. Es wurden etwa Stickstoff-Verbindungen oder Sauerstoff in der Kulturflüssigkeit weggelassen und dadurch viele Formen ausgeschlossen, andere begünstigt und so der Untersuchung zugänglich.

Es fanden sich Bakterien, die **Energie aus anorganischen Substanzen** gewinnen, also nicht etwa Kohlenhydrate "verbrennen", um zu leben. Die anorganischen

Substanzen, ob Schwefel oder Eisen-II-Verbindungen mußten selbstverständlich auch irgendwo herkommen, etwa auch aus Abbauprozessen anderer Organismen. Was die einen erzeugten, etwa bei Fäulnis, verwerteten andere weiter, und so gibt es ein Ineinandergreifen verschiedener mikrobieller Prozesse in der Natur. Die Erforschung dieser Prozesse war schwierig, die Ergebnisse oft nicht unumstritten.

Durch Oxydation von Schwefelwasserstoff leben die von WINOGRADSKY in Straßburg genauer untersuchten **Schwefelbakterien**. In Schwefelwasserstoff enthaltenden Quellen gibt es die aus zusammenhängenden Einzelzellen bestehenden hellen Fäden der Bakterien-Gattung *Beggiatoa.* Der Züricher Botaniker CARL EDUARD CRAMER hatte 1870 beschrieben, daß "dunkle stark lichtbrechende Körnchen" in Beggiatoa aus **Schwefel** bestehen. COHN bestätigte das. WINOGRADSKY (1887) klärte, daß in *Beggiatoa* der **Schwefelwasserstoff**, der von anderen Mikroben gebildet werden müßte oder aus anderen Gründen in dem Gewässer war, in ihnen in **Tröpfchen von Schwefel** umgewandelt wurde und dieser Schwefel **zu Schwefelsäure** resp. Sulfate oxydiert wird. Vorhandenes Carbonat, so CaCO3, wird in Calcium-Sulfat, CaSO4, Gips, verwandelt. Schwefelbakterien wuchsen nach WINOGRADSKYs Feststellung nur bei Abwesenheit fast aller organischen Verbindungen, wohl weil diese andere Bakterien begünstigen. Die Schwefelwasserstoff-Oxydation liefert die Energie für den Aufbau der Zellmasse aus Kohlendioxid (und Wasser) ist '**Chemosynthese**' (s. a. B. JÖRGENSEN 1995, S. 275), Energie durch Schwefelwasserstoff-Oxydation **statt** durch Licht und damit Photosynthese.

Wie nunmehr bekannt ist, haben die bei den Purpurbakterien eingeordneten Schwefelbakterien Photosynthese, aber scheiden statt des Sauerstoff aus dem Wasser den Schwefel aus dem Schwefelwasserstoff aus, und können so mit Hilfer der dabei gewonnenen Energie ihre Substanzen aufbauen.

**Schwefelwasserstoff** wird viel auch am Meeresboden gebildet. Ein beträchtlicher Teil von Bakterien-Arten im Meer und auch noch metertief im Meeresboden veratmen sauerstofffrei das im Meerwasser vorhandene Sulfat zu Schwefelwasserstoff/H2S. Die Tiefen des Schwarzen Meeres sind reich an Schwefelwasserstoff. Das durch ihn ausgefälltes Eisen färbt den Meeresboden schwarz. Durch den Schwefewassertoff bildeten sich in bestimmten Meeresschichten die größten Metallsulfid-Vorkommen der Erde B. JÖRGENSEN 1995, S. 276). Kommt der Schwefelwasserstoff nach oben in die Sauerstoff-Schicht setzen Schwefelbakterien ihn wieder in Schwefel resp. Sulfat um (S. 274), wie es bei der gleichzeitig Sauerstoff (S. 276) benötigenden *Beggiatoa* gesehen wurde. .

Eine analoge Energiegewinnung, ebenfalls die Oxydation, hier einer sauerstoffärmeren in eine sauerstoffreichere Verbindung, fand sich bei den **Eisenbakterien**, der "Ockerbakterie" *Chlamydothrix ochracea* und dem von COHN beschriebenen 'Brun-



Abbildung 1562: Eisenbakterien.

nenfaden' *Crenothrix polyspora Cohn*. WINOGRADSKY (1888) schloß die Untersuchung von Eisenbakterien gleich an die der Schwefelbakterien an.

Die Bakterie *Crenothrix polyspora* besteht zunächst aus farblosen Fäden. Wie COHN feststellte, werden die Fäden dann durch Einlagerung von Eisenoxid-Verbindungen rostfarben und sie bestimmen die Rostfarbe manches Gewässers. Das geschieht nicht, wie zunächst auch vermutet wurde, rein passiv, durch Auflagerung, sondern im Gefolge des Lebensprozesses. Gemäß WINOGRADSKYs wuchsen Eisen-Bakterien ohne "Zufuhr von Eisenoxydul" (Spalte 267), also Fe II, nicht und er schloß, das "Eisenoxydulsalz" wird " von den Zellen begierig aufgenommen, im Protoplasma derselben oxydiert und die gebildete Eisenoxydverbindung", also Fe III, "aus den Zellen ausgeschieden ..." (Spalte 268). Es wurde gefunden, daß der ockerfarbige Schleim der Eisenquellen aus den leeren Scheiden der Bakterienfäden besteht und abgeleitet: "Die colossalen Ablagerungen von Eisenerzen, welche unter dem Namen Sumpf-, See-, Wiesenerz, Raseneisenstein u.s.w. bekannt sind, sind höchstwahrscheinlich der Thätigkeit dieser Organismen zuzuschreiben" (Spalte 270). Bei den Schwefel- wie bei den Eisenbakterien wurde, wie WINOGRADSKY schrieb (1888, Spalte 270): "eine oxydirbare Substanz von den Zellen aufgenommen, im Plasma bis zur höchsten Oxydationsstufe oxydiert und dann ausgeschieden. Weder Schwefel noch Eisen dienen zum Aufbau dieser Organismen", aber eben der für den Lebensprozeß notwendigen Energiegewinnung, durch Oxydation, durch andere Prozesse als bei den grünen Pflanzen mit ihrer Photosynthese. MOLISCH berichtete 1910, daß Eisenbakterien auch ohne Eisen gedeihen und andere waren auch dieser Meinung. Ja die Eisenspeicherung sollte eine rein mechanische Angelegenheit sein. Später wurde die Eisen-Verwertung durch WINOGRADSKY (1922) und andere doch nachgewiesen, aber auch fakultativ heterotrophe, d. h. durch organische Substanzen sichergestellte Ernährung für die "Anorgoxydanten"

für möglich angesehen (H. G. SCHLEGEL 1999) – Befunde, die einen Eindruck davon geben, mit welchen Schwierigkeiten diese Forschungen – wie auch viele andere - verbunden waren.

Schon um 1900 wurde diskutiert, daß etwa unter den Schwefel- und Eisenbakterien jene Lebewesen sein mochten, die im Aufbau organischer Substanz in der frühen Erdgeschichte den grünen Pflanzen vorangingen (J. REINKE 1900).

WINOGRADSKY untersuchte als weiteres vor allem die mit dem **Stickstoff**-Kreislauf verbundenen Mikroben. **Nitrobakterien,** *Nitrosomonas* und *Nitrobacter*, setzen Ammonium-Verbindungen in Nitrite resp. Nitrate um und gewinnen dabei Energie. Hier erschien die Art der Energiegewinnung weniger anfechgtbar (1922).

Bei Gärungsprozessen freigesetzter **Wasserstoff** (H. KASERER 1906) wurde von etlichen Bakterien **bei Anwesenheit von Sauerstoff oxydiert**, nicht explosionsartig, sondern langsam, was nicht verhinderte, die das bewirkenden Mikroben kurz "**Knallgasbakterien**" zu nennen (B. NIKLEWSKI 1910). Auch für ihre Tätigkeit gibt es eine ältere Beobachtung, bei THÉODORE DE SAUSSURE, der 1834 aber noch nicht an Mikroben-Tätigkeit dachte. Wurde faulenden Erbsen und anderen sich zersetzenden organischen Materialien, Heideerde sowohl wie Seide und Baumwolle, Sauerstoff und Wasserstoff zugesetzt, entstand aus beiden Wasser. Das eine Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft stattfinden muß, ergab sich daraus, daß sich in einer reinen Wasserstoffatmosphäre das Volumen nicht änderte, also der Wasserstoff dann nicht mit irgendetwas verbunden wurde. Den Prozeß noch lange als anorganischen anzusehen lag nahe, weil Platinmohr Sauerstoff und Wasserstoff, etwa im Döbereinerschen Feuerzeug auch verband. Es gibt manchen Prozeß, der sowohl durch spezifische Mikroben wie auch ohne solche, etwa mittels anorganischer Katalysatoren, abläuft.

Der Agrarwissenschaftler HEINRICH IMMENDORF, ab 1901 in Jena, hat 1892 den Prozeß augenscheinlich als erster auf lebende Bakterien zurückgeführt. Chloroformierte Erde verlor die Fähigkeit zur Wasserstoff-Oxydation (W. RUHLAND 1924). Nähere Untersuchungen nach 1900 lieferten der in Wien tätige Agrarwissenschaftler HERMANN KASERER (1906) und bei PFEFFER in Leipzig der Pole BRONISLAW NIKLESWKI (1910). KASERER beschrieb zwei "wohlunterschiedene Bakterienarten" (1906, S. 682), weit verbreitet in der Ackererde, denen die Wasserstoff-Oxydation zuzuschreiben ist.

Der Berliner Physiologe ENGELMANN untersuchte um 1883 die ebenfalls Schwefelwaserstoff verarbeitenden **Purpurbakterien**, jene Mikroben, die Hostien in Kirchen befallen hatten und dann zu Judenverfolgungen geführt haben und die in brackischem Wasser, Schwefelthermen, bei faulenden Substanzen in Gewässern

vorkamen. MOLISCH (1907) fand, wie man unter Verwendung etwa von Flußwasser über faulendem Material, Ei oder gekochtem Ei, jederzeit Purpurbakterien erhalten kann. Nach ENGELMANNs Feststellung benötigten sie Licht bestimmter Spektralbereiche, aber entbinden, wie MOLISCH untersuchte, keinen Sauerstoff, den sie aber auch ertragen. Später wurde deutlich, daß die Purpurbakterien sowohl photosynthetisch wie andere rein chemosynthetisch sein können (A. J. KLUYVER et al. 1956).

BEIJERINCK (1920) fand bei **einigen denitrifizierenden Bakterien**, daß sie **gleichzeitig Schwefel oxidieren** und damit die für den Prozeß nötige Energie gewinnen. Ein Gemisch von Schwefel und Kalk gab er in eine Salpeter-Lösung, setzte Gartenerde resp. Schlamm hinzu und sah, bei 25° - 30° C, Freisetzung von Stickstoff und Kohlendioxid (CO2).

Bakterien wurden nachgewiesen durch WORONIN, A. B. FRANK (1879) und andere in den Knöllchen an den Wurzeln der Schmetterlingsblütler, wobei diese Knöllchen zunächst als nutzlose, ja kranke Bildungen galten, wie die durch den Pilz *Plasmodiophora* erzeugten und von WORONIN erforschten Anschwellungen beim Kohlrabi. HELLRIEGEL und WILFAHRT fanden dann die Bindung von Stickstoff aus der Luft durch die **Knöllchenbakterien** der Schmetterlingsblütler. In vorher sterilsiertem Boden bildete etwa die Erbse keine Knöllchen, weil die Bakterien offensichtlich vernichtet waren, bildete solche Knöllchen jedoch nach Zugabe eines wäßrigen Auszuges von frischem Boden. BEIJERINCK züchtete die Knöllchenbakterien, ***Bacillus radicola***, konnte seinerzeit allerdings für die Stickstoff-Bindung keinen Beweis erbringen. Untersucht wurden ebenso die Wurzelanschwellungen bei Erlen und Eläagnaceen (B. FRANK 1887), die ebenfalls Bakterien enthalten.

# Mit dem Mikroskop in die Feinheiten des Baues der Lebewesen und namentlich der Zellen - Grundfragen mit den Zellen in der Biologie ab etwa 1875

## Einzelne Zellbestandteile, Zellorganellen - Protoplasma, Zellkern, Chromatophoren und ihre Eigenständigkeit

Die einzelnen Zell-Bestandteile wurden zunehmend einzeln beachtet, ja es gab **Spezialisierung** auf einzelne Zellbestandteile, im 20. Jh. viel weiter ausgebaut.

Am einfachsten erschien der farblose Zellsaft, von HUGO VON MOHL **Protoplasma** genannt. Im Protoplasma sollten sich die Lebensvorgänge abspielen. Etwa HUXLEY der in dem **Cytoplasma**/Protoplasma den Träger des Lebens hat es wie manche anderen bevorzugt untersucht. MAX SCHULTZE gab 1861 ausgehend von Muskelkörperchen die viel beachtete Zell-Definition: "... ein Klümpchen Protoplasma, in dessen innerem ein Kern liegt" (zit. b. W, COLEMAN 1965, S.127).

Die **Zellmembran** erscheint in dieser Definition nicht, da sie **nur bei den Pflanzenzellen auffällt** und SCHULTZE das den Zellen der Tiere wie der Pflanzen Gemeinsame in der Definition verankern wollte. O die Außenhaut - wie lange sollte sie noch verkannt werden, sie (s. 20. Jh.), die den Weg ins Innere der Zelle öffnet.

Bei den Pflanzen gibt es dazu die farblosen oder oft farbigen, meistens grünen "**Chromatophoren**", die den grünen Pflanzenfarbstoff Chlorophyll enthalten. Der Name "Chromatophor", obwohl auf "chroma" = Farbe zurückgehend, wurde auch auf die ähnlichen farblosen Gebilde übertragen. SACHS fand, daß die **Kohlenstoff-Verbindungen**, zurückgehend auf Kohlendioxid und Wasser, nur in den Chromatophoren gebildet werden (s. A. F. W. SCHIMPER 1885). .

## Der Zellkern/Nucleus - immmer mehr als entscheidender Zellbestandteil gesehen

Der **Kern/Nucleus**, war schon vor der Begründung der Zelltheorie im engeren Sinne gesehen worden, aber erschien zunächst nicht recht aufklärbar. Im Inneren von Eiern, gerade durchsichtigen tierischen, fand PURKINJE ein nach ihm benanntes Bläschen, das "Purkinjesche Bläschen", bald als Kiembläschen bezeichnet. In ihm fand sich noch ein schwarzer Kern. Aber es wird zunächst nicht genau beschrieben, wieweit hier die Natur als Zellkern klar war. Als FERDINAND COHN 1851 die im Frühling 1850 in einem Graben im Breslauer botanischen Garten gefundene Infusorie *Loxodes Bursaria Ehr.* zerfließen ließ, trat "ein Organ deutlich hervor, das man im Leben nicht scharf erkennen kann, der sogenannte Kern oder Nucleus ...", der aber hier "frei und unverletzt zurückblieb, wenn die übrige Masse zersetzt war" (S. 269), was auf die Problematik des sicheren Nchweises von Zellkernen in der lebenden Zelle verweist.

Es war auch erst herauszufinden, **wo überall** in der Organismenwelt **in den Zellen Zellkerne** vorhanden waren. FRIEDRICH SCHMITZ (E. WUNSCHMANN 1908), damals Bonn, wies 1879/1880 erstmals Zellkerne, auch mehrere bis viele, bei **Algen- und Pilz-Zellen** auf - wobei dahingestellt sei, welche entsprechend

geformten Gebilde nun wirklich Zellkerne waren. Im Jahre 1885 stellte (S. 2) A. F. W. SCHIMPER immerhin fest, "dass der Zellkern keiner lebendigen Pflanzenzelle fehlt, mit der immerhin noch zweifelhaften Ausnahme der Schizophyten" - letzteres also die Bakterien und Blaualgen. Bei den Bakterien und Blaualgen wurde auch später keine geformter Zellkern gefunden und das blieb und charakterisiert die Bakterien bis heute.

Mit der Erforschung von Befruchtung und Vererbung rückte der **Zellkern**, auch als Nucleoplasma bezeichnet, mit seinen Bestandteilen, namentlich den Chromosomen, in den Mittelpunkt. Es entstand eine spezielle **Karyologie**, die Lehre vom Zellkern. Mit den dabei gewonnenen Einsichten ließen sich Grundfragen der Vererbung einer gewissen Lösung zuführen und das begründete das besondere Interesse am Zellkern und später des in ihm liegenden **Chromatins**, der Chromosomen. Das Schicksal des Zellkerns bei der Zellteilung konnte zunächst nicht verfolgt werden und es wurde abgeleitet, daß der Zellkern, bei der Eizelle das sogenannte "Keimbläschen", sich vor der Zellteilung vollständig auflöst, einer "Karyolyse" vefällt, und in den Tochterzellen sich neue Zellkerne bilden, die keine Beziehung zu dem Zellkern der Mutterzelle haben. Grenzen der Sichtbarmachung hatten mit den älteren Mikroskopen zu regelrechten Fehlschlüssen geführt.

Sowohl ein Zoologe wie OSKAR HERTWIG als auch ein Botaniker wie STRASBURGER konnten das zunehmend berichtigen, mußten annehmen wenigstens das Weiterbestehen von Teilen des Mutterzellkerns in den Tochterzellen, besonders feststellbar auch bei den Geschlechtszellen/Gameten. Zu der Erkenntnis von der Zelle nur aus einer Zelle trat also, innerhalb der Zelle, die vom Zellkern stets aus einem Zellkern (W. COLEMAN 1965), **der Zellkern bleibt in wenigstens in wesentlichen Zügen immer erhalten.** Es gibt bei der Zell-Teilung keine Neubildung von Zellkernen oder gab eben auch nur Teilung von Zellkernen. Das war für das Verständnis etwa der Vererbung bald sehr wichtig, und im 20. Jh. für das Verständnis der Entstehung der kernhaltigen Zellen, der Eukaryonten-Zelle, durch Symbiose, das Zusammentreten einfacher Zellen.

Führten die Chemiker die sichtbaren Dinge, die chemischen Vorgänge, auf die nicht sichtbaren Atome und Moleküle zurück, so die Biologen nun sichtbare Phänomene wie die Vererbung auf Zellen und Zellenbestandteile, die sie immerhin mit ihren Mikroskopen zunehmend erschließen konnten. Die molekularen Grundlagen etwa der Vererbung konnten die Biologen erst im 20. Jh. angehen, mit Hilfe von Physikern und Chemikern.

## Chemie des Zellkerns - Nuclein: FRIEDRICH MIESCHER

Die Zellforscher untersuchten den Zellkern als Feinmorphologen oder - andere physiologisch. Es war ein in Chemie bewanderter Forscher in Basel, FRIEDRICH MIESCHER (1873, 1897; A. JAQUET 1896, E. MAYR 1984, S. 646, A. E. MIRKSY 1968, R. OLBY 1974, R. S. TIPSON 1945), der sich nach 1869 der den Zellkern bildenden chemischen Substanzen zuwandte, den, wie sie später hießen, .**Nukleinsäuren**, welche das im Zellkern auffallende **Chromatin** bilden.

MIESCHER war der 1844 in Basel geborene und hier aufwachsende Neffe des Anatomen WILHELM HIS. Er studierte Medizin in Göttingen, arbeitete bei HOPPE-SEYLER in Tübingen und dem Physiologen CARL LUDWIG in Leipzig, folgte HIS 1872 auf den Lehrstuhl für Physiologie an der Universität Basel. Überarbeitet und Tbc-krank starb MIESCHER 1895 in Davos.

**Fast nur aus dem Material des Zellkerns** schienen zu bestehen die Eiterzellen und die Köpfe der Spermien des Lachses und zur Untersuchung der Substanz der Zellkerne getrennt von den anderen Teilen der Zellen waren Eiterzellen oder Spermien also geeigner. Eiterzellen erhielt MIESCHER 1868/1869 als Student im Laboratorium des an allen lebenswichtigen Substanzen so interessierten HOPPE-SEYLER in Tübingen aus dem auf den ersten Blick nur ekelerregenden **Eiter** aus Wundverbänden aus dem Krankenhaus und hat **Zellkerne** möglichst **rein zu isolieren** versucht. MIESCHER (R. DAHM 2010, bes. R. S. TIPSON 1945, S. 193/194) setzte diese Wundverbände mit den Eiterzellen für etliche Wochen einer Salzsäure-Lösung aus, behandelte das Produkt mit dem bekannten Lösungsmittel Äther und mit Abscheidung eines Teiles des festen Materials an der Äther-Wasser-Zwischenschicht sank ein Teil zum Grund der Wasser-Schicht. Dieses letztere war "practically pure nucelar material" und diese wurde von MIESCHER "**nuclein**"/Nuklein genannt. der Name von 'nucleus' = Zellkern. MIESCHER stellte an chemischen Elementen in dem Material fest Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und, auffallenderweise, **Phosphor.** Als **Eigenschaften** wurden gefunden Unlöslichkeit in Wasser, organischen Lösungsmitteln und verdünnten Säuren, es war mehr sauer als bekannt bei Proteinen und löste sich in verdünnten Alkalien. Das von KÜHNE gefundene eiweiß-verdauende Enzym Pepsin löst den Niederschlag aus den Zellkernen nicht. Das Nuklein war also anders als bisher bekanntes Eiweiß, war eine **neugefundene** eigene **Substanz**. HOPPE-SEYLER verzögerte die Pubilkation der ihm von MIESCHER eingereichte Arbeit. Prüfungen von HOPPE-SEYLER und Studenten auch an anderem Material, Hefe-Zellen und Roten Blutzellen von Vögeln und Reptilien, bestätigten MIESCHERs Befunde und das wurde **1871** zusammen mit MIESCHERs Manuskript publiziert. **Lachse** zogen zu MIESCHERs Zeiten noch massenweise im Rhein an **Basel** vorbei, und die fast

nur aus Zellkern bestehenden **Spermien** der Lachse lieferten reichlich Zellkern-Material, wohl angenehmer zu erhalten als Eiterzellen. MIESCHER habilitierte sich damit 1871. MIESCHER (R. DAHM 2010 unterschied im Nuclein eine stickstoffreiche organische Base, Protamin, und den phosphorreichen Nukleinkörper, der die Rolle einer Säure einnahm. MIESCHER bezeichnete sich als Anhänger der "chemischen Vererbungslehre" (1893 in 1897, S. 122), konnte jedoch das Nuclein als Erbsubstanz nicht anerkennen. Er nahm an, daß komplizierte, an Kohlenstoff-Atomen reiche Verbindungen, etwa Proteine, so viele Stereoisomere liefern müßten, daß in ihnen die Vererbung der vielen individuellen Unterschiede festgelegt sein könnte. ALTMANN nannte das Nuclein '**Nucleinsäure'**. Der Botaniker SACHS (1887a) hatte über die mögliche Bedeutung des Nuclein bei der Formgestaltung der Lebewesen nachgedacht. Der Hamburger Botaniker EDUARD ZACHARIAS betrieb unter dem Mikroskop mikrochemische Nukleinforschung und sah Nuclein bei der Teilung konzentriert in der Nuklearplatte (W. COLEMAN 1965, S. 155). und bestätigte und erweiterte MIESCHERs Befunde für Nuklein (für 1881 zit. b. E. MAYR 1984, S. 648: Zellkerne und Chromosomen sind resistent gegen Pepsin und verdünnte Salzsäure, löst sich in Laugen, schwillt in Salzlösutng an. Erst nach 1954 wird das Nuklein als Vererbungssubstanz voll anerkannt.

## Was ist das Wesen der Befruchtung? - Zunächst schien es allein Kernverschmelzung zu sein

Daß die **Befruchtung** beim Ei eines Tieres in einer **Verschmelzung des Zellkerns** des Eies **mit dem Kern eines** eingedrungenen **Spermatozoons** bestehen muß machte **1875** OSCAR HERTWIG (1918) beim Seeigel *Toxopneustes lividus* zumindestens **sehr wahrscheinlich,** "eine der großen und klassischen Untersuchungen in der Zoologie" (R. B. GOLDSCHMIDT 1959, S. 73). Bekannt war schon, daß der Engländer M. BARRY 1843 Samenfäden innerhalb des Kaninchen-Eies gsesehen hatte. BÜTSCHLI, damals in Kiel, habe 1871 den Eintritt des Spermiums in ein Ei bei Nematoden/Fadenwürmer festgestellt (R. GOLDSCHMIDT 1959, S. 56). Er sah dabei den Befruchtungshügel am Ei an der Eintrittsstelle des Spermiums. Er sah als bewiesen, daß nur 1 Spermiums in das Ei eintritt. Und das angesichts der Masse von Spermien, welche um das befruchtungsreife Ei herumschwärmen. Noch 1872 (S. 17) schrieb aber der Zoologe EDUARD OSCAR SCHMIDT, Graz, für seine Studenten, daß bei der Befruchtung eines Eies "Samenkörperchen", also Spermatozoen, gemeint wohl mehrere, durch eine oder mehrere Öffnungen, Micropylen, ins Ei "zum Dotter gelangen, sich hier auflösen und ihre Substanz mit der des Dotters vermischen. Von 'Kern' war also keine Rede. Die Rolle der Samenfäden, ob nun ins Ei eingetreten oder nur außerhalb, wurde

also unterschiedlich und umstritten gesehen.

**1875** hielten sich HAECKEL und die Brüder OSCAR und RICHARD HERTWIG in Ajaccio auf Korsika auf und dann in der russischen Biologischen Meeresstation in Villafranca auf. Der hier den Befruchtungsvorgang aufklärende und noch in vielen Untersuchungen führende OSCAR HERTWIG war 1849 in Friedberg in Hessen geboren und wuchs mit seinem ebenfalls in die Zoologie eintretendem Bruder RICHARD als Sohn eines auch von Sorgen geplagten Fabrikanten in Mühlhausen/Thüringen auf. Beide Brüder studierten in Jena Medizin, wurden von ERNST HAECKEL begeistert, promovierten in Bonn bei MAX SCHULTZE, wurden 1878 außerordentliche Professoren in Jena. OSCAR HERTWIG ging 1888 als Professor nach Berlin.

OSCAR HERTWIG verfolgte, 1875, unter dem Mikroskop in mehreren Wochen an Hunderten von Eiern des Seeigels *Toxopneustes lividus*, und dann auch an den Eiern anderer Tiere, was sich **in** Eiern und mit den sie umschwärmenden Samenfäden abspielt, eben die Befruchtung. Der Seeigel *Toxopneustes lividus* war fast ganzjährig sexuell reif, war wegen seiner Getrenntgeschlechtlichkeit für Befruchtungsversuche gut geeignet, die transparenten Eier konnten im Seewasser im Laboratorium gehalten werden - war also ein günstiges Versuchstier (W. COLEMAN 1965, S. 137). Das Wesen der Befruchtung erschien als offensichtliche **Verschmelzung von Eikern und dem in die Eizelle eingetretenen Kern der Samenzelle**. Das begann fast unmittelbar nach der Vermischung der Eier mit der die Spermien enthaltenden Samenflüssigkeit. Die Verschmelzung war nach etwa einer Viertelstunde abgeschlossen. Den Vorgang des Eindringens des Spemiums durch die Eihülle konnte OSCAR HERTWIG aber nicht feststellen, sondern konnte den Kern des Spermiums nur verfolgen, wenn er sich schon im Inneren des Eies befand. Bei der nötigen starken Vergrößerung war von der Oberfläche und dem Inhalt des Eies nur ein kleiner Bezirk zu überblicken. Eine damals angenommene Auflösung des Eikerns, einer "Karyolyse", und anschließende Kern-Neubildung aus dem Protoplasma in derselben Eizelle gab es offenbar nicht, trotz zeitweiliger Unsichtbarkeit bei der Zellteilung. Aber der Zellkern bleibt, wenn auch zeitweilig unsichtbar - eine wichtige Erkenntnis für die Vererbung.

Was der männliche Kern in den Eikern mitbringt blieb damals offen. Eine kernlose Monere im Sinne des frühen HAECKELs war der junge Keim also nie. O. HERTWIG löste also vorangegangene und unklare und sich widersprechende Angaben ab. Der Brealauer Anatom und Phyiologe LEOPOLD AUERBACH hatte schon vor HERTWIG bei den Nematoden *Ascaris nigrivenosa* und *Strongylus auricularis* 2 Zellkerne/Nuclei im Ei gesehen, aber glaube noch an die Kernauflösung (W. COLEMAN 1965, S. 136).

Den **unmittelbaren Akt des Eindringens eines Samenfadens in das Ei**, die dabei erfolgende Bildung eines kleinen Hügels auf der Oberhaut des Eies, konnte eingehender verfolgen HERMANN FOL namentlich am Ei des Seesterns *Asterias glacialis*. FOL, aus einer alten Genfer Familie, Student unter anderem bei HAECKEL, ab 1878 Ordinarius in Genf, verschwand im März 1892 mit seiner Forschunsjacht 'Aster' im östlichen Mittelmeer.

Zwei Kerne in Eizellen und deren Verschmelzung hatten auch andere gesehen, erst jetzt aber wurde nahezu bewiesen, daß nur der eine Kern der Kern der Eizelle ist und der andere von dem eingedrungenen Spermatozoon stammt und durfte, gemäß HERTWIG angenommen werden, daß dies ein Sexualakt ist. Daß neben dem weiblichen Zellkern nur ein einziger zweiter Kern erschien legte nahe, daß die Befruchtung eines Eies nur **ein Spermatozoon** verlangt, ungeachtet der Masse der Spermatozoen in der Samenflüssigkeit. FOL experimentierte mit Polyspermie, mit dem Einsatz von mehr als einem Spermium für das Ei, erhielt aber nur monströse Tiere (W. CLEMAN 1965, S. 139). O. HERTWIG sah in der Kernverschmelzung, daß es bei der Befruchtung nicht nur um irgendwelche eindringende Kernsubstanz, also etwas rein Chemisches, um irgendwelche aristotelische 'Aura' ankommt, sondern um den ganzen Spermatozoen-Kern, also ein morphologischer Zusammenhang zustandekommt, ein organisierter Zustand übertragen wird. Gewiß konnte J. LOEB 1909 (S. V) schreiben, daß es nicht ausreichte, wenn O. HERTWIG in der Vereinigung von Spermakern und Eikern schon eine "Theorie der Befruchtung" sah, ."obwohl damit doch nicht die geringste Einsicht in die Natur der Kräfte gegeben ist, welche das Ei zwingen, sich in einen Embryo zu entwickeln." Immerhin hatte O. HERTWIG einen wesentlichen Vorgang so gut wie nachgewiesen, und es entsprach dem vorweigend auf die Morphologie ausgerichteten Denken der Zeit, in einem morphologischen Akt etwas ganz Wesentliches zu sehen. Natürlich durfte die weitere Aufklärung nicht ausbleiben! Es wurde schließlich angenommen, daß ein einziges Spermatozoon auch bei den Wirbeltieren ausreicht, eine Eizelle zu befruchten und zur Entwicklung anzuregen, trotz der auch hier vorhandenen Masse von Spermatozoen, welche etwa bei Säugetieren mit der Samenflüssigkeit in die weibliche Scheide gespritzt werden und die als eine Art Begleitung wohl nötig sind, damit eine Befruchtung möglich wird. Mit der Feststellung, daß eine einzige Spermazelle eine Eizelle befruchtet war **eine** wichtige Grundlage für das **Verständnis der Vererbungsvorgänge** gegeben, aber eben nur eine.

## Teilung von Zellen und Zellbestandteilen und Zell-Differenzierung - Grundfragen der Biologie

Die Erfassung der **Eigenständigkeit der Zellbestandteile** auch bei ihrer Vermehrund innerhalb der sich auch als Ganzes teilenden Zellen ist gewiß eine der ganz großen Leistungen der Zellbiologie. Die Theorie über Leben und deren Entstehung wurden davon nachhaltig bestimmt. Mit den Zell-Teilung verbunden ist die **Differenzierung** der Zellen im Vielzeller, und so schon bei den ersten Metazoen, **in die verschiedenen Zelltypen**. In einem Strudelwurm der Gattung *Planaria* fanden sich etwa 30 Zelltypen (J. M. J. SLACK 2011, s. 800), Im Menschen ließen sich schließlich etwa 200 Zelltypen (T. MISTELI 2011, S. 32) unterscheiden. Es gibt in der Evolution also eine zunehmende Ausdifferenzierung. Die meisten der verschiedenen Zelltypen auch beim Menschen bilden sich in der relativ **kurzen Embryonalzeit** - das 'Leben' arbeitet also in kurzen Zeiträumen. Es entstehen nicht nur verschiedene Zelltypen, sie **ordnen sich** (S. A. NEWMAN 2012) auch **zu Geweben**, in und mit diesen bilden sich verschiedene Schichten/layers, in der Außenhaut etwa Oberhaut/Epidermis und Unterhaut/Corium, und Lagen und Schichten, zu lernen von den Medizinstudierenden, gibt es auch in den inneren Organen. Und **in** den Geweben bilden sich vielach **innere Höhlungen**, gibt es eine **gemusterte Anordnung von Zelltypen**, wie im Magen, den Nebenniere, der Pankreas, der Niere - eigentlich überall. Und unvermischbare Grenzen trennen Gewebe und Organe. Es gibt die Bildung von gefalteten Segmenten, bilden sich Ausläufer. Und eine bestimmte Anordnung von Zellen erscheinen an der Außenhaut bei Haaren und Federn.

Zelldifferenzierung erschien aber nicht nur als die morphologische, vor allem von den Histologen untersuchte mikroskopisch-feinanatomische Zelldifferenzierung, auch wenn diese zunächst vor allem beachtet wurde. Es gab **auch** eine **biochemische Differenzierung**. Bestimmte Sekrete werden nur von bestimmten Drüsenzellen gebildet, licht-sensitive Sehstoffe, 'Sehpurpur'. Rhodopsin, ist Bestandteil bestimmter Zellen in der Retina des Auges. Die Zell-Differenzierung ließ sich zunächst nur als Phänomen erforschen, also beschreiben. Die Zell**differenzierung** mußte mit der angenommenen **Vererbungssubstanz** zusammenhängen und der Verbleib dieser Vererbungssubstanz, ob in jeder Zelle ganz oder gemäß WEISMANN nur zu Teilen in den differenzierten Zellen, das war zu ergründen. Daß wie sich immer mehr herausstellte **jede Zelle die gesamte Vererbungssubstanz** enthielt, war das **Ab- oder Anschalten einzelner** ihrer Teile, **Gene**, aufzuklären, was dann vor allem im 20. Jh. weiter geklärt wurde. Bei einem Schmetterling besitzen die Raupe wie der fliegende Schmetterling, der Imago, dieselbe Ausstattung der Erbsubstanz, aber in beiden Stadien werden ganz unterschiedliche Anlagen, Gene, eingeschaltet.

Als eine Frage blieb auch, inwieweit **ausdifferenzierte Zellen** wieder **in einen früheren Zustand**, gar in einen embryonalen **zurückkehren können** oder sich zu einem anderen Zelltyp umbilden. Besteht eine **Totipotenz** der Zellen, aller oder nur etlicher (C. WEIGERT 1906)? Die eingehende Diskussion um die Stammzellen kommt in der zweiten Hälfte des 20. Jh.

## Zellen des Blutes - ein spezielles Gewebe - Stammzelle? und Zelldifferenzierung - Zellen-Bildung im Laufe des Lebens eines Organismus

In den meisten Lebewesen, mit Ausnahme jener mit Zellkonstanz, werden immer wieder, ja massenweise Zellen ersetzt. Auf der Haut fallen immer wieder die obersten Zellen ab und rücken darunterliegende nach.

Ständige Neubildung gibt es auch bei den **Blutbestandteilen,** den **Blutzellen**. Durch Wunden konnte ein Lebewesen hohen Blutverlust erleiden und doch war anschließend wieder ausreichend Blut vorhanden. Es war ERNST CHRISTIAN NEUMANN (E. NEUMANN-REDLIN v. MEDING 1994), Sohn des berühmten Physikers und Mineralogen FRANZ NEUMANN in Königsberg und selbst seit 1866 außerordentlicher und 1869 ordentlicher Professor der Pathologischen Anatomie an der Universität Königsberg 1868 entdeckte ERNST CHRISTIAN NEUMANN, daß im Leben nach der Geburt, also extrauterin, **die Roten Blutkörperchen** beim Menschen **im Knochenmark gebildet** werden: Erythropoese. Diese Roten Blutkörperchen werden schließlich wie auch bei anderen Säugern kernlos. Im Embryo war Blutbildungsorgan die Leber. 1870 konnte NEUMANN die Leukämie auf das Knochenmark zurückführen. 1878 fand NEUMANN, daß **auch weiße Blutzellen im Knochenmark** entstehen: Leukozytopoese. NEUMANNs Entdeckung der Blutbildung im Knochenmark wurde von VIRCHOW bezweifelt, von BIZZOZERO in Turin, der auch die **Blutplättchen** entdeckte, umgehend bestätigt. Ausgang der verschiedenartigen Blutzellen sollte eine **Blutstammzelle** sein, deren Existenz erst am Ende des 20. Jh. bwiesen wurde.

Als 21-jähriger Student der Medizin 1875/1876 in Freiburg/Br. fand EHRLICH bei dem seine Studenten zu eigenen Untersuchungen anregenden Physiologen OTT FUNKE die **Mastzellen** (G. SIEFERT et al. 1983). Noch konnte er nicht wissen, welche Rolle sie wegen der Histaminfreisetzung bei schweren allergischen reaktionen spielen, also einem späteren Arbeitsgebiet EHRLICHs. Dank seiner Färbungen fand EHRLICH (A. v. WEINBERG 1916) weiterhin, daß es **verschiedene** Arten von **Leukozyten** gibt, offensichtlich auch verschiedene Leukämien. EHRLICH lehnte die "unitarische" Theorie, die Existenz nur eines Typs von Blutstammzelle

zugunsten der Annahme auch anderer zellbildender Organe als das Knochenmark ab (s. A.-H. MAEHLE 2011).

## Die große und anregende Erkenntnis: Verschiedene Zellbestandteile entstehen nur aus ihresgleichen

Nicht nur die Zelle als Ganzes vermehrt sich allein durch **Teilung aus ihresgleichen**, gemäß "cellula e cellula", **auch** andere Zellbestandteile vermehren sich inabhängig voneinander. Für den **Zellkern** war das um 1850 (W. COLEMAN 1965, S. 130) bekannt, also galt "**omnis nucleus e nucleo**". Später wurde das für weitere **Kernbestandteile**, so die **Chromosomen**, im Plasma für die **Plastiden**, **Chloroplasten**, **Mitochondrien** festgestellt - eine faszinierende, später noch zu viel Nachdenken führende Entdeckung. Wie selbständig waren also innerhalb der Zelle diese Bestandteile?

Daß ein **Zellkern** nur aus einem Zellkern entsteht, also morphologisch keine Neubildung aus dem Protoplasma ist, war schwierig zu ermitteln wegen dessen zeitweiliger Unsichtbarkeit bei der Zellteilung. Er schien sich 'aufzulösen' und danach neue zu entstehen. Aber er bleibt, wenn auch zeitweilig unsichtbar, Es bildet sich nach der Zellteilung in den Tochterzellen kein neuer Zellkern, sondern es erscheinten die aus der Zellkern-Teilung hervorgegangenen Zellkerne. Das wurde nachgewiesen für die Zellteilung von tierischen Zellen. Und das hat immer genauer nachgewiesen **für die Pflanzen** EDUARD STRASBURGER (1880 a, b; H. FITTING 1970) seit 1875. Der führende Botaniker STRASBURGER war geboren am 1. Februar 1844 in Warschau als Sohn eines Konditoreibesitzers, eine polonisierte deutsche Familie. Der auch Polnisch sprechende STRASBURGER besuchte in Warschau das Gymnasium, studierte später in Paris und Bonn, arbeitete bei PRINGSHEIM in Jena und habilierte sich in Warschau. Zunächst als außerordentlicher Professor nach Jena berufen, wurde er dort 1871, mit 25 Jahren, Ordinarius, 1880 folgte er einem Rufe nach Bonn. Ab **1875** veröffentlichte STRASBURGER seine an fixierten, gehärteten Zellen zuerst von *Pinus*-Archegonien (G. KARSTEN 1912, S. (68) - (69) und dann an weiteren von Nadelholz-Arten und anderen Pflanzen, auch an den ohne Reagentien beobachtbaren Staubfadenhaaren der *Tradescantia* (1880 a) gewonnene Erkenntnis vom Hervorgehen neuer Zellkerne aus dem Zellkern der Mutterzelle. Er übertrug diese Annahme, daß es nirgendwo eine Neubildung von Zellkernen aus Protoplasma gibt und sie nur aus sich selbst entstehen, nach einigen Zögern bis gegen **1880 auf alle Pflanzenzellen**. Die Zellkerne aller Pflanzenzellen stammen damit vom primären Zellkern des Embryosacks. Zellkerne teilen sich, wie auch mehrkernige Tierzellen zeigten, manchmal auch ohne nachfolgende Teilung der ganzen Zelle. Zell- und Kern-Teilung verlaufen also unabhängig voneinander.

Anstoß zur Kernteilung sollte allerdings das Protoplasma geben. Die Rolle des Zellkerns blieb ihm etwa 1880 (b) im Dunkeln. Das Vorkommen des Zellkern in allen Zellen ließ annehmen, daß er bedeutende Funktionen hat. Und eigenständig bleiben die innerhalb des Zellkerns vorhandenen **Chromosomen**.

STRASBURGER fand bei Pflanzen was O. HERTWIG, FLEMMING und andere bei **Tieren** nachwiesen oder wenigstens postulierten. "Es ist jedenfalls überraschend", schrieb 1876 (S. 394) BÜTSCHLI, "dass zu gleicher Zeit sowohl bei Pflanzen als Thieren ein Modus der Kern- und Zellentheilung gefunden wurde, der sich principiell als völlig übereinstimmend erwies ..." Nicht bloß im Aufbau aus Zellen schlechthin, auch im Verhalten der Zellen zeigte sich Übereinstimmung "in beiden organischen Reichen." Gemeinsame Abstammung lag jedenfalls nahe. Daß es zur etwa der gleichen Zeit gefunden wurde, war wohl nicht so "überraschend", sondern es zeugt davon, daß an verschiedenen Orten mit Intensität an den gleichen Dingen geforscht wurde, möglich geworden auch durch ensprechende Forschungstechniken. BÜTSCHLI hielt 1876 (S. 429) jedoch die de novo-Bildung von Zellkernen im Unterschied zu den ganzen Zellen noch für möglich.

Nicht wie WILSON meinte durch Differenzierung der Zellbestandteile "aus dem farblosen Plasma des Zellleibestandteile" (so bei C. MERESCHKOWSKY 1905, S. 593), sondern offenbar durch Zusammentritt unabhägiger Bestanteile auch in der Entstehung der Zellen überhaupt entstanden die höheren Zellen mit ihren Organellen. Es gibt keine "Urzeugung" der höheren, der 'eukaryoten' Zellen und gibt keine Urzeugung mehr ihrer entscheidenden Bestandeile, also keine wirkliche Neubildung innerhalb des Protopalsma. Die entscheidenden Bestandteile müssen also bei der Zellteilungen immer mitgegeben werden. Bei dem **Protoplasma** versteht sich das von selbst. Die Autonomie der Zellorganellen bei der Vermehrung bedeutete allerdings nicht, daß sich diese Bestandteile außerhalb der Zelle vielleicht im Reagenzglas vermehren lassen.

Daß die verschiedensten Zellbestandteile sich **autonom vermehren** ist eine **ganz wichtige Einsicht** in das Zustandekommen der Zellen der über die Bakterien hinausweisenden Organismen, jener Zellen mit Zellkern, die durch Bakterien-Symbiosen zustandekamen. Es ist eine **entscheidende Einsicht in das Wesen des Lebens**.

Was STRASBURGER zunehmend für die Zellkerne vorführte, ihre Bildung nur durch sie selbst, fand 1882 ANDREAS FRANZ WILHELM SCHIMPER (1883, 1885; H. SCHENCK 1901), bei STRASBURGER in Bonn, auch für die **Chlorophyll-Körner,** die Chloroplasten und ihnen zugehörige farblose ähnliche Körper, alle genannt **Plastiden**, auch '**Chromatophoren**', nur aus ihresgleichen entstehen. Die Schwierigkeit, das zu erkennen, bestand in der Farblosigkeit der in der entwickel-

ten Pflanze Farbstoff tragenden Chromatophoren bei der Übertragung dieser in der pflanzlichen Eizelle und in jungen noch farblosen und dann erst ergrünenden Pflanzengeweben, also den **zuerst farblossen Leukoplasten** (C. MERESCHKOWSKY 1905). Untersucht hat das SCHIMPER zuerst etwa an dem dafür günstigen Vegetationspunkt des Kleines Springkrautes, *Impatiens parviflora*, und dann an zahlreichen Arten. Bisher sah man diese Chromatophoren als in jeder sie enthaltenden Zelle als neue Erzeugnisse des Zellplasmas, und der ansonsten bedeutende Botaniker HABERLANDT meinte damals noch immer die Wiederauflösung der Chromatophoren bei der Keimung einer grünen Pflanze zu 'sehen'. FRIEDRICH SCHMITZ (E. WUNSCHMANN 1908), damals ebenfalls in Bonn und ab 1884 Ordinarius in Greifswald, Kenner der Rotalgen, hatte schon bei Algen gefunden, daß eine Neuentstehung der Farbkörper, etwa der Chlorophyllkörner, aus dem Zellplasma nicht stattfindet (a. U. G. MAIER et al. 1996, S. 107). Schon die Sporen der grünen Algen erhalten Chlorophyllkörner aus der Mutterpflanze. Bis 1885 konnte A. F. W. SCHIMPER nachweisen, daß die Chromatophoren auch im Embryosack und in der Eizelle, also von allem Anfang einer Pflanze an, keine Neubildungen sind. Sie werden auch der Eizelle schon mitgegeben, und in allen Zellen gehen sie "... ausschliesslich aus anderen Chromatophoren hervor; ...", geliefert von der Mutterzelle genau wie Zellkerne. Überall fanden sich Teilungsstadien der Chromatophoren, was für die Entstehung aus ihresgleichen zeugte. Der grüne Pflanzenfarbstoff Chlorophyll fand sich dabei an die Chromatophoren gebunden, niemals frei im Protoplasma. Die Chromatophoren, "führen" nach SCHIMPERs Worten (1885) "ein sehr unabhängiges Leben; sie verhalten sich eher wie selbständige Organismen ... " (S. 4), es fehlen alle Übergangsformen zwischen Zellkern und Chromatophoren, letztere "... zeigen "keine Beziehungen zu dem Cytoplasma oder dem Zellkern" (S. 202). Daß die Tatsache der Eigenständigkeit der Chromatophoren unbekannt geblieben war, führte SCHIMPER richtigerweise auf die vorher schlechteren optischen Hilfsmittel, die weniger guten Mikroskope zurück. Selbstvermehrung der erst im **20. Jh.** gefundenen Mitochondrien, das ergänzte die Vorstellung von Sebstvermehrung von Organellen (s.d.). Organelle der Zelle, also die Kerne, die Chromatophoren, die in den Kernen befindlichen Chromosomen, sie besitzen mit ihrer Vermehrung aus sich selbst durch Teilung ein Eigenleben, das die Organe des Körpers so nicht haben, was nicht bedeutet, daß nicht auch in der Zelle alles aufeinander angewiesen ist. Nicht nur der makroskopische Körper eines Lebewesens war eine komplizierte 'lebende' Welt, es war mindestens ebenso auch die Zelle mit ihren Organellen, die Grundlage des makroskopischen Körpers, und das wurde im 20. Jh. immer mehr ausgebaut (s. d.).

Später, im 20. Jh., wurde dann erörtert, ob die später gefundenen Mitochondrien und andere solche sich selbstvermehrenden Zellorganelle einmal Bakterien waren und durch ständige Einverleibung in andere Zellen, auch Bakterien, sich dann

nur innerhalb der Zellen durch Selbstvermehrung halten, also die höheren Zelltypen durch Symbiose einfacherer Zell-Typen, zu denen auch die Chromtophoren zu gehören schienen, zustandekamen. Hier eröffneten sich großartige Perspektven für das Verständnis der Zell- und damit Lebensbestandteile. SCHIMPER hat das zumindestens schon angedeutet.

## Trotz ihrer unabhängigen Neubildung: Wie wirken die Zellbestandteile zusammen?

Problem war, wie die so unabhängig wirkenden Zellbestandteile dennoch offensichtlich **zusammenwirken**.

**Teilung der ganzen Zelle**, also ihres Protoplasmas, und die **Kern-Teilung**, erschienen als irgendwie **verbunden**, jedoch **ebenso** als **zwei verschiedenartige Vorgänge**. Die manchmal ohne Protoplasma-Teilung ablaufende alleinige Zellkern-Teilung legte das nahe. Tierische Zellen mit mehr als einem Zellkern führten WALTHER FLEMMING etwa 1890 (S. 285) zu den Bemerkung, "dass ein Zellenleib durch Kräfte zerlegt werden kann, welche mit den bei der Halbirung des Kerns thätigen keineswegs zusammenfallen brauchen."

Das führte schließlich zu neuen Interpretationen über Grundvorgänge des Lebens.

Wie also würden **sich Zellkern und Protoplasma wechselseitig beeinflussen**, wer ist etwa bei der Zellteilung der Motor, wie wirkt die möglicherweise im Zellkern konzentrierte Vererbungssubstanz sich auch auf das Protoplasma aus. G. KLEBS etwa meinte (1887), daß die Zellkernwirkung sicherlich nicht mit der Gehirnwirkung im Gesamtorganismus verglichen werden kann Aber immerhin die **Zellwand** sollte nach KLEBS' (M. BOPP 1985) Feststellung ohne Zellkern nicht entstehen. GOTTLIEB HABERLANDT wollte dem "Zellkernräthsel" (1887, S. 19) näherkommen, indem er die Lage, den Ort des Zellkerns in verschiedenen Entwicklunsstadien einer Zelle verfolgte und meinte bei verschiedensten Pflanzenarten gefunden zu haben, daß sich der Kern immer an den Orten des stärksten Stoffwechsels aufhält, zunächst mehr in der Zellmitte, bei der älteren Zelle nahe der sich verstärkenden Außenwand. Auch die makroskopischen Pflanzengewebe, so meinte HABERLANDT (1933) zu seinen Überlegungen, stünden im pflanzliche Gesamtorganismus in Lagerung und Anordnung in Beziehung zur Funktion – also wurde eine Analogie zwischen Gesamtorganismus und Zelle zur Aufklärung letzterer herangezogen.

## Im Zellkern/Nucleus gibt es weitere Bestandteile, das Chromatin/Chromosomen, die in ihrer Individualität übertragen werden und bald als Träger der Vererbung diskutiert wurden

Das Organell **Zellkern/Nucleus** erwies sich nicht als leer, sondern in seinem Inneren erschien es gefüllt mit weiteren, nur ihm angehörenden Strukturen. '**Chromatin**', 'Kernschleifen', Intranuklear-Elemente, die, lange nach ihrer ersten Aufkärung, **1888** von WALDEYER mit dem bleibenden Begriff **Chromosomen** benannt wurden (so W. COLEMAN 1965). Sie finden sich in allen Zellkernen. Diese Gebilde waren als schwer identifizierbare Gebilde schon immer mit gesehen worden, aber nicht als belangvoll betrachtet (W. COLEMAN 1965, S. 132). Ihr einige Zeit später festgestelltes Verhalten bei der Zellteilung und namentlich bei den Sexualzellen erschien bedeutungsvoll. Die Chromosomen sahen die mikroskopierenden Beobachter zuerst als Körnchen. Später wurden sie erkannt als vor der Teilung zu Strängen zusammentretende Gebilde, als "Kernschleifen", die E. STRASBURGER etwa 1880 als "eigentümlich differenzierte, längsstreifige Spindeln" beschrieb. Das große Problem bei der Erforschung der Chromosomen war, daß sie wie auch der Zellkern selbst in den Ruhephasen des Zelllebens ganz zu verschwinden schienen, also offen blieb, ob sie und auch der Zellkern über den Ruhekern hinweg bestehen bleiben oder sich bei der Teilung der Zelle neu bilden. Infolge des Zusammentretens der Chromosomenstränge in manchen Zellen bei Zweiflüglern/Diptera, zu "Riesenchromosomen", konnte man erst im 20. Jh. endlich mehr zu sehen. Zunächst erfolgte die Chromosomenforschung also an nur zeitweilig sichtbaren Gebilden,

Die Chromosomen bei der Zellteilung, der Mitose, sah und zeichnete 1873 bei der Zellteilung der Sommer-Eier eines Strudelwurms, womöglich *Mesostomum ehrenbergii*, ANTON SCHNEIDER (W. E. ANKEL 1957, W. COLEMANN 1965, S. 131, aber SCHNEIDER nicht SCHMIEDER), der Nachfolger LEUCKARTs auf dem Zoologie-Lehrstuhl in Gießen, ohne die Bedeutung der Gebilde zu erfassen, Die Chromosomen wurden bei SCHNEIDER sichtbar durch das von ihm eingeführte "Schneider'sche Eissigsäurekarmin", Essigsäure mit später noch darin aufgelösten Karmin, das die Chromosomen fixiert und färbt. Es war SCHNEIDER durch die Chromosomen und deren Verhalten bei der Teilung bewußt geworden, "welche umständlichen Metamorphosen der Kern (das Keim-Bläschen) bei der Zellteilung eingehen kann" (S. 327). Seine Priorität betonte der anonsten nicht als großer Forscher eingeschätzte SCHNEIDER erst als andere über Chromosomen schrieben. Noch dachte er an eine Auflösung des Zellkerns zwischen den Teilungen.

WALTHER FLEMMING, zuletzt, 1876, Professor in Kiel, erfaßte **1875** die von ihm '**Chromatin**' genannten Gebilde, die 'Kernfäden näher. Er sah die **Längsteilung**

der Chromosomen bei der Verfolgung der Kernteilung wenigstens an durch großen Chromatinreichtum ausgezeichneten, protoplasma-armen Zellen der Schwanzflosse der Salamander-Larve in "Bildern von überraschender Schärfe" (O. HERTWIG 1918, S. 66) durch neue Färbung und Kanadabalsam und Damarlack als neue Einbettungsmethoden. Hier wurden einmal nicht an Ei-oder Samenzellen untersucht, sondern an Epidermiszellen. fand 1878 die exakte Teilung der Chromatinfäden (W. COLEMAN 1965, S. 132). Nicht alles sah man an jedem Kern, nicht jeder Beobachter sah das Gleiche – in diesen Anfängen der Zellkern-Forschung gab es an allem und jedem auch immer wieder Zweifel (W. FLEMMING 1879). Das Verfolgen de Chromosomen über die Kernteilung hinaus blieb problematisch. FLEMMING dachte beim Bild der Längsteilung auch an die mögliche Wirkung der Reagentien, aber sah die Doppelfäden dann auch lebend.,G. RETZIUS bestätigte die Längsteilung der Chromosomen. WILHELM ROUX überlegte, als Hypothese, wie durch die Längsspaltung der Zellkern seine Qualitäten verteilt. Die Längsteilung der Chromosomen wurde dann auch bei einigen Pflanzenzellen gesehen.

## Die Chromatinfäden, die Chromosomen, bleiben bei der Zellteilung getrennt, verschmelzen auch nicht - ein wichtiger Befund

Die Zellkern-Verschmelzung bei der Befruchtung war nur der eine Vorgang, denn es wurde dann erkannt, daß nicht die 'ganzen' Kerne in einer einheitlichen Masse verschmelzen, sondern die **Chromosomen unverschmolzen** im neuen verschmolzenen Kern nebeneinander bestehen bleiben. Und das wurde ein für das Verständnis der Vererbung ganz wichtiger Befund, Der das klar erkannte war EDOUARD VAN BENEDEN, Liège. Er benutzte als außerordentlich günstiges Versuchsobjekt den Pferdespulwurm, *Ascaris megalocephala*, dessen Körperzellen nur 4 zudem große Chromosmen enthalten und die Sexualzellen nur zwei. VAN BENEDEN fand, **1884,** daß **von den längsgespaltenen Chromosomen jeweils die eine Hälfte in die eine Tochterzelle, die andere in andere geht**, also eine ordnungsgemäße Verteilung erfolgt. Außerdem zeigte er, daß die **Chromosomen** im befruchteten **Ei nebeneinander liegen bleiben**, es also bei der Kernverschmelzung, dem nach O. HERTWIG zentralen Vorgang der Befruchtung, **keine Verschmelzung aller Teile** der Zellkerne erfolgt. Der Befund trug dann wesentlich zum Verständnis der Vererbung bei, auch wenn VAN BENEDEN zunächst später widerlegte theoretische Vorstellungen damit verband. Die Chromosomen waren im Zentrum biologischer Forschung und namentlich der Karyologie angekommen.

Der Anatom CARL RABL (A. FISCHER 1918, H. HELD 1918) betonte 1885, daß

offenbar alle Zellen einer Tierart, und nicht nur die des Pferdespulwurms mit den stets 4 Chromosmen, dieselbe Zahl an Chromosomen haben, also eine **Konstanz** der Chromosomenzahl besteht. Gerade das sprach dafür, daß auch die Chromosomen aus ihresgleichen entstehen, wie der Zellkern insgesamt. RABL wurde, als Professor von Prag kommend, 1904 Anatomie-Professor in Leipzig. Was so im Lehrbuch später recht klar geschrieben stand, war mit den seinerzeitigen Hilfsmitteln doch nur mühsam zu erreichen, und RABLs Schrift gibt eine Vorstellung von der Zellkern-Forschung um 1885. Angeregt durch die "schönen Arbeiten STRASBURGER's und FLEMMING's" untersuchte er ab "Weihnachten 1882" die bei der Zellteilung ablaufenden "eigenthümlichen" Vorgänge (S. 214), wobei er Gewebe vom Grottenolm / Proteus, Salamandern und Molchen benutzte. Bei Salamander-Larven fand er, "wobei man sich mit vielen unsicheren Bildern auseinandersetzen mußte" (S. 247), dann doch immer wieder 24 "Schleifen", während beim Olm keine Sicherheit in den Beobachtungen gelang. Auffällig erschien RABL, daß in Hodenzellen und den Eierstocksfollikelzellen die "Schleifenzahl" auffällig geringer war, geschätzte 16. Eher "von der Gesetzmäßigkeit aller, auch der unscheinbarsten Vorgänge überzeugt" (S. 250) hat RABL dann die Konstanz der Schleifen = Chromosomen behauptet. Die Konstanz der Chromosomenzahl wurde dann, etwa nach ersten Zahlenangaben von STRASBURGER, auch für Pflanzen erwiesen, jedoch erschien merkwürdig, daß auch verwandte Arten oft recht unterschiedliche konstante Chromosomenzahlen haben, also das in den Chromosomen anzunehmende Erbmaterial recht verschieden auf die einzelnen Chromosomen verteilt sein mußte. Die schon genannten, später gefundenen dicken Riesenchromosomen der Zweiflügler/Diptera waren zuückzuführen auf eine Vermehrung der Chromosomenstränge ohne Auseinandergehen (L. GEITLER 1944), also wie ein aus zahlreichen Strängen bestehenes Kabel und hier war also die Zahl der Chromosomen vermehrt, aber sie blieben im Zusammenhang, erschienen wie jeweils ein verdicktes Chromosom.

Nicht klar wurde zuerst, ob die einzelnen Chromosomen, die sich schließlich wenn sichtbar in Gestalt und Größe unterschieden, trotz ihres scheinbaren Verschwindens im Ruhekern erhielten, also eine **Individualität** der Chromosomen besteht. RABL rechnete mit einer ständigen gegenseitigen Beeinflussung des Plasmas und des Kernes einer Zelle, und Änderungen der Qualität der Substanzen im Plasma sollte auch die Qualität der Chromosomen ändern und umgekehrt (A. FISCHER 1918). Noch gab es nicht die Auffassung der großen Stabilität der Chromosomen, wie sie nach ihrer Postulierung als Vererbungssubstanz nahelag.

Daß **Chromosomen ihre Individualität über den Teilungsvorgang hinweg behalten,** also wenigstens als morphologische Gebilde bestehenbleiben, trotz scheinbarer Auflösung, klärte dann bis nahe zur Gewißtheit der Würzburger Zoologie-

Ordinarius THEODOR BOVERI (G. KRAUSE et al. 1982). Untersucht wurde das bei dem günstigen Versuchs"tier" Pferdespulwurm, *Ascaris megalocephala univalens*, den man auf dem Würzburger Schlachthof bekam. Die Sexualzellen der hier benutzten Art des Pfderdespulwurms besitzen, also haploid, nur 1 Chromosomen. In der befruchteten Eizelle gibt es dann, diploid, 2 Chromosomen.

## Was ist die Vererbungssubstanz? – Zellkerne und in ihnen die Chromosomen

CARL NÄGELI hatte wie einst KÖLREUTER betont, daß Vater wie Mutter in gleichem Maße an den Merkmalen ihrer Nachkommen Anteil nehmen. Es müßte beim Vorliegen einer Vererbungssubstanz diese im befruchtenden Spermatozoon dann wohl ebenso reichlich vorhanden sein wie in der Eizelle. Nun ist aber die Eizelle wesentlich massereicher als das Spermatozoon. Viel von dem Protoplasma der Eizelle konnte dann nicht die von NÄGELI, 1884, "**Idioplasma"** genannte hypothetische **Vererbungssubstanz** sein. Gleich groß erschienen in der Eizelle wie in der Spermazelle jedoch die Zellkerne, ja der Kopf des Spermatozoons schien fast nur Kern zu sein, und gleich groß war im Eikern wie im Spermakern die Masse des Chromatins, der Chromosomen. Auf den Kern und besonders auf die Chromosomen konzentrierte sich die Suche nach der Aufklärung der Vererbung, der Merkmalsweitergabe an die Nachkommen durch eine Substanz, und OSCAR HERTWIG, WEISMANN und andere sahen bald in den Kernsubstanzen das Idioplasma. Die an den Zellkernen gemachten Befunde, namentlich über die Befruchtung und das Chromosomen-Verhalten, wurden so mit der Vererbung verknüpft. Im 20. Jh. kamen aber Annahmen auch über 'plasmatische Vererbung'.

## Zellteilung für die Bildung der Sexualzellen, also der Ei-Zellen und der Samen-Zellen/Spermien: die Meiose

Für die Bildung **Sexualzellen** fand sich eine andere Zellteilung als bei den übrigen Zellen, und das bei Pflanzen wie bei Tieren. Bei der Keimzellen-, der Sexualzellen-Bildung wurde die Chromosomenzahl in der einen Zellteilung, der **Reduktionsteilung**, um die Hälfte vermindert, zuerst nachgewiesen 1884 auch vor allem von VAN BENEDEN. Die Sexualzellen, Ei- oder Spermazelle, sind ihrer halben Chromosomenzahl gemäß **haploid**. Bei der Vereinigung der Sexualzellen hat die befruchtete Eizelle wieder die doppelte, die **diploide** Chromosomenzahl. Die männliche Keimzelle trägt, wie schon NÄGELI bei Pflanzen ableitete, einen gleichwertige Chromosomensatz in die befruchtete Eizellen. Die Bildung der Sexualzellen bei Tieren

erforschte dann vor allem OSCAR HERTWIG. Ausgeschieden wurden Chromosomen in den bei der Sexualzellenbildung auftretenden "Richtungskörperchen", über deren Sinn und Nutzen so viel diskutiert worden war. Im einzelnen geschieht bei der Keimzellen-Bildung, daß sich die **zu einem Paar gehörenden Chromosomen aneinanderlegen** und **sich** schließlich mit den Zellen **beide teilen**, wobei diese nun 4 Chromosomen, die **Tetraden**, nur die halbe Chromosomenzahl aufweisen, also haploid sind. Bei STRASBURGER (G. TISCHLER 19xx, S. 26) wurde das beschrieben etwa 1897. Heterozygote Erbanlagen/Gene sind also nun nur auf einem der Chromosomen vorhanden. Entweder die haploiden Zellen bilden auch erst einmal einen Organismus aus, wie bei den Moosen, oder sie vereinigen sich bald mit einer anderen haploiden Keimzelle und dabei kommen also Erbanlagen/Gene von 2 bisher getrennten Chromosomen zusammen und es entsteht ein erblich minder oder mehr von den Eltern abweichendes Individuum. Die Zahl der Chromosomen **haploid oder diploid** erwies sich bei den verschiedenen Organismen **in ihren Generationen** als unterschiedlich. Bei den höheren Pflanzen/Cormophyta und den Tieren und auch den Diatomeen ist der haploide Zustand nur ganz begrenzt vorhanden, bei den Tieren etwa sind nur die Geschlechtszellen haploid und die befruchtete diploide Eizelle baut dann den aus diploiden Zellen bestehenden Organismus auf. Auch bei den höheren Pflanzen ist der haploide Zustand nur begrenzt vorhanden. Aber die grüne Moospflanze ist haploid und erst nach Befruchtung auf der haploiden Moospflanze ist der die Sporen bildende, meist braune Sporophyt wieder diploid. Bei der Sporenbildung erfolgt die Reduktionsteilung und die Sporen sind haploid, bilden wieder die haploide grüne Moospflanze. Bei zahlreichen niederen Pflanzen erfolgt eine Wechsel haploider und diploider Generationen, von denen beide auch gleich aussehen können, aber auch unterschiedlich aussehen. Bei den höheren Braunalgen, *Fucus* etwa, bildet die diploide Generation wie bei den höheren Pflanzen allein die *Fucus*-Pflanze bildet nur die Geschlechtszellen sind haploid. Die Welt der niederen Pflanzen wurde also nach solchem **Generationswechsel** durchforscht und es wurden die unterschiedlichen Zustände gefunden (W. ROTHMALER 1948). Vieles davon fällt ins 20. Jh. und die Chromosomen mußten dazu einigermaßen sichtbar werden.

Ergänzung zu der Auffassung von Sexualität bei den höheren Organismen waren an den **Einzeller**n gefundene Vorgänge, etwa die **Conjugation** beim Pantoffeltierchen, die besonders BÜTSCHLI und MAUPAS untersuchten. RICHARD HERTWIG, ab 1881 Zoologie-Professor in Königsberg, untersuchte die Kernteilung beim Rhizopoden *Actionosphaerium Eichhorni* (1884), die er reichlich in den Gräben in den Wiesen am Fluß Pregl gewann. Zumindestens als ein Vorgang entstanden aus einer Mutterzelle 2 Schwesterzellen, die unabhängig voneinander reiften und dann kopulierten.

Bei manchen **Tieren** konnte man Eier **ohne Befruchtung** zur Entwcklung bringen. Bekannt war und wurde bei WEISMANN neu bestätigt bei Honigbienen die Entstehung der Drohnen aus unbefruchteten Eiern RICHARD HERTWIG regte Seeigel-Eier durch Strychnin zur Entwicklung an, A. A. TICHOMIROFF Eier bei Seidenraupen. Hier reichte doch eine chemische Einwirkung auf das Ei?

Umstritten war lange, wie es mit der Vererbungssubstanz bei der weiteren Teilung des befruchteten Eies, bei der Ausbildung der Organe weitergeht. WEISMANN nahm an, daß bei den folgenden Teilungen Teile der **Vererbungssubstanz** verlorengehen und durch diese "**erbungleiche Teilung**" die **Organdifferenzierung** zustandekommt. Nur die Keimzellen sollten die gesamte Erbsubstanz, das gesamte "Keimplasma", behalten. Aber auch die Körperzellen behielten alle Erbanlagen. Nur wurden eben in den einzelnen Zellen nur bestimmte Erbanlagen aktiv, "manifest". So war ohne Hilfshypothesen etwa begreifbar, daß es Regeneration gibt, ja aus den Blättern mancher Pflanzen, der Bryophyllum als Beispiel, ganze neue Pflanzen entstehen.

## Befruchtung und Sexualität bei Blütenpflanzen

Bei **Blütenpflanzen** wurde der Befruchtungsvorgang noch um einiges komplizierter gefunden. Im Fruchtknoten der Blütenpflanze befindet sich der Embryosack, und der französische Botaniker GUIGNARD (A. BERMAN 1972) beschrieb bei Vertretern von 36 Pflanzenfamilien, wie sich aus einer Zelle der 8-zellige Embryo bildet. Für den Pollen und den aus ihm auswachsenden Pollenschlauch wurde deutlich, daß er 2 Kerne in den Embryosack bringt, von denen der eine mit dem einen Embryosackkern verschmilzt und den Embryo bildet und der zweite Pollenschlauch-Kern verschmilzt mit einem anderen Kern des Embryosacks sich vereint und daraus das Nährgewebe, das Endosperm, sich bildet, dessen Zellen 3 Chromosomensätze enthalten, also triploid sind. Diese "**Doppelte Befruchtung**" beschrieb neben GIUGNARD in Frankreich unabhängig ebenfalls 1898 SERGEJ GAWRILOWITSCH NAWASCHIN (G. A. LEWITSKY 1931, E. M. SENCHENKOVA 1974) bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*. Der auch als Erforscher niederer Pilze hervorgetretene NAWASCHIN forschte zunächst in St. Petersburg, wurde 1894 Professor in Kiew, 1915 in Tiflis, war 1923 bis 1929 Direktor des neu organisierten Timirjasew-Instituts für Pflanzenphysiologie in Moskau. Es fanden sich, auch in NAWASCHINs Besitz, frühere Präparate, in denen zu sehen war, wie zwei in die Eizelle einer *Scilla* eingedrungene Spermakerne zwei Kerne befruchten, aber es war nicht als etwas Besonderes erkannt worden – Beispiel dafür, wie auch Gesehenes erst in seiner Bedeutung erfaßt werden muß (W. W. FINN 1931). NAWASCHIN wies die "doppelte Befruchtung" auch bei Korblütlern / Compositen

nach, erwies sie also als offenbar weit verbreitet. Jedoch fehlt sie den Orchideen mit ihren winzigen Samen. Die Endospermbildung führt bei durchsichtigen Samen wie den Maiskörnern zu von den Pollen bestimmter, von der Mutterpflanze abweichender Färbung, den "Xenien", bei denen also nicht erst die Bastard-Nachkommen, sondern auch die Samen schon väterlich beeinflußt erscheinen. Die Vorgänge bei der doppelten Befruchtung lieferten die Erklärung. Bei manchen Blütenpflanzen tritt der Pollenschlauch statt von oben von unten her in den Embryosack, was **Chalazogamie** genannt wurde und was TREUB bei Casuarina und NAWASCHIN bei der Birke und 1895 beim Nußbaum / Juglans entdeckten.

Gerade im **Pflanzenreich** fand sich Vielseitigkeit im Sexualakt. Während bei niederen Formen sich teilweise gleichgroße, aber wohl andererseits physiologische unterschiedene Geschlechtszellen, vereinen, also Isogamie besteht, vereint sich bei anderen Formen eine große Eizelle mit einer kleinerer als männlich anzusehenden Gamete, also Oogamie besteht. HANS KNIEP (R. HARDER 1930)), Würzburg, .verfolgte (s. 1921) nach vorangegangen Beobachtungen von Miss WAKEFIELD wie aus einer Spore des **höheren Pilzes** Schizophyllum commune ein Myzel mit 1-kernigen Zellen entsteht, sich solche Myzele an den Spitzen vereinen zur Ausbildung eines 2-kernigen, Schnallen bildenden Myzels, woraus sich, bei Licht, Fruchtkörper, also "Pilze", bilden, solche aber auch ohne vorangegangene Kopulation bilden können.

Auch bei **Algen** fand sich **Generationswechsel**, wobei oft die eine Generation in ihren Zellen den halbe Chromosomensatz aufwies, haploid ist, die andere diploid, und sich haploide, Geschlechtszellen bildende und diploide, vegetativ Sporen bildende Generation abwechseln, im Aussehen gleich oder auch verschieden. Bei der 1904 von J. L. WILLIAMS (C. SKOTTSBERG 1961) beschriebenen Lebensgeschichte der **Braunalge** *Dictyota dichotoma* ähnelten sich beide Generationen. Bei der Braunalge Laminaria fand SAUVAGEAU 1916, daß der die Geschlechtszellen bildende Gametophyt winzig klein ist gegenüber dem großflächigen Thallus des Sporophyten. NILS EBERHARD SVEDELIUS untersuchte den noch komplizierteren Generationswechsel von **Rotalgen**.

Pflanzen – viel seltener Tiere – vermehren sich auch **vegetativ,** bei der Erdbeere / Fragaria beispielsweise durch Ausläufer, künstlich bei Weiden / Salix durch Stecklinge im Feuchten. In Nadelwäldern wächst der kleine violettrotblühende zweihäusige Korbblütler *Antennaria alpina*, und bei ihm fand 1898 der schwedische Botaniker OSCAR JUEL (1900; C. SKOTTSBERG 1922), daß die weiblichen Exemplare dermaßen in der Überzahl sind, daß sie gar nicht alle Pollen erhalten konnten. Die weiblichen Exemplare erwiesen sich dennoch als fruchtbar, denn wie JUEL fand, bilden sich hier die Samen durch **Parthenogenesis**, jeder Same aus einer unbefruchteten Eizelle. Bei manchen Arten erwies sich der Pollen

als unfruchtbar und SVANTE S. MURBECK, Lund, fand solche Parthenogenesis für Alchemilla / Frauenmantel. Entstammt, was es auch gibt, der Same aus einer anderen als der unbefruchteten Eizelle, wird von **Apogamie** gesprochen. 1903 hatte der dänische Botaniker RAUNKIAER seine Befunde über Embryobildung ohne Befruchtung bei Löwenzahn, Gattung Taraxacum, veröffentlicht und CARL HANSEN OSTENFELD (1904, 1910), der 1899 rein weiblichen Löwenzahn bemerkt hatte, untersuchte das weiter, und er und RAUNKIAER fanden Bildung keimender Früchte bei 22 Arten von Habichtskraut, ***Hieracium***. Bei diesen Arten gibt es dann keine Bastarde, wie sie NÄGELI zu erzeugen versucht hatte, aber manche *Hieracium*-Arten ließen sich auch befruchten; und man dachte an eine noch im Entstehen begriffene Apogamie, eine "in statu nascendi." Manche Hieracium-Arten waren auch zu rein vegetativer Vermehrung geschritten.

Immer wieder zeigte sich, hier wie bei anderen Vorgängen, daß **Dinge**, die **bei einer Art festgestellt** worden waren, **keinesfalls bei anderen Arten auch so** sein mußten, es sich also als notwendig erwies, verschiedenste Arten zu untersuchen. Rasche Verallgemeinerungen hatten zu unterbleiben. Die Besonderheiten veränderten auch die Allgemeinaussagen, etwa die über die Sexualität. Die viele vegetative Fortpflanzung im Pflanzenreich, bei etlichen Arten ausschließlich, legte keine physiologische Notwendigkeit für die sexuelle Fortpflanzung nahe (H. KNIEP 1921), obwohl sie wegen ihrer weiten Verbreitung Vorteile haben mußte, durch Erhöhung der Variabilität.

Wozu mußte angesichts dieser Vorgänge die Befruchtung und die Sexualität überhaupt dienen, sicherlich weit verbreitet, jedoch nicht einziger Modus der Fortpflanzung? Viele, geführt von MAUPAS, dachten an "Verjüngung", im Sinne auch von Reorganisation des Kerns. Parthenogenesis, die manche als nicht vollwertigen Fortpflanzungsmodus anssahen, schien wieder an ein Ausreichen von Außenreizen zur Entwicklunsanregung des Eies denken. Aber sexuelle Fortpflanzung war nun weit verbreitet. Erhöhung der Variabilität mochte ein einleuchtender Grund für ihre weite Verbreitung sein.

# Vererbung und Evolution

## Anfänge der Vererbungsforschung

Daß jedes Lebewesen Nachkommen der gleichen Art hervorbringt und die Nachkommen abgesehen von Variationen den Eltern gleichen, war eigentlich von jeher bekannt. Während mit dem Aufkommen der Evolutionstheorie die Variabilität besonders beachtet wurde, erschien die "Vererbung" eher wie selbstverständlich.

Warum konnte man jedoch fragen, werden die Nachkommen mehr oder weniger elterngleich und gibt es nicht ein heillose Variabilität?

Daß Vererbung "Rätselhaftes" birgt, war im Volke auch nicht unbekannt geblieben. Merkmale konnten auch Generationen übersprungen und erschienen dann wieder. Der Novellist THEODOR STORM schrieb einmal: "Ein saeculum und drüber rinnt es heimlich unter einer Decke im Blute der Geschlechter fort; dann, längst vergessen, taucht er plötzlich wieder auf, den Lebenden zum Unheil."

Das Problem oder Probleme der "Vererbung" wurde zuerst erfaßt namentlich von **Medizinern und von Tier- und Pflanzenzüchtern**. MAUPERTUIS hatte 1745 und 1752 die Vererbung von Polydaktylie, von Extrafingern oder –zehen, in einer Familie verfolgt. Der englische Arzt JOSEPH ADAMS (J. LOUDON 2004) veröffentlichte 1811 eine Schrift über die vermuteten erblichen Eigenschaften von Krankheiten / "Supposed Hereditary Properties of Diseases" – seinerzeit wenig beachtet, jedoch im 20. Jh. als das vielleicht erste Werk zu diesem Thema gesehen.

Bei Züchtern war die Kreuzung verschiedener Rassen, Sorten oder gar Arten wichtig. Die große **Frage** war, **ob** man **beständige Bastarde** erzeugen kann. War die erste Generation nach einer Kreuzung ziemlich einheitlich, je nach der Einheitlichlichtkeit der Ausgangs-Individuen, so folgte nach der Kreuzung der Bastard-Nachkommen miteinander eine oft kaum durchschaubare "Verwilderung", eine Aufspaltung der Merkmale.

Ein Tier-Züchter war der Württemberger AUGUST VON WECKHERLIN (Biographie u. a. s. K. HERRMANN 1980, LÖBE 1896), der besonderes Interesse an der Rinderzucht hatte. In Weil und Kleinhohenheim "standen Tiere aus debn besten Schlägen Europas, über deren Verhalten, Leistung und Nachkommenschaft gewissenhaft Buch geführt wurde" (S. 197).

WECKHERLIN bedauerte etwa 1865, daß die **Erfahrungen** der Züchter noch nicht von der Physiologie erklärt werden, meinte zur Lehre DARWINs, daß man auch durch sie noch nicht "die gewünschten Aufschlüsse" erhielt, "jedoch auf der andern Seite Bestätigung und dadurch Genugthuung für unsere bisherigen, längst geltend gemachten Ansichten ..." (S. 30). Die Züchter hatten also viele Erfahrungen, aber noch fehlte die Theorie, die sie begründete. Und von den Beobachtungen sprach WECKHERLIN von solchen von "wahrscheinlichem Wert", andererseits solchen von "zweifelhaftem Wert" und schließlich jene, "deren Werth unwahrscheinlich" sei. Eine Fülle unausgeronener Erfahrungen schrieb nach theoretischem Umterbau. Immerhin sprachen etwa die Beobachtungen, übrigens auch etwa der Botaniker, dafür, daß der männliche wie der weibliche Elterteil gleichen Einfluß auf das 'Erzeugte', also die Nachkommen haben. Vater- wie Mutter-Tier waren zu

beachten. Manche Junge trugen bevorzugt mütterliche, andere väterliche Merkmale. Bastarde unter sich gepaart ergäbe oft keine Konstanz. Zustandekommen von "Konstanz" aber, hob WECKHERLIN hervor, gäbe der Lehre von der Züchtung allein Wert (S. 78). Raschere Konstanz war zu erlangen, wenn immer wieder dieselben konstanten Vatertiere eingekreuzt wurden. Zu erforschen wäre der Einfluß der 'Voreltern'. Aber – wie wir heute wissen - bei der Beobachtung von zahlreichen Merkmalen waren eben keine klaren Gesetzmäßigkeiten zu finden. Einzelne Tiere hätten eine "entschieden überwiegende Vererbungsfähigkeit", was durch eine größere Menge von Generationen gleichartiger Voreltern zustandekam (S. 37). Es gab also eine Festigkeit der Merkmale im Verlaufe der Generationen, bei lange existierenden Rassen. Ja, es wurde auch vermutet, daß der "Grad der Constanz, der von den Eltern auf Nachkommen übertragenen Eigenschaft mag sich mit jeder Generation verdoppeln" (S. 79). Fehler und Schwächen bei Inzucht wurden als beobachtet hervorgehoben, aber das mußte nicht immer eintreffen, und immer wieder Fremdeinkreuzung konnte eher verderben. Unmittelbare Klima-Einwirkung galt als nicht nachgewiesen, aber Dressur, Gutartigkeit, Abhärtung sollten Vererbung zustandebringen. Leicht vererbt würden Mißbildungen, verschwänden aber auch wieder bei Kreuzung mit normalen Individuen – "weil das Normale obsiegt" (S. 71). Selbst Telegonie wurde für möglich gehalten, die jahrelange Weiterwirkung der Beschälung durch einen bestimmten Vater, der dann durch andere Väter ersetzt wurde. Noch gab es für WECKHERLIN keine Kenntnis der Erkenntnisse von MENDEL, die ja ohnehin bis 1900 weitgehend im Dunkeln blieben.

## Vererbung und die wohl nicht bestehende "Vererbung erworbener Eigenschaften"

Der Mann, der den wohl besten Einblick in die Weitergabe einzelner Erbmerkmale fand war der Brünner Augustinermönch GREGOR MENDEL. Er blieb im 19. Jh. fast unbekannt oder wurde nicht ausreichend verstanden. Seine Wirkung gehört daher in das 20. Jh. Mit MENDELs "Wiederentdeckung" beginnt gerade um 1900 die neue Vererbungsforschung.

Aber bedeutende Biologen, gerade auch Zoologen, haben in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. sich eigene **Vorstellungen über die Vererbung** erarbeitet.

Der Zoologe AUGUST WEISMANN, welcher der Vererbung seine besondere Aufmerksamkeit zuwandte, sagte am 21. Juni 1883 (in 1892, S. 77) in seiner berühmten Rede "Ueber die Vererbung": Vererbung "... diesem Grundpfeiler alles Beharrungsvermögens der organischen Formen, dem unbefangenen Laien so selbstverständlich und keiner besonderen Erklärung bedürftig, der Reflexion so verwirrend durch die



Abbildung 1563: Augustinerkloster in Brünn.

unendliche Mannigfaltigkeit ihrer Aeusserungen, und so räthselhaft ihrem eigentlichen Wesen nach."

Als selbstverständlich galt auch vielen Biologen von jeher und noch immer im 19. Jh. die "**Vererbung erworbener Eigenschaften**", die angebliche Vererbung von während eines Lebens bei einem Individuum neu hinzutretenden Merkmale an die Nachkommen. Unzureichend hinterfragt war, was denn nun "neu" in einem Organismus ist, denn wenn ein weißhäutiger Europäer in die Tropen ging und dort die Haut brauner wurde, dann war das eher eine Reaktion auf eine bereits angeborenen Fähigkeit, nämlich auf stärkere Sonnenstrahlung zu reagieren. Manchen Europäern ging die Fähigkeit auch ab. Vererbte sich nun die stärkere Bräunung an die Nachkommen von vornherein, auch ohne mehr Sonne? "Neu" waren auf jeden Fall Wunden. Angebliche Fälle einer Vererbung von Narben wurden beschrieben, ließen sich aber nicht sicherstellen. Mußte im Falle der Vererbung all der Kriegsverletzungen und Elendsmerkmale auch nur über etliche Generationen die Menschheit mittlerweile ein erbärmliches Bild bieten? Auch Sprachkenntnisse, gar erworbene Fremdsprachenkenntnisse, werden nicht vererbt.

Über Vererbung und ererbliche individuelle Unterschiede beim Menschen lieferte manche Beiträge FRANCIS GALTON. Halbvetter von DARWIN. Was er lieferte war keine umfassende bleibende Theorie, wie sie später der Mendelismus war, eine Theorie, die zu begründen gesucht wurde und in die man Befunde einfügte. GALTON meinte, die Vererbungserscheinungen an großen Populatione zu erfassen,

nicht wie MENDEL an der Untersuchung klarer Einzelmerkmale bei kreuzbaren Varianten einer Art. Es war bei GALTON also ein ganz andere Herangehen an die Vererbungsforschung. GALTON bot aber zahlreiche Einzelbefunde. DARWIN hatte noch mit einer "Vererbung erworbener Eigenschaften" gerechnet. Aus allen Körperteilen sollten, gemäß seiner Auffassung 1868, ständig kleine Partikel, "gemmulae" oder "**Pangene**" in die Keimzellen fließen, die Keimzellen ausbilden und dabei Veränderungen in den Körperteilen den Keimzellen sozusagen mitteilen. Das zu prüfen übertrug GALTON (R. SCHWARTZ-COWAN 2004) Blut einer als rein erachteten Kaninchenrasse in Weibchen einer anderen solchen als rein gesehenen Kaninchenrasse. Wären in dem Blut Pangene gewesen, hätten die Nachkommen davon beeinflußt werden müssen. Das war nicht der Fall. Gewiß konnte die Bluttransfusion mannigfache Störungen verursacht haben, aber die Möglichkeit einer "**Vererbung erworbener Eigenschaften**" war wenigstens **zweifelhaft**. GALTON peüfte verschiedene Eigenschaften und Maße bei 9337 Personen, Erwachsene wie Kinder, in einem von ihm finanzierten anthropometrischen Laboratorium bei der Internationalen Gesundheitsausstellung/International Health Exhibition 1884 im South Kensington Science Museum. Festgstellt wurden etwa Gewicht, Brustweite, Kopfgröße, Kraft der Arme, Hörfähigkeit, Sehschärfe, Farbensehen (R. SCHWARTZ COWAN 2004). Auch Geschmacksunterschiede für bestimmte Substanzen. GALTON gewann damit ein Bild von den durchschnittlichen Eigenschaften der eine Ausstellung besuchenden Menschen wie den größten Abweichungen. Das mochte als Grundlage für weitere Erfassung auch erblicher Unterschiede dienen. Als mit der Geburt vorhandene **individuelle Unterschied**e erschienen in anderen Untersuchungen die **Fingerabdrücke** der Menschen**.** Sie waren schon von manchem als individuell unterschiedlich erkannt worden und GALTON; **1892**, bestätigte durch die Aufzeichnung zahlreicher Fingerabdrücke die lebenslang bleibenden und vom Alter nur wenig verrunzelten Fingerabdrücke jedes Menschen, Das brachte die Enführung der **Daktyloskopie**, das Festhalten der Fingerabdrücke von Personen. auf einer Unterlage für die mögliche jederzeitige polizeiiche Identifizierung. von Menschenindividuen- GALTON hielt **Begabung** für erblich, suchte das durch Familienforschung bei Begabten zu erweisen. Leute aus besseren und damit augenscheinlich erblich begabteren Familien sollten nur ebenfalls Angehörige begabter Familien heiraten, damit die Begabung nicht verloren ging. Ja durch reichliche Heirat möglichst nur von Begabten untereinander sollte die Menschheit, wenigstens die Bevölkerung in England, verbessert werden. GALTON empfahl so bewußte **Eugenik**.

Der Ansicht von der "Vererbung erworbener Eigenschaften" trat entgegen vor allem AUGUST WEISMANN, der damit der Vererbungsforschung Bahn brach WEISMANN war 1834 als Sohn eines Frankfurter (Main) Gymnasiallehrers geboren, studierte Medizin in Göttingen und wirkte ab seiner Habilitation 1863 in

Zoologie und Vergleichender Anatomie an der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg i. Br. und war hier seit 1867 ordentlicher Professor für Zoologie an der Philosophischen Fakultät.

Namentlich mit WEISMANN entfiel die "Vererbung erworbener Eigenschaften" auch für die Erklärung der Evolution. Von innen her. vom Keimplasma her kommende erbliche Abänderungen waren allein die erblichen Abänderungen, an dem sie Selektion angreifen konnte. Jeder Organismus beginnt mit einer Zelle, die bei geschlechtlicher Fortpflanzung aus zwei Zellen, einer Eizelle und einer Spermazelle, entstand. Mit den die Keimzelle bildenden Zellen muß dem neuen Lebewesen das Vererbte mitgegeben sein. Viele Biologen, auch WEISMANN, rechneten mit einem materiellen Substrat der Vererbung. Die Zelle enthält außer dem Zellkern Plasma, die Samenzelle besteht fast nur aus dem Zellkern und im Zellkern mußte von der Samenzelle mitgegebene materielle Substrat der Vererbung enthalten sein. Der Blick richtete sich schon im 19. Jh. auf die Chromosomen im Zellkern, bei der Kernverschmelzung nicht sich vereinigende Zellorganelle, als die Vererbungssubstanz. WEISMANN bezeichnete das hypothetische materielle Substrat der Vererbung als "**Keimplasma**". Es sollte vom übrigen Körper, dem "**Soma**", nicht beeinflußt werden. Die Keimzellen für die nächste Generation sollten nur aus den Keimzellen der Eltern, deren "Keimplasma", hervorgehen. Das Keimplasma war sozusagen potentiell unsterblich, . Eine Eizelle teilte sich, sonderte die Körpergewebe, das die Keimzellen nicht verändernde Soma, ab. Der Körper, das "Soma", war für das Keimplasma in den Keimzellen nur Träger und Ernährer. Da der Körper, das Soma, das Keimplasma nicht beeinflußte, konnten eben im Leben im Körper "erworbene" neue Eigenschaften nicht an die Nachkommen übertragen werden, gab es keine "Vererbung erworbener Eigenschaften". Wurde der Körper geschädigt, ja mißhandelt, konnten bei trotzdem stattfindender Zeugung beim Intaktbleiben des Keimplasma gesunde Nachkommen zustandekommen. Trotz aller Eurer Leiden von heute, vielleicht nach Generationen wird wie Phönix aus der Asche eine neue Generation möglich sein, wenn die Politik es ermöglichte! Die WEISMANNsche Ansicht von Soma und Keimplasma zu beweisen, wurde nachzuweisen versucht, daß sich die **Keimzellen** tatsächlich ganz **früh** in der Keimesentwicklung eines Lebewesens **absondern**. Aber manche Pflanzen, wie etwa STRASBURGER bei *Begonia* und anderen zeigte (W. COLEMAN 1965, S. 153) lassen aus Körperzellen ganze neue Pflanzen hervorgehen. Hier wurde von WEISMANN mit der Hilfshypothese gearbeitet, daß manchmal Keimplasmateilchen sich auch im Körper erhalten, also dann nicht nur in den Keimzellen.

Wenn es bei C. F. VON WEIZSÄCKER 1970, S. 91) einmal heißt: "Das Keimplasma nützt sich nicht ab. Das Leben ist heute so frisch wie vor 500 Millionen Jahren", dann wurde wohl verkannt, daß es durchaus Schädigungen der Erbsubstanz, also

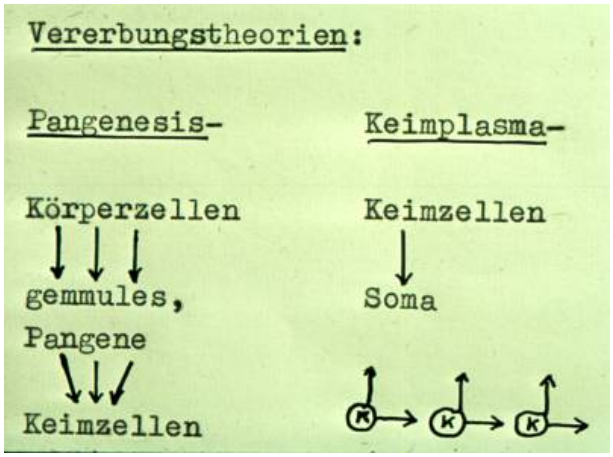


Abbildung 1564: Vererbung Theorien.

des 'Keimplasma', geben kann und diese Schäden, sofern sie überhaupt mit dem Leben vereinbar sind, vererbt werden. Schutz 'gesunden' menschlichen Keimplasma ist wohl Gebot der Stunde, bei aller unvermeidlichen 'genetischen Bürde'. Aber es ist schon auch erstaunlich, wie in der Natur immer wieder gleich lebensfähige Organismen gezeugt werden. Eine millionenfache Auslese mag mitspielen. Aber auch langlebige, sich gering vermehrende Lebewesen bringen keine Kreatins, sondern hoch lebensfähige Individuen hervor, die Wale wie die Elefanten.

Die "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurde auch aus **politisch**en Gründen von den Sozialisten und Kommunisten zunächst anerkannt. Verbesserte Umweltbedingungen sollten die Menschenindividuen bessern. Diese Veränderungen zum Besseren, so war das Wunschdenken bis in die Zeit von STALIN, sollten sich vererben und im Laufe der Generationen steigern können. Damit war eine Verbesserrung der gesellschaftlichen Ordnung sinnvoll. Der sozialistische "Klassiker" FRIEDRICH ENGELS hatte 1876, also vor Weismanns Rede 1882, in seinem allerdings zu Lebzeiten nie gedruckte Manuskript über den "Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen" unter anderem gemeint, daß das "Bedürfnis ... sich" wie im Falle der Umbildung des Kehlkopfs zum "Sprechwerkzeug" "sein Organ" "schuf". Darauf baute man auf.

Daß die "Nichtvererbung erworbener Eigenschaften" vorteilhaft ist, betonte etwa der Mediziner E..ZIEGLER 1886 (S. 381), wenn er darauf aufmerksam machte, daß angesichts der vielen Leber- und Nierenzirrhosen sowie der Staublungen bei einer Vererbung dieser Leiden "nach einer kurzen Reihe von Generationen die Zahl der gesunden Menschen auf ein Minimum reducirt sein" müsse. Man kann die vielen Kriegsversehrten und Hungergeschädigten anfügen, um in der "Nichtvererbung erworbener Eigenschaften" einen Segen zu erblicken. Der sozial engagierte Mitbe-

gründer der Selektionstheorie, ALFRED RUSSEL WALLACE legte dar, daß wenn die Gesellschaft bereit ist "unsere Sozialwirthschaft zu reformieren und unserer Jugend eine echtere, weitere und philosophischere Ausbildung zu geben, wir wegen der Nichtvererbung der Vergangenheit "ihre Köpfe frei von jeglichem Makel finden werden, der aus den schlechten Gewohnheiten und dem falschen Unterricht der Vergangenheit" stammt.

Am Beginn der 21. Jh. sieht man die Dinge schon wieder lockerer!

Auch wenn Kenntnisse nicht vererbt werden: die tradierte, also in Unterricht und Buch erfolgte Weitergabe des Schicksals der Vorfahren hat bis zur Gegenwart Politik gemacht und läßt die verschiedenen Nationalitäten zumal bei gegenwärtigen Problemen immer wieder und in vielen Regionen gegen vermeintlich herrschende Kreise rebellieren, im Baskenland wie im Kosovo.

Die Erscheinungen der Vererbung, der Weitergabe von Merkmalen über die Generationen zu erklären, stellten etliche bedeutende Biologen Hypothesen über eine materielle Vererbungssubstanz auf. In den Keimzellen mußte diese Vererbungssubstanz vorhanden sein, bei der Befruchtung, bei der Vereinigung der Keimzellen, mußte sich die Vererbungssubstanz beider Keimzellen in irgendeiner Weise verbinden.

Wie bei den Atomen in der Chemie suchte man aus Erscheinungen in der **Makrowelt** auf die Dinge, **auf die** Vorgänge in der **Mikrowelt** zu schließen. Erst später gelang es, diese Mikrowelt auch direkt zu erfassen.

# Neue Wege für die Keimesgeschichte: "Entwicklungsmechanik"= "Entwicklungsphysiologie,"Experimentelle Morphologie"

## Von der ausgiebigen Beschreibung der Keimesentwicklung zur Erfassung der Faktoren der gegenwärtigen Keimesentwicklung von Pflanzen wie Tieren

Die morphologisch faßbare Embryonalentwicklung der Tiere und auch Pflanzen war ausgiebig beschrieben und in Begriffe gefaßt worden. Nach 1860 waren auch die daraus für die Evolutionstheorie, speziell für die Ableitung der Stammesgeschichte, die Phylogenese, augenscheinlichen Schlußfolgerungen gezogen worden. Bis in für den nicht Eingeweihten kaum noch verstehbare Details hatten manche

die Beschreibung der in der Keimesentwicklung etlicher Tiere getrieben. Sollte diese Art von Forschung in der Embryologie nun unendlich weitergehen? Mit welchem schließlich verallgemeinerungswürdigen Ergebnis?

Junge Forscher suchten nach neuen Aufgaben, gegenüber phylogenetischen Spekulationen gar nach einer exakteren Biologie. Die phylogenetische Forschung, wie sich CURT HERBST 1924 (S. 400) erinnerte, hat "wegen ihrer nicht zu beseitigenden Unsicherheit, ja mitunter Willkür, uns jüngere Forscher nicht mehr befriedigen" gekonnt. Mit dem Eingriff in das Geschehen bei der Keimesentwicklung, mit dem **Experiment** auch in der Morphologie, vor allem in der Embryologie, eröffenete sich ein neuer Weg, und sollte es mehr um **die Faktoren, die 'Ursachen', im Entwicklungsgeschehen** gehen**.** Dieses Forschungsziel war allerdings nicht ganz so neu, wie manche der jüngeren Biologen es darstellten. Es gab auch manche früheren Untersuchungen mit Eingriffen in die Embryonalentwicklung. Es gab auch die Regenerations-Forschung im 18. Jh. Neu schien es jedoch gegenüber dem unmittelbar Vorangegangenem. War zwar die mehr eigenständige Physiologie immer "experimentell" gewesen, nun sollte eben "experimentell" auch die Biologie im engeren Sinne, eben namentlich die Embryologie / Ontogenie werden. Eine **experimentelle, in der Exaktheit der Ergebnisse der Physik und Chemie gleichwertige Biologie** sollte entstehen. Nunmehr erstand eine neue biologische Disziplin, die schließlich 'Entwicklungsmechanik'. '**Entwicklungsphysiologie**', englisch 'experimental embryology', 'physiology of development' hieß. Der heutige, aktuell vorhandene Organismus sollte in seiner aktuelle Entwicklung auf Faktoren untersucht werden. Die Herausbildung der heutigen Formen in der schwer nachvollziehbaren Stammesgeschichte sollten in den Hintergrund treten. Klar und auch nicht unbedingt in der Auffassung aller Entwicklungsphysiologen formulierte einmal der mechanistisch denkende JACQUES LOEB (1899, S. 130): "Bei Maschinen interessiert uns die Umwandlung und Dosirung der Energie, die Geschichte des Planeten kann uns darin nicht förderlich sein. Lebende Wesen aber sind Maschinen und müssen als solche analysirt werden, sobald wir ein Verständnis ihrer Reactionen erlangen wollen." Das bedeutete auch bei LOEB nicht die Ablehnung der Deszendenztheorie überhaupt. Wie etwa um 1905 über die Keimesentwicklung vom befruchteten Ei zum fertigen Lebewesen zu denken war, formuliert der aus dem Umkreis von WEISMANN stammende KONRAD GUENTHER (S. 286): "Wie ist es möglich, dass bei den fortgesetzten Teilungen kein regelloser Klumpen von gleichartigen Zellen entsteht, sondern ein harmonisches Ganzes, dessen Teile in verschiedenartigster Ausbildung immer an die richtige Stelle zu liegen kommen? Diesen Geheimnissen der Entwickelung gegenüber müssen wir die Ohnmacht der Wissenschaft bekennen. Ueber die Kräfte, die hier walten, wissen wir nichts, doch mit einer gewissen Sicherheit können wir sagen, dass keine übernatürliche Macht die Entwickelung einer Tieres derartig leitet, dass jeder Einzelvorgang die Bildung

des Ganzen einen Schritt näher tritt. Das Zusammenwirken der Teile ist offenbar durch Naturzüchtung auf die hohe Stufe gelangt, die wir bewundern :::" Man könnte korrigieren: In der Keimesentwicklung gint es auch in einer nicht geringen Zahl von Fällen Fehler, wo es so 'harmonisch dann nicht aussieht.

Durch Eingriffe in den Ablauf einer Embryogenese, bei Botaniker wie Zoologen, wurde auch erhofft, '**Leben'** wenigstens bis zu einem gewissen Grade so **beherrschbar** zu machen wie chemische Reaktionen. Der Arzt, wie LOEB es sah, suchte das Funktionieren im Organismus zu erhalten, zu 'konservieren' im guten Sinn. Der Biologie-Ingenieur, wie sich LOEB sah, suchte zu verändern, Neues bei Organismen hervorzubringen (PH. J. PAULY 1987). Entwicklungsphysiologie dominierte zetiweilig die Forschungen der Botaniker wie der Zoologen.

In der Entwicklungsphysiologie, wie die neue Forschungsrichtung sich schließlich nannte, erschienen **Vertreter auch der verschiedenen extremen Richtungen** in der Biologie. Extrem, wie sie nur irgend denkbar waren. Die Spannweite reichte von dem allein von der physikalisch-chemischen, der mechanistischen Auffassung vom Lebensgeschehen überzeugten LOEB bis zu dem neovitalistischen DRIESCH.

**Ererbt oder von außen aufgezwungen? – Inneres oder äußere Faktoren**

Was die Entwicklung bestimmt, ob **erstrangig die Außenwelt** oder doch **innere Faktoren**, "**nurture" oder "nature**" gehört zu den entscheidenden Fragestellungen, was sowohl die vielleicht beeindruckenderen Tiere wie auch die Pflanzen betrifft.

Überall, wo sich **an Organismen etwas 'entwickelt'**, 'umbildet', ob morpholische, phsiologische oder auch psychische Dinge, ist **die Frage nach dem Ererbten oder Erworbenen gestellt.** Das galt für Blattumbildungen bei Gewächsen und – wie sie der britische Psychologe D. AL. SPALDING (J. F. M. CLARK 2004) zu klären suchte - für den ersten Flug und den aufkommenden Gesang der Jungvögel.

Das Problem von **Innen und Außen** steht aber **auch für** Organismen-**Teile**, ja **für einzelne Zellen**, für die dann **andere Organismenteile oder andere Zellen "Außen" sind**. Eine aus dem Verband herausgenommene Zelle entwickelt sich eben oft anders als im Verband mit anderen Zellen – ja kann einen anderen Organismus liefern! Knochen und Muskeln wirken in der Enbtwicklung aufeinander ein.

Der (Zoo-)Physiologe EDUARD PFLÜGER erörterte, vielleicht mehr provokatorisch, ob **nicht** allein **Außenbedingungen** darüber entscheiden, daß aus dem Ei

eines Grasfrosches wiederum ein Grasfrosch und nicht eine andere Froschart hervorgeht, vielleicht, weil Grasfrösche normalerweise unter ähnlichen Bedingungen ablaichen, unterschieden etwa von den Laichräumen der Wasserfrösche. "Dass aus dem Keime immer dasselbe entsteht, kommt daher, dass er immer unter denselben äusseren Bedingungen gebracht wird. Aus dem Schneeflöckchen würde auch immer eine Lawine von derselben Grösse und Gestalt hervorgehen, wenn sie stets durch dieselbe Bahn bei gleicher Beschaffenheit des Schnees sich bewegte" (1883, S. 64). Die Vererbung war dann nahezu ein Scheinproblem? Aber daß aus einem Froschei sich irgendetwas entwickelt war wohl undenkbar.

**Umweltfaktoren** waren immerhin in gewissen Bereichen veränderbar, **manipulierbar**, wenigstens im Laboratoriumsexperiment (M. BOPP 1985). Änderungen in den Außenfaktoren, so Licht, Temperatur und Feuchtigkeit, führten etwa bei Pflanzen auch zu Abänderungen. Mit der Abänderung von Umweltfaktoren zu arbeiten, brachte also gewisse Ergebnisse. Schon am Ende des 18. Jh. war das etwa bei KNIGHT und DE CANDOLLE erfaßt worden. Deshalb wandte man den **Außenfaktoren hohe Aufmerksamkeit** zu. In der Natur hat ja ohnehin fast jedes Pflanzen-Individuum seine individuelle Gestalt, was allerdinge die Zuordnung zu einer bestimmten Spezies meistens nicht behindert. Und die Anhänger einer Umwandlung der Arten niederer Pflanzen in andere, mit ihren überzogenen Pleomorphismus-Vorstellungen, maßen ja dabei auch den Außenbdingungen viel zu. Die **innere 'Disposition'**, oder wie immer man das nannte, war viel unbestimmter (H. FITTING 1970). Es muß auch klar sein, daß autonome Erscheinungen bei den Lebewesen nur dann bestehen konnten, wenn sie die Auslese durch die Umelt überstanden, also war und blieb 'innere Disposition' umweltabhängig und war einst vielleicht gar durch Außeneinwirkung zustandegekommen. KANTs a priori Kategorien von Raum und Zeit erlaubten den Menschen die Alltagsverrichtungen brauchbar zu meistern und konnten dabei bestehen, für Biologen irgendwie ja wohl in den Gehirnstrukturen verankert (s. a. M. VERWORN 1912, S. 30).

Die Untersuchung der Außenfaktoren und deren Wirkung auf die Entwicklung der Lebewesen brachte enge Beziehungen zu der sich allmählich herausbildenden Ökologie. Die Ökologen interessierte eher die normale Faktoren-Konstellation, die das Vorkommen einer Art, etwa einer Pflanzen-Art, an einem bestimmten Standort erlaubte. Die Entwicklungsphysiologen griffen in das Geschen ein, wollten die Eigenschaften der betroffenen Individuen verändern.

Zur **Aufhebung der Schwerkraft** ließ PFLÜGER 1883 Froscheier sich in einem rotierenden Apparat entwickeln. Die **Eier entwickelten sich normal**, die Schwerkraft bestimmte ihre Ausbildung nicht, und ein Ei schien durch die Furchung in jeder beliebigen Weise zerklüftet zu werden ohne daß das Resultat, der Enbryo, dadurch beeinflußt wird. MORGAN (1907, S. 338) schrieb von PFLÜGERs Funda-

mentalversuch, "von dem aus die moderne experimentelle Entwicklungsgeschichte ihren Ausgang genommen hat.".

Die **Umwelt hat aber nur eine begrenzte Macht**. Leben, so mußte man erkennen, besitzt "**Autonomie"** gegenüber der Umwelt - **oder stirbt** eben ab. Umweltbedingte Variantionen sind begrenzt. Was aus einem Ei grundsätzlich hervorgeht bestimmt nicht die Umwelt, deren Bedingungen allerdings nötig sind, damit ein Lebewesen überlebt.

In der Botanik hat EMIL HEINRICHER, Graz, später Innsbruck, 1884 erörtert, wieso bei verschiedener Beleuchtung die Blätter von Pflanzen unterschiedlich ausgebildet werden, je nach Lichtfülle in Licht- oder Schattenblätter. HEINRICHER untersuchte das bei *Centaurea*/Flockenblume, verbreiteten Wiesenpflanzen. Nach seinen Erkenntnissen verändert **Licht** nicht jedesmal die Pflanzenzellen als Ganzes direkt, sondern in den Zellen gibt es ererbt **verschiedene Reaktionsmöglichkeiten**, von denen je nach Beleuchtung die eine oder andere sich entfalten kann. Einst soll diese "erbliche Disposition" durch Anpassung entstanden sein, und wurde dann beibehalten. In bestimmten Organen können sich so fixierte Anpassungen auch ohne überhaupt Lichteinfluß ausbilden und ihre Reaktionsmöglichkeiten kommen unter bestimmten Bedingungen zustande, hier eben mehr oder weniger Licht. HEINRICHER demonstriert ein interessantes Ringen, mit den Annahmen über die oft bevorzugt eingeschätzte Umwelt und den ererbten Eigeschaften fertig zu werden.

**Faktoren der Entwicklung bei Pflanzen**

Die Erforschung der Entwicklungsbedingungen bei Pflanzen ging der Erforschung bei Tieren durchaus parallel, ja manchmal voran.

Entwicklungsphysiologie bei Pflanzen kam mit zuerst durch HERMANN VÖCHTING (1906; H. FITTING 1919, 1970). Als Gärtnerssohn hatte auch er Gärtner und somit das Manipulieren mit Pflanzen gelernt, studierte Naturwissenschaften in Berlin, arbeitete im botanischen Privatlaboratorium von N. PRINGSHEIM in Berlin, wurde Assistent bei VON HANSTEIN in Bonn. Nach dem Ordinariat in Basel 1878 übernahm er 1887 das Botanik-Ordinariat in Tübingen. Hinsichtlich der Wirkung von ihm viel erforschter **Außenfaktoren** fand VÖCHTING (1898) 1890, daß etwa bei *Linaria spuria* **Licht** eine Zunahme kleistogamer, also geschlossen bleibender Blüten, zustandebringt, was bei der Taubnessel *Lamium amplexicaule* verminderte Beleuchtung hervorruft (1893). **Niedrige Temperatur** (1898b) kann nach seinen experimentellen Erfahrungen bei verschiedenen Arten, *Salix*-also Weiden-Arten beispielsweise, horizontal kriechendes Wachstum am Boden bewirken, aber bei normalerweise so wachsenden Arten, VÖCHTING nennt *Mimulus Tilingii*, Aufrechtwachsen aus den Rosetten veranlassen.

Aber gerade VÖCHTING wurde auch die **Wirkung innerer Verhältnisse** in den Gewächsen bewußt. Bei Kakteen fand VÖCHTING, daß Spitze und Basis unterschiedlich gut regenerieren, was ihm "konstitutionelle **Bedingungen**" **innerhalb** des Pflanzenorganismus nahelegte. An Stengel- und Wurzelstücken von Weiden ermittelte VÖCHTING (1877, 1906), daß sie gehängt in umgekehrter Lage, also Spitze nach unten, also entgegen der üblichen Lage im Schwerefeld, in feuchter Atmosphäre dennoch am oberen Ende Knospen, am unteren Wurzeln neu bilden. VÖCHTING sprach dann, mit Vorsicht, von einer inneren "**Polarität**" der Pflanze, die vielleicht gemäß PFEFFER von älteren Teilen der Pflanze "induziert" worden sein könne (1906, S. 141), eher aber erblich sei, denn die "Polarität wird auf keiner Entwickelungsstufe der Pflanze durch die Wirkung äußerer Kräfte hervorgerufen ... ist .. eine Eigenschaft des Körpers" (S. 146). Nach etlicher Zeit kam nach der Umkehrung der Zweige doch der Zerfall. Wünschenswert eindeutig war vieles nicht.

Beachtenswerte **Anomalien** an verschiedenen Pflanzenteilen fand PEYRITSCH (E. HEINRICHER 1889) **durch Infektion** etwa mit Pilzen (H. VÖCHTING 1898), so bei Baldriangewächsen/Valeriaceen, Umbildungen, die nicht durch Fraß zustandekamen. Vergrünung von normalerweise weißen Blüten bei *Arabis*-Arten und der Miere *Stellaria media* konnte PEYRITSCH (1882) durch tierische Parasiten, Blattläuse, zuwegebringen, untersuchte die Entstehung pelorischer Blütenbildungen bei Lippenblütlern, erzeugte gefüllt Blüten. Der als Sonderling beschriebene PEYRITSCH war ab 1878 Botanik-Professor in Innsbruck, lieferte mit seinen Untersuchungen mit die ersten Beiträge zur "experimentellen Morphologie" (G. HABERLANDT 1933, S. 59 / 60). Eine weitverbreitete Mißbildung, ein eigenartiges Höhenwachstum und Blütenveränderung, wird, erforscht vom Pilzforscher HEINRICH KLEBAHN (1897), bei der weit verbreiteten *Anemone nemorosa L.* hervorgerufen durch spezifische Rostpilze. Was geht von den die Pflanzen befallenden Pilzen aus, daß diese Abänderungen entstehen? .

## Gallen der Pflanzen – das Problem ihrer Formspezifität

Rätselhaft wirkende Probleme boten die **Gallen**, von Insekten hervorgerufene spezifische Gebilde an verschiedenen Pflanzenteilen, namentlich den Blättern.

Jede gallenerzeugende Insekten-Art, meistens kleine Wespen- oder Mücken-Arten, besucht im allgemeinen lediglich eine spezifische Pflanzen-Art. Durch ihren Stich und die Eiablage ins Pflanzengewebe entstehen an der besuchten Pflanze spezifische Gallen, in der Gestalt deutlich unterschieden.

An Eichen waren etwa um 1880 über 40 in ihrer Gestalt unterscheidbare Gallen-



Abbildung 1565: Galle an Lindenblatt.

Formen bekannt (H. ADLER 1881), viele an Blättern. Und jede Gallenform hat eine spezifische Insekten-Art als Verursacher, nachgewiesen durch Zucht-Versuche. Bei untersuchten Eichengallwespen fand sich auch Generationswechsel, und die sich unterscheidenden Generationen erzeugten unterschiedlich Gallenformen. Die Frage ist: **Wie** aber wird die **spezifische Gallen-Ausbildung bewirkt**, welche spezifischen Reize veranlassen die Pflanze zu den spezifischen Gallenbildungen? Hier ist man mitten in Entwicklungsproblemen, bemerkenswert dabei auch die Wirkung von offensichtlich sehr geringen Stoffmengen, ob sie dem Insektenstich entstammen und / oder den in den Pflanzenzellen und den aus ihnen sich bildenden Gallen heranwachsenden Larven entstammen. Was ist schuld daran, daß die Pflanze auf die von den verschiedenen Insektenarten, ob auf den Stich oder auf die Larven im Pflanzengewebe, mit verschiedenen Gallenformen reagiert? Beruht das auf Abgabe spezifischer Substanzen? Diese Substanzen müssen sogar in realtiv recht geringen Mengen wirksam sein, ein Hinweis wieder wie bei Giften auf mögliche Wirkung

geringer Substanzmengen.

Die Rosengallwespe *Diplolepis roasae (L.),* früher *Rhodites rosae L.*, legen ihre unbefruchteten etwa 30 Eier bei Rosen in die Mittelrippe von Blättchen einer sich entfaltenden Knospe und unter dem Einfluß der aus den Eiern schlüpfenden Larven entsteht jener mehr oder weniger kugelige wuselige rötlich-gelbliche "Rosengallapfel", der dann dunkel verholzt und in dem die Larven überwintern, im April sich verupuppen und als Rosengallwespen ihre Eier an andere Rosenknospen legen.

Ein bedeutender Erforscher der Pflanzengallen war ab seiner Dissertation 1877



Abbildung 1566: Rosengalle.

der Niederländer MARTINUS WILLEM BEIJERINCK (G. VAN ITERSON jr. 1935), der später namentlich als Bakteriologe bekannt wurde. Ihm ging es um Gallen als "der experimentellen Forschung zugängliche Aeusserung der unbekannten, allgemeinen Wachsthumsgesetze" (1882, S. 1 / 2). Er beobachtete bei den Cynipiden das Eierlegen, die Entwicklung der Galle auf der Pflanze, deren inneren Bau. Am Gras *Poa nemoralis* (1885) bilden sich an den von der Gallwespe *Cecidomyia poae* erzeugten Gallen Nebenwurzeln, die sich im Bau als solche erwiesen, also an Stellen, an denen die Pflanze solche Nebenwurzeln normalerweise nicht bildet. Diese Nebenwurzeln entwickeln sich zu normalen Wurzeln weiter, die Gallen können sogar als Stecklinge benutzt werden. Bei dem Cecidium, der rötlichen blasenförmigen Galle der kleinen Sägewespe *Nematus Capreae* (1888 a) auf der Weide *Salix amygdalins* fand BEIJERINCK sie auch dann entstehen, wenn kein Ei in der durch die Säge am Blatt hervorgerufene Verwundung sich entwickelt, weil das Ei etwa vor der Larvenbildung vernichtet wurde. Es genügt dann also offenbar der Einstich der gallerzeugenden Wespe, um die spezifische Gallenbildung auszulösen. Diese Gallen von *Nematus viminalis* auf *Salix purpurea* und auch andere Gallen bleiben vollständig saftig, turgescent, wenn ihre Bewohner sie längst verlassen haben, was ebenfalls über die wirkenden Substanzen nachdenken ließ. Im Inneren der überlebenden Galle von *Nematus viminalis* auf der Weide *Salix purpurea* bildeten sich normale Wurzeln.

## Außenfaktoren doch maßgebend?

GEORG KLEBS (M. BOPP 1985, E. KÜSTER 1918), zuerst in Tübingen bei VÖCHTING, fand entscheidende Wirkung von **Außenfaktoren auf das Entwicklungsgeschehen** bei niederen, dann auch bei höheren Pflanzen. Er verkann-

te manchmal fast die erbliche Grundlage alles Geschehens in Lebewesen, übersah sie fast, ließ sie im Hintergrund – im Gegensatz zu den aufkommenden Ansichten der Vererbungsforscher über der Unentrinnbarkeit der Vererbung, auch beim Menschen. Es bedurfte dann weiterer und eigentlich teilweise gerade für den Menschen vieler Debatten über die Rolle von 'Nature und Nurture', um hier Vorstellungen auszubilden.

KLEBS, der als Botaniker sich auf Untersuchungen und Äußerungen allein bei Pflanzen beschränkte, war ab 1887 Professor in Basel, ab 1898 in Halle, ab 1907 in Heidelberg. KLEBS fand, daß Übergießen mit Wasser bei einfachen Grünalgen mit ziemlicher Sicherheit die Bildung von Gameten auslöst. Systematisch untersuchte er das, also in Basel, 1888 und 1889 an der *Hydrodictyon utriculatum*, einer kleinen, netzartig aus verschiedenen Zellen bestehenden, im Süßwasser schwebenden Grünalgen-Kolonie. Außenfaktoren bestimmten, ob der gesamte Zellinhalt in vegetative Zoosporen übergeht oder Sexualzellen, Gameten, bildet. Die **Art der Fortpflanzung** war **von außen aufprägbar**. Bei der fadenförmigen Grünalge *Ulothrix zonata* gab es Schwärmsporen-Bildung, wenn sie aus kühlem, lebhaft bewegten Wasser in wärmeres, ruhiges überführt wurde. KLEBS schlußfolgerte auch aus anderen Erfahrungen, "dass bei der Mehrzahl der Algen die Sexualorgane unter ganz bestimmten äußeren Umständen auftreten, welche bald leichter bald schwerer in der freien Natur sich verwirklichen" (1893, S. 650). Gerade bei Algen und Pilzen nahm KLEBS dann an (1904, S. 401), daß die "Entwicklungsprozesse" sich "durch bestimmte äußere Bedingungen mit der Sicherheit einer chemischen Reaktion hervorrufen" lassen – das Ziel der Beherrschung der Lebensvorgänge erschien also möglich! Bei der Blütenpflanze Gundermann, *Glechoma hederacea*, ermittelte KLEBS (1904) Bedingungen, unter denen die Pflanze ihr vegetatives Wachstum fortsetzt ohne Blüten zu bilden. Beim Kriechenden Günsel, *Ajuga reptans*, fand sich die Umwandlung von Ausläufern in Rosetten, von Rosetten in Ausläufer, von Blütentrieben in Rosetten. Aus Entwicklungsabänderungen bei Arten der 'Fetten Henne', *Sempervivum*, kam er zu dem Ergebnis, daß es "kein an und für sich unter allen Umständen konstantes Merkmal, keine für die Spezies immer vorhandene Form der Blätter und Blüten" gibt (1903; zit. bei D. VON HANSEMANN 1909; S. 92), und "Jede Formbildung ist das notwendige Resultat des Zusammenwirkens der Fähigkeiten der spezifischen Struktur mit den inneren Bedingungen, die selbst wieder von äusseren abhängen" (S. 63). An einem Pflanzenindividuum läßt sich sehr viel an Abänderungen, an "Metamorphosen", hervorrufen. Licht sollte dabei übrigens nicht nur über die Photosynthese wirken, sondern erschien auch einfach als Reiz.

Ererbt war angesichts der Fülle induzierbarer Abänderungen die Gesamtheit der spezifischen Fähigkeiten, die je nach Außenfaktoren verändert werden konnten.

Bei offenbar gleichem Erbmaterial konnte durch andersartige Außenfaktoren viel verändert werden, durch Freisetzung sicherlich ererbter, aber meistens unentwickelter bleibender "Potenzen". Vorhergehende Generationen sollten durchaus weiterwirken, durch Vererbung innerer Bedingungen, um so mehr gefestigt, "je länger die Außenwelt in zahllosen Generationen an den gleichen Standorten in wesentlich gleicher und den inneren Vorgängen entsprechender Weise eingewirkt hat" (S. 293). Es gab also keine autonome Entstehung von erblichen Eigenschaften – eine damals durch die Genetiker immer mehr in Frage gestellte Auffassung, die eine der Außenwelt weitgehend entrückte Vererbungssubstanz annahmen. "Die organische Natur", meinte KLEBS (1904, S. 290). "ist den in ihr schlummernden Möglichkeiten nach sehr viel reicher, als sie sich in jenen als normal oder typisch bezeichneten Erscheinungen darstellt." Viel zu sehr standen wir unter dem Bann, "als wäre das Normale auch das Notwendige für die Pflanzen,", eine Aufassung, wie sie DRIESCH kurz vorher für Tiere, speziell für Seeigel, auch entwickelt hatte. Wie KLEBS weiterhin meinte (S. 292): "Denn wir wissen überhaupt nicht, was die unveränderlichen, wirklich erblich fixierten Eigenschaften sind, die der spezifischen Struktur einer Pflanze anhaften." Das sollte sogar für morphologische Merkmale, etwa in der Blütengestaltung gelten. Immerhin wurde durch KLEBS deutlich, wie sich bei gleicher erblicher Grundlage durch Umwelt Unterschiedliches ausbildet – eine Vorwegnahme der Vorstellung von der "Reaktionsnorm". Immerhin sollte eine gewisse festgelegte "Potenz" vorhanden sein. Übrigens verhielten sich die verschiedenen Pflanzenarten nicht gleichartig. Wollten die Genetiker durch Kreuzung neue Formen gewinnen, so hoffte KLEBS (1913, S. 10) "die völlige Beherrschung aller Entwicklungsvorgänge der Pflanzen. Wie ein Chemiker bei einer gegebenen Substanz alle Fähigkeiten, alle Formbildungen - ... – nach Belieben mit Hilfe bekannter äußerer Faktoren verwirklichen kann, ...", selbstverständlich die potentiell möglichen. 1916 meinte KLEBS im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über die Farnprothallien, die Farn-Vorkeime, daß leider noch die ihm entgegengesetzte Anschauung herrsche, "daß der typische Entwickelungsgang in den embryonalen Zellen erblich festgelegt sei und die äußeren Bedingungen wesentlich nur dazu dienen, ihn zu fördern oder auch zu hemmen" (S. 3). Aber die Wirkung des Lichtes auf die Prothallien der verschiedenen Farn-Arten war "unter sonst gleichen Bedingungen" andererseits unterschiedlich – was ihm die Rolle der inneren Bedingungen vor Augen führen mußte (S. 75), wobei eben gewiß die Faktoren-Einwirkung das Untersuchbare war (S. 76).

Die Chromosomen als Vererbungssubstanz, die Chromosomentheorie der Vererbung, fand bei KLEBS noch keine besondere Aufmerksamkeit. Das Buch von KLEBS über 'die willkürliche Veränderung der Pflanzenformen' wurde 1905 von K. A. TIMIRJASEW auch ins Russische übersetzt und trotz mancher Vorsicht bei KLEBS wurde er nach 1948 von den Lyssekoiten gelobt (A. P. SCHENNIKOW

1953, S. 15).

Die Entwicklung der Pflanzen und deren Beeinflussung war auch das Forschungsgebiet von KARL GOEBEL (O. RENNER 1955), Professor der Botanik in München und Leiter des 1914 eröffneten botanischen Gartens in Nymphenburg bei München. Er entfernte etwa in Blattknospen die Laubblattanlage und es wurden die ersten Blattanlagen statt Knospenschuppen gleich zum Laubblatt. Was Laubblatt geworden wäre, unterdrückte also auf irgendeine Weise die Ausbildung anderer Anlagen zu Laubblättern. Um ein Beispiel zu bringen: Beim Straußfarn, der getrennt grüne Laubblätter und sporentragende andersartige Blätter, Sporophylle, hat, enfernte GOEBEL (1887) sämtliche Laubblätter und sah die Spitze der Sporophylle vergrünen – eine Umbildung, die man als "Korrelation" / "Correlation" bezeichnet, die er physiologisch nicht erklären konnte. Größe und Ausbildung eines Organs konnte also, und das galt aufzuklären, durch ein anderes bedingt sein. Vererbung fixierte hier also die Organausbildung jedenfalls nicht völlig, wenn auch die Umbildung auf einer bestimmten erblichen Grundlage geschahen. Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur **Regeneration** der Pflanzen fand GOEBEL (1902), daß sich viele Pflanzenzellen auch wieder embryonal "machen" ließen. Offensichtliche gegenseitige oder auch einseitige Beeinflussungen der Organe der Pflanze harrten der Aufklärung, boten dem Botaniker Probleme. Umweltfaktoren wirken ebenfalls, von Art zu Art auch verschieden. Auf feuchten Boden können bei manchen Pflanzen Blätter statt Dornen entstehen. Licht-Einwirkung war von SACHS und anderen untersucht worden und GOEBEL (1895) fand (1896) etwa bei der Glockenblume *Campanula rotundifolia*, daß die am Grunde der Pflanze bei ausreichender Lichtintensität gebildeten runden Blätter bei Lichtmangel über Zwischenformen zu einer Langblattform umgebildet werden. Kakteen flachten sich durch Licht ab. Andere Pflanzen waren durch Licht nicht zu beeinflussen und das verwies auf "innere" Verschiedenheiten – was die Formulierung allgemeiner "Gesetze" nicht leicht zuließ. Auch Beobachtungen in der Natur regten GOEBEL zu entwicklungsphysiologischen Überlegungen an, so (1908) wenn er bemerkte, daß bei der Gelben Seerose, der "Mummel", *Nuphar luteum*, in tieferem oder stark fließendem Wasser die normaler stattfindende Schwimmblattbildung unterbleibt, nicht aber das Blühen.

ERNST STAHL (1883) in Jena hatte die Aufmerksamkeit auf die unterschiedliche innere Ausbildung, den unterschiedlichen inneren Schichtenbau der Laubblätter je nach den Lichtverhältnissen, auf die **Licht- und Schattenblätter,** gelenkt. Ja, namentlich durch JULIUS WIESNER (1894), Wien, wurde auch das Verhalten der **Laubblätter gegen Regen** untersucht und wurden auch starkem tropischen Regen angepaßte "ombrophile" Blätter von durch Regen mehr schädlich betroffenen "ombrophoben" unterschieden. Keine erfaßte Erscheinung im Pflanzenleben,

die nicht ihren Bearbeiter fand.

## Entwicklungsphysiologie bei Tieren

**Zoologische Entwicklungsphysiologie** betrieb in Frankreich LAURENT CHABRY (O. HERTWIG 1897, A. TÉTRY 1871). In Deutschland wurde einer ihrer Begründer WILHELM ROUX (1888). Als Anatom in Breslau fand er für seine neuen Forschungen keineswegs bei den Kollegen sofort Verständnis. Nach einer Anatomie-Professur 1889 in Innsbruck und ab 1895 Ordinarius in Halle schrieb ROUX 1907 an seinen Förderer, den Ministerialdirigenten im preußischen Kultusministerium FRIEDRICH ALTHOFF: "habe ich es mit Verehrung und hoher Dankbarkeit empfunden, dass Sie die von mir vertretene, lange Zeit ignorierte, dann bekaempfte, endlich anerkannte Richtung sowie mich selbst von Anfang an gefördert haben, ...." (zit. bei G. ZIRNSTEIN 1991, S. 361). Bei zweizelligen Froschkeimen hatte ROUX schon in Breslau eine der beiden Furchungszellen mit einer heißen Nadel getötet. Bei der allerdings nur etliche Stadien weiterführenden Entwicklung schienen ihm Defekte infolge Ausfall der einen Furchungszelle aufzutreten. Jeder Keimteil entwickelte sich offenbar unabhängig vom Ganzen, in "**Selbstdifferenzierung**". Die getötete Eihälfte blieb aber mit der am Leben gelassenen verbunden und es gab Erörterungen, ob die getötete Eihälfte einflußlos war. Eindeutiger noch fand etwa CHUN, daß bei Rippenquallen/Ctenophora nach Defektsetzung nur Teilkeime zustandekamen, wobei er die tote Eihälfte entfernt hatte.

## Isolierte Keimteile von Seeigeln regenerieren sich, jede Zelle enthält offenbar einen Kern mit allen Potenzen

Aufregende andere Ergebnisse als ROUX erhielt der bis wenige Jahre vor dem Ersten Weltkrieg als begüterter Privatgelehrte tätige HANS DRIESCH bei Seeigeln. Bei einem Arbeitsaufenthalt an der Zoologischen Station in Triest im März und April **1891** teilte oder störte er etwa 50 bis 100 Keime des Seeigels Echinus microtuberculatus auf dem 2-Zellen-Stadium durch starkes Schütteln. Die Teilkeime ergänzten sich zu ganzen Keimen. Sie wiesen Regeneration auf. DRIESCH (1951) hatte damit erstmals, bei einem niederen Tier, **künstlich Zwillinge** erzeugt, hatte "geklont". Die sich regenerierenden Keime starben allerdings lange bevor sie das Erwachsenenstadium erreichten, schon weil sich die Wasserverschlechterung im Versuchsgefäß nicht vermeiden ließ. Zerschnitt DRIESCH eine "Blastula" von etwa 1000 Zellen. lieferte jede der Teile, etwa jeweils die Hälfte, ganze Seeigel-Larven. Eingegriffen wurde auch in ältere Meerestiere, nach 1900 in die Seescheide




Abbildung 1567: ROUX.Halle.

/ Ascidie *Clavellina.* Kiemen wurden abgetrennt und zerschnitten und bildeten einen neuen Organismus. Ein Teil konnte "tun", was er im Ganzen, d. h. im intakten Lebewesen, nie getan hätte. Bei Würmern regenierten auch Teile, die bereits durch Regeneration gebildet worden waren. Hatten WEISMANN und ROUX angenommen, daß bei den Zellteilungen die Kerne nur einen Teil der Anlagen mitbekommen und sich aus dieser 'erbungleichen Teilung' die Differenzierung der Zellen erklären läßt, so stand das im Widerspruch zu den Regenerationen vor allem der vollständigen Ergänzung bei Teilkeimen. Jeder oder wenigstens mancher Zellkern bekam bei den Zellteilungen im Organismus offensichtlich die gesamten Anlagen mit. Zelldifferenzierung mußte dann auf einem anderen Vorgang beruhen als dem des einfachen Fehlens bestimmter Teile der Vererbungssubstanz. Wie kommen dann in differenzierten Zellen nur bestimmte Erbanlagen zur Wirkung, nach späterer Terminologie: zur Manifestierung?

Fast noch mehr zum Nachdenken hatte angeregt, als DRIESCH (1900) 1893 zwei oder gar mehrere **Eier** von *Sphaerechinus granularis* miteinander **verschmelzen** konnte und dieses **Verschmelzungsprodukt** sich **zu** den Anfängen eines **einheitlichen einzigen Organismus** entwickelte. Was zu getrennten Individuen hätte werden könne, wurde zu einen einheitlichen Wesen.

Diese erstaunlichen Umbildungen waren nach DRIESCHs Ansicht nicht "mechanisch" erklärbar. DRIESCH löste sich von der "Maschinentheorie" des Lebens. Auf "einem einsamen Spaziergang in den Wäldern Zürichs" (1951, S. 108) kam

ihm der immer mehr ausgebaute Gedanke, daß solche Umbildungen, solche Regenerationen durch einen nur Lebewesen zukommenden Faktor, bewirkt werden. Er stand über den sich zweifellos im Lebewesen auch abspielenden physikalischen und chemischen Prozessen. DRIESCH nannte den lebenseigenen Faktor in Anlehnung an einen Begriff bei ARISTOTELES "**Entelechie**". Damit war wieder ein lebenseigener Faktor, eine **vitalistische** Auffassung, in die Biologie eingeführt worden. Man sprach vom "**Neovitalismus**". DRIESCH entwickelte eine neue "Philosophie des Organischen", wurde schließlich hauptamtlich Philosoph, 1921 Ordinarius in Leipzig. Viele Forscher folgten jetzt dem Vitalismus nicht. Aber in der langen Abfolge von Vitalismus und 'Mechanismus' in der Entwicklung der Biologie war ein weitere Kapitel aufgeschlagen. Und zu vielen Überlegungen regte DRIESCH ja doch an.

DRIESCHs Begriffe zur Entwicklung blieben auch unter anderen Auffassungen sinnvoll: Jede Zelle, die vom Ganzen isoliert sich zu einem Ganzkeim regenerieren konnte, besaß also "**Totipotenz**", die "**Totalität der Anlagen**". Normalerweise, im Verband mit anderen Zellen in einem Organismus, als Teil eines Ganzen, bildete sie lediglich einen Teil ihrer Anlagen aus. Im Zellverband hat eine Zelle oder ein Keimteil eine "**prospektive Bedeutung**", die geringer ist als ihre "**prospektive Potenz**", die Fähigkeit zur Ausbildung auch anderer Teile als sie im Ganzen bildet. Isoliert konnten Zellen oder Teile eines Lebewesen die prospektive Potenz verwirklichen. Der Keim, von dem isolierte Zellen ein Ganzes ausbilden, so getrennte Keimzellen, erschien als ein "**harmonisch-äquipotentielles Lebenssystem**" (s. 1900, S. 432).

Wer sich ungehindert vom Nachbarn entwickelte, der konnte also mehr erreichen als im Verband!

Für die Potenz war "in jedem einzelen Falle" die Grenze durch das Experiment festzustellen (EU. SCHULTZ 1908, S. 7). Versuchsergebnisse auch anderer zeigten, daß sich einerseits Frosch- und Rippenquallen-Keime und andererseits Seeigel-Keime unterschiedlich verhalten. Teilkeime gewisser Organismen, so von Seeigeln, konnten sich stark ergänzen, Keime anderer Organismen konnten das weniger oder nicht. ROUX wie DRIESCH hatten mit Keimen ganz unterschiedlicher Arten experimentiert. Beide hatten richtige, aber – wie nun abgeklärt werden mußte - unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Eben, weil sich die Keime verschiedener Tier-Arten oder ganze höhere taxonomische Kategorien unterschiedlich verhalten.

## Unterschiedlichkeit im Regenerationsvermögen der Keime – Regulations- und Mosaik-Eier

Der aus Wien stammende und seit 1894 in Innsbruck als Professor wirkende KARL HEIDER (A. KÜHN 1935) klärte dann zwischen den verschiedenen Resultaten der Keim-Zerlegung bei verschiedenartigen Arten ab. Erklärung war: Die Keime bei verschiedenen Organismengruppen verlieren unterschiedlich rasch ihre Regenerationsfähigkeit, es sinkt die Gleichwertigkeit der Zellen, ihre – wieder ein DRIESCH-Ausdruck – "**Äquipotentialität**". Mit fortschreitender Entwicklung sinkt die Regulationsfähigkeit unterschiedlich stark, setzt verschieden schnell Differenzierung, "Determination" (K. HEIDER 1900), ein. Als grobe Einteilung nannte HEIDER (S. 48) die stark zur Regeneration, zur Neubildung des Fehlenden befähigten Eier, "**Regulationseier**". Hierzu zählten also die Eier resp. Keime der Seeigel und Medusen. HEIDER drückte sich sehr vorsichtig aus: "Das eine Extrem ist durch die Medusen repräsentiert, bei denen sofort nach gesetzter Störung regulatorische Umordnungen zum verkleinerten Ganzen stattfinden; man könnte diese Eier als Regulationseier bezeichnen. Das andere Extrem", fährt HEIDER fort, "vertreten die Gastropoden ... Man könnte hier von **Mosaikeiern** sprechen." Als Mosaik-Eier erwiesen sich die Eier resp. Keime der zu der damals zu den Coelenteraten gerechtenen Rippenquallen/Ctenophora, die heute ein eigener Tierstamm sind.. Zwischen den beiden Typen von Eiern fanden sich aber vermittelnde Keime (S. 77), "graduelle Unterschiede", was nicht hinderte, daß die beiden Grobbezeichnungen, gewissermaßen die Extrem-Typen, vordergründig in die Lehrbücher eingingen..

**Unterschiedliche Ergebnisse aus experimentellen Untersuchungen, namentlich noch bei unterschiedlichen Objekten, können beide richtig sein.**

## Weitere Tier-Arten auf ihr Verhalten nach Keim-Zerteilung untersucht

Die **Trennung** der aus wenigen, gar nur aus 2 Zellen bestehenden Keime geschah **in unterschiedlicher Weise**. Die Trennungsmethode hatte offenbaren Einfluß auf die Weiterentwicklung der getrennten Blastomeren, der Zellen des frühen Keimes ROUX hatte beim Frosch die eine von den 2 ersten Blastomeren mit einer Nadel zerstört, DRIESCH schüttelte seine Seeigel-Keime kurz nach der Befruchtung. Von Einfluß schien zu sein, ob gelindes oder starkes Schütteln angewandt wurde (T. H. MORGAN 1896 etwa d), nicht zweifelfrei erklärtbar durch den Einfluß auf

das Protoplasma. HERBST fand die elegante Trennung durch Calcium-Ionen im Wasser.

Meeresorganismen erwiesen sich für entwicklungsphysiologische Untersuchungen vielfach als geeigneter als Landtiere. Die Untersuchungen nahmen etliche Zeit in Anspruch, verlangten ausreichend Material, und meereskundliche Stationen waren für die untersuchenden Forscher fast unumgänglich. Ein Tisch am Fenster in einem Pensionszimmer konnte nicht mehr ausreichen. Entwicklungsphysiologen trafen sich oft in der Zoologischen Station in Neapel, aber auch auf Helgoland. Daß umfangreiche Forschungen durch wiederholten Aufenthalt derselben Untersucher etwa in Neapel möglich war zeugt von einer nahezu glücklichen Epoche der experimentellen Zoologie in den Jahren vor dem Ersten Weltkrieg, welche das erschütternde politische Kriegsereignis abrupt in Mitleidenschaft zog.

Bei den verschiedensten Organismen wurde auch von anderen untersucht, wie es um die Regenerationsfüigkeit ihrer Keime steht und wurden manche bisher nicht beachtete Feinheiten, zahlreiche Ergänzungen ermittelt, so von dem Amerikaner TH. H. MORGAN, der als Entwicklungsphysiologe wirkte bevor er führender Vererbungsforscher wurde..Vom **Wasserfrosch** legte MORGAN (1895) die "operierten", also geteilten Eier gleich danach auf eine Glasplatte in einem feuchten Raum und erhielt von 155 behandelten Eiern 8 Embryonen, wobei jene, deren schwarzer Pol nach aufwärts ragte 6 mehr oder weniger Halbembryonen lieferten, andere Eier entwickelten sich zu ganzen Larven von halber Größe, wiesen also Regulation auf. Es war schon mühsam, die Bedingungen der Ei-Entwicklungen genau zu beachten. Und die Verluste waren immer groß.

Beim Lanzett-Tierchen, ***Amphioxus*** oder *Branchiostaoma*, fand MORGAN (1896 c) Ergänzung bei durch Schütteln erzeugten 1/2 und 1/4-Keimen. Die Eier von Amphioxus hatte MORGAN im Mai und Juni 1895 auf Sizilien und dann in Neapel aus am nachmittag, zur Zeit der Eirreife, aus dem Sand geklaubten Amphioxus gewonnen. Unter 1 / 8- Keimen gab es keine Gastrulation mehr.

Über Eier der **Rippenqualle *Beroe ovata*** forschte MORGAN (1896) im Winter 1894 / 1895 in Neapel gemeinsam mit DRIESCH. Auf dem Zweizellen-Stadium wurde mit einer feinen Schere eingegriffen. Beide Zellen waren lebend, aber voneinander getrennt, in der Membran, der Eihülle, eingeschlossen. Die so operierten Eier wurden isoliert gehalten in kleinen Gefäßen, das Wasser täglich gewechselt. Kein Exemplar lebte länger als 5 Tage. Es gab zwar keine Ganzbildungen, aber doch grewisse Neubildungen. Die kleinen Larven hatten nicht etwa einen offenen Leib, waren in Ektoderm gehüllt. An anderen Beroe-Eiern wurden Plasma-Defekte gesetzt, und trotz intaktem Kern gab es an den Larven, die entstanden, Ausfälle – was auf Bedeutung von Plasmabezirken auf die Merkmalsausbildung verwies (H.

DRIESCH et al. 1896 b).

## Außenfaktoren mit Einfluß auf die Entwicklung

Untersuchten ROUX und DRIESCH die Abhängigkeit von Keimteilen voneinander, was auf innere Faktoren setzte, hatte MORGAN bei Fischkeimen gefunden "it is a mistake to suppose the external conditions determine the series of phenomena, so überprüfte etwa CURT HERBST, die Wirkung anormaler **Außenfaktoren**, ihr Fehlen oder ihre veränderte Stärke, was Wirkungen aufwies. In der Botanik leistete das KLEBS. Der mit führende Entwicklungsphysiologe HERBST (H. QUERNER 1969) war 1866 in Meuselwitz / Sachsen geborener Fabrikantensohn, reiste nach dem Studium in Genf und bei HAECKEL in Jena meist mit DRIESCH, nach Südasien, Ägypten, Rußland und vor allem zu längeren Arbeitsaufenthalten in meeresbiologische Stationen, nach Neapel, Triest, Helgoland, Rovigno. 1906 ao. Professor, wurde HERBST 1919 Ordinarius in Heidelberg. Hier starb er 1946.

Außenfaktor-Wirkung hatte schon PFLÜGER untersucht, wenn er Froscheier in einem rotierenden Apparat der Schwerkraft entzog und der Zentrifugalkraft aussetzte. Die Entwicklung wurde hier nicht grundsätzlich geändert. HERBST (1901 u. a.) untersuchte in vielen Jahren die Wirkung verschiedenster Salz- und damit Ionen-Zugaben in das Wasser, in dem sich Keime, vor allem von Seeigeln, entwickelten. Besonders auffällig wirkte **Lithium**chlorid (LiCl). (1892), denn bei seinem Überschuß bildete sich übernormal viel Darmentoderm, auch an der Außenseite des Keims, was damals als Reiz-Wirkung gesehen wurde. Mit anderen Ionen gab es andere Ergebnisse, etwa, 1897, bei **SO4-Mangel** fehlende Urdarm-Bildung, also kein Entoderm. Bei Seeigel-Keimen in Wasser mit **Mangel** an **Calcium**-Ionen verloren die sich zunächst normal teilenden. aus dem Keim hervorgehenden Zellen nach Bildung der ersten Wimperzellen und auch spätere Zellen ihren Zusammenhalt (C. HERBST 1900), was nun keine unbedingt die Formbildung verändernde Einwirkung, sondern eher nur eine Störung der Normalentwicklung war. Mangel an Calcium-Ionen im Wasser wurde eine sanfte Methode zur Trennung der ersten Furchungszellen, um deren getrennte Fortentwicklung zu verfolgen, also ihre eventuelle Zwillingsbildung hervorzurufen. Zugabe von Calcium-Ionen ließ Zellen sich auch wieder vereinen. Erforscht worden war auch das in Neapel. Beim Wurm *Bonellia viridis* fand HERBST (1932) im Sommer 1928, daß hier Spuren von Kupfer Vermännlichung bewirken. Außenfaktoren verändern also Keime.

Es waren also Ionen, welche in die Keim-Entwicklung bei Meerestieren eingriffen, und der nach den USA gegangene JACQUES LOEB (W. J. V. OSTERHOUT 1928) erforschte die **Ionen-Einwirkungen** systematisch. Schon der dem Vitalismus anhängende BUNGE (R. VON ENGELHARDT 1933) hatte nachgewiesen,

daß zwischen den Natron- und Kali-Salzen im Organismus ein gewisses Gleichgewicht herrschen muß, wenn nicht Schädigungen auftreten sollen. Und nun auch LOEB fand, daß zwischen den verschiedenen Ionen ein Gleichgewicht, eine Proportion, bestehen muß, wenn es nicht zu Schäden kommen soll, daß also ein "**Ionen-Antagonismus**" besteht. Kochsalz, NaCl, allein, wirkt giftig. Schon RINGER, der die "physiologische Kochsalz-Lösung" entwickelt hatte, sah mit Kochsalz allein den Herzschlag des Frosches enden, aber Zufügung von Calcium oder Kalium konnte dem entgegenwirken. Das hatte nichts mit Ernährung im Sinne von Stoffaufbau zu tun, sondern mit der Wirkung von Ionen im Lebensgeschehen. Noch wußte man seinerzeit nichts von den Vorgängen in der Nervenmembran. Mit Freude erlebt LOEB den Besuch unter anderen von ARRHENIUS, dem Begründer der Ionen-Theorie, neben DE VRIES, bei ihm in Berkeley.

Wenn gegenüber der normalen Seewasser-Zusammensetzung die Ionen-Zusammensetzung verändert war, etwa das Litihium-Ion im Überschuß vorlag, und Veränderungen auftraten, dann überlegte der auf das 80. Lebensjahr zugehende HERBST (1944), inwieweit hier in die Wirkung der Erbfaktoren eingegriffen war, ja vielleicht aus der Salzwirkung auf die "Wirkungsart" der Erbfaktoren, der Gene, auf den "Hydratationsgrad", geschlossen werden konnte. Gene wie Ionen sollten sich HERBST' Spekulation regelrecht ersetzen, vertreten können, gemäß: "... bei zwei Geschehnissen, bei denen die Ursachen scheinbar verschieden, die Folgen aber gleich oder wenigstens ähnlich sind, auch die verschiedenen Ursachen im letzten Grunde gleich oder ähnlich gewesen sein müssen." HERBST ging aber weiter (S. 368): "Die Gene und Hormone also steuern und regulieren die Geschehnisse nicht, sondern sie werden von etwas anderem dazu benutzt. Was aber ist dieses etwas Andere? Die einzige richtige, hypothesenfreie Antwort lautet: der lebende Organismus." HERBST warf wie LOEB aber doch offene Fragen auf. Denn die an verschiedenen Orten im Chromosom liegenden Gene wirken teilweise auf dasselbe Merkmal oder bringen doch etwas Ganzes zustande, und was, mußte wohl einmal gefragt werden, führte sie zu "einheitlichem Wirken" zusammen? Gewiß, **'denkmöglich' oder nicht, war kein Kriterium der Wahrheit**, und es mußte wenigstens erst einmal hingenommen werden, was die Fakten-Forschung hergab. HERBST' späte Spekulationen fanden keine Anerkennung mehr. War die Entwicklungsphysiologie oder wenigstens die vitalistische Variante an ein Ende gekommen? Die Biologie wandte sich dann doch eher der Vererbungssubstanz selbst zu!

**Für den Menschen** war hinsichtlich der Erforschung der Außenfaktoren wichtig der **Einfluß von Alkohol,** auf die Keimzellen oder auch den werdenden Keim, ja auf die Milch der Mutter. FOREL sah Alkohol als Ursache für Mißbildungen und Degeneration. Unter dem Einfluß der Auffassung vom 'Nichtvererben erworbener Eigenschaften' wurde bezweifelt, daß solche Abänderungen, die auf Alkohol

zurückgehen mochten, erblich wurden (E. G. CONKLIN 1922).

## Sich bildende - und auch fertige - Organe verlangen Funktionsbestätigung – Funktionelle Reize

Gibt es in den Anfangsstadien der Keimesentwicklung eher Selbstdifferenzierungen, so war, wie schon ROUX hervorhob (J. KANEKO 1904), die weitere Ausbildung von äußerer Auslösung, ja von Betätigung der entstehenden Organe, in jedem Falle von "**funktionellen Reizen**" (C. HERBST 1901 a), abhängig und erklärte hier die Bemerkung "vererbt" nicht viel. Obwohl durch äußere Reize allein sich selbstverständlich auch kein Organ ausbilden kann (S. 35). Jedoch isoliert kommt ein Organ kaum zur vollen Entwicklung, und auch bei Regenerationen gab es mannigfachere Wechselbeziehungen (G. R. DE BEER 1926). Funktionelle Reize – bei Pflanzen hatte KLEBS auf sie verwiesen (1904).

Überlegungen zur Notwendigkeit äußerer Reize und überhaupt wechselseitiger Organbeziehungen für die Struktur-Ausbildung gab es neben und auch vor der Entstehung der Entwicklungsphysiologie. Ja, in der hohen Zeit der aufkommenden Vererbungsforschung wurde im Ererbten im Untershcied zu vorangegangenen Vorstellungen die Außenwirkung bei der Merkmals-Ausbildung zeitweilig eher hintenangestellt.

Der Marburger Anatom FRANZ LUDWIG FICK hinterließ bei seinem relativ frühen Tod 1858 Überlegungen (1859), wie weit die **Ausbildung der Knochen von derjenigen der Muskeln bedingt** wird, "in ihrer mechanischen Wechselwirkung aufeinander ..." (S. 658), die "Vegetationsintensität" der Knochen, wie sich FICK ausdrückte, in der "Vegetationsintensität" der ihnen benachbarten Muskeln ihren mechanischen Ausdruck findet. Gelenke würden direkt mechanisch geschliffen. Die Form der Knochen mochte nach der Bildung der Knochensubstanz dann außenbedingt sein. Mit Experimenten bei Hunden erhielt er keine eindeutigen Ergebnisse. Der Mediziner BERNAYS suchte ebenfalls für die **Ausbildung der Gelenke** zu klären (1878), was hier "ererbt" ist und was durch die Tätigkeit der sich entwickelnden Muskeln hervorgerufen wird. Die Muskeln mußten sich zweifellos jedenfalls in ihrer Grundanlage als ererbt ausbilden, und auch die Wirkung auf die Gelenke hatte Grenzen. Noch dachte man an eine "Vererbung erworbener Eigenschaften" und die Muskeln mochten einst die Gelenk-Ausbildung bewirkt haben, die dann im Laufe der Generationen erblich wurde.

Die Anordnung der **Knochenbälkchen** im Röhrenknochen mochten Ausdruck der auf sie wirkenden Kräfte sein.

ROUX, der eine entscheidende Begründer der Entwicklungsphyiologie, prägte 1883 den Begriff der "**functionellen Anpassung**" geprägt, und darunter alle Anpassungsvorgänge und Anpassungsergebnisse der Organe verstanden, "welche durch die eigene Functionsvollziehung oder –unterlassung vermittelt werden ..." (S. 77), hervorgerufen durch 'functionelle Reize'. Er sah das bestätigt an der Schwanzflosse der Delphine. Aber ebenso erschien die "Weite und Wandungsstärke" der Blutgefäße hydrodynamisch reguliert Nicht alle Einzelheiten der Organausbildung war also vorbestimmt.

"Funktionelle Anpassung" sollte sich nach zuerst bestehender Meinung auch für die Evolution auswirken. Bei Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" aber konnten solche funktionellen Anpassungen für die weitere Phylogenese keine Bedeutung haben (E. SCHEPELMANN 1906). Sie waren angeborene Reaktionen, die als solche in der Phylogenie ausgebildet worden waren durch Variabilität und Selektion – was manchem nicht so recht einzuleuchten schien.

Zu "sondern" "die durch die Funktion bewirkten Gestaltungsvorgänge von denjenigen ..., welche durch vererbte, von der Funktion unabhängige Mechanismen bedingt sind ..." (O. LEVY 1904, S. 194) blieb wichtiges Ziel, das bei dem Ineinandergreifen beider so leicht nicht zu sondern sein konnte.

Solche für die Organ-Ausbildung nötigen Reize übten die sich entwickelnden Strukturen **innerhalb** des Organismus aufeinander aus oder aber es waren **Außenreize** gefordert. Vom Inneren des sich entwickelnden Keimes meinte DRIESCH (s. C. HERBST 1901 a): Der Keim "selbst ist Reiz und Reizeffekt in überaus verwickelter Beziehung." Wurden bei Organ-Entfernungen bestimmte Nerven nutzlos, gab es auch Rückbildungen in den für sie zuständigen Hirngebieten.

Die aus den Pollen austretenden Keimschläuche der windenden Schmarotzerpflanzen von *Cuscut**a***, Seide, z. B. Klee-Seide, enwickeln Saugwurzeln, Haustorien, bei der Berührung mit der Wirtspflanzen (C. HERBST 1901 a). Licht auf Rhizome des Hexenkrautes, *Circaea lutetiana L.*, entscheide, ob dort echte Laubblätter oder schuppenartige Niederblätter entstehen – und HERBST spricht von "Umschaltreiz".

Daß die Pflanze so reagieren konnte mußte nach den neuen Vorstellungen zur Vererbung aber ererbt sein.

EMIL SCHEPELMANN (1906, 1907) bei ROUX in Halle und andere Forscher, so in Rußland, untersuchten eingehend wie SCHEPELMANN bei der Gans sich unterschiedliche Ernährung auf die verschiedensten Organe von Lebewesen auswirkt, etwa die Darmlänge, die Zellen-Ausbildung.

**Regulationsvorgänge** – wurden eines der immer wieder aufgenommenen Phänomene

der Lebewesen. Was bewirkte, so wurde gefragt, daß die Nerven die richtigen Bahnen im Körper der Lebewesen ziehen? Die Entdeckung und folgende Erforschung der Hormone hat viel von den Beziehungen zwischen Geweben und Organen auf stoffliche Wirkung zurückgeführt. Ausbildung der Schilddrüse ist eben ein Hormon-Problem – und dieses Hormon ist von Jod abhängig.

## Übertragung von Teilen / Geweben eines Organismus auf andere Transplantationen

Transplantation, die Übertragung von Teilen resp. Gewebe von einem Individuum auf ein anderes, gar vom Individuum einer Art auf eine andere und damit heteroblastische Transplantation, wurden bei immer mehr Arten versucht. In der Anzucht von **Obstbäumen,** also bei **Pflanzen**, gab es solche Transplantation schon in der Antike. Obstbäume wurden "**veredelt**". Das abgeschnittenes Ästchen, das "Edelreis" eines wertvollen Baumes, wurde auf eine "Unterlage", den bewurzelten Stumpf eines anderen Baumes gesetzt. Das Edelreis, also das Transplantat, behält seine Eigenschaften, entwickelt sich herkunftsgemäß, wurde durch die Unterlage nur ernährt.

Bei **Tieren** hat GUSTAV BORN (B, GEINITZ 1925, W. ROUX 1900) in Breslau 1894 / 1895 Kaulquappen der Frosch-Arten Rana arvalis und Rana esculenta querhalbiert. Die vordere und hintere Teilhälfte der einen und der anderen Art wurden aneinandergefügt, also "**embryonale Transplantation**" betrieben. Die unterschiedlichen Teile verwuchsen Ihre herkunftsgemäße Ausbildung fand dennoch statt. Es entstanden als Kaulquappen ‚it der Vorderhälfte der einen, mit der Hinterhälfte der anderen Art. Die herkunftsgemäße Ausbildung der Teile sprach für die Selbstdifferenzierung isolierter Teile. Auf der deutschen Naturforscherversammlung in Frankfurt a. M. 1896 stellte BORN Doppelbildungen von Unke und Grünem Wasserfrosch vor. Nach dem Zusammenwachsen entstandene Organe funktionierten. Je ferner sich die so vereinten Arten im System standen, desto eher gingen sie allerdings zugrunde. Die "Chimären" naheverwandter Arten kamen sogar über die Metamorphose, die Verwandlung in Frösche, hinweg. Gewebeaustausch mußte die Mediziner interessieren. Die Möglichkeiten bei höheren Tieren blieben allerdings begrenzt.

Ähnliche Verwachsungsexperimente führte der US-amerikanische Biologe ROSS GRANVILLE HARRISON (1904, M. ABERCROMBIE 1961, J. S. NICHOLAS 1961, J. OPPENHEIMER 1966) aus. Etliche Semester hatte HARRISON in Bonn studiert, kehrte mehrfach dorthin zurück, heiratete eine deutsche Frau. Nach BORNs Methode verband HARRISON den Vorderteil eines Embryos des Frosches Rana

sylvatica mit dem Hinterteil des Frosches Rana palustris. Die Heilung an der Verbindungsstelle geschah nach etwa einer halben bis 2 Stunden. Die Larven beider Arten waren unterschiedlich gefärbt sind, die verbundenen Teile beider Arten waren so in ihrer Weiterentwicklung verfolgbar. Die Tastsinnesorgane tragenden Seitenlinien wuchsen vom Kopf aus, wobei die Sinneszelle und zugehörige Ganglienzelle vorher hergestellt war.

MORGAN (1896 b) und andere hatten auch natürliche Verschmelzung von Keimen wahrscheinlich gemacht und das entsprach so etwas wie einer natürlichen Transplantation.

## Zellkern und Protoplasma in den Anfängen einer Embryonalentwicklung

Da die Vererbung stark an den **Zellkern** gebunden sein sollte, interessierte dessen Rolle im Entwicklungsgeschehen im eventuellen Zusammenwirken mit dem Plasma. Das aufzuklären wurde die Kombination von Kern und Plasma von verschiedenen Arten versucht. Einer Eizelle den Zellkern zu entnehmen, sodaß sie nur Plasma enthielt, und dann in sie den Kern einer anderen Art einzuführen, sollte Aufklärung bringen. Weiter als andere kam dabei THEODOR BOVERI 1889 bei einem Aufenthalt an der Zoologischen Station in Neapel. BOVERI, führender Zellforscher, wurde 1893 Professor der Zoologie und Vergleichenden Anatomie an der Universität Würzburg. Aus der Ehe mit einer Studentin aus den USA stammte die später als Journalistin bekannt gewordene MARGARTE BOVERI. In kernlose Eifragmente einer Seeigel-Art hatte BOVERI Kerne einer anderen Art eingeführt, was er **Merogonie** nannte. Zwerglarven entstanden. Die Ergebnisse, ob nun allein wegen des männlichen Kerns eine Entwicklung stattfand, blieben umstritten (s. a. T. H. MORGAN 1896 c). Auch bei echten Bastarden konnte die Weiterentwicklung offensichtlich öfters nur durch den eingeführten männlichen Kern gelenkt sein und glichen dann die Bastardtiere dem väterlichen Elternteil.

DRIESCH und MORGAN /1896 b) trennten in Neapel Plasmastücke aus dem ungefurchten Ei der Rippenqualle *Beroe ovata*. Von etwa 500 so behandelten Eiern entwickelten sich 16 4 bis 5 Tage, also bis zur Ausbildung kleiner Larven. An ihnen gab es **Ausfälle, obwohl der Kern intakt** gelassen war. Also mußte auch Plasma allein wenigstens für Teile der Merkmalsausbildung zumindestens auf dem Frühstadium wichtig sein – ein Befund gegen die Annahme der Kern-Dominanz bei der Merkmalsausbildung.

## Eingriffe in die Entwicklungsprozesse im fortgeschrittenen Alter von Lebewesen - Regeneration

Die Methoden der Entwicklungsphysiologie wurden auch auf halberwachsene, ja auf erwachsene Lebewesen übertragen. Das führte LOEB zu seiner "Kausalen" oder "**Experimenteller Morphologie**". Vielleicht ließen sich auf verschiedenen Altersstufen in den Organismen gewollte Veränderungen auslösen, durch die Aufklärung der Entwicklung der "Ablauf der Organbildung oder der Gestaltbildung überhaupt ... beherrschen", wie LOEB etwa 1892 ( S. 8) meinte.

Wenn junge Keime, auf dem 2- oder 4-Zellen-Stadium, nach Zerstörungen Neubildungen aufwiesen, dann war das **Regeneration** wie der Ersatz eines Beines bei einem Salamander und die Grenzen von Regeneration bei den verschiedenen Lebewesen und in deren verschiedenen Lebensaltern zu ermitteln wurde Forschungsgegenstand der experimentellen Morphologie. Regeneration bei erwachsenen, adulten, Tieren, mit gewaltigem Erstaunen im 18. Jh. gefunden, war mindestens so wunderbar wie die Ergänzung von Halbkeimen, ja eher noch aufregender, da bei Keimteilen immerhin noch viel an Potenzen zu vermuten war.

Unter den aufsehenerregenden und nach Erklärung fast schreienden neuartigen Befunden gehört die "**Heteromorphose**", wie sie LOEB 1891 bei der 'Köpfchen'bildung bei Hydroidpolypen mitteilte. Ein entfernter Teil eines Tieres muß nicht zu demselben Teil regenerieren, sondern kann an dessen Stelle etwas andersartiges ausbilden, ein andersartiges Organ. Im Winter 1889 / 1890 hatte LOEB das an der Zoologischen Station Neapel an Hydroidpolypen gefunden, daß sie einen zweiten Kopf an einer durch Eingriff beseitigten Stelle bilden können. LOEB erinnerte jetzt auch, daß BONNET im 18. Jh. aus einem Wurm ein Mittelstück herausschnitt, sich aber an dem nunmehrigen kopflosen Vorderende wie hinten ein Schwanzstück bildete, der verstümmelte Wurm keinen Kopf, aber zwei Schwanzstücke ausbildete. Bei den Garneelen *Palinurus vulgaris* und eine Art von *Palaemon* schnitt HERBST (1902) in den Wintern 1898 / 1899 und 1899 / 1900 die an Stielen sitzenden Augen ab. Nur wenn das Augenganglion erhalten blieb, entstand wieder ein Auge, sonst ein antennenähnliches Organ. Anregung zu seinen Versuchen hatte HERBST erhalten von einem von MILNE EDWARDS beschriebenen natürlichen Exemplar mit einer Mißbildung, bei dem also eine Art Fühler statt des einen Auges vorhanden war. Viele Versuche HERBSTs mißlangen aber, nur in 2 Fällen wurde das Resultat erzielt, aus dem HERBST ableitete, daß nicht die Außenwelt, sondern eine im Inneren des Organismus liegende Bedingung die Art dieses Regenerats bestimmt.

Ohne Entfernung von Organen konnte man etwa auch durch seitliche Einschnitte bei Korallentieren und Manteltieren Neubildungen hervorlocken, "**Supergeneration**".

Regenerationen **an verschiedenen Tieren** untersucht über Jahre hinweg MORGAN. Beim Ringelwurm *Allolophora foetida* wurden beispielsweise vom Vorderende bis 13 Segmente weggeschnitten (1897) und beim Strudelwurm *Planaria maculata*. (1898).Längsstücke einer Seite entfernt, dann die eintretende Regeneration verfolgt.

Über Regeneration wurde ein reiches Tatsachenmaterial zusammengetragen, wurden zahlreiche Einzeltatsachen bekannt. Aber daß keine umfassende Theorie zustandekam befriedigte etwa MORGAN nicht und er wandte sich der Vererbungsforschung zu.

## Fast unwahrscheinliche Regeneration: Wiederbildung von Schwämmen und Hohltieren aus isolierten Zellen von ihnen

Daß Süßwasserpolypen sehr regenerationsfähig sind, wurde schon um 1740 bekannt. Daß **Schwämme sich aus ihren isolierten Zellen wiederbilden** fand der gerade auf Schwämme spezialisierte Zoologe HENRY VAN PETERS WILSON (D. P. COSTELLO 1961) an er Universität von North Carolina / USA in den 2 Sommern vor seiner ersten Veröffentlichung hierzu 1907. Unter für sie ungünstigen Bedingungen in Glasschälchen gehaltene Schwämme waren zerfallen, aber, wie sich unter Vergrößerung zeigte, regenerierten sie sich. Nun wurden solche Schwämme, *Microciona*, mechanisch bewußt bis zu ihren Zellen zerlegt, am eindrucksvollsten durch Hindruchpressen von Schwamm-Material dur ch feine Gaze. Nadeln und ähnliches wurde zurückgehalten. Im Falle des Überlebens entstanden nach Durchlaufen der "restitution mass" neue Schwämme, die zu beachtlicher Größe.und mit normal differenzierten Teilen heranwuchsen. Hier war der Gesamtorganismus, der "Schwamm", eben doch so etwas wie ein "Zellenstaat", der sich auch einmal in seine Einzelindividuen auflösen konnte. Auch bei untersuchten Hydroidpolypen (H. V. WILSON 1911) fand sich ähnliche Regeneration. In Deutschland hat KARL MÜLLER (1911 a) bei KORSCHELT in Marburg solche Versuche wie WILSON an Meeres-Schwämmen an den Süßwasser-Schwämmen *Spongilla lacustris* und *Ephydatia müllerei* durchgeführt und gleichartige Ergebnisse erhalten. Zellen verschiedener Species konnten zwar zur Fusion gebracht werden, aber regenerierten nicht zu neuen kleinen Schwämmchen, und die Artspezifität bei der Regeneration hatte auch WILSON festgestellt. Woran "erkannten" sich die Zellen?

Genauer untersucht wurde auch bei WILSON und Mitarbeitern das Verhalten der verschiedenen Zell-Typen bei der Regeneration, also, ob sich alle Zelltypen daran beteiligen, ob differenzierte Zellen sich zurückbilden, also wieder undifferen-

zierte Zellen werden, gewissermaßen eine Rückwärts-Ontogenese stattfindet. Bei undifferenzierten Zellen mochte dann die Bildung eines neuen Schwammes nicht wunderbarer sein als die der Gemmulae, neue Schwämme bildende Knospen an Schwämmen, oder von Knospen an Hydroidpolypen. Jeder neue Organismus bildet sich schließlich aus einer einzigen Zelle. Eine Entdifferenzierung bei abgetrennten Schwamm-Zellen schien zu erfolgen. Die Ergebnisse verschiedener Untersucher paßten damals nicht voll zusammen.

Und bei **Schleimpilzen / Myxomycetes** treten etwa im Erdboden lebende amöboide oder begeißelte (flagellate) Einzelzellen unter bestimmten Bedingungen zu **artspezifischen Fruchtkörpern** zusammen, die Sporen freisetzen und diese sind zur sexuellen Fortpflanzung befähigt.

## "Rückwärts-Entwicklung

Die "**Rückwärts"-Entwicklung** etwa nach der Zerstörung von Teilen eines Organismus, die "**Dedifferenzierung**" von Zellen, etwa bei Regeneration, wie offenbar auch bei der Schwamm-Regeneration, fand des besondere Interesse einiger Entwicklungsphysiologen. DRIESCH hatte beobachtet und EUGEN SCHULTZ (1908), St. Petersburg, bestätigt, wie das Manteltier, die Ascidie, *Clavellina*, nach Abtrennung ihres Abdomens, ihres Hinterleibs, den Kiemenkorb abbaut und auf ein früheres Entwicklungsstadium zurücksinkt. Strudelwürmer, aus der Gattung *Planaria*, ganz flache, oft dunkle kleine Plattwürmer, bilden beim Hungern ihre Kopulationsorgane zurück. KARL MÜLLER (1911 b).untersuchte Rückbildungdprozesse bei Schwämmen. Rückbildungen erschienen auch in normalen Lebensprozessen (s. EU. SCHULTZ 1908), so wenn Protozoen immer einmal wieder Cysten werden. Beim Plattwurm *Planaria maculata* war festgestellt worden, daß er im Winter die Kopulationsorgane zurückbildet, offenbar als Normalerscheinung, wobei Nahrungsmangel mitspielen mochte.

## Vermeintliche Pfropfhybriden

Reiser einer Pflanze auf eine Unterlage einer verwandten Pflanze zu setzen, zu "pfropfen", wurde seit langem geübt. Nun wurde erwartet, daß an der Pfropfstelle möglicherweise Zellen beider Pflanzen miteinander verschmelzen und so hybride Zellen, mit doppeltem Chromosomensatz erscheinen, aus denen hervorgehende Zweige sich vielleicht, als vegetative Bastarde, vermehren lassen. Man hatte solche Pfropfbastarde in einigen Spontanbildungen bei wenigen Sträuchern vermutet, so einen aus Weißdorn und Mispel: Crataegomispili, und einen bei einem Gold-

regen: Cytisus Adami. Auf die bewußte Herstellung von Pfropfbastarden setzte ab 1905 HANS WINKLER (1911; W. RUHLAND 1948), der 1877 in Oschatz in Sachsen geborene Botaniker, der Assistent bei VÖCHTING in Tübingen war, 1912 als Ordinarius am Kolonialinstitut die Leitung des Staatsinstitutes für allgemeine Botanik in Hamburg übernahm und dann Ordinarus an der neugegründeten Universität Hamburg wurde. WINKLER führte etliche Untesuchungen im Grenzbereich von Entwicklungsphysiologie und Vererbungsforschung durch, suchte etwa bei Algen Merogonie, Befruchtung bei Wegfall des Kernes, durchzuführen und untersuchte Regenerationen. Für Pfropfbastarde pfropfte WINKLER (s. 1916) bei Keimlingen 2 Solanum-Arten, Tomate und Solanum nigrum / Schwarzer Nachtschatten aufeinander und glaubte, daß hier ausgehend von der Verwachsungsstelle beider Partner Adventivsprosse auftraten, die echte Pfropfhybride darstellten, also "auf anderem als sexuellem Wege die Zellen zweier wesentlich verschiederner Arten" zusammengetreten waren, "um als gemeinsamer Ausgangspunkt für einen Organismus zu dienen, der bei völlig einheitlichem Gesamtwachstum die Eigenschaften beider Stammarten gleichzeitig zur Schau trägt" (1907, S. 575). Andere, namentlich ERWIN BAUR, wiesen nach, daß die von der Pfropfstelle ausgehenden Knospen zwar Gewebe aus Zellen beider Pfropfpartner aufwiesen, aber jede Zellenart eigene bestimmte Gewebe, bestimmte Gewebeschichten, ausgebildet habe, also eine aus zwei immer noch getrennten Organismen bestehende "Chimäre" entstanden war, wegen der Schichten als "Periklinalchimäre" bezeichnet. BAUR erzeugte solche Periklinalchimären bei Pelargonium. WINKLER hoffte immerhin einmal (1913), daß man vielleicht eine Chimäre erzeugen kann, die wie die Kartoffel Knollen ausbildet und eßbare Früchte wie die Tomate hervorbringt. Man erwartete um 1912 manches in der bewußten Gestaltung von Organismen, hier von Pflanzen. Immer wieder einmal war aber vermutet worden, daß man echte Pfropfhybriden gewonnen habe. WINKLER meinte später, doch noch Verschmelzung von Zellen nach Pfropfung erreicht zu haben, sprach von "Burdonen."

Viel später, lange nach WINKLERs Tod, ließen sich Einzelzellen verschiedener Pflanzenarten verschmelzen und ließen sich daraus anders als durch einen Sexualvorgang entstandene Hybriden gewinnen.

## Die mechanistische Lebensauffassung: JACQUES LOEB

Die Befunde in Physiologie und Entwicklungsphysiologie sollten gemäß JACQUES LOEB (u. a. A. E. S. GUSSIN 1963, C. HERBST 1924) allein durch mechanisch-chemische Vorgänge erklärt werden, im Sinne einer "Maschinentheorie" des Lebens, wie sie vorher zu einem beträchtlichen Maße bei CARL LUDWIG ausgebildet war.

Der 1859 in Mayen bei Koblenz geborene LOEB war Nachkomme einer vor Zeiten aus Portugal geflohenen jüdischen Familie. Der Vater war Importkaufmann. LOEB, stark französich geprägt wie sein Vater, zog als Vollwaise mit 16 Jahren nach Berlin zu einem Onkel und studierte dort sowie in München und Straßburg Medizin. Er trat zu hervorragenden und führenden Forschern in deren Laboratorien in Verbindung. In Straßburg ging LOEB zu dem Gehirnforscher GOLTZ. Und philosophische Fragen, namentlich die nach der Willensfreiheit, bewegten früh den jungen LOEB. In Berlin war LOEB bei ZUNTZ. Am tierphysiologischen Institut in Würzburg wurde LOEB Assistent, bei FICK, aber fand in Würzburg namentlich Verbindung auch zum führenden Pflanzenphysiologen JULIUS SACHS und wurde von dessen Auffassungen entscheidend geprägt. In den Wintermonaten 1889 - 1890 an der Zoologischen Station Neapel wurde LOEB mit Meerestieren vertraut und kam mit USA-Forschern in Kontakt. 1891 ging LOEB nach den USA, wo er, zuerst kurz am privaten Bryn Mawr College in einem Vorort von Philadelphia, einem Frauen-College, dann ab 1892 in Chicago, ab 1902 in Berkeley und ab 1910 am Rockefeller Institute for Medical Research in New York fast zum Prototyp des streng materialistisch ausgerichteten Lebensforschers und Prototyp der amerikanischen Biologie aufstieg.

"**Tropismen**" – die offenbar unvermeidliche, **streng determinierte**, oft zum Reiz gerichtete **Reaktion** von Pflanzen auf Reize, das hatte LOEB bei SACHS in Würzburg kennengelernt, und zwar namentlich die positive Reaktion auf Licht, den Heliotropismus. Davon beeindruckt suchte LOEB nachzuweisen, daß auch bei Tieren, **Insekten**, die **Bewegung zum Licht streng determiniert** geschieht, völlig auf chemisch-physikalischen Vorgängen beruht, LOEBs 1889 und 1890 vorgestellte Auffassung vom "**tierischen Heliotropismus**". Heute spricht man auch von 'Phototropismus'.

In FICKs Laboratorium und jedoch unter der Aufsicht von SACHS (A. E. S. GUSSIN 1963) erwies LOEB, daß die Raupen des Schmetterlings *Porthesi*a *chrysorrhoea* / Goldafter, 'zwanghaft' dem Licht folgen, so an Bäumen, an zu den sich öffnenden, sie ernährenden Knospen. Entscheidend erwies sich für die Bewegung allein das Licht, denn hinter die kleinen Raupen gelegte Knospen lösten keine Reaktion aus. Das Reagieren auf einen bestimmten Reiz war abhängig vom Lebensalter, der Entwicklungsphase der Tiere, etwa der Nähe der Verpuppung, also dann von innen her bestimmt, auch von der Temperatur abhängig

Ebenso oder noch mehr Heliotropismus sah LOEB in der **Bewegung eines fliegenden Insekts zum Licht**. Wirkt (s. C. HERBST 1924) auf beide Augen eines Insekts eine gleich Lichtintensität, befinden sich beide den Lichteinfall registrierenden Gehirnhälften in 'physiologischer Symmetrie', bedinge das gleiche Spannung der symmetrischen Muskeln beider Körperseiten und das Tier fliegt, völlig

zwangsläufig, nach geradeaus. Erhält ein Auge eine größere Lichtmenge, ist in ihm die Geschwindigkeit der photochemischen Prozesse erhöht. Es gibt, nach entsprechender Erregung im Gehirn stärkere Muskelkontraktion auf der einen Körperseite. Das Tier wendet Kopf und Körper in Richtung der Lichtquelle und geht wiederum in deren Richtung.

Diese völlig auf physikalisch-chemischen Prozessen beruhende Determinierung der Bewegung eines Tieres sah LOEB als die einzig mögliche Erklärung für das Tier-Verhalten. Nach LOEB (1890, S. 100) lehre die Geschichte der Wissenschaften, "dass überall da, wo anthropomorphe "psychologisierende" Motive in der Naturforschung sich gefunden haben, regelmässig Konfusion herrschte. Vor Galilei "suchte" der in der Flüssigkeit sinkende Körper "seinen Ort". Galilei und seine Nachfolger machten der Herrlichkeit dieser Psychologie für die unbelebte Natur wenigstens ein Ende. Die Menschheit hat keinen Grund gehabt, diese Revolution zu beklagen. Protoplasmatische Substanzen bewegen sich aber heute in der Biologie immer noch "aus Neugierde" zur Lichtquelle."

LOEB wurde vorgeworfen, die Vorstellung von Heliotropismus beim Tier, der Bewegung zur Lichtquelle, nur theoretisch entworfen zu haben, nicht aber das am Körper des lebenden Tieres, etwa in dessen Augen, überprüft zu haben. Und überhaupt blieb die Kritik an der als viel zu einseitig betrachteten Auffassung nicht aus und hielt an. Etwa bei VON BUDDENBROCK (D. BÜCKMANN 1985).

Als richtig aber lobte HERBST (1924) die Erkenntnis von der **Bedeutung der Einzelreize** auf das Tierverhalten, also auch bei der Auslösung komplizierteren Verhaltens. **Ein** Geruch leitet die Fliege zum Eierlegen auf dem richtigen Substrat, wobei die Fliege in ihrem Chemotropismus. Die Fliege kann durch die widerlich riechende Arznei 'Asa foetida' getäuscht werden, aber gerade auch das zeige die Wirkung des bestimmten Geruchsreizes. Spätere Erforscher des Verhaltens der Tiere, auch KONRAD LORENZ wie TINBERGEN, werden – unabhängig von LOEB - den Einzelreizen gebührende Aufmerksamkeit zuwenden, etwa der Auslösung des Abwehrverhaltens des Rotkehlchenmännchens gegen das Rot auf der Brust eines Konkurrenten. .

Es gibt, worauf LOEB verweist, auch Reize, auf die Lebewesen reagieren, ohne daß diese in der Natur eine Rolle spielen. Das gälte für Elektrizität. Nicht jede Reiz-Reaktion hält LOEB daher für eine durch Variation und Selektion erklärbare Anpassung.

**Ei-Entwicklung** suchte LOEB durch Zusatz von bestimmten Substanzen im Meerwasser zu **beschleunigen**, wie es bei Arbacia durch höhere Alkalinität gelang. Viel forschte LOEB über die **künstliche Parthenogenesis**, die Anregung der Ei-Entwicklung durch Ersatz des Samenfadens durch physikalisch-chemische

Mittel. LOEB war (1909, S. V) der Ansicht, daß OSCAR HERTWIG sah, daß das "Wesen der Befruchtung in der Vereinigung des Spermakerns mit dem Eikern bestehe" und diese Entdeckung als "Theorie der Befruchtung" bezeichnet, "obwohl damit nicht die geringste Einsicht in die Natur der Kräfte gegeben ist, welche das Ei zwingen, sich in einen Embryo zu entwickeln." Ab **wann**, kann man fragen **ist eine Erklärung eine Erklärung?** Durch LOEB und unter seiner Anregung wurde die Wirkung anderer Mittel als Spermien auf Eier untersucht, bei Meerestieren. Allgemein schien zu wirken vorübergehende Erhöhung des osmotischen Druckes im umgebenden Medium (C. HERBST 1924). Veränderungen an der Ei-Oberfläche und Steigerung der Oxydationsprozesse im Ei wurden als wirksame hervorgerufene Vorgänge gesehen. Man möchte fragen: War das nun die letzte Erklärung, warum es zur Keim-Entwicklung kommt? Auch kinderlose Ehepaare mit Kinderwunsch haben sich für künstliche Parhtenogenese interessiert. Aber hier wie bei den Methoden anderer blieb eine geringere Rate sich entwickelnder Eier nach chemisch-physikalischer Anregung und gab es auch häufiger Absterben und Mißbildung. In gewissem Zusammenhang mit LOEBs künstlicher Ei-Anregung standen Versuche zur Ei-Befruchtung mit Sperma verwandtschaftlich sehr entfernter Tiere, die "**heterogene Bastardierung**".

Von naturwissenschaftlichem Denken, von so ausgestatteten Staatsmännern, erwartete LOEB auf dem Höhepunkt des Ersten Weltkrieges 1916 (S. 76) auf einer Rede in den USA eine Ernüchterung von der Hetze der Kriegsenthusiasten, die sinnlos Rassen aufstellten und kriegsverherrlichende Literatur zuließen. Die theoretischen Resultate der strengen Wissenschaft würden die Geister befreien von all jenen Formen von ignorance, superstition and fanaticism which are the culture medium of mob nationalism."

# Landwirtschaft in weiterer Intensivierung - im 19. Jahrhundert

### Weitere Intensivierung der Landwirtschaft

Die Umgestaltung, die Intensivierung der Landwirtschaft, sowohl in technisch-wissenschaftlicher Hinsicht (u. a. H.-H. MÜLLER et al. 1988) wie in den Eigentumsverhältnissen, ihr Anschluß an das industrielle Zeitalter, geschah in den verschiedenen Ländern unterschiedlich. Ja selbst die Förderung und Anerkennung der Landwirtschaft unterschied sich je nach den Machtverhältnissen der an ihr beteiligten Gruppen. **Großbritannien** ließ schließlich Getreide von außerhalb zollfrei einführen - zum Schaden der eigenen Getreide-Erzeuger, jedoch zum Vorteil von

Händlern und der Industrie-Unternehmer, die durch eingeführtes billiges Getreide die Löhne ihrer Arbeiter niedrig halten konnten. "**Freihande**l" - wenn es den Maßgebenden nutzt und durchgesetzt werden kann.

Die Zahl der in Landwirtschaft Tätigen war bis in den Anfang des 20. Jh. vielfach noch hoch. In **Frankreich** sank die Zahl der in der Landwirtschaft tätigen Menschen zwischen 1872 und 1913 von etwas über 50 auf 35% (H. A. WINKLER 2009, S. 1069), in **Italien** (S. 1099) fanden sich 1911 55,4% der Bevölkerung in der Landwirtschaft, in **Spanien** um 1900 fast 70% (S. 1111).

"**Bauernbefreiungen**", Aufhebung der Leibeigenschaft, der Bodenbindung, waren nirgendwo die wirkliche Befreiung ohne neue Zwänge. Die Grundherren sollten von den 'Befreiten' entschädigt werden und gewannen mit kapitalistischer Landwirtschaft meistens dazu. Besonders prekär war es in **Rußland,** nach dem Befreiunsakt von 1861 unter Zar ALEXANDER II. (R. G. ROBBINS JR. 1975, S. 4). . Der 'befreite' einzelne hatte wenig Land, mußte abzahlen, konnte der ansonsten in Europa weithin aufgegebenen Dorfgemeinschaft, der 'mir', mit dem Flurzwang, nicht entgehen, und konnte sie ohne weitere Zahlung nicht verlassen. Mit der Dorfgemeinschaft sollte ein Landproletriat verhindert werden. 'Landhunger', also zunächst Bedürfnis nach mehr Land griff noch LENIN auf. Als noch Trockenjahre dazukamen, gab es 1891, 1892 in vielen Gouvernements Hunger. Nicht direkte Hungertote, aber hohe Kindersterblichkeit, Ödeme, Krankheiten. In Rußland lebte bis vor den Ersten Weltkrieg noch über 4/5 der Bevölkerung in der Landwirtschaft, aber es wurde nur unzureichend gedüngt und vielerorts mit dem Holzpflug der Acker bestellt. Der Ernteertrag bei Getreide war hier etwa 1/3 des britischen und des deutschen, bei Kartoffeln ungefähr die Hälfte (P. KENNEDY 2000). Da die Dorfgemeinschaft nicht als die von manchen erhoffte Lösung erschien, nahm der bedeutende Reformer STOLYPIN deren Abschaffung vor, begonnen im Gesetz vom 9. November 1906 (H. SETON-WATSON 1988, S. 649), kurz nach STOLYPINs Amtsübernahme. Immerhin überstieg 1914 das Bauernland 4mal die Landfläche der adligen Grundbesitzers (S. 653) und war eine bessere Nutzung nötig. In inneren Auseinandersetzungn waren innerhalb 8 Monaten damals 1.102 Menschen hingerichtet worden und starben von 1906 bis 1908 umgekehrt gegen 6000 Personen auf der Regierungsseite . Es war wohl keine gute Zeit für Reformen. STOLYPIN gehörte zu jenen teilweise auch weitsichtigen russischen Poltikern, die einem Attentat, hier einem Pistolenschuß, erlagen, am 1 September 1911.

**Industrialisierung als unbedingter Fortschritt**? Und Arbeitslosigkeit in der Stadt? Und wie viel konnte und sollte die Industrie produzieren? Und Nahrungsmittel mußten auf jeden Fall erzeugt werden! Nur dort, wo man mit Verachtung hinschaute, beim eigenen fröhlichen Essen? Hatte Landvolk-Propaganda nicht verschiedene Seiten?

## Leben auf Dörfern im 19. Jahrhundert in Deutschland

Liest man **Lebenserinnerungen** von Leuten aus Bauernhöfen oder **Reisebeschreibungen**, so erscheint das **Bild sehr unterschiedlich**.

Wie viele Menschen und welche waren es wo, die noch zu Anfang der 40-er-Jahre des 19. Jh. so leben mußten, wie es (zit bei W. ABEL 1962, S. 13) FRIEDRICH LIST schilderte, daß man unter "den notwendigen Lebensbedürfnissen" in vielen Gegenden Deutschlands verstand "Kartoffeln ohne Salz, eine Suppe mit Schwarzbrot, zur höchsten Nothdurft geschmälzt, Haferbrei, hier und da schwarze Klöße. Die, welche sich besser stehen, sehen kaum einmal in der Woche ein bescheidenes Stück frisches oder geräuchertes Fleisch auf dem Tisch und Braten kennen die meisten nur vom Hörensagen. Ich habe Reviere gesehen, wo ein Hering, an einem der Zimmerdecke befestigten Nagel mitten über dem Tisch hängend, unter den Kartfoffelessern von Hand zu Hand ging, um jeden zu befähigen, durch Reiben an dem gemeinsamen Tafelgut seiner Kartoffel Würze und Geschmack zu geben." Und wenn man bedenkt, wie viele Kavalleriepferde auch ernährt werden mußten!

Von Elend berichtet der dänische Schrifsteller JENS BAGGESEN von der Umgebung von Kassel von einer Reise 1789. Hier, wo der Landgraf FRIEDRICH II. 12.000 Landeskinder 1776 als Soldaten an England für den Krieg gegen den Aufruhr in Nordamerika verkauft hatte (Anmerkung zu J. BAGGESEN 1985, S. 430). Bei einem Gewitter suchte BAGGESEN mit Begleitern bei der Weiterreise von Kassel "Zuflucht in einem Bauernhaus" und fanden nicht Beschreibbares an "Armut und Elend", sah auch auf der Weiterreise "betrübte Gesichter, elende Häuser und erbärmliche Hütten ..." (J. BAGGESEN in 1985, S. 226).

**Hunger und Elend** gab es **vielerorts** jedenfalls für den besitzenden Bauern **nicht**. Technik, die noch nicht erfunden war, gab es nirgendwo - eine manchmal vergessene Platiude. Und dann konnte sich neue Technik nicht ruckartig durchsetzen. Man lebte anders, auch mit Gesang und Dorftanz. Jedes Naserümpfen sollte mit Vorsicht einsetzen. In der Schweiz von Stäfa über dem Vierwaldstätter See heißt in nachgelassenen Aufzeichnungen von GOETHEs von der Schweizreise 1797 (1978, S. 453): "... hinter dem Hausgarten und Weingarten des Nachbarn ... ununterbrochene Wiesen, dicht mit Fruchtbäumen besetzt, bis an den See hinunter. ... sieht man hier vor Augen, den höchsten Grad von Kultur, mit einer gewissen mäßigen Wohlhabenheit. Man kann wohl sagen: es ist keine Hütte hier am Ort, alles Häuser und meist große Gebäude, die aber anzeigen, daß ein Landwirt darinnen wohnt." Auch in den Berichten von seinen Reisen bis in die Sächisch-Böhmische Schweiz wird von dem dänsichen Dichter ANDERSEN (in 1984) und dann in den Gemälden von LUDWIG RICHTER wird von einem eher fröhlichen Landleben berichtet. **Anders** war es bei ANDERSEN mit dem 'Mädchen mit den

Schwefelhölzern' in der Stadt.

Das Dorf war trotz Umgestaltungen noch in der Mitte des 19. Jh. vielerorts weitgehend **autark**. Auf dem Bauernhof wurden die Nahrungsmittel und ein Großteil der sonst benötigten Güter selbst erzeugt. Der 1846 geborene Philosoph FRIEDRICH PAULSEN (1910, S. 37) kannte das noch von seinem an der Küste von Westschleswig gelegenen Vaterhaus: "... erzeugte das Haus in einer unendlichen Fülle komplizierter Tätigkeiten fast alle Güter, die darin gebraucht und verzehrt wurden." Erzeugt wurden die Fasern, diese gesponnen und auch gefärbt. Der Anatom WALDEYER-HARTZ aus Westfalen hatte noch in der Mitte des 19. Jh. erlebt, wie seine Mutter "jede freie Zeit an ihrem Spinnrade saß und das Rädchen unermüdlich schnurren ließ" (1920, S. 21). Selbst hergestellt aus Tierfetten unter Zuhilfenahme von Asche die Seife. Bauern, ob reicher oder arm, waren auf viel Selbstversorgung angewiesen und namentlich in Kriegszeiten waren es die Städter auch. Und es traf nicht nur auf Ostpreußen (H. PÖLKING 2013, S. 281) zu, daß man als nicht ganz arm als haltbare **konservierte Vorräte** Geräuschertes, eine Tonne mit Salzheringen, ein Sauerkrautfaß, einen Topf mit Pflaumenmus, mehrere Säcke mit Mehl im Haus und in Gruben am Haus weniger haltbar Kartoffeln, Möhren, Rote Rübe, Runkelrüben und Steckrüben aufbewahrte. Selbst in kleinen Katen wurde im Rauchfang Fleisch geräuchert. Man wußte, daß Heizen mit "Kiefernzapfen und Kienholz" dem Rauch "eine besondere Note gab" und das dem Aroma des geräucherten Fleisches zugute kam (zit. bei H- PÖLKING 2013, 338). Zum **Kühlen** in der warmen Jahreszeit wurde mit Stroh zugedecktes Eis im Keller gestapelt (S. 341). **Wasser** holte man aus Plumpen, aber das ebenso in vielen Städten. Plumpsklos gab es vielerorts auch in Deutschland noch nach 1945.

Die Bedingungen in den **Dörfern der Welt** sind bis heute **unterschiedlich**. Länder wie **Ungarn, Bulgarien, Rumänien** hatten gewiß manches mehr **aufzuholen**. Aber so lange zurück sah es in vielen deutschen Dörfern nicht anders aus.

In den mit besseren Böden ausgestatteten Regionen war das Dorfleben nicht unbedingt nur primitiv, gab es glückliche Kindheiten mit viel Aufenthalt im Freien und nicht nur Arbeit, zogen sich, wie der Geograph RATZEL in seinen Erinnerungen (1905, S. 72) beschreibt, Alleen von Obstbäumen vom Dorf in die Felder hinaus – und wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jh. vieles davon und von Hecken plattgemacht. In reichen Gegenden, wie dem Gebiet **östlich von Halle** / Saale, erlebte der dort im Dorfe Großkugel 1860 geborene spätere Schulbiologe OTTO SCHMEIL (1986, S. 14) "auf den Höfen durchweg Ordnung und Sauberkeit, Wagen und Ackergeräte hatten ihren bestimmten Platz." In dem reichen Dorfe reihte sich längs der Dorfstraße "ein Bauerngut an das andere", und fast alle besaßen "einen weiten Hof, dessen Umfassung von dem Wohnhaus, der Scheune, den Ställen und da, wo



Abbildung 1568: Wasser/b. Tokaj, Ungarn 1961.

Gebäude fehlen, von einer Mauer mit einem Tor gebildet wird", jedes Besitztum also "völlig abgeschlossen", in der "fränkisch-thüringischen Bauweise."

So mit geschlossenen Gehöften war es etwa auf der Ostsee-Insel Rügen allerdings nicht. **Mecklenburg** mit seinen großen Gutswirtschaften und den Pächtern wird unterschiedlich beurteilt, oft geschmäht. Die Herrschaft der Gutsbesitzer Mecklenburgs war auch nach 1849 wieder hergestellt worden. "Wie vordem tagte im Herbst abwechselnd in Sternberg oder Malchin der aus zwei Korps bestehende Landtag. Die etwa 700 Rittergutsbesitzer bildeten das Korps der Ritterschaft, die Vertreter von 47 Landstädten und den Seestädten Rostock und Wismar das Korps der Landschaft. Ohne Bewilligung des Landtages durfte der Landesherr keine Steuern ausschreiben und kein Gesetz erlassen, das den Privilegien Abbruch tat" (F. TRENDELENBURG 1924, S. 257). Sogar Prügelstrafe war wieder möglich. Aber, so sah es zu dieser Zeit der aus Rostock öfters über Land gerufene Mediziner FRIEDRICH TRENDELENBURG (S. 275): "Das patriarchalische Regiment des Gutsherren war mit wenigen Ausnahmen ein fürsorgliches und wohlwollendes. Die Tagelöhner und ihre Familien mußten sich vielfach mit ärmlichen Wohnungen in den strohgedeckten Katen zufriedengeben, im übrigen litten sie keine Not, und in Krankheitsfällen fehlte es nicht an persönlicher Anteilnahme und Hilfe." Das wäre also noch keine 'Dritte Welt" des 20. Jh.?

Aus ärmeren Regionen, schon nördlich des Thüringer Waldes, kamen zur **Getrei-**



Abbildung 1569: Kate bedeutete nicht obdachlos: Mueß.



Abbildung 1570: Dorchläuchting-Brunnen Neubrandenburg. 1960.



Abbildung 1571: Butterstampfen. N-Ungarn.

**deernte** nach dem fruchtbaren Gebiet bei Halle **Helfer**, die, tagelang zu Fuß unterwegs, eine Schubkarre mit einer Holztruhe, "Lade" darauf und Wäsche in ihr vor sich herschoben, und obenauf lag die zur Erntehilfe nötigen Sense (O. SCHMEIL 1986, S. 24).

Frisch gut schmeckendes und dann härter werdendes **rundes Brot** kam unter Aufsicht der Hausfrau aus den eigenen, meist mit Stroh gefeuerten **Backöfen** (O. SCHMEIL 1986, S. 26). Auch **Butter** wurde auf dem Hofe hergestellt, aus dem fetthaltigen Teil der Milch, **dem Rahm**, der sich beim Stehenlassen der Milch von selbst oben absetzt und dann in Bewegung gesetzt wird, 'gestampft', und dabei zusammenfockt, sich verfestigt. Abgesondert bliebt übrig die Buttermilch, mit einem Milchfettgegalt von weniger als 1% (Internet 2019). Das Butter"er"-**stampfen** war ebenso wie vieles auf dem Hofe Schwerarbeit und die Sängerin LEIDER (1981, S. 22) erlebte als Kind in der Lausitz um 1900: "Ich sehe meine Tante am Butterfaß sitzen, um nach stundenlangem Auf- und Abbewegen des Stampfers von dem behutsam abgeschöpften Rahm ein Stückchen Butter zu gewinnen."

Mit der Zentrifuge, in der Molkerei, ab 1880, konnten größere Buttermengen weniger aufwendig erzeugt werden.

**Käse**, in Tongefäßen der frühen Jungsteinzeit, 5500 - 4000 v. Chr., in Kujawien schon nachgewiesen, kommt **aus verdickter Milch**. und die Verdickung geschieht durch das in **Kälbermägen** oder den Mägen anderer Wiederkäuer gewonnene **Lab**



Abbildung 1572: A. HAZELIUS. Stockholm, Skansen.

(YouTube Videos, Wikipedia u. a. 2019). Dieses Lab spaltet das Milcheiweiß Kasein und die Milch gerinnt. Kälber und andere sehr junge Wiederkäuer mußten also früh zur Gewinnung ihrer Mägen geschlachtet werden. Das geschieht auf Almen und auf Bauernhöfen bis heute. Heute können auch Mikroben für die Labgewinnung dienen. Die Haut der Käsestücke muß noch gefestigt werden, etwa durch Einstreichen mit Salz, **Quark** entsteht aus ausgefälltem, geronnenen Milcheiweiß, sicher bekannt seit1500, aber, gemäß einer Beschreibung von TACITUS, wohl auch den Germanen bekannt (Wikipedia 2019).

Mit dem Verschwinden der alten Dorfwirtschaft und dem Ersetzen der alten Bauernhäuser durch Neubauten ging eine ältere Kultur, die des autarken Dorfes, zugrunde. Der schwedische Philologe und Ethnograph ARTUR HAZELIUS ließ **1891** für eine zunächst nur zetilich begrenzt gedachte Ausstellung alte Dorfhäuser aus Schweden im Stockholmer Stadtteil Skansen zusammentragen, also an ihren Orten abzubauen und in Skansen neu errichten. Das große Interesse gab Anlaß, das zu einer Dauereinrichtung zu machen. Seitdem wurden in zahlreichen Ländern und auch in Deutschland zahlreiche **Dorf-oder Freilicht-Museen** eingerichtet. Auch die einstige Haushaltführung, die technischen Einrichtungen werden hier vorgeführt.

Wo es möglich war, wurden alte Dorfhäuser auch an Ort und Stelle belassen und werden museal betreut. **Denkmalschutz** gilt aber auch für zahlreich noch bewohnte Dorfhäuser. Auch ganze **Dorfbilder** sollen erhalten bleiben, und Vereini-



Abbildung 1573: Bauernhaus bei Schönberg / Meckl. 1978.



Abbildung 1574: Dorfmuseum Klockenhagen: Wohnhaus.

gungen wie 'Sächsischer Heimatschutz' wirkten mit.

In Deutschland blieb das **Bild der Bauernhäuser** ungeachtet aller Neuerungen noch lange vielerorts erhalten, oft bis heute, und dann oft unter Denkmalschutz. Neben ärmlichen **Katen** in Mecklenburg gab es die geschlossenen 4(3-)- Seiten-**Höfe** in vielen Teilen Sachsens, Thüringens und Mitteldeutschlands: Etwa: Das hinten liegende langgestreckte Haupthaus, rechtwinklig darangelehnt die Scheune, gegenüber der Schuppen, nach der Straße der Torbau (so O. E. SCHMIDT 1928, S. 59). Im Vogtland etwa bedauerte O. E. SCHMIDT (1928, S. 59) die vor allem im 20. Jh. zunehmende Aufgabe solcher Höfe und die Arbeitsaufnahme in oft weit entfernteren Fabriken. 1928 (S. 60) heißt es bei SCHMIDT, der sich im Vogtland auskannte: "Die entlegensten Walddörfer sind Heimarbeiterdörfer geworden, de-



Abbildung 1575: Dorfmuseum Klockenhagen: Backhaus.



Abbildung 1576: Dorfmuseum Cloppenburg, für Niedersachsen.



Abbildung 1577: Fränkischer Fachwerkstil, Rohr.



Abbildung 1578: Taubenhaus. Museum Landwüst/Vogtl..



Abbildung 1579: Bauernhaus Obererzgebirge 1975.



Abbildung 1580: Landwirt im Obererzgebirge 1965.

ren Insassen meist nur nebenher noch etwas Wiesenwirtschaft treiben." Aber auch anderswo gab es Kleinwirtschaften, in denen sehr bescheiden gelebt werden mußte und auf dem Markt in Torgau sah SCHMIDT (1928, S. 220) neben größeren Ständen "... die oft rührenden Gestalten der Kleinbäuerinnen, für die ein einziger Tragkorb ausreicht, die der kleinen Wirtschaft entbehrliche Menge von Butter, Käse, Eiern od Obst, vielleicht auch nur ein paar Gerichte Pilze und Fliederbeeren auf den Markt zu bringen." In den Hochlagen des Erzgebirges sieht man die Anpassung an die dortigen Bedingungen.

Für Deutschland wurden die Jahre 1850 bis 1875 einmal als die "glücklichsten" für die Landwirtschaft bezeichnet (K. STEINBRÜCK 1928, S. 42). Bessere Verkehrsverhältnisse erlaubten die Erschließung neuer Märkte wie ebenso den billigen Bezug von Dünger und Futtermitteln. Der dann ausgebaute Weltverkehr aber brachte die Einfuhr von billigerem Getreide aus Nordamerika und Argentinien, von wo auch Fleisch eingeführt wurde. Die Getreidepreise sanken bis auf einen Tiefstand 1894, und ebenso sanken die Wollpreise wegen der sich ausdehnenden Schafhaltung in etwa Australien und Südafrika und deren dadurch möglich Wollexporte. Im Deutschen Reich wurde schon seit 1879 mit einer Schutzzollpolitik geantwortet, das bis heute bestehende Problem zwischen den Interessen von Produzenten und Kunden.

Für einen Landwirtschaftwissenschaftler wie MAX MAERCKER galt, wie M. DELBRÜCK (**1902**, S. 4465) im Nachruf für MAERCKER schrieb, aber das Ziel, **"Deutschland unabhängig zu machen in seiner Ernährung von dem Ausland**" (fett nicht im Original), denn man fürchtete das 'Ausland'. Das sah er als Patriot und patriotisch zu sein, das war um 1900 und davor Gesinnung gerade vieler 'Gebildeter' und davon erfaßt, leistete ein Mann wie MAERCKER großartige Arbeit. Mit manchem Neid schaute man nach einer USA-Reise 1893 auf dort finanziell großartig unterstützte Einrichtungen (S. 4460 ff.)

Die Neuerungen in der Landwirtschaft betrafen weiterhin verschiedene Bereiche (H. MOTTEK 1976, II, S. 207 ff.).

Neben der Intensivierung der schon genutzten Flächen wurden immer wieder auch **weitere Flächen** erschlossen. Im Deutschen Reich in der Fläche von vor 1919 waren um 1800 etwa ein Drittel der Gesamtfläche Ackerland, um 1900 waren es etwa 48% (G. E. GRAF 1939, S. 81).

Nicht nur in Deutschland gab es mehrfach die **Ablösung von Ackerland-Nutzung für anderes als die Nahrungsmittel-Produktion**: Ersatz der Rasenbleiche durch die Chlor-Bleiche, Wegfall der technischen Kulturen wie Waid infolge chemischer Industrie, Ersatz der Pferde durch den Benzin-/Diesel-Motor. Vielfach und bis in die neueste Zeit wurde dies auch **wieder rückgängig** gemacht.

## Landwirtschaft anderswo als in Deutschland

Von **England und Schottland** war manches an Fortschritten in der Landwirtschaft ausgegangen. Die Industriellen wollten niedrige Getreide- und damit geringe Brotpreise im Interesse der Niedrighaltung der Löhne ihrer Arbeiter. Aber in den 1840er-Jahren gab es Mißernten, gab es namentlich in Irland Hunger. Es sollte wegen steigender Getreidepreise im Inland Getreide von auswärts eingeführt werden (A. DESMOND et al. 1994, S. 381). Ihre Vertreter im Parlament sorgten nach jahrelangen Debatten **1846** für die **Aufhebung**, der "Korngesetze", der **"Corn Laws"**, welche importiertes Getreide zum Schutz der einheimischen Agrarproduzenten mit Schutzzöllen belegt hatte. Nunmehr konnte billiges Getreide von anderswoher, auch dem weiterhin von Schutzzöllen umgebenen Deutschland, nach Großbritannien kommen, wenn nicht britisches Getreide einen gewissen Preis unterschritt. In dem dann folgende Abbau der eigenen britischen Landwirtschaft hungerten auch Landwirtschaftsarbeiter, attakierten Farmer und Mühlen, zerstörten Dreschmaschinen (J. BLACK 1996). Großbritannien führte vor, wie ein industrialisiertes Land einfach auf Landwirtschaft verzichtet. Das Land war weithin frei für Fuchsjagden und weite Parkanlagen. In den 1890er-Jahren betrug **von der Arbeitsleistung** in Großbritannien der Anteil an **Arbeit in der Landwirtschaft 10,4%**, bei 40,3% in Frankreich (S. 246).

Beneidenswert erschien die Landwirtschaft und der Gartenbau im südlichen Italien **um Neapel**, jedenfalls wie F. LEWALD (1983, S. 312)von 1846 schrieb: "Die Gärten bringen in jedem Jahr acht Ernten, in besonders günstigen Jahren zwölf hervor. In den Weizenfeldern, die in der Mitte des Mai der Sichel entgegenreifen, standen Maulbeerbäume, dem Weinstock zur Stütze dienend, ...Hat man den Weizen gemäht, so sät man ein zweites Getreide und endlich nach diesem Flachs oder Hanf. ... der Mais kommt erst in den heißesten Monaten zu Reife."

Von den wegen ihrer Malaria-Gefahr später immer wieder zur Trockenlegung vorgesehenen **Pontinischen Sümpfe** südwestlich Rom heißt es (F. LEWALD 1983, s. 310): "Möglich, daß sie im Hochsommer öde und verbrannt aussehen, im Frühling gleichen sie vollkommen unsern nordischen Marschländern, nur daß in den Sümpfen die Vegetation viel kräftiger ist als in jenen. Es sind unabsehbare Wiesen, von Kanälen durchschnitten, welche von Baumalleen eingefaßt werden. Große Herden von Rindvieh weiden allerorten, in den Kanälen halten sich zahlreiche Büffel auf ... Von menschlichen Wohnungen sieht man nur das nomadenhafte Bretterhaus der Hirten oder den langen, langen Kahn, der von Menschen auf den Kanälen fortgezogen wird."

Die **USA** dehnten ihre Ackerflächen immer **weiter nach dem Westen** aus und wollten Siedler nachrücken lassen auf die von Indianern bewohnte Ländereien. Des-

halb wurden, selbstverständlich vertraglich (!) abgesichert, ohne Mitbestimmung des einzelnen, östlich des Mississippi wohnende Indianerstämme, gegen 40.000 Personen, unter Mitnahme ihrer beweglich Habe und unter militärischer Bewachung 1838/1839 in die Lande westlich des Mississippi nach Oklahoma umgesiedelt. "Lebensraumerweiterung made in USA". Der Führer der umgesiedelten Cherokesen war der eher als Schotte anzusehende JOHN ROSS (E. E. D. 1963), der dann im neuen Land ein herrschaftliches Anwesen mit zahlreiche Sklaven bewirtschaftete.

Die Landwirtschaft der USA zeichnete sich dann besonders durch ihre **Technisierung**, ihre Landmaschinen aus, wovon noch die Rede sein soll. Im USA-Staat Connecticut wurde 1875 die erste staatliche landwirtschaftliche Station eingerichtet, wurde 1877 nach New Haven verlegt.

Im **Süden der USA** bestand bis zum Sezessionskrieg unangefochten die auf Sklavenarbeit beruhende **Plantagenwirtschaft**, für Baumwolle und Zucker. Die reichen Plantagenbesitzer wohnten in bis heute teilweise erhaltenen schönen Villen, umgeben von schon südlichem Grün. Nicht alle hat der "Wind verweht". Nach ihrer "Befreiung" mußten die bisherigen Sklaven ihren eigenen Weg gehen. viele waren nun Landarbeiter dort, wo sie vorher Sklaven waren. Aber freie Bürger genießen Gesetzesschutz. Manche wurden wie in etlichen Fällen im Norden auch vorher selbst Farmer. Es hat der Sohn eines schwarzen Sklaven, GEORGE WASHINGTON CARVER (H. T. TINKETT 1974) die Lage gerade auch der schwarzen Farmer durch Verbeserungen und Entdeckungen manche Hilfe gebracht. Nachdem CARVER auf seinem Bildungsweg wegen seiner Rasse auf manchen Widerstände gestoßen war, konnte der begabte und lebenslang in großer Bescheidenheit lebende Mann eine führende Anstellung am Tuskegee Institute in Alabama einnehmen. Die Monokultur mit Baumwolle hatte den Boden erschöpft. Ein Schädling, eine die Samenkapseln zerstörende Raupe, bedrohte die Baumwolle. CARVER sorgte, unter anderem durch Beratung mittels einer fahrbaren "Schule", daß auch andere Feldfrüchte, so Erdnuß und Süßkartoffel, angebaut wurden. Die Abnahme der hier neu eingeführten Früchte fand auf dem Markt nicht die erforderliche Abnahme. CARVER erfand, wie aus diesen Früchten zahlreiche Produkte hergestellt werden konnten, weitere Lebensmittel wie technische Produkte, Tinte wie Gummi. Bis zu 323 Produkte wurden bei der Erdnuß wenigstens getestet. FORD wie EDISON suchten die Zusammenarbeit mit ihm, der seine Arbeitststelle nicht wechseln wollte. Landwirtschaftsreformer aus reinem Herzen gab es also noch immer. Hohe Ehrungen blieben nicht aus.

Ein Land wie **Argentinien** (D. ROCK 1987) mit seinen weiten Grasflächen setzte stark auf **Vieh** und von ihm gewonnene Produkte. Mit dem Krimkrieg und dem zeitweiligen Ausfall Rußlands und dann dem Sezessionskrieg in den USA konnte

das Land den Export von Häuten und dann von **Wolle** steigern. Um 1852 kamen auf 1 Einwohner Argentiniens 7 Schafe. In den 1880-er-Jahren galt Argentinien als das Land der Erde mit den meisten Schafen, auch wenn der Preis für Wolle nach dem Ende des US-amerikanischen Bürgerkrieges fiel. Argentinien wurde dann auch Weizen-Exportland.

Mit der **Kältetechnik** konnten auch **verderbliche Nahrungsgüter transportiert** werden, also Fleisch, das bisher aus Südamerika nur als eingedickter Fleischextrakt oder Konserve ausgeführt werden konnte. Es entstand ein **erdweites Agrarsystem** (J. BLACK 1996, S. 193).

Um die Nahrungsmittel-Versorgung zu sichern hat man gegenüber der Landflucht , ja der Auswanderung, namentlich auch der einfachen Arbeiter, der Knechte, auch zu Zwangsmaßnahmen gegriffen, wie STALIN um 1930 in der Ukraine. Die Folge bei STALIN war infolge der Protesthaltung der Bauern Hungersnot. Damals, als Nordamerika auf die Technik setzen.konnte und in der Sowjetunion die Traktorenproduktion erst einsetzte.

Zu Anfang des 21. Jh. werden mehr als 1,5 Milliarden Hektar der Erdoberfläche landwirtschaftlich genutzt. Zwei Drittel davon sind Weideland (K. HAHLBROCK 2009). Weit über 6 Milliarden Menschen stehen um 2010 über 20 Milliarden Nutztiere gegenüber.

Und wenn das Erdöl unerschwinglich wird? Und Biogas nicht ausreicht? Der Maulesel hat vielleicht noch nicht ausgedient? Wirkliches Elend ist Hunger und keine Kleidung! Und kein Zugang zu irgendwelcher Kultur, und sei es die Dorfband!

## Einige technische und wissenschaftliche Neuerungen für die Landwirtschaft im 19. Jahrhundert - teilweise Erkenntnisse aus den landwirtschaftlichen Forschungsstationen und Instituten

### Landwirtschaftsprodukte in industrielle Verarbeitung

Bisher wurden die Erzeugnisse der Äcker und der Haustiere wie die Haustiere von den Landwirten selbst verwertet und von ihnen **für die Endverbraucher** auf den Markt gebracht. Mit **Maschinen und Kunstdünger** und anderem**, von der Industrie** bezogen, **verlor das Dorf seine Autarkie**. Der Industrie-ähnliche Betrieben auf dem Dorfe entstanden für Alkoholika aus Getreide oder Kartoffeln. In der zweiten Hälfte des 19. Jh. wurden etwa in Deutschland **für** etliche Landwirtschaftsprodukte dorf-ferne Betriebe, gar **Industrien zugeschaltet**, um



Abbildung 1581: Schloß Poppelsdorf bei Bonn.

Erzeugnisse für Endverbraucher zu gewinnen (K. FUCHS 1999). Das entwickelte sich neben Spiritus für die Nahrungsmittel Zucker, Butter, Käse und die auch anderweitig als zu Nahrung verwendbare Stärke. **Molkereien** für Milchverwertung und **Schlachthof** statt Hausschlachtung traten an. Das kam nicht überall sofort, und auch im 21. Jh. wird gern auf dem Markt gekauft, wo Gärtner und Landwirte ihre Produkte anbieten.

## Landwirtschaftliche Ausbildung - Forschungsstationen - Deutschland

Nach dem Vorbild Möglin wurden für die Ausbildung der Landwirte in Deutschland weitere **landwirtschaftliche Akademien** eingerichtet, manche in der Nähe von Universitäten, so die landwirtschaftlichen Akademie in **Eldena** bei Greifswald - diese unter unter FRANZ JOSEPH SCHULZE, Waldau bei Konigsberg, Schloß **Poppelsdorf** bei Bonn, **Weende** bei Hannover, universitätsferner waren **Proskau** bei Oppeln und Regenwalde. In Sachsen bestand die Land - und Forstwissenschaftliche Lehranstalt in **Tharandt.** Ein von SCHULZE inauguriertes landwirtschaftliche Institut gab es an der Universität **Jena,** die einzige landwirtschaftliche Akademie an einer deutschen Universität (W. BÖHM 1984, S. 228) In Bayern gab es das Landwirtschaftsinstitut in **Weihenstephan.**

Ab 1837 gab es die jährlichen **Wanderversammlungen deutscher Land - und Forstwirte**. Im Jahre 1885 wurde nach dem Vorbild der englischen "Agricultural Society" die "Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft" gegründet.

Es waren die **Naturwissenschaften** und unter ihnen vor allem die **Chemie**, von denen man Fortschritte erhoffte (E. WOLFF 1854). LIEBIGs Mineraldünger hatten schon beispielgebend gewirkt. Aber auch an der Methodik natuwissenschaftlicher Forschung konnten sich die wissenschaftlich tätigen Landwirte und Landwirtschaftswissenschaftler orientieren.

Landwirtschaftswissenschaft verlangte viel Tatsachenüberprüfung. Topfversuche konnten unter weitaus mehr kontrollierten Bedingungen als beim Anbau auf dem Acker durchgeführt werden. Aber, wie LIEBSCHER in Weende in einer Denkschrift darlegte, erfordern viele Fragen, "welche mit Pflanzenpflege, Bodenbearbeitung etc. zusammenhängen" **Feldversuche**, etwa vergleichende bei unterschiedlicher Düngung oder verschiedener Fruchtfolge. Fragen der Viehhaltung verlangten etwa langdauernde **Fütterungsversuche.** An den landwirtschaftlichen Versuchsstationen wurde durchaus auch Neues entdeckt.

Die vielfach als Vorbild diendende englische **Rothamsted Experimental Station** entstand **1843**, auf dem 1822 von Sir JOHN BENNET LAWES ererbten Gute. Ihm verband sich 1843 der Chemiker HENRY GILBERT, 1884 bis 1890 Professor in Oxford. Eine erste **landwirtschaftliche Versuchsstation** in Deutschland wurde auf besondere Inititiative und durch finanzielle Unterstützung des Gutsbesitzers CRUSIUS im Januar 1851 in **Möckern** bei Leipzig eingerichtet und unter die Leitung des vorher in Hohenheim gewesenen von EMIL WOLFF, bald 'von' WOLFF, gestellt (O. KELLNER 1897). Es folgten die landwirtschaftlichen Versuchsstationen 1857 in **Dahme** in der südlichen Mark Brandenburg, 1882 in **Bernburg** für das Herzogtum Bernburg. Am 1. Januar 1871 gründete der Landwirtschaftliche Provinzialverein für Westfalen und Lippe die Landwirtschaftliche Versuchsstation in **Münster** in Westfalen, die unter die Leitung von J. KÖNIG kam (W. SUTHOFF 1930).

Als etwa die Chemie wichtige Grundlagenwissenschaft auch für die Landwirte geworden war, wurde gefordert, Landwirte an Universitäten auszubilden, hier, wo die naturwissenschaftlichen Fächer nun ausreichend vertreten waren. Nach LIEBIGs Meinung, vorgetragen vor allen in 2 öffentlichen Reden am 26. März und 28. November 1861 in München (W. BÖHM 1984, S. 227), sollten nicht Praxisrezepte, sondern Einsicht in die Zusammenhänge den Landwirt leiten, ihn zu schöpferischer Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen befähigen, und das konnte unter Einbeziehung der naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer nur an Unversitäten geschehen. In Württemberg gab es ohnehin seit 1818 die landwirtschaftliche Hochschule in **Hohenheim**. In Preußen wurde 1862 an der **Universität Halle** für den aus der Praxis kommenden und durch eigene Forschungen hervorgetretenen JULIUS KÜHN die erste Professur für Landwirtschafswissenschaften des Landes eingerichtet, das Institut 1863 eröffnet.. Sein Schüler ERICH TSCHERMAK (1958, S.

28) erinnerte sich, wenn auch merkwürdig ausgedrückt, daß KÜHN "wie selten einer verstand, wie ein Magnet junge Landwirte aus aller Welt anzuziehen und sie für die Landwirtschaft zu begeistern." Am 15. Mai 1872 wurde die Landwirtschaftliche Akademie Weende bei Göttingen aufgelöst und unter GUSTAV DRECHSLER (W. BÖHM 1984, S. 229) das Landwirtschaftliche Instiut der **Universität Göttingen** eröffnet. Landwirtschaftliche Insitut Landwirtschaftsprofessuren folgten in Breslau, Kiel, Königsberg und dann weitere.

Verbunden waren die Universitätsinstitute mit Versuchsgütern, oft jene der ehemaligen landwirtschaftlichen Akademien, so für Göttingen Weende.

Zu diesen Einrichtungen traten Versuchs- und Untersuchungsstationen für einzelne Kulturpflanzen, so die 'Kartoffelculturstation' in Berlin, die 'Gersten-Culturstation' in Berlin (M. DELBRÜCK 1902, S. 4460), oder ebenfalls in Berlin gab es die 'Versuchsstation des Vereins der Spiritusfabricanten' (S. 4459).

Der Landwirt, der die Erkenntnisse der Agrarbiologie, der Chemie, der Technik einsetzen wollte, mußte ein **gebildeter Landwirt** sein, mußte die landwirtschaftlihen Zeitungen und Zeitschriften und Fachbücher lesen. Um ihn auf dem Dorfe zu halten, mußte er sein Wissen und seine Intelligenz einsetzen dürfen und dadurch Berufsbefriedigung finden. Selbständigfes Entscheiden über die Fruchtfolge, Teilnahme an Viehausstellungen, an Landwirtschaftsmaschinen-Vorführungen und anderes konnten ihm das bieten. Zwangskollektivierung unter Ausschaltung der gebildeten Landwirte hat wohl nirgends einen Erfolg in der Nahrungsmittelsicherung gebracht. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen waren verpflichtet ihre Ergebnisse der Praxis bekanntzugeben.

## Wissenschaften in die Landwirtschaft

Die Landwirtschaft wurde immer mehr von Wissenschaften wie Chemie und Physiologie unterstützt, die auch gefördert wurden, weil etwa um 1840 die Erträge wieder hinter dem Bedarf zurückblieben. Grund dafür waren Pflanzenkrankheiten, namentlich der Kartoffelfäule, jedoch ebenso der jedenfalls mancherorts abnehmende Gehalt des Bodens an den erforderlichen Pflanzennährstoffen. Auch Tierhaltung und Tierdung waren von ausreichend Futterpflanzen abhängig. Auch wenn die bisherigen Machthaber in Deutschland in den Jahren 1848 und 1849 militärisch die Oberhand behielten, war offensichtlich geworden, daß im Interesse des inneren Friedens Ernährungskrisen vermieden werden mußten. Zahlreiche **analytische Verfahren** wurden ausgearbeitet, um möglichst weiträumig die Produkte der Agrarbetriebe zu überprüfen, auch hinsichtlich der Qualität: bei Milch auf den Fettgehalt, bei Zuckerrüben auf den Eiweißgehalt, die Qualität der Weizenkörner

durch Backversuche, gab Kontrolle der Dünge- und Futtermittel, der zum Großanbau zugelassenen Sorten und anderes. Große Verdienste erwarb sich hierbei MAX MAERCKER (M. DELBRÜCK 1902, S. 4458) an der staatlichen Versuchsstation in Halle.

## Weitere Intensivierung in der Landwirtschaft

## Maschinen in die Landwirtschaft - Landwirtschafts-Technik

Maschinen ersetzten Arbeitskräfte. Maschinen wie Dünger und Verarbeitungsprozesse verlangen aber Energie, nach der Zeit der Nutzung etwa von Pferdekraft die von Holz und zunehmend von fossilen Energieträgern. Für manche Leistungen, so bei der weiträumigen Moorkultivierung, wäre menschliche Arbeitskraft allein jedoch überhaupt kaum ausreichend gewesen. Andererseits **ersetzt** höhere Landtechnik, etwa Getreide-Mähdrescher **Arbeitskraft**, aber erhöht nicht die Erträge gegenüber gediegener Handarbeit mit einfachen Geräten. Die Landtechnik etwa in den USA zwang weitere Flächen unter Nutzung. Eine Bauernfamilie in Japan ernährt sich mit Naßfeldreisbau auf durchschnittlich kaum mehr als 2,5 Morgen. Es könnten damit pro Morgen mehr als 10-mal so viele Menschen ernährt werden als auf gleicher Fläche durch die leistungsstärkste Farm in den USA (J. W. HALL 1998). Gartenbauartiger Pflanzenbau schont auch den Boden, den schwere Maschinen verdichten, schont Regenwürmer und überhaupt Bodentiere, man kann Unkraut per Hand beseitigen. Aber wer wollte auf Arbeitsersatz verzichten, wenn es denn möglich wurde und die Produkte gar verbilligte und vor allem für all die nicht in der Landwirtschaft Beschäftigten **Überschuß erzeugt werden mußte**? Es war und blieb ein Problem, Kleinbauern mit Subsistenzwirtschaft zu einer solchen Produktionshöhe zu bringen, daß die wachsenden Städte ernährt werden konnten. Das hieß, den Kleinbauern die Meinung "Für uns reicht's" auch auf bescheidenem Niveau auszureden und ihnen auch durch Angebot von Luxus Arbeitsanregung zu geben.

Neue Geräte und auch Maschinen wurden zuerst vom **Handwerker** auf dem **Dorfe** hergestellt. Nach TULLs Sämaschine (Drillmaschine) von 1701 und weiteren kleineren Maschinen im 18. Jh. entwickelte 1826 der schottische Theologiestudent PATRICK BELL nach Anregung aus antiker Lektüre eine **Mähmaschine**, die in 12 Stunden 4,8 Hektar Getreide aberntete (K. HERRMANN 1996). Gedroschen wurde in Ablösung des Dreschens auf der Tenne zuerst mit der durch zwei im Kreise gehenden Pferden betriebenen "Göpelmaschine", bevor sich die Dampfkraft durchsetzte.



Abbildung 1582: Kartoffelschleuder. 1971.

**Modernere,** natürlich noch lange durch Pferde betriebene **Getreide-Mähmaschinen** wurden in zunehmender Zahl angewandt zuerst in den **USA**, konstruiert vor allem CYRUS HALL MCCORMICK (H. A. K. 1961) **ab 1831**. Ein Verwandter, STEPHEN McCORMICK (H. A. K. 1961) hatte verbesserte Eisenpflüge hergestellt. Der nach Virginia, in das "Walnut Grove" gezogene Vater von CYRUS HALL McCORMICK, ROBERT McCORMICK, konstruierte ab 1800 neben anderen Landwirtschaftsmaschinen erste, noch unvollkommene Erntemaschinen, die der Sohn und dessen Bruder LEANDER JAMES dann verbessert und mit unternehmerischem Geschick in großer Stückzahl erzeugten. Diese Erntemaschinen, gefeiert als eine der größten Erfindungen der Welt, waren nötig für die weiten Getreideflächen der USA, da sie die rasche Ernte bei dem jeweils günstigstem Wetter ermöglichten, wobei in den USA lange vor allem auf vergrößerte Fläche als auf Höchsterträge pro Fläche gesetzt wurde. Die Erntemaschinen stimulierten die Technisierung der Landwirtschaft, schließlich auch in Europa.

Ab der 50er-Jahre des 19. Jh. Jahre wurde in **Deutschland** eine **Landmaschinenindustrie** geschaffen. In Deutschland sind HEINRICH FERDINAND ECKERT in Berlin, RUDOLF SACK in Plagwitz bei Leipzig, HEINRICH LANZ in Mannheim die Gründer bedeutender Firmen. Zuerst produzierten sie vor allem Pflüge (H. HAUSHOFER 1963, O. KEUNE 1952).

**Stationär,** auf dem Feld oder beim Haus, konnten **Dreschmaschinen** sein – und für sie wurde zuerst **Dampfkraft** eingesetzt und wurden so Dreschmaschinen mit die ersten moderneren Landwirtschaftsmaschinen. Noch um 1850 wird berichtet, so von der Ärztin FRANZISKA TIBURTIUS (1923, S. 13), wie damals bis zum Spätherbst oder Wintersanfang" das Getreide ausgedroschen war. "Durch manche Woche hörte man vorher das taktmässige Schlagen der Dreschflegel auf der Scheunendiele; es war eine schwere Arbeit und sie wurde besonders hoch bezahlt -

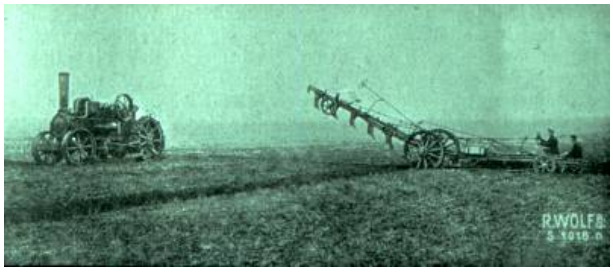


Abbildung 1583: Dampfpflug-Arbeit.

„„", auch mit Korn. Zunehmend verschwand der "Rhythmus des Dreschens" von der Tenne, die "eigentliche "Wintermusik" des Dorfes (O. SCHMEIL 1986). Für das Getreide-Dreschen kam aber das Maschinengeräusch auch ins Dorf. Da mit den Dreschmaschinen, ob angetrieben durch Pferde oder Dampfkraft, das Stroh mehrfach geknickt wurde und so nicht mehr zu Seilen für das Garben-Binden taugte, wurde ein Teil des Roggens, dem Getreide mit den längsten Halmen, noch für die Gewinnung von "Langstroh" noch weiter mit der Hand gedroschen – was bei kleineren Bauern ohnehin lange blieb (O. SCHMEIL 1986).

Der Antrieb der Landwirtschaftsgeräte und Landwirtschaftsmaschinen ansonsten mußte zunächst weiterhin durch Zugtiere geschehen. Die Dampfmaschine war in ihren Ausmessungen groß und wenig transportabel. Im Jahre 1811 trieb in England RICHARD TREVITHICK eine stationäre Dreschmaschine mit Dampfkraft an. Die Drescher rebellierten mit Maschinensturm. **Dampfkraft** für die Bodenbestellung kam durch den im Werk der STEPHENSONs in Newcastle Dampfpflug von JOHN FOWLER und JEREMIAH HEAD, für den 1858 die Royal Agriculturel Society den für eine solche Konstruktion ausgesetzten Preis gab. Nicht wie auch angestrebt wurde eine sich vorwärtsbewegende Lokomobile zog Pflüge, sondern zwischen zwei Dampfmaschinen, die sich koordiniert vorwärtsbewegten, wurde der schwere, mit mehreren Pflugscharen versehen Pflug über den Acker gezogen, einmal in die eine und dann in die andere Richtung. Nur auf ebenen Flächen, auf großen Äckern und damit auf großen Gütern konnte das Dampfpflügen durchgeführt werden. Es hat in Deutschland nie gleichzeitig mehr als 1000 Dampfpflüge gegeben (K. HERRMANN 1996).

Für FOWLER (G. C. B. 1889) in Leeds arbeitete von 1861 bis 1882 der, geboren am 6. Mai 1836, aus Kirchheim am Teck in Württemberg stammende Ingenieur MAX EYTH (u. a. P. GEHRING 1959, C. WEIHE 1936). Die oft von Störungen begleiteten, die **Dampfpflüge** ziehenden Drahtseile verbesserte er zur höheren Anwendungsreife der Dampfpflüge. Dampfpflüge waren rentabel anzuwenden nur auf großen Gütern im ebenen Gelände. EYTH arbeitete für FOWLER am Einsatz



Abbildung 1584: Kipppflug zum Dampfpflügen. Altschwerin.



Abbildung 1585: Dampfpflug-Rest.



Abbildung 1586: Frühe Lanz-Bulldogge, Schwerin.

der Landwirtschaftsmaschinen in Ägypten, hier, wo die Baumwolle auf ebenem Land angebaut wurde und nach dem Bürgerkrieg in den USA es zu einem Baumwollboom kam. Nach einem wirtschaftlichen Zusammenbruch in Ägypten, arbeitete EYTH dann auch in den USA, Belgien, der Türkei, Zentralamerika. Bekannt wurde EYTH auch als Schriftsteller, ja Dichter, zuerst mit Berichten aus seinem Leben als Ingenieur, dann aber nach manchem anderen 1902 mit 'Der Kampf um die Cheopspyramide' und 1906 'Der Schneider von Ulm', über den Schneider BERBLINGER, der das Fliegen probierte und das Schicksal eines zu früh gekommenen und gescheiterten Erfinders erleidet.

In Deutschland setzte WILHELM RIMPAU (H. GEIDEL 2003) 1869 einen Dampfpflug auf der Domäne Schlanstedt im nördlichen Harzvorland ein.

Die kombinierten Mäh- Dreschmaschinen in **Nordamerika** wurden teilweise mit 30 Pferden bespannt.

Der allgemein einsetzbare Antrieb der verschiedensten Landwirtschaftsmaschinen wurde erst mit dem **Benzinmotor**, also nach 1885, gelöst. Der **Traktor**, zuerst in kleinen Abmessungen, gehört im wesentlichen dem 20. Jh. an. Im Jahre 1892 hat JOHN FROELICH im USA-Staat Iowa erstmals einen Verbrennungsmotor auf eine als Schlepper benutzte Maschine gesetzt.

Landmaschinen machten von **Energie abhängig**. **Erdöl** statt Tierkraft. Gegen Lebensmittel kauften die USA namentlich nach 1970 ihr Erdöl, wobei ein **beträchtlicher Teil des eingeführten Erdöls in der Landwirtschaft verwendet** wurde. Werden nun Biokraftstoffe erzeugt, wird ein beträchtlicher Teil auch davon in der Landwirtschaft selbst, auch zur Biokraftstoff-Herstellung verwendet werden müssen. Immerhin wird damit die harte Arbeit von einst ersetzt. Auch

**Bewässerung** aus Stauseen erfordert beim Bau und auch später bei der Unterhaltung der Stauanlagen Energie und viel Arbeit. Auf der Strecke blieb oft der Ressourcenschutz, ob Hecken oder Grundwasser.

Rentabel wurde **der automatisierte Mähdrescher** am Ende des 20. Jh. wegen regionalem Arbeitskräftemangel, hohen Lohnkosten und setzte voraus die Züchtung von **Kurzstroh-Getreide**, das nicht lagert – eine Errungenschaft der neuen Pflanzenzüchung. 1 Person mit einer solchen Getreidevollerntemaschine schafft in einer Stunde 2 Hektar Getreide – mit Verpackung (K. HOHLBROCK 2009). Vorbei die Stoppel-Äcker bei uns im August mit ihren langen Reihen von Getreide-Hocken – ein wohl kaum noch geläufiger Begriff – über den der blaue, vielleicht von weißen Wolken durchzogene Himmel die trocknende Sonne schickt oder Regenwolken Bedenken auslösen und auch der Maler sein Motiv fand.

Landmaschinen und Düngung, auch Schädlingsbekämpfungsmittel ließen ihre sie viel nutzenden Anwender auf größeren Flächen höhere Erträge erwirtschaften und ließ sie i**m Konkurrenzkampf** nach vorn ziehen. In einem vielseitig schaffenden Landwirtschaftsbetrieb gab es schließlich für die verschiedensten Arbeitsgänge Maschinen, wovon manche nur zu wenigen Zeiten im Jahre nötig waren. Ohne Geld konnte man nicht technisieren, aber Technisierung brachte Vorteile gegenüber anderen- Mit Technisierung hoffte viele auch vergeblich Hypotheken abzutragen. In der ersten Hälfte des Jahres 1865 wurden in den USA mehr als 250.000 Mähdrescher gekauft (J. WESSEL et al. 1987). Technisierung der Landwirtschaft mit **Industriegütern machte abhängig**. Gerade in den USA mit ihrer oft großen Marktferne der Farmen zogen die Getreide transportierenden Unternehmen und Handelshäuser den Gewinn so stark an sich, daß viele **Farmer in Armut** lebten und viele wegen Nicht-Erzielbarkeit der Produktionskosten in Schulden kamen, viele ihre Farmen vor allem außerhalb von Kriegszeiten namentlich auch im 20. Jh. aufgeben mußten (J. WESSEL et al. 1987).

Ein weiterer großer Aufschwung die Mechanisierung der Landwirtschaft kam nach dem Zweiten Weltkrieg.

## Düngung

Brachbebauung, Bodenbearbeitung, Düngung mit Mergel ergaben höhere Erträge auf dem Acker. Aber wurde nur Mergel gedüngt, sanken die Erträge bald wieder. Die mehr Erträge gebenden Pflanzen entnahmen dem Boden mehr von den nicht im Mergel enthaltenen Nährstoffen, was den Boden erschöpfte. Mergeldüngung wirkte wie eine "Peitsche, mit der man das letzte, was der Acker hat, herausholen kann" (MAERCKER 1899), aber dann sackte der Ertrag ab, war der Acker

"ausgemergelt". In der Mitte des 19. Jh. war die Versorgung der Böden mit den erforderlichen Pflanzennährstoffen zum Schlüssel, zum Hauptkettenglied der weiteren Ertragssteigerung geworden (P. BORSCHEID 1976, E. WELTE 1968), und von sachgerechter Düngung hing auch die Kultivierung bisher ungenutzter Böden, der Sandböden und Moore ab. Zu überwinden war die THAERsche "Humus-Theorie", nach der sich die Pflanze von den zersetzenden organischen Stoffen, dem Humus, direkt ernähren. LIEBIG hat dann die Lehre von den Mineraldüngern ausgebaut (s. Chemie). Was die Pflanzen an Mineralstoffen benötigen suchte man zu ermitteln etwa durch **Aschenanalysen** der geernteten Pflanzen. Und "In einer reichlichen Rübenernte ist an Kali die enorme Quantität von 250 Kil. enthalten, 5 Mal mehr als in dem Ertrage einer Halmfrucht" und auch Klee und Kartoffeln übertreffen die Kalimenge der Halmfrüchte um 2-bis 3-mal (E. WOLFF 1854, S. 473). Humusreiche Bodenarten wie der 'Tschornasem' betötigen keinen Dünger (S. 474). Schon 1848 hatte EMIL WOLFF, noch 'Lehrer der Naturwissenschaften an der landwirthschaftlichen Lehranstalt zu Brösa in Sachsen', an der Roßkastanie die in den verschiedenen, "ohne Schwierigkeit sich voneinander trennen" lassen Teilen enthaltenden "mineralischen Stoffe" ermittelt und hoffte, "dass, wie überall in der Natur, so auch bei der Ernährung und Entwickelung der Pflanzen mathematisch-einfache Verhältnisse und Gesetze bestehen, deren weitere Feststellung durch fernere Untersuchungen uns immer mehr einer umfassenden und allgemein gültigen Theorie der Pflanzenernährung entgegenführen wird." (S 386),

**Humus** (P. GERMANN 2008) erwies sich gerade auch durch spätere Forschungen als unumgänglich: zur Herstellung der nötigen **Bodenstruktur**, als **Nähr"boden" für Mikroben** und unter ihnen befinden sich auch solche, die Luftstickstoff binden. Durch letztere ernährt Humus also wenigstens indirekt die Pflanzen doch. Etwa Rübenblätter und ander Pflanzenreste nicht in den Boden zu bringen, sondern etwa für Treibstoff zu verwerten, ist also vielfach nicht richtig.

## Änderung im Sortiment der Kulturpflanzen und in den Haustier-Rassen

Kulturpflanzen, die auf die Intensivierungsmaßnahmen nicht ausreichend reagieren konnten, wurden **zunehmend ersetzt**, so die Getreide-Arten Einkorn und Emmer, der Dinkel-Anbau verminderte sich. Bei diesen 3 Getreide-Arten blieb im Unterschied zum Weizen beim Ausdrusch die Hülse fest am Korn, was vor dem Mahlen noch die Operation des Schälens oder Gerbens verlangte, auf einem eigenen Mühlgange. Die bisherigen Kulturpflanzen waren zwar ertragsärmer, aber meistens weniger ertragsunsicher, hielten also manches an widrigen Umständen aus. Von dem auf der Schwäbischen Alb angebauten **Einkorn** wurde lobend ge-

sagt (K. GÖRIZ 1841, S. 92), daß es "beliebt" ist "wegen seiner erstaunlichen Genügsamkeit ... gedeiht noch an Stellen und unter Umständen, wo jede andere Halmfrucht zurückschlagen würde, wie auf mageren Bergrücken, bei verspäteter Aussaat" usw. Auch der **Dinkel** kam im Urteil günstig weg, als "genügsamer" gegenüber Weizen "in seinen Anforderungen an den Boden ... genügsamer in der Feldbestellung und den Vorfrüchten, ohne Zweifel auch die Bodenkraft weniger erschöpfend; - ... weniger den Krankheiten und Zufällen ..." ausgeliefert (S. 91). Dinkel verschwand bis heute im Süden nicht. Getreide erzeugte Württemberg um 1840 gemäß GÖRIZ (S. 88) über den Eigen-Bedarf. Auf wenigen der kargen, mit Steinen aus Kalk übersäten Äckern auf der Schwäbischen Alb werden bis ins 20. Jh. **Linsen/*Lens culinaris*** angebaut, als Mischfrucht mit Hafer, an dem sie sich hochranken kann (YouTube Schwäbische Alb, Wikipedia),

Es verschwanden, zunehmend im 20. Jh., auch die **Landsorten**, in den verschiedenen Landschaften im Laufe der Zeit entstandene und dort oft geeignete Sorten. Die Pflanzenzüchtung im 20. Jh. suchte Proben der einheimischen wie auch auswärtigen Landsorten zu sammeln, da solche Sorten eventuell wertvolle Eigenschaften besitzen, die man in die sonst benutzten Sorten einkreuzte, deren Eigenschaften zu verbessern.

Für die angebauten Kulturpflanzen-Arten wurden Hochzuchtsorten entwickelt. In Deutschland begann die **Getreide-Züchtung** beim Roggen 1867 bei WILHELM RIMPAU auf der Domäne Schlanstedt. Noch unbekannt war die **Befruchtungsbiologie der Getreide**. Wie RIMPAU erwies, ist Roggen Fremdbefruchter, Weizen weitgehend Selbstbefruchter. RIMPAU erhielt 1888 auch einen fruchtbaren Artbastard zwischen Roggen und Weizen, wobei auch deutlich wurde, daß wie bei MENDELs Versuchen die erste Bastardgeneration gleich aussah, "uniform" war, bei Kreuzung untereinander jedoch in der zweiten Bastardgeneration eine Spaltung der Merkmale erschien - Hinweise dafür, die Erscheinungen der Vererbung genauer zu untersuchen. Um auch bei reicher, den Ertrag steigender Stickstoffdüngung aufrechte Halme zu sichern, wurde bei **Getreide auf Steifhalmigkeit** gezüchtet (zu MAERCKER bei M. DELBRÜCK 1902, S. 4460).

Die 1510 aus Südamerika nach Spanien gebrachte Kulturpflanze **Sonnenblume**/*Helianthus annuus* wurde im 19. Jh. nun in großen Maße in **Rußland**, den Balkanländern und in der Mittelmeerregion angebaut (S. BICKEL 2012, S. 225).

Die auf der Genetik basierende Pflanzen- und Tier-Züchtung kam im 20. Jh.

Hochzucht - das gab es auch für die Haustiere, begonnen im 18. Jh.

Immer weniger Sorten der Ackerpflanzen und auch Rassen der Haustiere bestimmten die entwickelte Landwirtschaft im fortschreitenden 20. Jh., eine nicht unbe-



Abbildung 1587: Hochzucht.

denkliche Gefahr von Monokultur.

## Zucker aus Zuckerrüben - eine an Industrie gebundene Nahrungspflanze

Industrielle Verarbeitung kam wie in den Tropen beim Zuckerrohr die Herstellung von **Zucker aus** der immer mehr aufkommenden Zuckerrübe. Die **Zuckerrübe** (O. HEINISCH 1949), *Beta vulgaris var. altissima*, wurde eine die **Intensivierung** der **Landwirtschaft** besonders stark repräsentierende Pflanzen. Die Zuckerrübe, nur als Unterart geführt, ist Produkt von Pflanzenzüchtung. Sie wurde gezüchtet, nachweisbar seit dem 18. Jh., aus der weißen Rübe, einer Gemüse- und Futterpflanze. MARGGRAF hatte den Zucker in der Rübe nachgewiesen, ACHARD den Anbau der Zuckerrübe versuchsweise eingeführt, ACHARDs Gutsnachbar in Schlesien MORITZ VON KOPPY (H. JAEGER 1980 b) errichtete die erste für einige Jahre während der Kontinentalsperre der NAPOLEON-Zeit wirtschaftlich erfolgreiche Zuckerfabrik. Züchtung ertragreicherer Zuckerrüben war damit verbunden. Aus 1 Zentner Rüben gewann KOPPY 3,4 Pfund Zucker und 3 Pfunde Sirup. In seiner Fabrik wurden 1810 pro Woche 7 Zentner reiner Zucker erzeugt. Die Fabrik brannte jedoch im Juni 1811 ab. Der Import des nach 1813 wieder aus dem Ausland erhaltenen Zuckers erzwang wegen mangelnder Rentabilität die Einstellung der Produktion. Die Züchtung ging auch utner KOPPYs Sohn weiter. Als einziges europäisches Land baute ein Zeit lang allein Frankreich Zuckerrüben, die "Betterave de Koppy", an. Den Zuckerrüben-Anbau rentabel machte in der Magdeburger Börde MATTHIAS CHRISTIAN RABBETHGE (H. HAHN 1929), der sowohl einen Gutshof pachtete wie entscheidend an einer Zuckerfabrik beteiligt

war. Durch Auslese zuckerreicher Einzelpfanzen konnte RABBETHGE, der 1902 98-jährig starb, den Zuckergehalt beträchtlich steigern. In den Jahren 1836 / 1837 waren zur Gewinnung von 1 Doppelzentner Zucker etwa 18 Doppelzentner Rüben nötig. Aus dieser Menge Rüben wurden 1928 6 - 7 Doppelzentner Zucker erhalten. Witzig wurde einmal bemerkt, daß man nicht erwarten könne, daß eine Zuckerrübe eines Tages nur noch aus Zucker besteht.

In der **Technik für Zuckerrüben**: Sie verlangten gute Bodenbearbeitung, also Maschinen, verlangten Mineraldünger. Die Zuckerrübe ist 2-jährig. Ihre Samen hängen zu mehreren zusammen und lassen sich nicht trennen. Ausgesät wachsen mehrere Rübenpflanzen nebeneinander auf. Durch Rüben'verziehen' müssen viele der jungen Rübenpflanzen ausgejätet werden für Platz nun freistehender Einzelpflanzen. Es mußte der Zucker in eigenständigen Fabriken aus den Rübenschnitzeln gewonnen werden. Weiterhin waren zu beachten die Fruchtfolge, die Beachtung von Schädlingen wie den Rübennematoden, und mußte die Menge der Blätter für die Viehhaltung nutzbar gemacht werden.

Zuckerrübenbau veränderte in ihren Anbaugebieten die Gesamtstruktur der Landwirtschaft. Die **Landschaft** der ohnehin wegen ihrer Flachheit eintönigen **Börde** westlich von Magdeburg bot weithin ein noch einseitigeres Bild durch die bisweilen nahezu endlos wirkenden Zuckerrüben-Felder. Der Psychiater A. E. HOCHE (1935, S. 43) beschrieb aus seinen jüngeren Tagen das Bild um die Bördestadt Egeln: "Die damals seit einige Zeit gebaute Zuckerrübe war mit dem fetten, schwarzen Boden sehr zufrieden; im Winter blieben bei Wegen über Land die Gummischuhe darin stecken. Größere Wälder und Heide gab es nicht; auf den schlammigen Landstraßen sah man im Herbste zwischen den entblätterten Pappeln lange Reihen von Gespannen auf dem Wege zu den Zuckerfabriken, gezogen von mächtigen Paaren belgischer Percherons" - eine Kaltblut-Pferderasse - "deren Muskeln allein diesem klebenden und saugenden Boden gewachsen waren." Und die Zuckerfabriken schickten ihre Dampfwolken in den Himmel. Ein zweites großes Anbaugebiet für Zuckerrüben wurde **Schlesien**.

Bis 1914 wurde die Hälfte des in Deutschland erzeugten Zuckers exportiert. Jenes Deutschland, das ehemals auch Importland für Kolonialzucker war.

## Milch in die Molkereien

Milchverarbeitung nicht mehr auf dem Bauernhof, sondern wie früher schon in Schleswig-Holstein und dem Allgäu in der Meierei/**Molkerei** nahm die **Autarkie des Dorfes zunehmend ab**. Es waren zunehmend hervorragend ausgestatteten **Molkereien** (O. KEUNE 1952) und dort geschah dann auch die **Butter-**

Herstellung. Manches blieb natürlich auch noch lange im Bauernbetrieb und wurde selbsterzeugte Butter auf den Märkten angeboten.

Spezialist für **milchwirtschaftliche Geräte** war etwa die Firma AHLBORN in Hildesheim geworden. Noch bis in neuere Zeit brachten die Einzelbauern eines Dorfes die silbrig glänzenden Milchkannen fortlaufend an Sammelplätze im Dorf, gewöhnlich erhöhte hölzerne Rampen, und Wagen der Molkerei holten die vollen Kannen in die Molkerei im Austausch gegen zurückgebrachten leeren Kannen.

Milch, ihre Bestandteile und deren quantitative Bestimmung, die Verwertung der Milch wurde von darauf spezialisieren Wissenschaftlern untersucht. So durch den in Leipzig studierten und ab 1879 nach einem Aufenthalt in Wien in München wirkenden FRANZ VON SOXHLET (A. SELLA 2007). Von ihm stammt der nach ihm benannte Apparat zur Milchfett-Bestimmung, der Soxhlet extractor. Ab 1886 setzte er sich ein für das **Pasteurisieren** von Milch, was durch einen von ihm stammenden Apparat für Baby-Flaschen, 1891, erleichtert wurde.

Die **Milch** und ihre Verwertung erforschte BENNO MARTINY, dann vor allem WILHELM FLEISCHMANN (G. WIEGNER 1921). Nach Wirkungsstätten etwa in Memmingen, Lindau und Raden in Mecklenburg-Schwerin wurde FLEISCHMANN 1886 Ordinarius in Königsberg und Leiter der Versuchsstation und Lehranstalt für Molkereiwesen in Kleinhof-Tapiau. Ab 1896 bis kurz vor seinen Tod 1919 war FLEISCHMANN Leiter des landwirtschaftlichen Universitätsinstituts in Göttingen. Schon in Raden maß er genau Menge und Fettgehalt der Milch und setzte diese in Beziehung zu Wechseln in der Haltung und Fütterung der Kühe. FLEISCHMANN untersuchte auch chemisch die Milch verschiedener Haustier-Arten.

Milch in länger haltbare Produkte zu verwandeln bringt die Herstellung von **Käse**. Einst nur in Bauernwirtschaften betrieben, etwa in der Schweiz oder überhaupt im Alpenraum. Milchüberschüsse in Ostpreußen im 19. Jh. veranlaßten die Anwerbung von 'Schweizern'. Ihre Erfahrungen mit dem 'Emmentaler Käse' mündeten durch eine Tilsiter Unternehmerfamilie WESTPHAL in den 'Tilsiter' Käse, wobei die Frau mit unbekanntem Vornamen noch vor ihrer Ehe die Erfinderin war (H. PÖLKING 2013, S. 273). Mancher guter Käse wird auch im 21. Jh. noch in bäuerlichen Kleinbetrieben erzeugt, besonders im Alpenraum.

## Vieh in die großen zentralen Schlachthöfe

In Berlin wurden schon im frühen 18. Jh. **Schlachthäuer** eingeführt und in Berlin gab es 1727 drei (allles Wikipedia 2018). Hausschlachtung blieb zunehmend auf

den Dörfern. Namentlich durch VIRCHOWs Engagment wurde in **Berlin 1881** der große städtische Schlachthof in Betrieb genommen. Fleischbeschau hatte der Trichinose vorzubeugen und das wurde bald überall vorgechrieben. In München gab es etwa 800 Schlachtereie, welche das Grundwasser verunreinigten und das beendete erst ein zentraler Schlachthof (D. WUNDDRLICH im Internet 2018). In **Paris** war La Villette das alte Schlachthofviertel (Internet Reiseführer 2018). In den USA gab es einfache Fließbandproduktion im Schlachthof 1845 in Cincinnati, Mit der Erfindung der **Eisenbahnkühlwagen** wurde **Chicago** in den USA zum Zentrum der Fleischproduktion. Im Jahre 1905 wurden hier 17 Millionen Tiere getötet (J. OSTERHAMMEL 2009, S. 340). aber ab 1905 in Fortsetzungen und 1908 als Ganzes klagte UPTON SINCLAIR in seinem Roman 'Der Dschungel' die Arbeitsbedinungen hier und in Konservenfabriken an, was zu Gesetzesänderungen führte.'

## Mehl für Dauerbackwaren in Backwarenfabriken

Aus Mehl wurde nun nicht mehr nur und bevorzugt beim Bäckermeister das Brot und anderes erbacken. Die anderen Mehlprodukte, die schon alten **Dauerbackwaren,** wurden vor allem Produkte großer **Industrie**, gegründet teilweise erst im 20. Jh., also Fabriken für die Makkaroni, Nudeln, den Zwieback, das Knäckebrot, die Kekse. Standorte solcher Betriebe wurden weithin bekannt.

**Makkaroni** beschrieb 1154 IDRISI von Sizilien (Wikipedia 2018). **Nudeln**, italenisch **Pasta**, werden im China der Han-Dynastie 206 - 250 v. Chr,, und auch in der Antike henannt- IDRISI im 12. Jh. beschrieb Fäden aus Weizen von Palermo (Wikipedia 2018). Zweimal gebackenes und damit wasser-armes und so haltbares Brot, **Zwieback**, also 'Zwei-gebackenes', kannte etwa als Gebäck auf Reisen schon die Antike. Im 17. Jh. gab es solches zweimal gebackenes Brot als Feld- und Schffs**zwieback** (Wikpedia 2018). Das **Knäckebrot** kommt aus Schweden, kurz und heiß gebackenes aus Vollkorn. **1927** wurde in Berin-Lichterfelde die **erste Knäckebrot-Fabrik** gegründet, unter WILHELM KRAFT, Dieses Unternehmen wurde 1931 nach Burg, bei Magdeburg, verlegt (Wikipedia 2018).

## Rohstoffe aus der mitteleuropäischen Landwirtschaft: Technische Kulturen und ihr Ersatz

**Technische Kulturen** bei **Pflanzen**, zur Beleuchtung geeignetes Öl liefernde Pflanzen wie Rübsen, Farbpflanzen wie Krapp, Faserpflanzen, wurden zunehmend durch chemische **Substitute** ersetzt, so nicht als Nahrung genutztes Pflanzenöl

durch Petroleum, oder es wurden Rohstoffe wie Wolle oder Indigo nach Deutschland eingeführt. Aber es gab auch Zeiten, daß technische Kulturen wieder hochkamen, wie überhaupt im Laufe der Zeit die angebauten Kulturpflanzen immer einmal wechselten. Die "gelben Rapsfelder sind selten geworden", hieß es 1905 bei RATZEL. Aber am Anfang des 21. Jh. sind ganze Landstriche zur Pfingstzeit leuchtend gelb von Rapsblüten – für Treibstoff-Gewinnung, wiederum ein Wandel in der Kulturpflanzennutzung. Zunächst bedeutete der Ersatz solcher technische Kulturen wie Krapp oder Waid die Erweiterung der Fläche etwa für Nahrungsmittel.

Der Agrarwissenschaftler und Agrarhistoriker RICHARD KRZYMOWSKI (1961) bietet für den **Rückgang** der oft 'Handelsgewächse' genannten technischen Kulturen für Deutschland folgende Zahlen:

**Handelsgewächse aller Art**. 1878 etwa 411.000 ha, 1883 etwa 352.000 ha, 1900 etwa 188.000 ha, 1913 etwa 112.000. Das bedeutet einen Rückgang um rund 3/4 = 72,7%. Für **Rübsen** werden angegeben: 1878 auf etwa 134.000 ha, 1913 etwa 17.000 ha. Drastisch war auch der Rückgang bei **Raps**: 1878 auf etwa 21.000 ha, 1913 auf etwa 600 ha, Für **Hanf** und **Flachs** heißt es: 1878 auf etwa 179.000 ha, 1913 etwa 33.000 ha.

**Flachs** wurde zwar vielfach von Baumwolle ersetzt, aber wurde auch für die Fasergewinnung nicht aufgegeben, nur eben in verringerter Menge. Flachs wurde angebaut in Schlesien, Ober- und Niederlausitz, in Westfalen und eine hervorragende Flachs-Qualität lieferte das sächsische Erzgebirge (R. KRZYMOWSKI 1961), auch in Kurhessen (A. VON LENGERKE 1839, S. 36). 1842 wurde in Hohenheim eine unter WECKHERLIN eine Flachsbreitungsanstalt (K. HERRMANN 1980, S. 205) eingerichtet. Zur Untersuchung stand etwa, daß die belgische Flachsproduktion der deutschen überlegen war

Rohstoffe kamen auch **von Tieren**, namentlich **Textil-Rohstoffe**. Vielfach kamen sie, so die **Schafwolle**, zunehmend aus Übersee, aber wurden ebenso in Mitteleuropa und anderen Gegenden Europas erzeugt. Fast unglaubliche Mengen an **Seide** wurden aus den Kokons der Maulbeerspinner gewonnen und Lyon war ein Hauptort der Seidenweberei. Das Königreich Lombardo-Veneto, in Personelunion mit dem Kaiser in Wien, produzierte 1815 etwa 2,2, Mill. kg Seide, 1841 etwa 3,5 Mill., um 1855 4,4 Mill. (R. HILL 1980, S. 145). Für Piemont-Sardinien werden genannt um 1840 über 400.000 kg, um 1855 etwa 900.000 kg (S. 149).

## Futter für Pferde

Mit dem Benzinotor, allerdings erst im. 20. Jh., konnte die Zahl der Pferde vermindert werden und **sank der Anbau von Pferdefutter**, also namentlich Hafer. Große Mengen von Pferden unterhielt die Armee. Auch noch im Zweiten Weltkrieg. Durch Wegfall von Pferdefutter wegen Abschaffung viele Pferde und Ersatz technischer Kulturen dank der Kohle verwertenden Chemieindustrie konnte die Fläche für Menschennahrung erweitert werden. Und soll das nun mit der zunehmenden Energieverknappung im 21. Jahrhundert mit viel mehr Menschen rückgängig zu machen sein?

## Bodennutzungssysteme in Deutschland - zum Teil übernommene

Wurde auch die **verbesserte Dreifelderwirtschaft** und die **Fruchtwechsekwirtschaft** weithin üblich, gab es auch **andere Bodennutzungssysteme**, die in der anwachsenden Landwirtschaftsliteratur beschrieben werden. Diese besonderen Bodennutzungsysteme wurden und werden bedingt durch die **spezifische Umwelt** und führen vor, wie gerade in der Landwirtschaft nicht alles nach einem Schema gestaltet werden kann.

In mancher **Mittelgebirgsgegend** gab es **Wald-Feld-Wirtschaft**, "Hackwaldwirthschaft", "bei welcher die Holzzucht mit dem Feldbaue verbunden ist, wobei", wie sie J. A. SCHLIPF 1860 (S. 54 / 55) beschrieb, "die Holzzucht der Hauptzweck bleibt." Wie es weiter heißt: "Im Odenwalde ist die gewöhnliche Hackwaldwirtschaft 14jährig ... Im badischen Odenwalde werden die Hackwaldungen nach 18 Jahren im April oder Mai angetrieben, und dann 2 Jahre landwirthschaftlich benützt. Die erste Bestellung geschieht mit dem Buchweizen, auf den dann Winterroggen folgt, der gut gedeiht.

In Württemberg wird im Laufe der neuern Zeit in mehreren Gegenden die Waldfeldwirthschaft betrieben, wo haubare oder schlechte Waldungen kahl abgetrieben, die Stumpen und Wurzeln gerodet, die Flächen 2 - 3 Jahre lang zum Kartoffel - und Roggen - oder Haberbau verpachtet, u. hierauf wieder mit Holzarten angesäet oder ausgepflanzt werden:" Nadelbäume schlagen im Unterscheid zu Laubbäumen aber nicht wieder aus.

Im **Mittelgebirge** blieb Landwirtschaft schwierig.

**Viehzucht** bestimmte viel in der Wirtschaft des **Spreewaldes**, wozu die fruchtbaren Wiesen das nötige und hier **besonders behandelte Heu** lieferten. Man sieht noch heute wie VON KLÖDEN um 1835 (1835, S. 41): das "Heu wird meistens nicht eingefahren, sondern man macht" auf den Wiesen, "eine Unterlage



Abbildung 1588: Landwirtschaft im Mittelgebirge.



Abbildung 1589: Heu bleibt draußen: Spreewald.

einige Ellen über der Erde, durch welche eine Stange gesteckt wird. Um diese und auf die Unterlage wird das Heu in Form eines Zuckerhutes aufgebaut, damit bei ansteigendem Wasser und einer Überschwemmung des Bodens, die häufig eintritt, das Heu nicht leide. Nach der Heuernte stehen viele tausende solcher Schober nebeneinander, und gewähren einen seltsamen Anblick."

Durch Bodenbeareitung und Aufbringen von **Dünger**, natürlichem und künstlichen ,waren die von der Natur her gegebenen Böden zu mehr oder weniger stark veränderten **Kunstböden** geworden. Mancherorts wurde auf stark ausgenutzte Böden oder gar auch auf sandigen oder felsigen Untergrund viel Fremdmaterial aufgetragen und kamen **künstlich geschaffe**, also von Natur aus überhaupt nicht vorhandene **Böden** zustande. Aufgetragen wurde in **Nordwestdeutschland** Heidekraut mitsamt des Bodens, auf dem das Heidekraut wuchs. Das ergab die **Plaggenwirtschaft**. Diese wurde auch eingeführt auf den Flüsse begleitenden, höher gelegenen

Sandstreifen in den Hochmoorgebieten etwa in Ostriesland und Oldenburg und es entstanden die für 'ewigen Roggenbau' genutzten **Eschböden**, die auch mangels ausreichender Viehwirtschaft zumindestens auch geplaggt werden mußten (M. SCHWALB 1953, S. 26). Die Eschäcker liegen nahe dem Dorf, dem Eschdorf, und die 'Esch' umfaßt die Siedlung, die Esch-Äcker, "Grünland, ein breites Umland von Gemeiner Mark" (nach NIEMEIER bei M. SCHWALB 1953, S. 26). Auf den sandigen Böden der **Lüneburger Heide** (W. PETERS 1862, L. RABE 1900) ließ man auf etlichen Flächen Heidekraut wachsen und stach dann die heidekrautbestandene Flächen ab, größere Flächen immer wieder. Diese abgestochenen Stücke, die "**Plaggen**", wurden mit anhängendem Sand als Einstreu in die Ställe gebracht und dann, vollgesaugt mit den Exkrementen der Stalltiere, aus dem Stall zur Düngung auf die Äcker. Der Boden der immer wieder abgeplaggten Flurteile verarmte trotz erneutem Heidekrautwuchs an Nährstoffen und diese Bodenstücke konnten bis zu 'Hungergräsern' und Sanddünen absinken, waren nicht mehr für Landwirtschaft geeignet. Deren Nährstoffe wurden mit den Plaggen der mit den Plaggen belegten Flur zugefügt. Die Erhaltung eines Ackers durch Plaggen verlangte eine mehrfach größere Fläche an Heide als die Ackergröße betrug . Einige Äcker wurden so auf Kosten anderen Landes mit Nährstoffen angereichert, um auf ihnen Ernten zu erzielen. Die Nährstoffe einer größeren Fläche wurden also auf einer kleineren Fläche konzentriert. Es soll in Nordwestdeutschland Gebiete gegeben haben, auf denen "für eine Einheit Ackerland das Dreißigfache an Plaggenmatt erforderlich" gewesen sei (NIEMEIER 1938 und 1939 zitiert bei M. SCHWAB 1953, S. 34), was kaum lange durchzuhalten war. Die durch Plaggen zerstörte Vegetation konnte sich nur langsam wiederherstellen. Die Siedlungsdichte konnte bei Beibehaltung dieser Wirtschaft eine gewisse Größe nicht übersteigen. Das Gewinnen der Plaggen beanspruchte in der Lüneburger Heide etwa die Hälfte der bei dieser Wirtschaftsmethode nötigen Arbeitszeit ein.

**Neue Böden** wurden auch **dem Meer an Küsten abgewonnen, die Kooge**. Am westlichsten Rand Europas, an den Küsten etwa der atlantikgepeitschten Aran-Inseln **westlich** der Hauptinsel **Irland**, häuften und häufen die Bewohner vom Strand **Sand und Tang** in von niedrigen Steinmauern umzäunten Grundstücken und in diesen von Umzäunungen gesäumten Grundstüclen erhalten sie so einen für Kulturgewächse geeigneten Boden. Auf einer Reise nach den **Faröer-Inseln** beobachtete 1828 der Kieler Avokat CARL JULIAN GRABA (1830, S. 73/74) wie in Zeiten ohne Fischfang das bebaute Land "nur mit der Hacke bearbeitet wird, weil kein Pflug auf dem felsigen Land angewandt werden kann" und bei den nur zum Tragen gebrauchten Pferden zwei aus hölzernen Latten vefertigte Kiepen oder auch Körbe über "den Rücken hängen ..., worin der Dünger auf das eingefriedigte Land gebracht, und der Torf von den Mooren zu den Boigdelags beföderte wird" (S. 74). Viel Nahrung lieferten die Seevögel.



Abbildung 1590: Altes irisches Dorfhaus/Aran.

## Melioration, Erschließung wenig ertragreicher oder ungenutzter Böden

Die Erschließung **bisher ungenutzter Böden** war ein Erfolg der intensiven Landwirtschaft.

Sandboden gab niederen Ertrag. Große Moore waren noch teilweise unbesiedelt. **Sandboden-Kultur** betrieb auf dem Sandbodengut Pietzbuhl südlich Burg CARL VON WULFEN (in A. PETERSEN 1954, Wikipedia), wobei er in Frankreich die nun bei ihm angebaute Weiße Lupine /*Lupinus albu*s, aber auch etwa Schafschwingel u. a. zur Kultur nutzte.

Wie **Sandboden** rentabel bewirtschaftet werden kann, führte in harter Arbeit dann ALBERT SCHULTZ-LUPITZ (MAERCKER 1899) vor. Der 1831 geborene Apothekerssohn aus Rehna in Meckelnburg hatte in der Landwirtschaft gelernt, in Hohenheim bei Stuttgart und Jena studiert, kauft bei seinem Interesse für Landbau 1855 24 Jahre alt ein Gut auf Sandboden im Dorfe Lupitz (heute zu Kusey) bei Klötze in der Altmark. Er baute die stickstoffbindenden Lupinen an, düngte mit Kali, auch mit Phosphor-Dünger, als es möglich war mit Thomasschlacke. Nach der Kalidüngung stiegen die Roggen-Erträge von 14 - 16 dz auf 20 - 21 / ha. 1899 erntete SCHULTZ-LUPITZ, was viel Beachtung fand, 105 dz Zuckerrüben / ha auf seinem Sandboden. Landwirte auf Sandböden lernten von LUPITZ und kamen aus ihrer Ärmlichkeit heraus. Landwirtschaftsstudenten besuchten LUPITZ mit ihren Lehrern.

Auf besserem Sansboden gedeiht der **Spargel**, den schon das Mittelalter kannte.



Abbildung 1591: Denkmal SCHULTZ-Lupitz.



Abbildung 1592: Der Spargel assimiliert für das nächste Jahr.



Abbildung 1593: Drainagerohre.

**Feuchtgebiete** wurden durch **Drainage**, durch die unterirdisch zusammengeschlossenen Tonröhren entwässert, wobei das Wasser durch den Ton eindrang, aber infolge leichter Schrägstellung der Röhren darin wegfloß. Bisher war die Entwässerung vor allem durch Gräben geschehen. Handgefertigte gebrannte Tonröhren hatten den Bedarf für unterirdische Entwässerung nicht decken können und es war ein größere Menge von Tonröhren herstellbar durch die von PARKER 1843/1844 in England erfundene **Tonröhrenpresse** (H. HAUSHOFER 1963)**.** Nunmehr, durch die Röhrendrainage. war es möglich, großflächig den Wasserhaushalt durch den Abfluß überschüssigen Wassers unterirdisch zu regulieren. Gewisse Pflanzen, so große Mengen von Ackerschachtelhalm oder die Riedgräser, langsames Austrocknen des Bodens nach anhaltenden Regengüssen und schlechte Erträge weisen stauende Nässe und auch die Orte. wo Drainage sich lohnt (s a. E. WOLFF 1854,S. 289). Tonröhren zerfallen im Boden nicht. Der aufkommende Maschineneinsatz wurde nicht mehr durch Gräben. auch gedeckte, behindert. H. HAUSHOFER zitiert zur Drainage FRANZ PACHMAYR von 1854. "... eine für die Landwirthschaft so folgenreiche Erfindung wie die des Schießpulvers für die Kunst, Kriege zu führen, oder der Buchdruckerkunst für Verbreitung der Wissenschaft, und die der Dampfmaschine für die Industrie."

Dem Nutzung und auch dem Ackerbau zugeführt wurden die **Moore**. Es gab solche in Holland, in Preußen, Bayern auch anderswo. In Holland und dann auch in Nordwestdeutschland. wurden die Hochmoore erschlossen durch die **Fehnkultur**, das Ausheben von Gräben und die Anlage von Siedlungen an deren Rändern. Im 16./17. Jh. kam von Holland aus das **Moorbrennen**, wenn das Moor Trockenzeit hatte. Auf dem abgebrannten Moor konnte Buchweizen angebaut werden (M. SCHWALB 1953, S. 39). Ein bekannte Fehnort wurde **Papenburg**, an einem Kanal zur Ems, gegründet 1631 durch den mit dem Gebiet durch den Bischof von

Münster belehnten DIETRICH VON VELEN (Wikipedia 2015).

Im **Niedermoorgebiet** des Drömling in der westlichen Altmark liegt unter dem Moor Sand. Hier begründete auf seinem Gut Kunrau nahe Lupitz THEODOR HERMANN RIMPAU (R. KRZYMOWSKI 1961, K. VON RÜMKER 1926) die **Mordammkultur**, eine besondere Methode der Moorkultur, Unter dem liegt Moor hier Sand. Es wurde festgestellt, daß auf diesem Sand Pflanzen gut gediehen. Gräben wurden gezogen. Sie entwässerten. Aus den Gräben wurde unter dem Moor liegender **Sand** emporgehoben, Oder es wurde zur Moordammkultur Sand auch von anderswoher herbeigeführt, auf die Moorflächen gegeben und gedüngt. So entstand auf dem Moor eine Ackerkrume. Die Pflugfurche geht nicht unter die Sandschicht. Die Sanddecke verhindert im Sommer zu starke Wasserverdunstung und damit ein Austrocknen.

In Preußen wurde eine Central-Moorkommission ins Leben gerufen, in Bayern eine Moorkulturanstalt, es bestand ein Verein zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reich. 1877 wurde preußische **Moor-Versuchsstation Bremen** begründet, die zuerst MORITZ FLEISCHER, 1891 bis 1929 BRUNO TACKE leitete. Die Austorfung und die Moorkultur haben Moore teilweise so selten werden lassen, daß noch vorhandene unter Naturschutz gestellt wurden.

Mit der Fruchtbarmachung von Sandboden und der Moorkultivierung näherte sich die **Neuland-Erschließung in Deutschland dem Ende**. Dann konnte nur noch an Meersküsten wenig Land eingedeicht werden. Ertragssteigerung war nun abhängig von der intensiveren Nutzung des schon genutzten Landes. Auch die **Wiesenkultur** konnte viel zur Ertragssteigerung beitragen.

Anders stand es damals mit Überseegebieten wie **Nordamerika** oder auch Australien und Südafrika. Und in Europa wurden etwa in **Griechenland versumpfte**, maleriabetroffene Flußniederungen der Landwirtschaft erschlossen. In Böotien gelang 1883 bis 1892 "die endgültige Trockenlegung des abdlußlosen Kopais-Sees", was etliches Kulturland erschloß (M. W. WEITHMANN 1994).

## Wiesen - Viehhaltung - Ernährung der Haustiere

Wie die Äcker wurde mehr und mehr auch das "**Grünland**", wurde die Bewirtschaftung der Wiesen und Weiden **intensiviert**. Nach dem Ackerbau, besonders behandelt bei THAER, wurde auch die Viehwirtschaft nun stärker vorher als ein Hauptzweig der Landwirtschaft anerkannt (K. HERRMANN 1980, S. 207). Viele Gräser haben die großartige Eigenschaft rascher Regenerierung nach Abbiß, was im Vergleich zu Wäldern eine außergewöhnlich rasche hohe Nutzung der pflanzlichen Primärproduktion ermöglicht (J. H. REICHHOLF 2006). Es gab auch 'dauernde

Futterfelder' mit Luzerne und Esparsette (K. HERRMANN 1980, S. 206). Wie WECKHERLIN meinte (S. 207): "da wo die Viehzucht blüht, ist in der Regel der höchste Ertrag im Landbau.", also auch auf dem Acker. Viehzucht aber erschien als der Schlüssel zur erfolgreichen Viehwirtschaft (S. 207). Vieh lieferte Dünger, und es galt nur die Verbindung zu LIEBIGs Mineraldüngerlehre zu klären, denn Viehmist ist wichtig für die Bodengare, in der sich die Pflanzen die Mineralstoffe aneignen.

Wie Pflanzenernährung und Düngung für den Ackerbau untersucht wurden, so mit vieler Neugestaltung die **Fütterung** von Groß- und Klein**vieh**. Führend war etwa FRANZ LEHMANN (K.-D. GÜNTHER 1985, KEUNE 1952) an der Universität Göttingen und der dortigen Versuchsstation im nahegelegenen Weende. Das wenig verdauliche Stroh wurde bis zur Verdaulichkeit des Heues als Viehfutter aufgeschlossen, für Rübenblätter wurde Trocknung eingeführt und so sein Nährstoffreichtum erhalten, die Geflügelmast untersucht. Der Begriff "Ballaststoff" wurde eingeführt. Für manche Industriezweige, gerade auch die Chemieindustrie galt, was LEHMANN für die mit dem Getreideanbau zusammenhängende Strohverwertung feststellte (ZStA einst Merseburg, Rep. 76 - Va, Sekt. 6, Tit. X, X. Th. Abteil. Nr. 13, Bd. X): "Wir haben es oft erlebt, wie eine neu auftauchende Industrie zunächst einseitig die Erzeugung des Hauptproduktes betont und vervollkommnet, wie dann aber, wenn sie von der Konkurrenz eingeholt und minder ertragreich gemacht wird, die Verwertung der Nebenprodukte nochmals einen Fortschritt bringt." Im Verlaufe des 20. Jh. wurde Stroh dann auch anders verwertet.

## Spezialkultur Weinbau

In klimatisch geeigneten Lagen spielte der Weinbau in Mitteleuropa im Südwesten, an Rhein und Mosel stets und bis heute eine wichtige Rolle und es wurde im deutschen Südwesten keine Mühe geschont, auch an felsigen steilen Hängen Rebstöcke anzupflanzen. Bis in unsere Zeit werden ganze **Landschaften von der Rebkultur** bestimmt.

## Phytopathologie

Haustiere wie Kulturpflanzen waren von mannigfaltigen Parasiten bedroht, die teilweise nicht nur Teile der Ernten, sondern ganze Ernten vernichteten. Auf verschiedene Weise wurde den Parasiten zu steuern versucht. Es gab



Abbildung 1594: Wein-Land Heppenheim/Bergstr..



Abbildung 1595: Weinernte-Relief Großjena/Unstrut.




Abbildung 1596: Weinort Rhöndorf.

1. **chemische** Schädlingsbekämpfung, 2. **mehrjährige Unterbrechung des Anbaus** bedrohter Kulturen auf derselben Fläche. 3. Heranbildung von **Sorten mit Resistenz** wenigstens gegenüber dem Hauptschädling oder den Hauptschädlingen, Schädlingsbekämpfung geschah zunächst ausschließlich und vielen Fällen auch weiterhin durch **anorganischen Substanzen** wie Kupferkalkbrühe, Schwefel, Schweinfurter Grün, Blei- und Calciumarsenat und geschah durch **pflanzliche Naturprodukte** wie Tabakextrakte, den aus dem tropischen Südostasien wie Sumatra und Javan importierten Wurzeln des Schmetterlingsblütlers *Derris eliptica* mit dem wirkenden **Rotenon**, den getrockneten Blütenköpfchen von aus Dalmatien geholten Arten von ***Pyrethrum*** mit den wirkenden Pyrethrinen (nach E. VAUPEL 2012, S, 393).

Es verwüstete die aus Nordamerika stammende, winzig kleine, um 0,75 mm messende, an der Wurzeln saugende **Reblaus**, *Phylloxera*, die **Weinkulturen** in Frankreich. Der aus Deutschland gekommene und in St. Louis praktizierende Arzt und Botaniker GEORG ENGELMANN (H. DOLEZAL 1959) fand, daß amerikanische Reben von der Reblaus nicht befallen werden. PIERRE-MARIE-ALEXIS MILLARDET, ab 1876 Professor in Bordeaux, führte reblausfeste Weinstöcke aus Nordamerika ein und auf diese, deren Wurzeln also nicht angegriffen wurden, pfropfte man die an ihren Wurzeln bedrohgten erwünschten europäischen Weinstöcke. Das war eine besondere Form der Resistenzzüchtung. Gegen Diebstahl hatten südfranzösische Weinbauern eine Mixtur aus Kupfersulfat, Kalk und

Wasser gesprüht. MILLARDET entwickelte daraus die "Bordeaux-Brühe" gegen den die Weinbeeren schädigenden Mehltau *Plasmopara viticola,* also ein Beginn chemischer Schädlingsbekämpfung.

Ein früher Insektenbekämpfungsmittel, also **'Insektizid**, entstammte einem mißratenen Farbstoff, dem von WILHELM VON MILLER und HOFMANN untersuchten **Kaliumsalz des 4,6-Dinitro-o-kresol**, einem Abkömmling des als gelbe Farbstoffe schon bekannten, in den bei der Herstellung in den Isomeren nicht klar getrennten nitrierten Kresole (E. VAUPEL 2012). WILHELM VON MILLER war Bruder des bekannteren Elektroingenieurs OSKAR MILLER. Die Azofarbstoffe ließen ab der 1870-er-Jahre die Kresolfarbstoffe in das Hintertreffen geraten. Im Kampf gegen den bayrische Wälder vor allem ab 1888 vernichtenden Schmetterling Nonne/*Lymantria monacha* wurde mit verschiedenen Substanzen auf Möglichkeiten ihrer Vernichtung herumprobiert und fand man das 4,6-Dinitro-o-kresol als geeignet. Es wurde damit das erste synthetische Insektizid, mit dem Namen 'Antinonnin', also gegen die Nonne. Problem war die Ausbreitung der Substanz über den Wipfeln der Nadelbäume, für die Feuerspritzen nicht reichten und die Flugzeuge erst später, mit Vorbild in den USA, in Frage kamen (S. 400). 'Antinonnin' erwies sich dann erkannt 1892 in der pharmazeutischen Abteilung der Firma Bayer in Elbefeld auch geeignet die Bekämpfung schädlicher Pilze, als **Fungizid**, und dabei als Holzschutzmittel gegen den das Holz ganzer, vor allem feuchter Häuser zerstörenden **Hausschwamm** (S. 96). Seit 1925 wurde erkannt des Antinonnin Schadwirkung auf Laub und im Unterschied zu den schmalen, wachsgeschützten, mehligen Blättern der Getreide wurde auf dem Getreidefeld das breitere **Laub von Hederich und Ackersenf getroffen**, und war also ein erstes 'selektiv wirkendes, organisch-chemisches 'Herbizid' gefunden (S. 297).

Wer alles veursacht Pflanzenkrankheiten? Daß dafür nicht nur **Pilz-Arten** in Frage kommen, solche wie etwa DE BARY erforscht hatte, sondern auch **Bakterien**, erkannten in den USA THOMAS JONATHAN BURRILL (D. C. P, 1958), er für eine Birnenkrankheit, und LEWIS RALPH JONES (M. SHERWOOD 1974). Daß auch die Umwelt, etwa die Temperatur, für die Ausbreitung der Pflanzenparasiten stark mitwirkt, gehörte ebenso zu den Untersuchungen des führenden Pflanzenpathologen JONES.

In Deutschland wurde aus dem Reichsgesundheitsamt 1899 eine eigene Biologische Abteilung ausgegliedert, die zur Reichsanstalt für Bakteriologie und Phytopathologie, zur Biologischen Reichsanstalt, wurde, und die hauptsächlich der Schädlingsbekämpfung diente. Erster Direktor war B. A. FRANK.

## Die Ernährung der deutschen Bevölkerung in Abhängigkeit von außen

Die industrialsierten Länder mit wachsender Bevölkerung setzten zunehmend zumindestens auch auf Lebensmittelimporte, was entsprechende Produktion anderswo voraussetzte. Lebensmittel von außerhalb konnten oft billiger importiert werden als ihre Produktion im Inland kostete. Durch Schutzzollpolitik wurde in Deutschland dem Import Grenzen gesetzt.

Etwa 8% der Nahrungs-Energie, also der nötigen Kalorien nach damaliger Bezeichnung, wurden vor 1914 nach Deutschland importiert (W. VAN DER KLOOT 2003). Aber **importiert** wurden **große Mengen an Futtermitteln** für das Vieh und auch **Phosphor-Dünger**. Die Deutschen standen bei den Kalorien so auf etwa 45 % auf Importen – wie der britische Physiologe STARLING 1920 feststellte, als sich im Gefolge des Weltkrieges die Lage wesentlich verschlechtert hatte.

## Organisatorisches - Agrarstatistik

Seit 1878 gab es in Deutschland eine Agrarstatistik (TH. ROEMER 1928). Von der Wirkung der Intensvierung zeugen die Erträge. Bei **Weizen** war der Ertrag 1878 bis 1882 13, 0 dz / Hektar, 1910 - 1914 17, 9 dz / Hektar, 1920 - 1922 17, 6 dz / Hektar. Bei der **Kartoffel** betrug der Ertrag 1878 - 1882 76, 4 dz / Hektar, 1910 - 1914 136, 0 dz / Hektar. Bis 1914 war die Steigerung der Erträge stärker als die Bevölkerungszunahme in Deutschland. Außer bei Fetten war für Deutschland die Selbstversorgung erreicht. Mit dem Ersten Weltkrieg begann ein Rückgang der Erträge, so wegen schlechterer Bodenbearbeitung, Mangel an Kunstdünger, an Arbeitskräften.

Die **Viehhaltung** ist vom Pflanzenbau abhängig. Im 19. Jh. stieg in Deutschland der Hackfruchtbau und gleichermaßen der Viehbestand. Gab es 1873 in Deutschland 15.776 702 Rinder, so waren es 1914 21.817.375. Schweine gab es 1873 7.124.088, 1914 25.339.350 (TH. ROEMER 1928, S. 313). Die neuen Rassen besaßen zudem ein höheres Gewicht als frühere.

Die Technisierung und Chemisierung der Landwirtschaft setzten sich im 20. Jh. verstärkt fort. In der Bundesrepublik Deutschland gaben zwischen 1950 und 1977 75% aller Betriebe unter 10 Hektar auf, während sich die Zahl der Betriebe über 50 Hektar verdoppelte (J. WESSEL et al. 1987).

## Bienenhaltung - auch wesentlich verbessert

Intensivierung gab es in der Mitte des 19. Jh. auch in der **Bienenhaltung**. Zur Vermeidung der Zerstörung der Bienenvölker bei der Entnahme der Waben führte der schlesische katholische Pfarrer und Bienenwissenschaftler JOHANNES DZIERZON die Wabenstäbchen und AUGUST BERLEPSCH vom Gute Seebach bei Mühlhausen die Wabenrahmen in Kästen ein und Bienen wurden nun in Kästen statt in Körben oder Klotzbeuten gehalten.

### Fischerei - von den Küsten immer weiter hinaus auf das Meer und Industrie für Fischerei-Materialien

1870 wurde der **Deutsche Fischerei-Verein** gegründet (P. F: MEYER-WAARDEN 1972, S, 164). Im gleichen Jahre **1870** wurde auf Initiative des Kieles Phyiologieprofessors VICTOR HENSEN (R. KÖLMEL 1986), Abgeordneter der Liberalen Partei im Preußischen Landtag, vom preußischen Minister für landwirthschaftliche Angelegenheiten VON SELCHOW die '**Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere**' mit Sitz in Kiel eingesetzt, um etwa die Ertragsfähigkeiten der an Deutschland grenzenden Randmeere auszuloten und Schutzmaßnahmen vorzubereiten. Von Mitgliedern der Kommission wurden bald wichtige Forschungen auch zur Ökologie allgemein geleistet, etwa voin KARL MÖBIUS bei der Prüfung des Anlegens von Austernbänken der Begriff der 'Biozönose' geprägt.

Der Fischfang in den an Deutschland angrenzenden Meeren war bis um **1880 Küstenfischerei**.

FRIEDRICH BUSSE (B. E. SIEBS 1939) war als Schiffszimmermann auch nach New York und Baltimore gekommen, wo er größere Fischmärkte sah. Davon angeregt, gründete BUSSE 1868 in Geestemünde eine Fischhandlung und um ausreichend Fische zu haben, ließ er den ersten deutschen **Hochsee-Fischdampfer** erbauen, die "Sagitta", die am 7. Februar 1885 in See stach. Um 1914 gab es etwa 250 deutsche Hochsee.Dampfer.

In den natürlichen Süßgewässern gab es zunehmende **Ausfälle** im Fischertrag vor allem in **Fließgewässern**, in Strömen und größeren Bächen, dem Lebensraum der Salmoniden, so der Forellen. Schadstoffe, Wellenschlag durch Schiffe, Begradigung und damit Ausfall der Brutgebiete und auch 'Fischdieberei' schädigten die Brut dieser Fische. Zu Anfanag der 1840-er-Jahre erfand ein einfacher Fischer in den Vogesen, JOSEPH REMY, und in unterstützend der Gastwirt GE´HIN, die **künstliche Besamung** (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 144 ff.) von Forellen-Eiern mit der 'Milch', der spermienhaltigen Flüssigkeit der Männchen beim Zusammenrühren in Gefäßen unabhängig von der gleichen Kenntnis von JACOBI



Abbildung 1597: Küstenfischfang. Insel Poel 1966.

im 18. Jh. neu. Jung-Salmoniden wurden also in Brutanstalten in Brutkästen aufgezogen und dann in stabilerer Lebensphase in die freien Gewässer ausgesetzt, so 1851 eine "Viertel Millionen" im Rhein-Rhone-Kanal (S. 154/155). Auch zur weiteren Forschung wurde auf von der französischen Regierung in der Schweiz gepachtetenm Gelände 1854 die staatliche Fischzuchtanstalt Hüningen eingerichtet, die nach 1871 in deutsche Verwaltung kam (S. 155 ff.). **Einführung nordamerikanischer Fischarten** in mitteleuropäische Gewässer, **Akklimatisation** also auch hier, begann 1879 mit 2 Lachs-Arten und Bachsäublingen, 1882 folgte die Regenbogenforelle und dann weitere Arten (P. F. MEYER-WAARDEN 1972, S. 159). Sicherung und Steigerung der Erträge also auch hier.

Im letzten Drittel des 19. Jh. wurden auch in der Fischerei zunehmend Materialien aus der Industrie anstatt aus der Eigenherstellung in den Fischerorten verwendet. In Deutschland wurde 1873 in Itzehoe eine **Netz-Fabrik** gegründet. Boote wurden zunehmend sondern von Bootswerten geliefert, 1910 wurde ein Motor in einem Fischerboot auf Rügen installiert, und in den 20er-Jahren des 20. Jh. kam es zur weiten Motorisierung auch auf kleinen Fischerbooten.

**Walfang** wurde zunächst an Küsten betrieben, auch zum Walfang nach dem Norden gefahren, bevor etwa im 19. Jh. die Ozeane in möglichst allen Breiten namentlich wegen des vom Kopf des Pottwals stammenden Walrats durchquert wurden. In den 1860-er-Jahren erfand der Norweger SVEND FOYN die aus einer Kanone abgeschossene und mit einem Explosivkopf versehene Harpune für den Walfang.

## Landwirtschaft in wirtschaftlich rückständigen Gebieten Europas

Prekär blieb noch lange die Lage der Nahrungsmittelsicherung in den Balkanländern (E. HÖSCH 1988). Die Bevölkerung Serbiens stieg zwischen 1878 und 1914 von 1,2 Millionen auf 3.02 Millionen. Ähnliche Steigerungsprozente gab es in Bulgarien, zwischen 1880 und 1910 von 2,8 Millionen auf 4,3 Millionen. Im Altreich Rumäniens besaß eine bäuerliche Durchschnittsfamilie 3 ha. Über 60% der Bauern konnten sich von ihrem Ackerland nicht ernähren. Mehr als 80% der Bevölkerung vegetierte unterhalb der Armutsgrenze. Bodenreformen etwa in Rumänien konnten die Lage nur etwas ändern. Mußte hier die auf Technik setzende sozialistische Landwirtschaft des 20. Jh. bei allen Mängeln nicht erst einmal Hoffung wecken?

Über Landwirtschaft in außereuropäischen Regionen, etwa in Schwarzafrila wird im Teil über das 20. Jh. berichtet (s. d.)

## Nahrungs- und Genußmittel sowie pflanzliche Rohstoffe aus den Tropen in die Industrieländern

Der Welthandel bezog in hohem Maße immer mehr neben Rohstoffen Nahrungs- und Genußmittel ein, wobei solche aus den Tropen und Subtropen, die in den gemäßigten Zonen nicht herangezogen werden konnten, das Leben bereicherten. Speziell dafür wurden Schiffahrtslinien eingerichtet, Häfen gebaut oder ausgebaut, Eisenbahnlinien in den Erzeugerregionen geschaffen (L. WAIBEL 1933) - oft unter problematischen Arbeitsbedingungen, so wie die Arbeit auf Plantagen bis heute vielfach fern humanen Arbeitsbedingungen ist. 'Kolonialwaren-Geschäfte'

Der **Kaffee-Strauch** gedeiht in den kühleren tropischen Bergländern und die mittelbrasilianischen Staaten übernahmen ab um 1890 die Führung. Die Waldgebirge Süd- und Südost-Asiens waren noch wenig besiedelt und hier konnten also Plantagen etwa auch für die Chinarinden-Bäume angelegt werden. Der USA-Kapitän LORENZO DOW BAKER (A. P. B. 1961) brachte 1870 in Ermangelung anderer Ladung auf seinem Schiff von Jamaica **Bananen** nach Boston, fand dort interessierte Käufer und begann dann den Handel mit grün ausgeführten Bananen in großem Maße, was den Anbau auf Jamaica vom Zucker zu den Bananen führte. Aus der 1885 gegründeten Boston Fruit Company wurde 1897 die **United Fruit Company**, die dann andere zentralamerikanische Länder in den Bananenanbau einbezog, aber auch etwa in Guatemala regelrecht Herrschaft ausübte und große Ländereien sich aneignete. Etwa 1926 entfielen vom gesamten Bananen-Export der Welt 95,4% auf die amerikanischen Tropen (L. WAIBEL 1933).

**Kakao** wurde um 1900 Gegenstand von Kultur durch Afrikaner im tropischen Westafrika, so an der damaligen 'Goldküste', heute Ghana, und übertraf die amerikanischen Tropen, bis 1927 Westafrika mit 61% der Weltproduktion.

Zu einem der wichtigsten Rohstoffe gehörte der Textilrohstoff **Baumwolle.** Für seine langfaserige Baumwolle wurde seit dem Erneuerer MEHMED EMIN ALI PASCHA **Ägypten** derart umgestaltet, daß von einer landwirtschaftlichen Revolution zu sprechen ist (J. DARWIN 2010, S. 277). Die Sumpfgebiete des Nildeltas unterhalb Kairo wurden entsumpft und gerodet, Kanäle und Schleusen verteilten das Wasser der Nilflut rationeller, das nutzbare Land in Ägypten wurde 1813 - 1877 um 60% vermehrt. Mit seiner liberalisierten Wirtschaft, seiner zum Luxus aufsteigenden einheimischen Elite und den dort Wohnsitz nehmenden Europäern erschien Ägypten "wie das Paradebeispiel eines "Entwicklungsstaats"" (S. 277). 1856/1857 verbanden Eisenbahnlinien Kairo mit Alexandria und Suez. Baumwolle lieferten dann auch der Ägypten angegliederte **Sudan**. Als die Baumwollpreise wieder sanken gereit Ägypten mit dem Suezkanal in den Bankrott und der zweite Nachfolger MEHMED ALIs, der Khedive ISMAIL, mußte seine Kanal-Aktien an Großbritanninen verkaufen, und 1879 verließ der das Land. Großbritannien wurde so zum Herrn im scheinbar unabhängigen Ägypten. Die Armut der zu Landarbeitern gewordenen Dorfbewohner, der Fellachen/*fellahin*, entsetzt noch heute Ägypten-Reisende. Baumwoll-Land war der Süden **Nordmerikas**, das Land der Sklaven haltenden Plantagenbesitzer. Im blutigen Sezessionskrieg in den USA 1861 - 1865 verloren sie viel von ihrer Macht, aber nicht unbedingt ihre wirtschaftliche Stellung. Afrika erweitere auch weiterhin seine Baumwollproduktion, so in Kenia und Uganda.

Von Plantagen stammte dann auch der **Kautschuk** (s. d.) Südost-Asiens. Japans Versuch im 20. Jh., sich eigener Tropenländer auf Kosten der Europäer und Nordamerikaner zu bemächtigen endete in Japans militärischer Niederlage 1945.

## Neue Gedanken zum Waldbau und Erkennen der Folgen der Landschaftsumgestaltung

## Folgen der Monokultur in den Forsten überwinden

Die Forsten mit ihrer einseitigen Bevorzugung von bestimmten Nadelbäumen, namentlich der Fichte, zeigte auch üble Folgen, Wälder waren nur als 'Holzfabriken' betrachtet worden und die Abhängigkeit von der Gewächse voneinander und der anorganischen Umwelt war unzureichend beachtet worden (G. ZIRNSTEIN 1996, S. 178 ff.). Aber Fichten (YouTube 2019) haben etwa gegenüber Rotbuchen Vor-

teile: sie haben eine Umtriebszeit von etwa 80 Jahren, Buchen 120 Jahre; der Stamm der Fichte ist bis oben hin verwertbar, Buchen weisen viele Astlöcher au, Orkane zerstörten in den Jahren 1868 bis 1870 zwischen dem Harz und den Alpen schätzungsweise 40.000 ha Wald, etwa 1/40 der mitteleuropäischen Waldfläche. Auch bedrohten Schädlinge die Monokulturren, besonders der Borkenkäfer. Der in den Jahren 1887 bis 1907 an der Universiät München wirkende Forstwissenschaftler KARL GAYER war mit seinem Buch 'Der Waldbau' von 1880 und in 2. Auflage 1882 wegweisend für **neue Vorstellungen vom Waldbau** und die Verbreitung neuer Erkenntnisse. **Statt der Kahlschlagwirtschaft** sollte zumindestens an zahlreichen Orten **Plenterwirtschaft** eingeführt werden, es nur zum Fällen von Einzelbäumen kommen oder nur von gewissen begrenzten Waldstücken. Der Wald als Ganzes sollte nie völlkommen beseitigt werden. Dabei sollte auch der Boden vor Bodenabtrag geschützt werden. Jedoch aus betriebswirtschaftlichen Gründen konnte auf Kahlschlag vielerorts nicht verzichtet werden. Forsten mußten finanziellen Ertrag aus verkauftem Holz bringen, und die Waldschönheit war keine finanzielle Größe.

Viel erörtert wurde die Rolle des Waldes für die **Wasserwirtschaft** (G. ZIRNSTEIN 1996, S. 129). Ein Wald verdunstet sehr viel Wasser. Entwaldung kann zu Versumpfung oder Vermoorung führen. Aber Wasser vermindert auch den raschen Oberflächenabfluß des Wassers. Quellen und Bäche versiegen nach Entwaldung wegen des raschen Oberflächenabflusses (H. LEIBUNDGUT 1985), was in Mittelgebirgsregionen auch Überschwemmungen begünstigen kann. Wald ist der große Wasserspeicher.

## Der 'Mensch' als auch gefährlicher Umgestalter der Natur

Daß die Landschaft durch den Menschen stark verändert wird, war offensichtlich und der Gedanke der **Nachhaltigkeit** (s. CARLOWITZ) reicht weit zu Waldordnungen im Mittelalter und zum Beginn der Waldwirtschaft im 18. Jh. zurück. Im 19. Jh. erschienen etliche Bücher, welche die oft Nachhaltigkeit ausklammernden, ganze Regionen bedrohenden Einflüsse menschlicher Wirtschaft vorstellten. KARL FRAAS (s. a. G. ZIRNSTEIN 1996), aus einem Dorfe bei Bamberg, hatte Medizin und Botanik studiert und nachdem der Wittelsbacher Prinz OTTO 1832 König von Griechenland geworden war, lebte und wirkte er bis 1839 in Athen und sah manches von Griechenland. Im jahre 1847 veröffentlichte FRAAS die Abhandlung 'Klima und Pflanzenwelt in der Zeit, ein Beitrag zur Geschichte beider'. In ihr verglich FRAAS die seiner Meinung einst vorhanden gewesenen, bei antiken Autoren herauslesbaren Verhältniss in der Natur im östlichen Mittelmeerraum in

der Antike mit den Verhältnissen in der Gegenwart. Durch Viehweide, überhaupt exzessive Landwirtschaft habe sich die Fruchtbarkeit des Landes erheblich verschlechtert. Wo nach alten Berichten Wälder wuchsen, fände sich nun, im 19.Jh., kahler Karst. Wo einst von Rindern und 'Stierhetakomben' die Rede war und vom "rossenährenden Argos", weideten jetzt arme Dorfbewohner nur Schafe und Ziegen. FRAAS warnte: Die großartige Verletzung der natürlichen Vegetation eines Landes hat eine tiefgreifende Änderung ihres Charakters zur Folge und dieser geänderte Naturzustand ist nie dem Lande und seinen Bewohnern so günstig wie der frühere." Offen blieb, in wieweit vielleicht natürliche Klimaänderungen zu dem Zustande mit beitrugen. KARL MARX, der immer von Fortschritt schrieb, wurde durch die Lektüre des Buches von FRAAS nachdenklich und schrieb am 25. März 1868 an ENGELS mit viel Lob für FRAAS, "daß die Kultur - wenn naturwüchsig vorschreitend und nicht bewußt beherrscht (dazu kommt er natürlich als Bürger nicht) - Wüsten hinter - Wüsten hinter sich zurückläßt ..." (MARX-ENGELS-Gesamtausgabe/MEGA, 32, S. 53). Mit dieser Darlegung konnten umweltbewußte Bürger in der Zeit des Sozialismus/Kommunismus und der quasi-Anbetung ihrer Klassiker argumentieren, da Umweltfragen etwa in der DDR ansonsten möglichst ausgeklammert wurden.

Umfassender als die Arbeit von FRAAS war das Werk eines vielseitig gebildeten USA-Diplomaten, des GEORGE PERKINS MARSH (G. ZIRNSTEIN 1996), dessen 1874 in der 2. Auflage erschienen Buches 'The Earth as Modified by Human Action. A New Edition of Man and Nature' 677 Seiten umfaßte (vgl. F. TICHY 1960). Der 1801 geborene MARSH erlebte in seiner ländlichen Umgebung im USA-Neuengland-Staat Vermont schon in der Jugend unbeabsichtigte Folgen einer ungeordneten Besiedlung in den Green Mountains seiner Heimat. Hochwasser schwemmten Ackererde ab, Täler versumpften. Später war MARSH Gesandter der USA in der Türkei und in Ägypten. Er erlernte 8 Sprachen und reiste weit im südlichen Mittelmeergebiet. Er erfaßte hier die durch die Wirtschaft der Menschen und nicht durch allein natürliche Vorgänge zustandegekommenen Veränderungen seit ferner Vergangenheit. Um vor verhängnisvollen Entwicklungen zu warnen veröffentlichte MARSH 1863 das Buch 'Man and Nature'. In den Zeiten voranschreitend beschrieb MARSH Entwicklungen seit der Römerzeit, fruchtbares Land bedrohende Wüsten, Versalzung bewässerter Böden, Entwässerung gewonnenen Landes in den Niederlanden, Folgen der Durchbrechung von Landbrücken wie am Isthmus von Korinth und viel weiter reichend durch den Suez-Kanal, zu erwartend Folgen schon in der Zarenzeit geplanter Umgestaltungen im russischen Flußsystem.

# Die Erde und ihre geologische Geschichte

## Die Erde als Naturkörper - erforscht von den aus der Geographie sich herauslösenden Einzeldisziplinen

Die Erforschung der Verhältnisse auf der Erde gewann viel durch **Datenerfassung**, und die Suche nach darauf beruhenden Koinzidenzen, dem gemeinsamen Auftreten bestimmter Phänomene. Das was **Geographie** war, löste aber sich in exakte Einzelwissenschaften, die Vielfaltswissenschaft Geographie fällt auseinander, "wenn eine der in ihr enthaltenen Disziplinen ihre Forderungen bis zum höchsten Ziel steigert" (E. SCHWARTZ 1943, S. 197), und dennoch kann man immer noch 'Geographie' studieren. Geographen debattierten in meist großzügiger Weise über die Einflüsse der Umwelt auf die Kultur, ja die Gemütsart der Bewohner einer Region, suchten gar nach durch natürliche Gegebenheiten vorgegebener Grenzen zwischen den Staaten und Nationen.

Die Verselbständigung mündete auch in die **Geophysik**, die Wissenschaft von Erdbeben, Erdmagnetismus, Schwereanomalien und auch der Vorgänge in der Atmosphäre. Der in Altphilologie, Germanistik und Anthropologie studierte GEORG GERLAND, der nach Jahren als Gymnasiallehrer 1875 den neugeschaffenen Lehrstuhl für Geographie in Straßburg erhielt, sah **Durcheinander** bei dem, was **viele Geographen** machten und plädierte für eine strikte Trennung zwischen einer einer "historisch-conclusiven" Geographie und einer naturwissenschaftlich-"exacten" (H.-D. SCHULTZ 2008). In Abgrenzung hierzu begründete GERLAND 1887 die Zeitschrift "Beiträge zur Geophysik", die später in "Gerlands Beiträge zur Geophysik" umbenannt wurde.

Internationale Organisation wurde erfolgreich, als auf Anregung des Polarforschers KARL WEYPRECHT in den Jahren 1882/1883 das **erste Internationale Polarjahr** durchgeführt wurde.

Unter den Hüllen der Erde, also Atmosphäre, Hydrosphäre und das feste Land, die Geosphäre, wurde von der Atmosphäre zwar die chemische Zusammensetzung, aus Gasen oder Wasserdampf, in Erdnähe zunehmend bekannter bis hin schließlich zu den Edegassen, aber es war nicht bekannt, aber diskutiert, **wie hoch reicht die Atmosphäre hinauf** in das Weltall. Durch Beobachtung von Himmelskörpern, die nicht irgendwie abgebremst wurden, schloß WOLLASTON (zit. b. G. WILSON 1849, S. 79) 1822 auf eine **begrenzte Höhe**, was wegen der offenbar sich nicht in den Weltenraum nicht ständig verflüchtigenden Atmosphärenmaterie auch auf ihre Zusammensetzung auf Atome verwiesen sollte. Das letztere hat GEORGE WILSON nicht als überzeugend anerkannt.

GALELEIs Forderung 'messen, was meßbar ist', **überall** also **das Quantitative suchen**, setzte die Physik nun des 19. Jh. fort, man kann sagen verstärkt 'fort' (C. SMITH 1989). Die Phänomene auf der Erde wurde nun ebenso in gemessenen Daten zu erfassen gesucht, ob Erdmagnetismus, Luftdruck, Höhe und genaues Eintreffen der Gezeiten und vieles andere, wobei das stark seefahrende Großbritannien an vielem besonders interessiert war, während Binnenlandforscher etwa die Geschwindigkeit der Gletscherbewegung und der Druck von Gletschern beschäftigte.

Lange vorher hatte ALEXANDER VON HUMBOLDT etwa zahlreiche barometrische Höhenmessungen durchgeführt. Er hatte dabei auch festgestellt, daß Spaniens ebenes Innere ein Hochland ist. HUMBOLDT suchte das **Zusammenwirken der** verschiedenen **geographischen Faktoren** zu ergründen. Seine Erkenntnisse faßte er noch einmal zusammen in einem umfassenden Werke, auch für breitere Leserschichten gedachten Werk, dem 5-bändigen "Kosmos", 1845 - 1862.

Datenerfassung organisierte die British Association for the Advancement of Sciene. Auf der 23. Versammlung dieser British Association im September 1853 in Hull konnte der Mathematiker und Geologe WILLIAM HOPKINS (1854) in seiner president address verkünden, daß der Plan von Lieut. MATTHEW FONTAINE MAURY (H. L. BURSTYN 1974) angenommen worden sei, unter Einbeziehung auch der Kapitäne systematisch Beobachtungen über die verschiedensten Erscheinungen auf den Meeren, über Winde, Gezeiten. Meeresströmungen, festzuhalten. Dahinter stehen sollten die USA-Regierung und auch die englische Admiralität. Erfaßt wurden von der British Association möglichst alle Erdbeben und Vulkanausbrüche. Die zahlreichen Temperaturdaten von den verschiedensten Orten der Erde suchte man im Interesse ihrer Vergleichbarkeit nach einem gemeinsamen Standard zu gewinnen (W. HOPKINS 1854).

Phänomene auf der Erde und in ihrem Inneren wurden auf bekannte **physikalische Phänomene** zurückgeführt. Spekulation war, wenn SEEBECK (1825) den Erdmagnetismus mit gewaltigen Herden von innerirdischem Feuer erklärte, die an große Erzadern aus unterschiedlichen Metallen stießen und dadurch Thermostrom und damit Magnetismus zustandekam. Unerklärt war noch zu Anfang des 19. Jh., warum auf höheren Bergen der "ewige" Schnee liegt. Es wurde sogar gemeint, daß felsige Spitzen durch ihre Wirkung in die umgebenden Luftschichten die Kälte hervorrufen. GAY-LUSSAC fand bei seinem Ballon-Aufstieg 1804 die Temperaturabnahme mit der Höhe auch über ebenem Gelände (F. ARAGO 1855). Das ließ auf die Wirkung der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre und am Erdboden, über ihre Absorption nachdenken.

Daß in Bergwerken nach unten hin wärmer wurde, war schon festgestellt worden.

Der Chemie und Geologie verbindende KARL GUSTAV BISCHOF (GÜMBEL 1875), seit 1819 an der neugegründeten Universität Bonn und 1822 dort Ordinarius, untersuchte die **Zunahme der Temperatur nach dem Erdinneren** und damit die Frage nach der **Erdwärme** systematisch, 1837. Die aus anzunehmende Glühhitze sollte alle vulkanischen Erscheinungen, auch die heißen Quellen, erklären. Der Plutonismus schien auch damit gerechtfertigt, wobei allerdings BISCHOF selbst 1848 zu einem neuen zweifelhaften Neptunismus, einer Annahme von der entscheidenden Rolle des Wassers im Geschehen, so aller Gesteinsbildung, in der Erdkruste, umschwenkte

## Die "Welt"meere - erforscht von der Ozeanographie

Das sich nicht ohne Grund als Meeresbeherrscherin fühlende Großbritannien mit seinen Verbindungen und Kolonialisierungen in alle Welt war sehr daran interessiert, über die Vorgänge auf dem **Meer** informiert zu sein. **Vermessungsschiffe** der Royal Navy (PH. D. CURTIN 2000) fuhren in möglichst viele Meeresteile, dort **Seekarten** zu erstellen, unabhängig davon, ob Großbritannien dort Besitz hatte. Das galt auch für die Fahrt der "Beagle" 1831 - 1836, an der unter FITZROY jung und noch unbekannt CHARLES DARWIN teilnahm. Auf dieser zweiten 'Beagle'-Fahrt wurden die Gewässer im Südatlantik vermessen, obwohl Großbrtiannien dort nur die Falklandinseln innehatte. Überall konnten brtitische Schiffe etwa auf Untiefen oder in den Tropen auf Riffe stoßen und war die warnende Seekarte eine gute Vorsorge. Unter Leitung des noch als Meteorologe (s. d.) vorzustellen Sir FRANCIS BEAUFORT (J. K. LAUGHTON et al. 2004) wurden im hydrographic office ab 1829 mehr als tausend Karten der verschiedensten Küsten- und Meeresregionen der Erde erstellt. MAURY publizierte 1847 die erste Karte von Wind und Strömung im Nord-Atlantik. Unter seiner Leitung wurde auch die **Tiefe des Meeresbodens** in Teilen des Nord-Atlantik 1849 bis 1853 wegen der beabsichtigen Legung untermeerischer Kabel gemessen und eine Tiefenkarte herausgegeben. MAURY vesuchte sich auch mit Erklärungen etwa über das Zustandekommen von Meeresströmungen. Auch der Einfluß des **Golfstrom**s im Atlantischen Ozeans auf die Umgebung wurde datenmäßig untermauert. W. HOPKINS sagte 1853: "We may easily conveive how a great ocean current of warm water from the tropics may affect the temperature of the atmosphere in the colder regions into which it may penetrate, but it is only since the publication of these maps that we have had any adaequate idea of the extent of this influence, or been able to appreciate fully the blessings conferred on the shores of North-western Europe, and especially on our own Islands, by the Gulf-stream".

## Erdmagnetismus - Daten und Ursache damals umstritten

Der Erdmagnetismus erschien als ein besonders bemerkenswertes Phänomen. Schon die Unterschiede in der Richtung der Magnetnadel an verschiedenen Orten auf der Erde und dazu Variationen forderten heraus. Der Erdmagnetismus mit seiner Wirkung auf die Kompaßnadel hatte Bedeutung für die Seefahrt, für jede auf den Kompaß sich stützende Navigation. Iintensiv wurden die **erdmagnetischen** Daten zu erfassen gesucht. Daran beteiligten sich etwa GAY-LUSSAC und A. von HUMBOLDT 1805 bei einer Reise durch Frankreich, Italien und Deutschland (F. ARAGO 1855). Ab der 30er-Jahre des 19. Jh. folgte eine internationale Erfassung des Erdmagnetismus, kam die "magentic crusade", wurde im Falle der Erschließung des Erdmagnetismus eine für die Wissenschaft bisher nicht übliche Höhe an Mitteln eingesetzt. In Deutschland führte GAUß in Göttingen. 1831 kam die erste Positionsbestimmung des die Kompaßnadel nach Norden weisenden arktischen Magnetpols, selbstverständlich aus der Ferne, und seitdem ist der arktische Magnetpol um 2300 km gewandert (Spiegel online 7. 2. 2019), in Richtung gwandert. Und besonders im 20. und 21. Jh. mit seiner Furcht vor einer Polumkehr wurde die Magnetpolbestimmtung weltweit intensiv fortgesetzt. Im Erdinneren bilden wohl geschmolzenes Eisen und Nickel ein 'Geodynamo', aber deren Bewegung lassen sich nicht direkt beobachten und sie müssen wohl nicht einmal sehr präzise erfolgen..

In **England** standen im 19. Jh. mit Schiffen stattfindende Expeditionen zur Magnetpolbestimmung unter dem befehlsgewohnten EDWARD SABINE (G. A. GOOD 2004). Er hatte teilgenommen an Arktisfahrten unter JOHN ROSS und 1819/1820 unter WILLIAM EDWARD PARRY. Auf dem Meeting der British Assocation ... in Newcastle 1838 betonte der Geologe und Geograph MURCHISON, daß der Erdmagnetismus betrachtet "in itself and its various relations, the magnetism of the earth cannot less than one of the most important branches of the physical history of the planet we inhabitat, ..." (zit. aus C. SMITH 1989, S. 32), den es eingehend zu erforschen gilt. MURCHISON schlug für die Erfassung des Erdmagnetismus auch eine **Antarktis-Expedition** mit dem Hauptziel der Feststellung der Lage des **Magnetpols auf der Südhalbkuge**l vor. Unter einem anderen ROSS als dem Arktisforscher , jetzt unter Sir JAMES CLARK ROSS, wurde **1839 - 1843** die Expedition nach der Antarktis mit den Schiffen 'Erebus' und 'Terror' durchgeführt. War das Hauptziel auch der magnetische Pol in der Antarktis, so hat auch der Botaniker J. D. HOOKER an Aufenthaltsorten viel über die Vegetation erkundet , also hat die Erforschung des Erdmagnetismus auch andere Wissenschaften berechert. Und gefunden wurde die gewaltige etwa 750 km lange und etwa 50 m hohe Eiswand der 'Rossbarriere'. Der Weg ins Innere der Antarkis war versperrt, aber die Existenz eines antarktischen Festlandes sehr wahrscheinlich gemacht, und

aus Messungen konnte die ungefähre Lage des Magnetpols bestimmt werden. Als Überraschung fanden sich noch 2 tätige Vulkane, nun benannt nach den Namen der Schiffe.

Über die Veränderungen der Intensität der magnetischen Kraft an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche berichte SABINE (1853) for the Advancement of Science: "Variations of the Intensity of the Magnetic Force at different points of the Earth's Surface". Karten wurden erstellt für die drei magnetischen Elemente **isogonic lines** - gleiche horizontale Richtung der Magnetnadel, **isoclinal lines** - gleiche Inklination (Senkrechtneigung) der Magnetnadel, **isodynamic lines** - gleiche magnetische Kraft (force).

Neben regulären Veränderungen im Erdmagnetismus fanden sich mehr abrupte, irreguläre. ALEXANDER von HUMBOLDT sprach von "**magnetischen Stürmen**". Mit einem Magnetometer von GRAHAM fand schon CELSIUS in Uppsala die Konzidenz von Variationen der magnetischen Deklination mit Nordlicht/aurora borealis, und wurden im April 1741 durch GRAHAM in London und HJORTER in Uppsala ein 'magnetischer Sturm' ebenfalls mit einem starkem Nordlicht verbunden beobachtet (A. COOK 2001). ARAGO verfolgte den Zusammenhang zwischen den Änderungen des erdmagnetischen Feldes und dem Auftreten der Sonnenflecken und des Nordlichts. Weiterverfolgt hat das dann namentlich General SABINE in England. Der Apotheker SCHWABE in Dessau, der jahrelang den Wechsel der Sonnenflecken aufgezeichent und das 1843 veröffentlicht hatte, bemerkte die Beziehung der Flecken zu magnetischen Erscheinungen nicht, aber SABINE, der die magnetischen Beobachtungen leitete, stieß darauf (R. OWEN 1859), .erfaßte die Abhängigkeit im Auftreten der "magnetischen Stürme" von Tages- und Jahres-Zeiten und nach längeren ruhigeren Perioden. Unabhängig fand die **Koinzidenz, die Parallelität,** die Beziehung von **Sonnenflecken**, ihrem Maximum und Minimum, mit Variationen der magnetischen Deklination RUDOLF WOLF (TH. K. FRIEDLI et al. 1993) in Zürich, nachdem er die 1851 veröffentlichten täglichen Aufzeichnungen der Variation der Magnetnadel von JOHANN VON LAMONT, München, zwischen 1835 bis 1850 in Göttingen und München zu Gesicht bekam. Hier hatte also jahrelanges Aufzeichnen von Beobachtungen wieder einmal ihren Sinn erhalten.

Auf der Sonne wurden dann von unabhängigen Beobachtern an zwei Orten am **1. September 1859**/28. August - 4. September plötzliche Lichtausbrüche beobachtet. Es hatte einen '**Magnetischen Sturm**' gegeben, mit weitreichenden Folgen auf der Erde. Benannt wurde das Ereignis nach dem Privatastronomen CARRINGTON, der beeinflußt von SCHWABE die Sonne ständig beobachte. Es ging ein als das '**Carrington-Ereignis**'. Es war der größte wissenschaftlich beobachtete Sonnensturm. Am gleichen Tage waren die magnetischen Instrumente im Observatori-

um in Kew gestört, geriet die telegraphische Kommunikation in Schwierigkeiten bis hin zu Bränden in Telegraphenstationen, erschien starkes Nordlicht (W. G. ARMSTRONG 1864), und dabei Nordlicht auch in Rom, Havanna, auf Hawaii (YouTube 2918). Die Beziehung zur Sonne war offensichtlich und Erscheinungen auf der Sonne, hier offensichtlich nicht alltägliche, konnten sich auf der Erde auswirken, auch verhängnisvoll. 1859 gabe es noch keine allgemeine Elektrizitätsversorgung, die hätte zusammenbrechen können. Wären im 21. Jh. die Computer-Festplatten in Mitleidenschaft gezogen worden? Bis hin zur Zerstörung? (Spiegel-online August 2014). Große Kommunikatiosstörungen hätte es auf jeden Fall gegeben,

Die schon viel beobachtete Sonne bot also ein neues, **vorher unbekanntes Phänomen**, etwa ganz Neues in der Astronomie. Astronomie war eben viel mehr und blieb viel mehr als das Verfolgen gleichbleibender Bahnen von Himmelskörpern. JOHN HERSCHEL schrieb nach dem Ereignis von 1859 an MICHAEL FARADAY, daß "we stand on the verge of a vast cosmical discovery such as nothing hitherto imagined can compare with" (zitiert nach J. MEADOWS 1984, S. 272). Auch das Wetter auf der Erde erschien also von den Sonnenflecken mitbestimmt. Koinzidenz kann durchaus bedeuten, daß das eine Phänomen die Ursache des anderen ist, auch wenn die Erklärung zunächst nicht eindeutig war.

Neben Licht, Wärme, Gravitation und Meteoren gab es also weitere, in der Zeit des Funkverkehrs schließlich stark zu beachtende **Einflüsse** von Himmelskörpern und **aus dem Weltall** überhaupt **auf die Erde**. WOLF hatte 1861 bei Betrachtung der Koinzidenz Sonnenflecken – magnetische Erscheinungen auf der Erde geschrieben von "der ersten solar-terrestrischen Beziehung", jedoch ist nahezu alles auf der Erdoberfläche sonnenabhängig und war Sonnenforschung auch Erdforschung.

Im hochtechnisierten 20./21. Jh., mit seinem **Flugverkehr** wurde die Erforschung des leider nicht gleichbleibenden Erdmagnetfeldes eine hochwichtige Angelegenheit. Kann der Mensch das Erdmagnetfeld auch nicht fühlen, es gibt Vögel, Zugvögel, die sich danach orientieren.

## Das Wetter - individueller als das Durchschnitteklima und deshalb gibt es für das 'Wetter' die Meteorologie

In dem im langjährigen Durchschnittsverlauf erfaßten Klima, erforscht von der **Klimatologie**, gibt es in den verschiedenen Klimagebieten mannigfache Einzelerscheinungen, mehr oder weniger Niederschläge, Wind bis zu Sturm und Orkan und bis Tornado, Gewitter und mehr oder weniger viele Blitze mit oder ohne schädigende Einschläge, unerwartete Dürrezeiten und anderes. Die gemäßigten Breiten sind von solchen Phänomenen durchaus sehr betroffen, wohl mehr als

manche Tropenregionen mit ihren zu erwartenden täglichen Gewittern. Das **Wetter** ist in den gemäßigten Breiten recht '**wetterwendig**'. Und selbst der Durchschnittsbürger, BRECHTs (s. Leben des Galilei) Knabe, der die Mütze aufstülpte, wenn ihm bewiesen wurde, daß er regnen könnte, der auf Wanderschaft Bedachte und viel mehr berufsbedingt vor allem der Landwirt und der Schiffsführer warten fast täglich auf das, was die Meteorologen, die Vertreter der **Meteorologie**, zu melden haben. Auch in der Antarktis wurden später ruhige Zeiten und Tage mit gewaltigen Stürme festgestellt, gab es also ebenso wechselndes Wetter.

Die **Elemente des Wetters** übersteigen gewisse Grenzen nicht. Zu einer erdweiten 'Sintflut' ist es trotz lokal gewaltiger niedergehender Wassermassen nie gekommen und ist das nicht zu erwarten und kein Sturm hat Berggipfel weggerissen. Es gilt auch hier der Aktualismus. Für die wechselnden **Wetterphänomene**, die Wetterelemente, wurden Daten gesammelt und **Begiffe** festgelegt. **Barometerbeobachtungen** über die **Veränderungen des Luftdruck**s mit Auswertung für zu erwartendes Wetter gab es etwa bei GUERICKE im 17. Jh. und Barometer wurden dann in vielen Haushalten verwendet. Die Benennung der **Wolkenformen** geht bereits auf die GOETHE-Zeit zurück. Sir FRANCIS BEAUFORT (J. K. LAUGHTON et al. 2004), Seeoffizier und mehrfach stark verwundet, schuf die nach ihm benannte **Skala** der **Wind-Stärke**n von 1 = windstill bis 12 = Orkan. Im Jahre **1853** organisierte MAURY in Brüssel eine erste internationale meteorologische und hydrographische Konferenz. Die **Beaufort-Skala** der Windstärken wurde hier für allgemein verbindlich angenommen (J. K. LAUGHTON rev. 2004). MAURY publizierte 1847 die erste Karte von Wind. Ein Zentrum der Meteorologie in dem 1854 bis 1887 in Utrecht von CHRISTOPH BUYS-BALLOT geleiteten meteorologischen Institut. Es wurde das erste europäische Sturmwarnungs-System geschaffen. BUYS-BALLOT verwendete sich für die internationale **Gleichtförmigkeit** bei meteorologischen Beobachtungen, wirkte für ein möglichst weites **Netz von Simultanbeobachtungen**, um gleichzeitig das Wetter an verschiedenen Orten festzustellen und daraus Schlußfolgerungen für seine Entwicklung zu ziehen. Das war noch fern der drahtlosen Telegraphie und der Satellitenüberwachung. In England versuchte ein **Wettervorhersage-** und vor allem **Sturmwarn-System** ROBERT FITZROY (McCONNELL 2004) zu schaffen, FITZ-ROY, der einstige Kapitän der "Beagle" mit DARWIN an Bord. Nach einer Meeresforschungskonferenz in Brüssel 1853 ernannte ihn der Board of Trade für die meteorologische Statistik und er forderte die Kapitäne zum Festhalten ihrer Beobachtungen über Wetterelemtne auf den Ozeanen auf. Er verteilte an Häfen Barometer, damit das einen Sturm ankündigende Fallen des Luftdrucks festgestellt werden konnte und Warnungen möglich waren. Das wurde stimuliert, als im Oktober 1859 bei einem Schiffbruch im Sturm vor Anglesey 459 Menschen umkamen. Mit der Telegraphie wurden Meldungen an die Zentrale möglich, konnten ab 1861 in Zeitungen veröffentlicht

werden. Es gab aber auch, wegen der Kosten, wachsende Opposition, und zunehmend taub beging FITZROY 1865 Selbstmord mit dem Rasiermesser.

In manchen Städten und zuerst an einem Seepegel in Genf 1838 wurde '**Wettersäulen**' errichtet, künstlerisch gestaltete steinerne Säulen, an denen hinter Glas ablesbare Barometer, Thermometer, Hygrometer für das Publikum angebracht waren (NZZ 15. 9. 2019).

Überlegungen darüber, wie weit die **Gashülle** der Erde **nach oben** reicht, stellte G. JOHNSTONE STONEY (W. B. OWEN et al. 2004) an. Die einst viel mehr in der Gashülle der Erde anzunehmenden Gase Wasserstoff und Helium sah er in den Weltraum verflüchtigt.

Anfang der 40er-Jahre des 19. Jh. hielt sich LOUIS AGASSIZ (1974) etliche Wochen auf dem Aare-Gletscher in der Schweiz in einer auf errichteten Hütte, dem "Hotel des Neuchatelois" und trugen Daten über **Gletscher** zusammen, über die Eisbewegung in den verschiedenen Teilen des Gletschers, die Eisdicke, Temperaturverhältnisse, Wasserzirkulation im Gletscher. Die Gründe für die **Gletscher-Bewegung** wurden unterschiedlich gesehen von J. D. FORBES (R. N. SMART 2004). und JOHN TYNDALL (I. S. BLACK 2004).

In ihrer Vorhersage bis zur Gegenwart im Dunkeln blieben **Erdbeben**. Man erkannte nur zunehmend, daß sie namentlich in bestimmten Zonen auftreten. Der englische Geologe und Bergbaufachmann JOHN MILNE (J. WARTNABY 2004), der 1875 bis 1895 Professor in Tokio war und eine Japanerin geheiratet hatte, konstruierte 1896 den ersten **Seismographen**, der größere Erdbeben von der ganzen Erde anzeigte. Das schwere Erdbeben von Yokohama 1880 hatte ihn zur **Seismologie** geführt. Zurück nach England 1895 begründete er hier das seismologische Observatorium in Shide und regte die Gründung seismologischer Stationen auch in anderen Ländern an. Die British Association gründete ein seismological commitee unter MILNE und sammelte Daten über Erdbeben von der ganzen Erde.

Für die Erfassung der **Tiefen der Ozeane**, namentlich ihres Tierlebens, fuhr die britische **"Challenger"-Expedition** am 21. Dezember 1872 von Plymouth aus und kehrte nach 713 Tagen am 24. Mai 1876 in Spithead zurück. Wissenschaftlicher Leiter war Sir CHARLES WYVILLE THOMSON (A. L. RICE 2004). 25mal waren Fänge aus einer Tiefe von etwa 4,5 km nach oben geholt worden, im Japan-Graben aus 5,7 km. Nach dem Tode THOMSONs 1882 wurde der ebenfalls als Naturforscher an der "Challenger"-Reise beteiligte Sir JOHN MURRAY (J. H. ASHWORTH et al. 2004) .der Herausgeber des 50-bändigen Werkes über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise. Botaniker war HENRY NOTTISDGE MOSELEY (B. B. WOODWARD et al. 2004) gewesen.

JOHN YOUNG BUCHANAN (R. CORFIELD 2006, M. DEACON 2004), der Chemiker der Expedition, stellte im Ozeanwasser in möglichst vielen Tiefen und an verschiedenen Orten fest die Temperatur, das Lichteindringen, die Substanzen, herade auch die organischen, brachte also Licht in die **Verhältnisse in den Ozeanen**. Er identifizierte vom Tiefseeboden emporgeholte Knollen als solche aus Mangan. Und BUCHANAN fand auch, daß der "**Bathybius haeckeli**", ein beim Vermischen von Meeresboden mit Alkohol entstehender Schleim und namentlich von TH. H. HUXLEY gedeutet als ein am Meeresboden ständig entstehendes, weite Flächen bedeckendes werdendes primitvives Leben eine **anorganische** Bildung ist. Auch für die Beurteilung erdgeschichtlicher Bildungen wichtig wurde die Untersuchung der Tiefsee-Schlicks. Noch manche spätere Forschungsreise auf dem Meer hat BUCHANAN unternommen, auch mit dem als Meeresforscher wirkenden Prinz ALBERT von MONACO. Während des Ersten Weltkrieges in Pessimismus über die Menschheit nach Kuba und den USA gegangen starb der zurücgekehrte reiche Mann 1925.

## Petrographie - Gesteinskunde

Aus Gesteinseigenschaften, namentlich an der mehr oder weniger guten kristallinen Ausbildung der die Gesteine zusammensetzenden Mineralien, lernte man die Bildungsumstände ablesen. Der Schotte HENRY CLIFTON SORBY vor allem fand die **Dünnschliff-Methode**, das Schleifen von Gesteinsbrocken bis zur Durchsichtigkeit, um sie dann im Mikroskop, auch im polarisierten Licht, zu untersuchen. FERDINAND ZIRKEL, ab 1870 in Leipzig, der bei SORBY zum Lernen war, sowie HEINRICH ROSENBUSCH in Heidelberg haben die **petrographische Mikroskopie** (G. C. AMSTUTZ , R. BRAUNS 1912, WAHNSCHAFFE 1912) ausgebaut. Die bisher so einheitlich graubraun erscheinenden Basalte konnten nunmehr untergliedert werden. Je schneller ein Gestein abkühlte, desto weniger sind die Kristalle ausgebildet, je langsamer die Abkühlung verlief, weil in größerer Tiefe, desto besser ist die Auskristallisation.

## Geologie, Erdgeschichte

## Die Systeme - Formationen: Die Gliederung der Erdgeschichte

Bis zur Mitte des 19. Jh. wurde durch Identifizierung der Schichten der Sedimente **durch die Fossilien** die **Erdgeschichte** in ihre grundlegenden großen Zeital-



Abbildung 1598: Vielgestalt der Erdoberfläche.



Abbildung 1599: Küstenzerstörung: Algarve.

ter und Perioden **eingeteilt**, bekam die zuerst von JOHN PHILILIPS vorgelegte "**Formations-** oder **System-Tabelle**" in den großen Zügen ihre bleibende Gestalt.

Der württembergische Bergbeamte FRIEDRICH VON ALBERTI (1834, H. BAUMGÄRTEL 1970) hatte im südwestlichen und mittleren Deutschland die verbreiteten Schichtfolgen des Buntsandstein, des Muschelkalk (shell limestone) und des Keuper beshrieben und zu der **Trias-Formation** zusammengefaßt. Die fossilführenden Schiefer und Grauwacken, die in Großbritannien unter einem verbreiteten roten Sandstein liegen (Old Red Sandstone), wurden von Sir RODERICK IMPEY MURCHISON und Reverend ADAM SEDGWICK im Grenzgebiet zur Halbinsel Wales untersucht und sie benannten 1835 dieses Sedimentpaket "**Silur**", nach einem einistigen dor-



Abbildung 1600: Sedimentschichten, bei Gotha.



Abbildung 1601: Ammoniten als Leitfossilien.

tigen Volksstamm. MURCHISON war als Militär aufgewachsen und kam unter Einfluß seiner Gattin und von DAVY zum Interesse für die Wissenschaft (M. J. S. RUDWICK 1974). Noch ältere Schichten mit offensichtlich eigener Fauna wurden von SEDGWICK als "**Kambrium"** (Cambrian System), nach der alten Bezeichnung für Wales, ausgegliedert. Über dem Silur wurde wegen seiner eigenen Fauna das "**Devon**" unterschieden. Auf einer zweiten Expedition nach Rußland 1841, bis zum Ural, grenzte MURCHISON über der Steinkohlen-Formation (Carbon) das "**Perm**" aus, das sich in seiner Fauna vom darüberliegenden Buntsandstein in seiner Organismenwelt angrenzte, da die Grenze Perm - Trias offenbar die einer Katastrophe war. Das **Tertiär** teilte 1833 LYELL in **Eozän Miozän**, **Pliozän** gegliedert, BEYRICH fügte zwischen Eözän und Miozän das **Oligozän** hinzu, ganz unten trennten SCHIMPER 1874 und von KOENEN 1886 das **Paläozän** ab (R. LANKESTER 1906).

Mit DARWINs Deszendenztheorie wurde unverkennbar, daß die Lebewesen eine unwiederholbare Geschichte hatten und war die aktualistische Auffassung, daß jedes Lebewesen jederzeit wieder auftreten könne, durch eine "**evolutionäre**" Auffassung zu ersetzen, wonach die grundlegenden Vorgänge bleiben, aber die Ergebnisse sich nicht wiederholen. Ein **Gesamtbild der Erdgeschichte** versuchte EDUARD SUESS mit "Das Antlitz der Erde", ab 1885. Die ständige Abkühlung schuf Runzeln, die Gebirge, und dem dadurch vor sich gehenden Verfall der Erde wohnen wir bei.

## Die Vorstellung von Eiszeiten

Die Vorstellung von der Erdgeschichte wurde stark verändernt durch die Feststellung der **Eiszeiten**, in denen Gletschervorstöße bis in das Herz von Mitteleuropa stattfanden. Felsenschliffe und "erratischen Blöcke" (Findlinge) waren schon bekannt gewesen, aber als Folge einer Flut gedeutet worden.

AGASSIZ und andere rechneten mit einer weltweiten Vereisung und deuteten sogar Lockermassen in Brasilien als Gletscherhinterlassenschaft, Zeugnis dafür, wie wichtig es war, Gletscherbildungen eindeutig von anders entstandenen Bildungen zu unterscheiden .LYELL vertrat vertrat demgegenüber die den aktualistisch denkenden Geologen plausiblere **Drifttheorie**, wonach das mit Geschiebeblöcken auf Lockermaterial übersäte nördliche Mitteleuropa einst von einem Meer bedeckt war, auf dem große Eisschollen Felsblöcke trugen, die beim Abschmezen der Eisschollen auf den Meeresboden sanken. Für das Alpenvorland und auch für Gebirge in Großbritannien wurde schon um die Mitte des 19. Jh. mit einer einst umfangreicheren Vergletscherung gerechnet.



Abbildung 1602: Findlingsblock Markgrafenstein.

Der Schwede OTTO TORELL, der am Rande von Gletschern auf Spitzbergen Untersuchungen vorgenommen hatte, sah **1875 in Schleifspuren** auf von den Lockermassen freigelegtem Muschelkalk bei Rüdersdorf bei Berlin eine Gletscherhinterlassenschaft und damit wurde die Annahme einer weiten Vereisung des nördliche Mitteleuropa auf eine solide Grundlage gestellt. Der von dieser Auffassung begeisterte damals junge ALBRECHT PENCK fand solche Schleifspuren auf Gesteinen auch bei Leipzig, erkannte zwei Vergletscherungen – "älteres und jüngeres Diluvium" - in Nord-Deutschland (1879), und unterschied im **Alpen**gebiet (1882) bald 3, **schließlich 4 Eiszeiten**.

Namentlich Geologen an der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin unterschieden und kartierten die auf die Vergletscherung Norddeutschland zurückgehenden Formen und Ablagerungen. Höhenzüge im norddeutschen Flachland wurden als Stillstandslagen einstiger großräumiger Gletschervorstöße erfaßt, als **Endmoränen**, wie sie beschrieben wurden von GOTTLIEB BERENDT (K. KEILHACK 1919, H. QUIRING 1955), einer der ersten Geologen, die sich der Flachlandgeologie zuwandten und die Bildungen in Norddeutschland, eben nicht nur "flach" gliederte. So schrieb er 1887 von dem "Geschiebewall" bei Joachimsthal als von "einer, zum Theil sogar ausgeprägt wallartigen, einstmaligen Endmoräne des, hier längere Zeit abschmelzend, des zum Stillstand gekommenen Eises der Diluvialzeit" (S. 302) und vom "Uckermärker Geschiebwall" als einem "aus mehr oder weniger gerundeten Hügeln sich zusammensetzender oder auch, was ich selbst früher in dem Grade garnicht kannte, wallartig fortlaufender Höhenkamm, von dessen Rücken man beiderseits mehr oder weniger weit das Land zu überschauen im Stande ist." (S. 303). BERENDT hatte auch erkannt die schon anderen aufgefallenen und im wesentlichen in Ost-West-Richtung ziehenden breiten Talungen in Norddeutschland als die Abflußrinnen der aus den Gletschern austretenden Schmelzwässer und nannte sie 1879 "**Urstromtäler**" (1881). Er erkannte auch die langgestreckten und von an-

deren Gletschergebieten bekannten dammartigen **Oser** in Norddeutschland. KONRAD KEILHACK (P. WOLDSTEDT 1954) erstellte eine Karte der **Endmoränen** Norddeutschland und benannte die vor den Endmoränen aus dem aus ihnen herausgetragenen Feinmaterial gebildeten "**Sandr**", Sander. Auf einer Reise nach Island (1883) sah er an der Südküste vor dem großen Gletscher Vatna-Jöküll einen 350 km langen und bis 30 km breiten und mancherorts verschmälerten "Streifen Landes, der ausschliesslich aus aufgeschütteten Gletscherstromsanden und Kiesen besteht" (S. 164), und für den er in den Ablagerungen vor den norddeutschen Endmoränen ein Analoggebilde sah. Das Material auf Island ist jedoch wenigstens heute, nicht sandfarben, sondern dunkel, wegen der basaltischen Herkunft.

Um 1900 wurden etwa durch KOENEN auf der Südhalbkugel auch frühere Eiszeiten, im Perm, nachgewiesen. Die Erde hatte sich also **nicht** beständig abgekühlt und die letzten Eiszeiten waren nicht Zeugnis des nahenden Endes wegen Kälte. Als **Ursache** der Eiszeit hat etwa Sir E. FRANKLAND nicht Temperaturerniedrigung angenommen, sondern erhöhte Verdunstung im Meer und dadurch mehr Niederschlägen auf den Festländern, was die Schneemenge anwachsen und die Gletscher sich vergrößern ließ (J. WISLICENUS 1901).

Mit der Erkenntnis vom Eiszeitalter war zu vermuten, daß die **Flora** Mitteleuropas und anderer Teile Europas und der Erde klimatisch bedingt große **Änderungen in ihrer Verbreitung** erlitten haben muß, so wie es ADOLF ENGLER, damals in Kiel, in seiner "Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode" 1879, 1882 entwickelte. Fossile Pflanzenreste in arktischen Gebieten erweiterten das Bild vom Wandel nicht nur von Arten, sondern auch der Pflanzendecke auch ohne großen Artenwandel auf der Erde.

## Zeiträume der Erdgeschichte

Wie alt ist die Erde? Welche Zeiten umfaßten die erdgeschichtlichen Formationen?

Sicher geworden war die "relative" Altersstellung der Erdschichen und ihrer Fossilien, also 'älter' oder 'jünger'. Sollten Wandlungen auf der Erde langsam geschehen sein, im Sinne von LYELLs "Aktualismus, und sollte die Evolution im Sinne DARWINs ebenso allmählich, Schritt für Schritt stattgefunden haben, dann war auf jeden Fall mit sehr vielen **Jahrmillionen** zu rechnen. In diese Überlegungen wirkte nun Lord KELVIN hinein, der infolge der von ihm berechneten Abkühlung der Erde gegenüber dem Weltall, vom angenommenen feuerflüssigen Zustand der Urerde her, mit viel weniger Jahrmillionen, mit 20 - 30 Millionen Jahren, rechnete. Das erscheint immer noch großartig, aber ist eben doch viel weniger als die Geolo-

gen und die auf DARWINs Standpunkt stehenden Evolutionsbiologen annahmen. Physik, die exakt wirkende, stand also gegen die Geologie. **Wessen** Annahme, Voraussetzung, **Prämisse**, war nun gültig? DARWIN entschied schließlich, daß er mit der langsamen Umbildung recht habe und die Physiker die Fehler in ihrer Behauptung suchen müßten. Und, um es vorwegzunehmen: Mit der Entdeckung das radioaktioven Zerfalls von schweren Elementen in der Erdkruste war eine neue Wärmequelle gefunden, konnte die Erdabkühlung als viel langsamer angenommen werden!

Diese Debatte ist ein interessantes Beispiel dafür, wie **verschiedene Wissenschaften zu unterschiedlichen Aussagen** kommen und dann eine Klärung gesucht wird und - in diesem Falle - kam. Gegen die Physik, wenn sie denn genügend weiß, ist ja ansonsten nicht zu verstoßen.

Als auf Grönland fossile, auf ein einst einstiges dort wärmeres Klima deutende Pflanzen gefunden wurde, bemerkte der Schweizer Paläontologe OSWALD HEER (zit, nach A. JENTZSCH 1884, S. 9): "... ob Astronomie, Physik und analytische Mechanik einen so bedeutenden Wechsel des Klimas gestatten, die inductiv gewonnene Thatsache aus allgemeinen Principien zu deduciren. Sehr mitg Unrecht ist man heute geneigt, die Resultate der rechnenden Wissenschaften über die der beobachtenden zu stellen; und gewiss muß es die Aufgabe jeder Wissenschaft sein, von den beobachteten Regeln möglichst zu mathematischen Gesetzen emporzusteigen. Aber die Gewissheit der Rechnung in ihrer Anwendung auf complizirte reale Verhältnisse ist keine absolute ..."

## Geologische Erkundung - Suche nach Bodenschätzen, nach Ressourcen

Es wurde zu Recht als wichtig erkannt, die in einem Lande vorhandenen **Bodenschätze zu ermitteln** und die **Verbreitung der verschiedenen Gesteine an der Erdoberfläche** und unter der Verwitterungsdecke beziehungsweise den Böden zu kennen, wozu die Erkundunsergebnisse in "geologischen Karten" festgehalten wurden. Mit der Aufstellung der Erdzeitalter (Perioden) war ersichtlich, in welchen Bereichen bestimmte **Bodenschätze** zu suchen waren und ließen sich sinnlose Bohrungen vermeiden. Kohlen konnten nur in Gesteinen solcher Perioden erwartet werden, in denen es eine entwickelte Pflanzenwelt gab. Die Goldfelder Australiens wurden gefunden, weil Gesteinsproben aus Australien an MURCHISON gesandt wurden und dieser erkannte, daß sie dem Gestein glichen, in denen im Ural in Rußland Gold vorkommt (W. FAIRBAIRN 1962).

Um die Mitte des 19. Jh. wurde die geologische Erkundung und Kartenerstellung

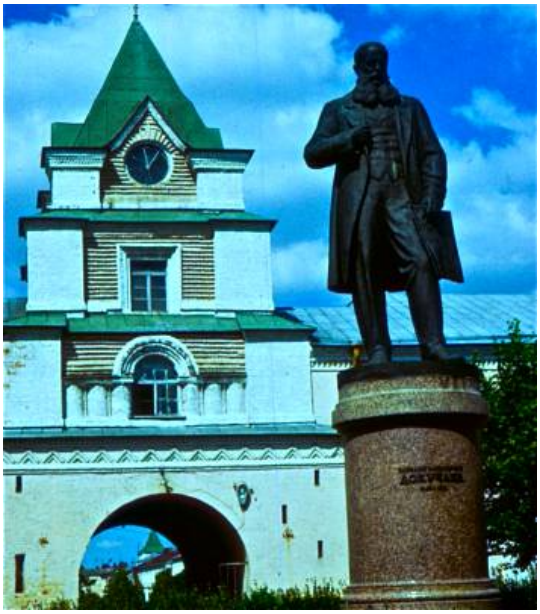

Abbildung 1603: DOKUTSCHAJEW. Puschkin 1986.

institutionalisiert in **geologischen Landesanstalten**, die "**Feldgeologen**" aussandten. In Großbritannien wurde 18 der "Geological Survey of Great Britain" mit DE LA BECHE als erstem Direktor gegründet. Im Jahre 1855 folgte als Direktor MURCHISON. In **Wien** wurde 1849 **die k.k. Geologische Reichsanstalt** für die Habsburger Monarchie gegründet, 1872 die **Geologische Landesanstalt für Sachsen** geschaffen.

# Die Bodenkunde - Bodentypen

Der Boden, die oberste Verwitterungsrinde der Erdkruste und mitgestaltet durch die Vegetation, Substrat des Pflanzenwachstums, meistens ausgezeichnet durch Humus, in den gemäßigten und tropischen Breiten etwa 30 bis 90 cm dick, wurde zuerst durch russische Forscher, VASILY V. DOKUTSCHAJEW ab etwa 1880 und weitergeführt etwa von GLINKA, nach den in der Farbe unterschiedenen **vertikal aufeinanderfolgenden "Horizonten"**in **Bodentypen** unterteilt. wobei diese das Ergebnis der bodenbildenden Prozesse, also der Bodengenese, sind (u. a. E. MÜCKENHAUSEN 1936).

Die verbreitesten Bodentypen waren klimatisch bedingt und konnten deshalb in Rußland mit seinen Klimazonen von Nord nach Süd gut festgestellt werden. Wo reichlich Niederschläge fallen und Nadelwald den Boden bedeckt, werden viele Mi-

neralien ausgewaschen und auf den oberen hellen Horizont folgt nach unten in diesen "**Podsolböden**" (Bleicherde) eine durch Eisenoxid braune Anreicherungszone. In den Steppengebieten steigt oft Wasser von unten und nach oben, und oben gibt es eine Anreicherung von Substanzen, auch von dunklem Humus, wodurch die "**Schwarzerde**" (Tschernosem) zustandekommt. Bei manchen Bodentypen ist der wechselnde Stand des Grundwassers maßgebend: **Gleyböden**.

Das Pflügen der Böden läßt namentlich in den vegetationsloden Monaten die Bodenkruste abtragen, führt zur **Boden-Erosion**. Je nach Bearbeitung und Hanglage wird nach mehr oder weniger Jahrhunderten das Grundgestein erreicht und ist Landwirtschaft in diesen Gebieten in Frage gestellt (D. R. MONTGOMERY 2009). Ablagerung des abgetragenen Bodenmaterials erfolgt in den Flußtälern, wo also die Fruchtbarkeit sogar zunehmen kann. Die Nachbildung der Böden aus dem darunterliegenden Gestein ist zu langsam, um die Verluste durch die Erosion auszugleichen. Viele Böden Europas entstanden aus dem Ablagerungsmaterial oder angrenzend dem Verwitterungsmaterial der Vergletscherung in den Eiszeiten.

# Stoffwanderungen in der Erdkruste – "Stoffwechsel" - Kreislauf der Stoffe - eine der führenden Ideen seit der Mitte des 19. Jahrhundert - und die irreversible Entwicklung in der Natur

## Kreislauf – regelrecht 'Philosophie'

Im 17. Jh. wurde der **Kreislauf des Wassers** verstanden. HUTTON verwies um 1790 auf den **Kreislauf des Gesteinsmaterials**. Erfaßt wurde durch PRIESTLEY, INGENHOUSZ und andere der **Wechsel des Sauerstoffs und des Kohlendioxid**/CO2 zwischen Pflanzen und Tieren. Vor allem die chlorophyll-führenden assimilierenden Pflanzen in ihrer Photosynthese lieferten die "Urnahrung", auch im Meer, sind die '**Primärproduzenten**' (B. ULRICH 1996, S. 50), von deren Substanzen alle Tiere und Pilze und einige höhere, mehr oder weniger chlorophylllose Pflanzen abhängig sind. Pflanzen nehmen Kohlendioxid auf, bauen unter Einbeziehung von Wasser organische Substanz auf, und dann kehrt durch die Atmung der Pflanzenfresser, der grünen Pflanzen im Dunkeln und die Fäulnis abgestorbener Pflanzen der gebundene Kohlenstoff als Kohlendixoid/CO2, in die Atmosphäre zurück. Manche grünen Kleinlebewesen etwa im Meer, Plankton, wirken, als nur dafür zu leben, daß sie Photosynthese betreiben und so durch ihre Photosyntheseprodukte Tierleben dort überhaupt zu ermöglichen, etwa von Wa-

len massenweise eingeschlürft. Das ist das in der Evolution entstandene Schicksal der in der '**Nahrungspyramide**' unten stehenden Lebewesen, mit denen die '**Nahrunhskette**' beginnt. Das sind von dem führenden britischen Ökologen CHARLES SUTHERLAND ELTON in seinem Buch 'Animal Ecology' 1927 aufgestellte Begriff. Am Ende der Nahrungskette, also die großen Raubtiere, Greifvögel, auch Elefanten und Nashörner und vor allem der Mensch sind nicht mehr lebende Beute von unter ihnen stehenden Lebewesen der Nahrungskette und erst nach ihrem Tode gehen ihre stofflichen Überreste in den Kreislauf zurück, dank der Mikroben.

Der **Kreislauf des Wassers** ist der Kreislauf einer chemischen Vebindung, von der nur wenig durch Versickern oder durch Vorgänge in Pflanzen oder gar durch Zersetzung wenigstens zeitweilig aus dem Kreislauf ausscheiden. Beim Methan, wo man auch von 'Kreislauf' (J. HEYER 1990) spricht, ist das anders, denn Methan wird im Darm oder im Moor durch Bakterien gebildet und anderswo oxydiert, also im Kreislauf sind eher nur die Bestandteile. Die **organischen Substanz der Pflanzen** muß der **Zersetzung** ihrer Substanzen unterliegen, damit das Material in einen Kreislauf zurückkommt. LIEBIG erfaßte den **Kreislauf der** weiteren **chemischen Elemente**, welche in pflanzenwichtige Verbindungen eintreten, also von Stickstoff, Kalium, Phosphor, die nie verschwinden, sondern auch wieder in die Ausgangssubstanzen zurückverwandelt werden können. **Für die Vegetation** war der Stoffkreislauf **zwischen den Pflanzen und auch den Tieren mit ihren Exkrementen und ihren Leichen sowie dem Boden** namentlich nach LIEBIGs Entdeckung der Mineralstoff-Aufnahme durch die Pflanzen offensichtlich. Pflanzen entnehmen Stoffe dem Boden und diese kehren mit der "**Mineralisation**" des Pflanzenmaterials in den Boden zurück. Ohne die Pflanzenzersetzung an Ort und Stelle verarmt der Boden am Standort der Pflanzen an Nährstoffen, sofern nicht durch Verwitterung eine ausreichend rasche Nachlieferung erfolgt. Abfuhr des Erntegutes, also der Getreide, Kartoffeln, des Holzes, bedeutet Abfuhr der Nährstoffe nach anderswohin. Es verarmt der Boden an ihnen und Düngung, vor allem durch LIEBIG eingeführt, muß das weggeführte Material ersetzen. **Düngung** bedeutet **technisch-chemische Entnahme von Stoffen anderwoher**. Als nicht beachtet wird LIEBIG angelastet, daß er die begrenzte Transportfähigkeit des Boden und damit "unangenehme Akkumulationen" übersah (b. E. SCHRAMM zit b. H.-J. LUHMANN 1999, S. 120). In der Natur insgesamt waren nach LIEBIGs Auffassung die 'biogeochemischen Stoffzyklen' so 'gewaltig', als "daß sie durch menschliche Tätigkeit nicht grundlegend oder abgeändert werden können", was aber nicht für die Äcker galt - also für begrenzte, von der menschlichen Wirtschaft erfaßte Bereiche. CLEMENS WINKLER erwartete, daß generell mehr Kohlendioxid durch vermehrtes Pflanzenwachstum aufgefangen wird (S. 118). Trotz seiner Beiträge zum Abfangen von Rauchgasen und damit zum Umeltschutz, meinte er

1896 (zit.b. K. VOLKE Internet), auch 1913 (zit. n. E. SCHRAMM b. H.-J. LUHMANN 1999, S. 120) zur Natur überhaupt: "Die chemische Fabrik da draußen, welche wir Natur nennen, arbeitet seit unbedenklicher Zeit rastlos Tag und Nacht und bleibt trotzdem blank und blitzsauber. Sie zeigt keinen häßlichen Kehrichtwinkel, keinen schmutzigen Schutthaufen und ihre Wasserläufe hält sie klar, ihren Dunstkreis neutral, hell."

**Stoffkreisläufe in der Natur** wurden in der Mitte des 19. Jh. ein immer wieder hervorgehobener Bestandteil des **naturwissenschaftlichen Weltbildes**. Nicht nur LIEBIG wollte zeitweilig hinter den Vernetzungen in der Natur sogar eine göttliche Weisheit sehen, der man vertrauen darf (s. H.-J. LUHMANN 1999, S. 120) und auch der gläubige Schweizer MAXIMILAN PERTY (1879, S. 384) meinte in der Rückschau auf sein Leben: "Wir sollen die göttliche Vernunft und das göttliche Gemüth in der Natur erkennen, welche über ihrem Wechsel ewig gleich beharren." Aber andererseits: "Die Dinge drehen sich keineswegs nur im Kreislauf, sondern namentlich in der Menschheit ist ein Fortgang zu höheren Stufe bemerkbar." J. MOLESCHOTT (s. 1855) hatte religiöse Betrachtung des Kreislaufs schon bei LIEBIG abgelehnt . MOLESCHOTT sah jedoch im "Stoff" den Schlüssel zum Wesen der Dinge, auch geistiger Tätigkeit und hob den Stoffkreislauf stark hervor. Tote sollte man nicht auf Kirchhöfen begraben, sondern etwa wegen ihres als Pflanzennährstoff wichtigen Phosphorgehaltes auf Äckern. MOLESCHOTT fragte, "warum ...wir denn der Sitte dauernder Kirchhöfe huldigen", denn ein fruchtbarer Acker mache den Toten mehr Ehre als ein Grabhügel (1855, S. 460 / 461). Warum sollte jemand nach seinem Tod Herr über seinen phosphorsauren Kalk sein wollen, wenn er bedenken müßte, daß ohne diese Substanz vielleicht sein Urenkel darbt (1894, S. 223). Solche Überlegungen erscheinen wie materialistisch-religiös. MOLESCHOTT wurde vorgeworfen, daß er mit dem "ewigen" Kreislauf der Materie wohl über die Zweifel an der Unsterblichkeit der Seele hinwegtrösten wolle.

Bei den Kreisläufen war zu beachten, welche **regionale Ausmaße** der Kreislauf eines Elementes annimmt, ob er im wesentlichen nur innerhalb einer Pflanzengesellschaft, also etwa einer Wiese oder eines Gewässers, stattfindet, oder ob unter Einschluß größerer Räume (s. u.), besonders der Atmoshäre.

## In den ersten Erkenntnissen bei PASTEUR: Organismen bestimmen großenteils die Kreisläufe

Erst ab dem Ende der 50-er-Jahre des 19. Jh., und namentlich durch die Forschungen von PASTEUR, wurde deutlich, daß die **Zersetzung und schließlich Mineralisation der Substanz der abgestorbenen Lebewesen** in den Endstu-

fen **durch Mikroorganismcn** geschieht. Ohne Mikroorganismen blieben Leichen unzersetzt wie im Polareis und auch das Holz im Wald wird nur durch Organismen abgebaut. Viele Mikroben bewirken das in für die einzelnen Arten spezifischen Prozessen. Etwa mit der Methan-Freisetzung. Aber auch die anderen Kreisläufe in der Biosphäre, ob in Atmosphäre, Wasser oder im Erdboden, werden in den wesentlichen Zügen **durch Lebewesen bestimmt,** ob der Wechsel von Sauerstoff zwischen Kohlendioxid und Freisetzung bei der Photosynthese der grünen Pflanzen oder die Kreisläufe von Stickstoff, Schwefel, Phosphor, ja Eisen und anderer Metalle (u. a. L. SIGG et al. 1996, u. a. S. 458 ff.). **Ohne Lebewesen** bestünde **an der Erdoberfläche** auch chemisch eine **ganz andere Welt**. Vergleichbar der auf dem Mars. Und nur die durch Lebewesen in Gang gehaltenen Kreisläufe erhalten das Leben und lassen seine Evolution zu. Nur die Kreisläufe unter Beteiligung der Atmospäre und im Zusammenhang mit Organismen verlaufen **rasch**. An Gesteine gebundene Kreisläufe sind langsam, verlaufen in erdgeschichtlichen Maßstäben.

## Ins einzelne: Höhere Organismen, Pilze, Mikroben als Zersetzer von Pflanzen- und Tier-Substanz, bei Tieren auch der Exkremente, im Kreislauf

Die Zersetzung der Substanz der abgestorbenen Lebewesen führt in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und Außenbedingungen in vielem nicht sofort zu den einfachen Verbindungen Kohlendioxid und Ammoniak, sondern es gibt **zahlreiche**, teilweise auch länger recht stabile **Zwischenstufen** beim Abbau **organischer Substanzen**. Die aus dem Abbau organischer Substanzen Abbauprodukte erzeugenden, entgegengesetzt den Primärproduzenten wirkenden Organismen sind die **Sekundärproduzenten** (B. ULRICH 1996, S. 48). Die 'zerfallende organische Substanz im Zustand des Aufschlusses' auf dem Lande oder im Wasser (Wikipedia 20149 ist der **Detritus** und wird auf dem Lande zum **Humus** und im Wasser etwa zum **Faulschlamm/Sapropel**. Mit der Erforschung des Böden stehender Gewässer wurde etwa deutlich: Unter **ausreichendem Sauerstoff** geschieht **Verwesung**, bis zum völligen Abbau der organischen Substanzen zu einfachen anorganischen Verbindungen. Ohne oder unter zu wenig Sauerstoff gibt es **Fäulnis**, aus der faulenden organischen Substanz gibt es neue organische Substanzen, so organische Säuren, auch H2S, so eben im Faulschlamm/Sapropel. Beim **Halbfaulschlamm/Gyttja** reicht der Sauerstoff bis an die Oberfläche des im Abbau befindlichen Materials. Dem äußeren Aussehen nach unterschied man im Humus außer einigen organischen Säuren die braunen **Ulminstoffe** und die schwarzen **Huminstoffe** (R. H. FRANCE´1922, S. 26), welche etwa das aus dem Moor aus-

fließende Wasser demgemäß färben. **Destruenten** werden die organische Substanz abbauenden und zersetzenden Organismen genannt, Sie bewirken das Gegenteil der chlorophyllhaltigen, organische Substanzen aufbauenden Pflanzen. Als **Destruenten** bezeichnet man vor allem jene Pflanzenmaterial zersetzenden Kleinstlebewesen wie die Mikroben, aber die Grenze zu den als Konsumenten bezeichneten Tieren ist wohl fließend, denn alle diese heterotrophen Lebewesen benötigen zur Zersetzung des Pflanzenmaterials spezifische Enzyme (s. a. N. A. MORAN 2007). Tiere können in ihrem Körper von den Pflanzen übernommene organische Substanzen nur umbauen, nicht generell aus anorganischem Material organische Stoffe erzeugen. Welche Fülle von Lebewesen sich im Boden und auch im Ackerboden befindet erschlossen die Österreicher RAOUL HEINRICH FRANCE´ (1922; M. MÜLLEROTT 1961) und dessen Ehefrau ANNIE FRANCE´-HARRAR. R. H. FRANCE´prägte 1912 für die Gesamtheit der Bodenlebewelt den Begriff '**Edaphon**'. Beide, eher Außenseiter der Wissenschaft erkannten, wie dieses Edaphon, von Bakterien über Pilze und Kleinlesewesen wie Fadenwürmer, durch seine Zersetzungstätigekeit die Fruchtbarkeit der Ackererde erhält und die Landwirtschaft die Kleinlebewelt im Boden beachten muß. 1947 veröffentlichte ANNIE FRANCE´-HARRAR (u. a. Wikipedia 2014) das ihrem 1943 gestorbenem Manne gewidmete Werk "Die letzte Chance - für eine Zukunft ohne Not" mit der Darlegung der Notwendigkeit der Abfallwirtschaft für Humus- und Kompostierungswirtschaft. ALBERT EINSTEIN lobte das Werk in höchsten Tönen. Auch etliche höhere Lebewesen befördern den Stoff-Kreislauf auf der Seite der Zersetzung, weil sie durch ihre Tätigkeit Pilzen oder den zersetzenden Mikroben den Weg bereiten und mit ihren Enzymen auch Pflanzenmaterial abbbauen wie die als Konsumenten bezeichneten Tiere. Vorbereitung zum mikrobiellen Abbau von Pflanzenmaterial geschieht, wenn etwa **Mist-** oder **Dungkäfer**/*Geotrupes* Tierexkremente durchkrümeln und fressen, wenn Land-**Asseln** und **Tausendfüßler** der Myriapoda Erstzersetzer im Detritus sind oder gar, wenn die **Termiten** sich von Holz ernähren und dazu in ihrem Gedärm Zellulose abbauende Bakterien beherbergen. Der Weg zur Zersetzung wird auch bereitet, wenn beispielsweise **Regenwürmer** den Boden durchmischen und Luft in die Röhren der Regenwürmer eindringt und sie Erde fressen und nach Aufnahme organischer Stoffe wieder ausscheiden.

Winzlinge unter den Zersetzern sind dann schon die zu den Urisnekten gehörenden Springschwänze. Unter den **Pilzen** sind die **Porlinge** in besonderem Maße an der Holz-Zersetzung beteiligt. Sie bewirken das entweder indem sie das oft durch die Pilze als Parasiten abgestorbenes Holz oder eben Totholz als **Saprophyten** abbauen oder noch lebende, also noch gar nicht zur bis zur Zersetzung prädestinierte Stämme als **Parasiten** befallen. 'Totholz' ist kein steriles Holz, sondern mannigfach belebtes (H. FISCHER 2012, S. 156), Parasiten befallen auch lebende Tiere und den Menschen und bauen auch hier ab. Wie man im 20. Jh. näher herausfand



Abbildung 1604: Regenwurm im Holz.

(so Wikipedia 2014), bauen manche Pilze, so die Gebuckelte Tramete/ *Trametes gibbosa*, im Holz vor allem das braun färbende Lignin ab und verursachen die **Weißfärbung** im Holzinneren. Andere Pilze bewirken bevorzugt den Abbau der Zellulose und das Ergebnis sind die **Braunfäule** oder die **Rotfäule**. Viele holzbewohnenden Pilze besitzen Fruchtkörper außen. Für zur Nutzung vorgesehenes Holz ist dieser für den Kreislauf im Wald und anderswo unabdingbare Pilzbefall ein oft großer Schaden und auch verbautes Holz, etwa unter dem Dach, wird oft befallen. Holz einer bestimmten Art ist für jene, die sich von ihm ernähren, die artspezifische Nahrung, ob die sich in der Natur befindet oder irgendwohin verbaut ist. Nur bestimmte Hölzer widerstehen. Der Hausschwamm kann durch seine Holzzersetzung ein Haus zum Verfall bringen. Auch Termiten bauen Bauholz so ab wie Totholz. Wie sollten sie unterscheiden? Holzimprägnierung ist dann das Gebot des Holzschutzes.

Ein in dem Zersetzungsprozeß biologisch-organischer Materialien teilweise recht lange existierendes Material ist der durch seine bräunliche bis schwärzliche Farbe ausgezeichnete '**Humus**'. Er ist nicht als Nahrung der Pflanzen, aber durch seine die Bodenstruktur verbessernden Eigenschaften für das Pflanzenwachstum nötig, wenn er auch in Hydrokulturen fehlen kann. Die über dem noch nicht oder kaum zersetzten Gestein liegende **Humusschicht**, einst als "**Dammerde**" bezeichnet, ist 20 - 50 cm dick und auf ihr ruht fast alle Fruchtbarkeit der Erdoberfläche. Eine Fülle großtenteils noch unaufgeklärter Verbindungen liegen in diesen Zwischenstufen vor. Zahlreiche Organismen **ernähren** sich von in Zersetzung übergegangenen abgestorbenen Lebewesen. Vor allem aus dem aus sich zersetzendem Pflanzenmaterial enstandenem **Humus** ernähren sich die **Saprophyten,** der Großteil der Pilze und chlorophylllose Blütenpflanze. Zu den saprophytischen Blütenpflanzen



Abbildung 1605: Holz zurück in den Kreislauf.



Abbildung 1606: Zurück in den Kreislauf.

gehören etliche Orchideen, so die braungelbliche Vogelnestwurz/*Neottia nidus-avis*, die Korallenwurz/*Corallorhiza trifida* und die zur Ordnung der Heidekrautartigen gehörende Fichtenspargel/*Monotropa hypopitiys* L. Bestimmte Pilzarten besiedeln die in Zersetzung befindliche Rinde gefallener Bäume. Unter den Tieren gibt es Schlammfresser und solche, die tierische Exkremente fressen. Alle solche Organismen bauen aus diesem Material ihre Körper auf, bilden also wieder über Aminosäuren ihre Eiweiße. Saprophyten und die von sich zersetzendem Material lebenden Organismen sind also in besonderem Maße auf die nicht zu zögerliche Zersetzungtätigkeit von Mikroben angewiesen. Sie heben **die in Zersetzung befindlichen Materialien** wieder **auf die von Substanzen in lebenden Lebewesen** empor, **unterbrechen** also noch einmal **die Rückkehr** der Substanz von lebenden Wesen **in die** für die Ernährung der grünen Pflanzen nötige **Mineralisation**. Schlammfressende Tiere werden etwa von Fischen gefressen oder wie der Regenwurm von Vögeln und somit landen die schon im Zersetzungsprozeß einbezogenen Substanzen wieder am Ende der Nahrungskette, gar auf dem Teller der Menschen. Im Schlamm am Gewässergrund oder überhaupt im Boden ist reichlich kohlenstoff-reiche Nahrung vorhanden, aber am Gewässergrund mangelt es an Sauerstoff und das gut Sauerstoff transportierende Hämoglobin haben diese Tiere im Blut (H. J. JORDAN 1929, S. 11, 116, 347).

Daß der Kreislauf länger oder gar fast dauerhaft unterbrochen sein kann zeigen die nicht jährlich bis zum nächsten Herbst zersetzten abgeworfenen Blätter des Vorjahres, etwa in Buchenwäldern, oder in den Nadeln der Nadelwälder, oft Monokulturen der Forstwirtschaft. Es häuft sich die Nadel- oder Blattstreu, "**Rohhumus**". Auch durch den Borkenkäfer zerstörte und umgefallene Bäume können etliche Zeit bis zu ihrer Zersetzung liegen und an ihrer Stelle keimt und entwickelt sich ein Jungwuchs aus anderen Bäumen. Regeneration ist hier also nicht 'Re', sondern Entwicklung von etwas anderem, ist Ersatz. Der **Abbau** der Substanzen aus Lebewesen ist in **trockenem oder eisigen** Klima sehr verzögert oder **fällt** hier **aus**, wie im normalen Küchenhaushalt Dürrobst oder die Ware im Tiefkühlfach zeigen. Wegen des Inhaltes an ätherischen Ölen und überhaupt Schutzstoffen gegen Beweidung sowie die Härte des Blätter ist das Laub von Hartlaubgehölzen in trockenerem Klima, etwa im Mediterranklima, in seiner Zersetzung sehr verzögert. Es wird zersetzt **zu Asche** durch die hier immer einmal auftretenden Brände. Das Holz der Bäume in diesen mediterranen Pflanzenvereinen ist oft gegen Brand resistent, die Holzgewächse bilden nach Brand neues Laub. Ihre Samen keimen nach einem Brand meistens gut. **Brände** bringen also auch in den mediterranen Macchien die Substanz von Pflanzen über die dabei entstehende Asche wieder in den Kreislauf. Der Tourismus möchte die Brände in Küstennähe aber nicht, und wenn sie nach jahrelanger Vermeidung ausbrechen sind sie wegen des jahrelang angehäuften Laubes oft schlimm und für dort wohnende Menschen nicht selten Todesfallen. Gelenkte

häufigere Brände müßten hier die Lösung sein.

## In die Stoffkreisläufe einbezogener Raum

Stoffkreislauf kann **dem einbezogenen Raum** nach mit der Auswirkung in Nähe oder Ferne unterschiedlich ablaufen, so "auf kleiner Fläche wie in Waldökosystemen" (B. ULRICH 1996, S, 58), oder **weiträumig.** Sind die in Kreisläufe eingebundenen Elemente **gasförmig** wie Stickstoff und Sauerstoff oder in Verdunstung die Verbindung Wasser oder bilden die Elemente wie Kohlenstoff und Schwefel (W. W. KELLOGG et al. 1972) **gasförmige Verbindungen**, gelangen diese in reichem Maße auch **in die Atmosphäre**. Diese gasförmigen Substanzen können dann weit transportiert werden, wenigstens in den Hemisphären nahezu **global,** werden völlig durchmischt wie Sauerstoff und Stickstoff, reagieren auch miteinander, auch unter Einfluß katalytische wirkenden Partikel, lösen sich in Wassertropfen. Durch **Niederschläge** werden Verbindungen wie die des Schwefels, etwa die durch Oxydation des SO2 über SO3 oder über H2S entstehende Schwefelsäure, oder Verbindungen des Stickstoffs **in den Boden** und zur Vegetation zurückgeführt, auch entfernt vom Entstehungsort. Zum einen kann man diese Reaktionen in der Atmosphäre aus den Erfahrungen im Laboratorium **deduktiv**, als wenigstens **mögliche Reaktionen**, ableiten. Das geschah auch noch im 20. Jh. bei den Überlegungen zum Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre durch menschenhergstellte Treibgase. Aber es wurde als ebenso wichtig deutlich, die gasförmigen Substanzen in der Atmosphäre mengenmäßig und in ihren sich dort abspielenden Reaktionen festzustellen, und auch solche Atmosphären-Untersuchungen getrennt in verschiedenen Regionen vorzunehmen. Dazu gehört auch die Untersuchung des Chemismus der Regentropfen.

Manche **Elemente** werden, in ihren Verbindungen, nur **gelöst in Wasser**, **verfrachtet**, so das Kalium-Ion, und Flüsse mit ihren auf dem Lauf des Flusses nicht aufgefangenen oder umgebauten Inhaltsstoffen bringen ihre Stoffe ins Meer, wo auch längerfristig Wasseraustausch wenigstens zwischen bestimmten Regionen erfolgen kann.

## "Kreisläufe" in der irreversiblen Entwicklung der Erde

**Kreisläufe** sind **weder "ewig" noch vollständig**, sondern sind Teil der ständigen Stoffwanderungen und Stoffumsetzungen, der "Wanderung der Elemente innerhalb der Erdrinde" das bei manchen Elementen ein "Hin-und Herwandern" ist, wobei man "in einzelnen Fällen sogar von Kreisläufen der Elemente sprechen" (W. und

I. NODDACK 1937, S. 31) kann. Aber überlagert wird die Elementen-Wanderung von **irreversiblen Entwicklungsprozessen auf der Erde**. Wenn HALLEY annahm, daß das Salz der Ozeane von Flüssen vom Festland stammt und sich bei Kenntnis der von den Flüssen der Erde pro Zeiteinheit in den Ozean geführte Salzgehalt das Alter der Ozeane bestimmen ließe, dann hatte er schon eine Vorstellung von der irreversiblen Umbildung auf der Erde. Die irreversible Entwicklung auf der Erdoberfläche kommt zustande wegen der sich in vielfach einer Richtung vollziehenden Umbildung der stofflichen Zusammensetzung der Erdoberfläche, die wiederum auch von physikalischen Faktoren abhängt, namentlich der zunehmenden Abkühlung. In der Entwicklungsgeschichte der Erde erschienen auch im Zusammenhang mit den sich ändernden Bedingungen neue chemische Verbindungen und verschwanden andere, gab es einen sich **ändernden Chemismus auf der Erde**, etwas, was im 20. Jh. auch und nicht ausreichend abgegrenzt auch als "chemische Evolution" bezeichnet wurde. Die einst offenbar glutflüssige Erde bildete bei ihrer Abkühlung zunächst eine von der heutigen abweichende, wenn auch nicht mehr in allen Einzelheiten rekonstruierbare, reduzierende Atmosphäre aus. Als, wie etwa GOTTLOB LINCK (1912), Jena, es sah, Wasser auf die Erde fiel, wurden lösliche Stoffe auf der Erdoberfläche gelöst, schließlich in den dann entstehenden Gewässer, letztlich die Ozeane, geführt. Vulkane sollten auch gegenwärtig als "**juvenil**" bezeichnetes Material aus dem Erdinneren wenigstens teilweise neu an die Erdoberfläche bringen und oft in die eben nicht gleichbliebenden Kreisläufe.

Vor allem mit WILLEM NIEUWENKAMP (1965; B. GREGOR 1990), Utrecht, wird das mit dem 'juvenilen' Magma wieder anders gesehen, das heißt, es soll es kein oder kaum aus dem gar nicht so flüssigem Erdinneren kommendes Magma geben, sondern war wohl **alles Gesteinsmaterial in einen Kreislauf einbezogen** gewesen .In den 3 oder 4 Milliarden Jahren Erdgeschichte hätte eine solche nicht denkbare Dicke von Magma entstehen müssen, daß diese Vorstellungen "die Annahme von einem Kreislauf für den größten Teil der gesteinsbildenden Substanzen nahe legen" (S. 470). Das war wieder eine aufsehenerregende Erweiterung der Kreislauf-Vorstellungen. Das schließt auch eine lange währende irreversible Entwicklung nicht aus, wenn vielleicht auch das in einen Kreislauf eingebettet ist? Wenn die Materie, die Welt der chemischen Elemente und die Gesteine, wenigstens seit Bestehen einer festen Erdkruste in einem in den wesentlichen Zügen gleichbleibendem Kreislauf eingebettet waren, dann gab es also keine Irreversibilität in der anorganischen Materie, auch in den Gesteinen.

Die Substanzen der Lebewesen kehrten immer wieder in Kreislauf zurück, aber in ihrer Gestalt und manchen ihrer physiologischen Vorgänge **entrannen sie dem Dauerkreislauf**, brachten in ihrer **Evolution** Neues hervor, boten ungeachtet des Verbleibens auch niederer Formen **Irreversibilität**. Und mit der Evolution der

Lebewesen gibt es auch Irreversibilität in der Art der von ihnen bedingten Gesteine, die aber dann ebenso in den Kreislauf der anorganischen Materie eingingen.

Mag der heute in der Erdatmosphäre vorhandene Sauerstoff weitgehend in einen Kreislauf zwischen Pflanzen und Tieren einbezogen sein, so ist dieser **Sauerstoff** wohl erst mit dem Auftreten chlorophyllhaltiger Organismen, etwa der Blaubakterien (-algen) und dann der grünen Pflanzen, **in die Atmosphäre gekommen** und wurde das einst wohl viel reichlicher vorhandene Kohlendioxid von den grünen Pflanzen verbraucht. Die an der Erdoberfläche vorhandenen Substanzen wurden von dem neuen Sauerstoff erst einmal oxydiert. Schließlich gab es auch so viele heterotrophe Lebewesen, also vor allem Tiere, die Sauerstoff verbrauchten, bis sich ein Wechselspeil zwischen dem von Tieren ausgeatmeten Kohlendioxid und dem von grünen Pflanzen im Sonnenlicht erzeugten Sauerstoff ergab. **Mit der Evolution** änderte sich damit der **Kreislauf der Elemente**, aber blieb prinzipiell. Die Blätter der in der Kreidezeit aufkommenden und die Vorherrschaft der Nadelhölzer/Kryptogamen einschränkenden Phanerogamen hatten gegenüber den Nadelhölzern mit ihren bei vielen relativ starren Nadeln weiche, voluminöse Blätter und diese konnten sehr viel rascher zersetzt und ihr Substanz-Gehalt rascher wieder in den Kreislauf einbezogen werden (R. H. LATUSSEK 2009)..

**Ausgeschieden** aus Kreisläufen wurden in langsamen, aber sich summierenden Prozessen in der Erdgeschichte jedenfalls erst einmal für beträchtliche Zeiten **Massen von Kohlenstoff** in Lagern von Kohle und Erdöl, die Kalksteine mit ebenfalls Kohlenstoff, die Eisen-III-oxid-Lagerstätten, wobei sich noch heute in moorigen Wassergräben und Wasserlachen das sie rotbraun färbende **Fe-III-Oxid** bzw. –hydroxyd aussscheidet. Fe III ist auch wieder reduzierbar zu Fe II (L. SIGG et al. 1996, S. 393). **Natrium** (W. VON ENGELHARDT 1959) tritt im sedimentären Ton geringer auf als im magmatischen Material, durchläuft keinen vollständigen Zyklus, verbleibt also einmal freigesetzt in der Erdkruste und sein Gehalt hat im Laufe der Erdgeschichte offensichtlich im Ozean zugenommen. Letzteres hatte im 18. Jh. schon HALLEY überlegt. Aber die Gültigikeit der Überlegung wurde auch bezweifelt (G. LINCK 1912).

**Phosphor** gibt kaum wie Stickstoff viel an gasförmige Verbindungen in die Atmosphäre ab und Phosphate von Organismen, Exkremente von Vögeln und auch Reptilien, konnten an einigen Stellen auf der Erde dem Kreislauf entzogen sich angehäufen. Aussscheiden eines Elementes konnte auch für nur bestimmte Zeiträume stattfinden. Aus Kohle entsteht wieder Kohlendioxid, wenn sie verbrennt, auch durch Flözbrände in der Natur.

## Anthropogene Eingriffe in die Stoffkreisläufe

In reinen **Agrargesellschaften** wird nur die Sonnenenergie für menschliche Bedüfnisse genutzt, für die Produktion organischer Stoffe über Pfanzen, auch Holz, und mit Pflanzen ernährter Tiere für Transport. Es fallen nur Pflanzenmaterial und tierische Exkremente und Leichen an. Die normalen Destruenten reichen zum Abbau. Mit der **Landwirtschaft verbundene Eingriffe** in den Stoffkreislauf, ausreichend für die normalen Destruenten, geschehen mit der Düngung, auch den angehäuften und als Mist vertreuten Tierexkrementen, auch durch das Ausbringen menschlicher Exkremente auf Rieselfelder und durch Kläranlagen mit der Abwasser-Reinigung. Auch **Wasserräder** benötigen **nur Sonnenenergie**, welche den natürlichen Wasserkreislauf und damit die Flüsse in Gang hält.

Mit dem **Bergbau**, mit nicht oder nicht mehr auf der Erdoberfläche in Kreisläufe eingebundenen Substanzen, kommen Stoffe in den Kreislauf an der Erdoberfläche, die wenigstens in der nun bestehenden Menge dort nicht einbezogen waren und oft nicht in Kreisläufe einbeziehbar sind. Gefährlich wird die Anhäufung sonst in der Erde gebliebener giftiger Metalle, so Quecksilber, auch Kadmium. Namentlich im 20. Jh. folgt **industrielle Massenherstellung nur sehr langsam abbaubarer synthetischer Produkte**, fast ausschließlich organischer, **Plaste** und synthetische Fasern (s. a. K. HAHLBROCK 2009). für welche trotzdem sie organische Verbindungen sind, in der Evolution keine Destruenten hervorgebracht wurden.

**Der wirtschaftende Mensch** führt auch aus dem Kreislauf der Natur **ausgeschiedene Substanzen in den Kreislauf** der Natur **zurück**, in großen Ausmaß mit der **Verbrennung** fossiler Brennstoffe mit ihrem Kohlenstoff, also **Kohlen, Erdöl, Erdgas**, wobei der hier gebundene Kohlenstoff als Kohlendioixid CO2 in die Atmosphäre, ihr entzogen durch Naturprozesse, dorthin zurückgeführt wird. Der Mensch **eröffnet den Kreislauf** für nie oder kaum auf der Erdoberfläche vorhanden gewesene Substanzen, wie Quecksilber. Die einst so rein und weit und durch den Menschen so unveränderbar erscheinende Atmosphäre ist durch Industrie und Verkehr, auch Luftverkehr, verstärkt durch den Menschen in erweiterte Kreisläufe einbezogen worden. Im späten 20. Jh. schwand die Illusion dahin, daß das 'unendlich' erscheinendene, als 'ätherisch besungene 'Luftmeer' das durch die Wirtschaft zusätzlich in den Kreislauf eingetretene CO2 und andere 'Treibhausgase' folgenlos schlucken könne. Wie weit in dem 'Mehr' an CO2 die wohl bestehende Erwärnung im Erdklima verursacht ist teilweise noch umstritten, aber wohl vorhanden.

Durchbrochen wurden die Grenzen der in der Natur vorhandenen Kreisläufe von **Stickstoff**, Phosphor, Schwefel. Die Fixierung des Stickstoff der Luft, also seine Einbringung in den Boden, galt etwa 1994 (L. SIGG et al. 1996, S. 455) als nunmehr

genauso hoch wie die natürliche biologische Stickstoff-Bindung, die auch schon bewußt gefördert wurde, etwa durch Entsumpfung. In den Kreislauf zurückgeführt als Düngemittel wird der **Phosphor der Guanolager** oder von Koprolithe genannten fossilen Exkremenen, selbst Anhäufungen von Menschenknochen auf ehemaligen Schlachtfeldern. **Calciumcarbonat**, CaCO3, 'Kalk', aus Kalklagern wird auf dem Wege des Kalkbrennens an andere Orte gesetzt, wird **verbaut**, wobei das beim Kalkbrennen freigesetzte CO2, CaCO3 zu CaO + CO2, im Kalkmörtel wieder gebunden wird.

Durch Versäuerung der Böden, etwa in Wäldern, wird zusätzlich zu der normalen Verwitterung von Aluminium-Silikaten **Aluminium III** freigesetzt, ein für Organismen, so Fische, toxisches Ion dieses Al3+ ().

Was 'Kreislauf' in der Natur war, kann anthropogen beträchtlich verändert werden. Die Industrie und die damit verbundene Kohle- und Erdöl-Verbrennung haben schon merklich und bedenklich in den Stoffkreislauf und namentlich über die Atmosphäre eingegriffen.

Der Ausstoß von **Schwefelverbindungen in die Atmosphäre** aus Vorgängen wie der Kohleverbrennung übertrifft schon die natürlich entstehenden Schwefel-Verbindungen, auch die aus Vulkanen (W. W. KELLOGG et al. 1972,).

**Kreisläufe beeinflussen auch andere Kreisläufe**. Reicher Pflanzenwuchs bindet mehr CO2. In manchen Regionen gibt es starke **Menscheneingriffe** in Kreisläufe. Mit der durch den vom Menschen verstärkten Eintrag von Stickstoff-Verbindungen, NxOy wird der Boden "versauert", bleibend gerade in Wäldern, und damit werden basische Ionen wie Kalium, Calcium, Magnesium gebunden, das für Pflanzen eher giftige. für Fische schließlich toxische Aluminium III + -Ion freigesetzt (W. FLÜCKIGER et al. 2008, L. SIGG 1996, S. 218). Schneller wachsende Bäume liefern nicht unbedingt bestes Holz. Wie kann man hier überhaupt noch von 'Kreislauf' sprechen?

## Einzelkreisläufe

Für die verschiedensten Elemente, namentlich die für die Pflanzenernährung bedeutsamen, wurde der Weg auf der Erdoberfläche verfolgt. Vorbild für die Feststellung der Kreisläufe war zweifellos der eine Verbindung und nicht ein Element betreffende **Wasserkreislauf**, den 1674 PIERRE PERRAULT festgestellt hatte. Wasser, H2O, ist eine Verbindung, die aber außer in Organismen auf der Erdoberfläche kaum gespalten wird und wie die in wechselnde Verbindungen **eintretenden Elemente** als einheitlich transportierte Substanz betrachtet werden kann. Gesprochen wird auch vom **Methan-Kreislauf**, aber Methan entsteht und wird zerlegt

und bleibt also nur bedingt lange intakt.

## Kohlenstoff im Kreislauf

Der im **Kohlendioxid** gebundene Kohlenstoff wird von den Pflanzen aufgenommen, hier zu organischen Verbindungen aufgebaut und diese von Tieren als Nahrung verzehrt in diesen und in Pflanzen im Dunkeln und Mikroben unter Freisetzung von vor allem Kohlendioxid wieder in die Atmosphäre entlassen. Das war, zwischen Tieren und Pflanzen, der erste deutliche Kreislauf und seine Existenz einst als von Anfang an und bis in alle Erdzeiten weitergehend angenommen. Kohlendioxid ist zwar schwerer als andere Luftbestandteile und ohne die ständige Durchwirbelung der Luft würde es sich in Bodennähe in gefährlichem Maße anhäufen´, aber das ist nicht der Fall und der 'Treibhauseffekt' ist nicht an eine bestimmte Schicht gebunden, Kohlendioxid ist überall.

Zu den von Tieren aufgenommenen, jedoch schwieriger als manche anderen organischen Verbindungen ist die **Zellulose**. Von ihr werden auf der Erde pro Jahr nach einer Schätzung 10 hoch 10 t gebildet, wäre auf jeden Fall auch nach anderen Schätzungen der häufigste organische Stoff in der Natur Ein Baum in Deutschland bildet etwa 14 g Zellulose pro Tag. Den Abbau der Zellulose in letzten Endes inKohlendioxid und Methan beschrieben als verursacht durch 'Fermente' im Kloakenschlamm und jedem organische Stoffe enthaltenden Schlamm der russische Forscher POPOFF und dann HOPPE-SEYLER (1883, 1886). 1883 war HOPPE-SEYLERs Gärungsversuch seit 13 Monaten im Gang. Wegen der Allgemeinverbreitung von **Schlamm** "in jeder Acker-, Wiesen-, Walderde" sah HOPPE-SEYLER (S. 123) diesen durch Mikroben verursachten "Prozess der Cellulosegährung in gewaltigem Massstabe an der Erdoberfläche erfolgen, soweit die Temperatur ihn zulässt." Viel später nachgewiesen wurde das **Cellulase**-Enzym. NEUBERG (1923, S. 657) sah in Anlehnung an botanische Untersuchungen anderer die Cellulose-Produktion der grünen Pflanzen auf der Erde "als so enorm, daß in rund 30 Jahren der Kohlensäuregehalt des Luftmeeres erschöpft wäre:" Ohne Zellulose-Zersetzung gäbe es also ein rasches Ende allen pflanzlichen Lebens und damit jeglichen Lebens überhaupt. Das andere Bild also 1923 als etwa im Jahre 1999: Furcht vor Absinken des CO2-Gehaltes der Atmosphäre, nicht Zunahme. Verdauen können Zellulose nach Erkenntissen im 20. Jh. auch bestimmte Mikroben im Darm etwa der Wiederkäuer und etlicher Insekten.

Kohle- und Carbonat-Bildung haben aber in der Erdgeschichte immer wieder viel Kohlenstoff gebunden und so aus dem Kreislauf herausgeholt, auch wenn die jährliche Bildung beider gering ist, etwa 0,2% nach NODDACKs (1937) Angabe und Kohle und Carbonat sich in vielen Jahrmillionen anhäuften. .

## Stickstoff-Kreislauf

Pflanzen entnehmen Stickstoff-Verbindungen wie andere Mineralstoffe dem Boden und beim Zersetzen toter Substanz von Organismen kommen Stickstoff- wie auch Phosphor-Verbindungen und die anderer Mineralstoffe in den Boden zurück, ein nun '**Mineralisation**' genannter Prozeß. In den für den für Pflanzen- und Waldbau so wichtigen **Stickstoff-Kreislauf** traten verschiedene Reaktionen ein.

Beim Eiweiß-Stoffwechsel im Organismus entsteht im Lebewesen zu entgiftender, in Harnstoff oder bei Vögeln und Reptilien in Harnstoff umgewandelter Ammoniak und bei der Zersetzung toter Organismen entsteht aus dem Zerfall ihrer Eiweiße ebenfalls Ammoniak, der Nitrite und Nitrate bildet, wobei außer bei der Bildung von Stickoxiden durch Elektrizität auf der von Bakterien und Archaen geprägten Erde diese die Stickstoff-Umsetzungen bestimmen (D. E. CANFIELD et al. 2010). In diesem Geschehen um Stickstoff lag auch die in Böden mit faulenden Materialien stattfindende Bildung des für Schießpulver einst so gesuchten Salpeter. Wurde das im Boden aus sich zersetzenden Organismen entstehende Ammoniak dort oxydiert fand also ein Kreislauf im Boden selbst statt, denn die Pflanzen nahmen Ammoniak oder Nitrate erneut auf.

In dem Geschehen um den Stickstoff auch in der Natur war also wichtig die öfters untersuchte **Oxydation des Ammoniak**, jene bei der Eiweiß-Zersetzung auch im Boden entstehende Verbindung NH3, die um 1800 schon FOURCROY mit Sauerstoff im glühenden Rohr hatte verpuffen lassen. Kann man und wie Ammoniak in Salpetersäure verwandeln? Aß der Mensch, bei BENCE JONES (1852), Ammoniaksalze, gab es im Harn Salpetersäure, also offensichtliche katalytische Ammoniak-Oxydation im Körper. Ammoniak verband sich mit Sauerstoff in Gegenwart von Platin (K. KRAUT 1865). SCHÖNBEIN berichtete 1862 über seine experimentellen Befunde, daß bei höherer Temperatur, also etwa der Temperatur brennenden Phosphors, in feuchter Luft, aus Wasserdampf und dem atmosphärischen Stickstoff wohl "salpetrigsaurer Ammoniak", also Ammoniumnitrit, und schließlich Ammoniumnitrat, entsteht und Blitze so Ammoniumnitrit in der Atmosphäre zuwegebringen und Regen das in den Boden führt.

Der bei normaler Temperatur reaktionsträge **Stickstoff der Luft** mußte aber auch über gewisse Vorgänge **durch zugeführte Verbindungen in den Boden eintreten** und das war für den Stickstoff-Gehalt des Bodens von Bedeutung. Gemäß den Untersuchungen von LUDWIG CARIUS (1874), Marburg, sollte neben der elektrischen Entladung in der Luft vor allem das in der freien Natur entstehende Ozon die "wichtigste Bildung von salpetrigsauren und salpatersaurem Salz" (S. 55) aus Ammoniak zuwegebringen. BERTHELOT (C. GRAEBE 1909) verwies 1876 darauf, daß unter dem Einfluß **elektrischer Entladungen** in der Atmosphäre,

namentlich der Blitze, Stickstoff der Atmosphäre in Stick(stoff)oxiden **gebunden** wird, diese mit den Niederschlägen über salpetrige Säure und Salpetersäure zu Nitriten und Nitraten im Boden führen. Gewitter, die auf dem Lande manchmal gefürchteten, wären also eine Quelle weiterer Fruchtbarkeit. Untersuchungen von Niederschlägen in gewitterreichen Tropen 1880 . 1885, auf Barbados etwa, ließen hier jedoch keine Anhäufung von Stickoxyden gegenüber gemäßigten Regionen entdecken (J. B. HARRISON und J. WILLIAMS 1897). Blitze 'blitzten' also als Stickstoff-Lieferanten an den Boden eher ab, waren wenig bedeutungsvoll. Viel später wurde bei DANIEL VORLÄNDER (et al. 1931, C. WEYGAND 1943), Halle, wurde wieder gefragt, ob elektrische Entladungen in der Luft wirklich **ausreichend Stick(stoff)oxide bilden**, wenn man in gewitterarmen Gegenden auch nicht weniger Stickstoff-Verbindungen im Boden findet als in gewitterreichen und eher das UV-Licht der Sonne als elektrische Entladungen sollte in der Atmosphäre Stickoxide bilden.

Stickstoff-Kreislauf – das erwies sich aber vor allem als **Mikroben-Tätigkeit.** BERTHELOT berichtete **1885** vor der französischen Akademie, daß in tonhaltigen Erdproben bei Anwesenheit von Luft der Stickstoffgehalt in einem stärkerem Maße anstieg als bei Zufuhr von Ammoniak und Salpeterzufuhr aus Regenwasser zu erwarten war, jedoch nach dem Erhitzen der Erdproben über 100° C diese Stickstoff-Zunahme aufhörte. Das sprach für im Boden **freilebende stickstofffixierende Mikroorganismen**, die bei Hitze sterben. Weiter erforschte das namentlich S. WINOGRADSKY. Die asymbiotischen Stickstoff bindenden Bakterien wurden erst später identifziert. Sie gehören verschiedenen Gattungen und Arten an: *Azotobacter*, *Clostridium*, *Aerobacter aerogenes*, *Bacillus polymyxa*, auch Blau"algen".

An Mikroben gebunden erwiesen sich auch die **im Boden** abspielenden **Umsetzungen von Stickstoff-Verbindungen**, ebenfalls Teile des Stickstoff-Kreislaufs. An der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin hatte HANS HEINRICH LANDOLT (R. PRIBRAM 1911) in den 80er Jahren des 19. Jh. gezeigt daß nach dem Hitzesterilisieren weder der Boden als ganzes noch einzelne Teile Ammoniaksalze nitrifizieren, also in Nitrate verwandeln. Das bei der Zersetzung von organischem Material entstehende **NH4+** resp. Ammoniak NH3 wird zu NO3-, im Prozeß der **Nitrifizierung** oder Nitrifikation (L. SIGG et al. 1996, S. 459). Zuerst entsteht NO2-, durch *Bacterium nitrosomonas*, dann dessen weitere Oxidation zu NO3-, durch *Bacterium nitrobacter*. Die Ammoniak-Oxidation durch Mikroben geschieht also im Boden bei Normaltemperatur, im Laboratorum nur bei hoher Temperatur. Noch erstaunenserregender aber erschien, als HELLRIEGEL und WILFARTH **1886** die Stickstoff-Bindung durch die **Bakterien in** den **Wurzelknöllchen** der **Leguminosen** mitteilten und bei anderen Pflanzen ebenso wirkende Bakterien

gefunden wurden. Bei der Nitrifizierung wie bei der Denitrifikation entsteht als Nebenprodukt auch das N2O, das **Lachgas**. Aufgestiegen in die Stratospähre gehört es zu jenen Gasen, welche das Ozon dort zerstören. **Die Enzyme**. mit denen die Bakterien und Achaeen die Umsetzungen ausführen, wurden im **20. Jh.** bekannt und bei der Stickstoff-Bindung durch Knöllchenbakterien spielt sogar Molybdän im Enzym eine wichtige Rolle.

Schon aus der Tatsache, daß Stickstoff vielfach für die Pflanzenernährung nicht ausreichte, jedenfalls Düngung den Ertrag erhöhte, wurde geschlossen, daß es in der Erdgeschichte in den Böden nicht nur Zunahme, sondern auch die **Freisetzung von gasförmigem Stickstoff** aus den Stickstoff-Verbindungen, "**Denitrifikation**" geben muß. B. E. DIETZELL (1882) untersuchte Stickstoff-Freisetzung bei Fäulnis. Aber ALEXANDER EHRENBERG (1887 a, b) fand, wie HOPPE-SEYLER, "dass weder bei Anwesenheit, noch bei Abwesenheit von freiem Sauerstoffe, weder in Flüssigkeiten, noch in wenig feuchten - von Gasen gut durchdringbaren - Fäulnissgemischen gasförmiger Stickstoff durch die Thätigkeit der Mikroorganismen in Freiheit gesetzt wird." BRUNO TACKE (1887, 1889), damals an der Versuchsstation der Landwirtschaftsakademie in Poppelsdorf, stellte aber in wenig durchlüftetem, festen, schweren, mit Wasser getränkten und sauren Böden jedoch **Stickstoffverluste** fest, was "Denitrifkation", den Abbau von Stickstoffverbindungen zu freiem gasförmigen und so entweichenden Stickstoff anzeigte und den Kreislauf schloß. Wo Sauerstoff fehlt, werden also die sauerstoffhaltigen Stickstoff-Verbindungen, so die mit –NO3, reduziert. TACKE war dann von 1891 bis 1929 Vorsteher der Preußischen Moor-Versuchstation in Bremen. Stickstoff-Bindung und Stickstoff-Verlust fanden demnach aber in unterschiedlichen Böden statt, der Kreislauf war also oft nicht an den Standort gebunden, aber nunmehr ist Denitrifikation auch in nicht nur vernäßten Böden bekannt..

Um 1898 gab es Hinweise auf nitrifizierende und denitrifizierende, den Überfluß an Stickstoff vermindernde Bakterien im Meer, etwa im Golf von Neapel,

**Alle Teile dieses Stickstoff-Kreislaufs** wurden immer wieder ergänzt, diskutiert, in Experimenten zu überprüfen versucht und in manchem auch **in Zweifel gesetzt**. Bei gewöhnlicher oder nur wenig erhöhter Temperatur, in möglichst trockener Atmosphäre und guter Durchlüftung, dennoch offenbar ohne nennenswerten Verlust an Stickoxiden, sollte sich Ammoniak zu Nitraten und Nitriten umsetzen, wie es in den "Salpeterplantagen" stattfindet (K. A. HOFMANN et al. 1926), wobei die Mikrobiologen darin schon seit längerem einen mikrobiellen Prozeß sahen. Wieviel Stickstoff wird in welchen Böden in welcher Menge wirklich gebunden, aber auch entbunden? Und was bedeutet das für die Ackerböden? Im Laboratorium wurde etwa nachgewiesen, daß aus Ammoniakwasser und Luft bei Gegenwart von Kupfer Nitrit entsteht, und sich Nitrite mit den verschieden-

sten Oxydationsmitteln bei ziemlich niedriger Temperatur fast völlig in Nitrate umwandeln.

Zu den Chemikern traten die **Bakteriologen**, die, man sehe nur die zahlreichen Arbeiten um 1910, die **Bedingungen** untersuchten, unter denen schon bekannte und neu gefundene stickstoff-sammelnde, Ammoniak in Nitrite und Nitrate umwandelnde und denitrifzierende **Bakterien** auftreten und **am wirksamsten** sind (A: KOCH 1910, A. KRAINSKY 1910, J. G. LIPMAN et al. 1910, B. NIKLEWSKI 1910a). Man wollte dadurch den Stickstoff-Haushalt im Boden stabilisieren.

Augenscheinlich wurde auch: Ohne Bindung von atmosphärischen Stickstoff in Verbindungen im Wasser und im Boden, unter Einbeziehung von Bakterien einschließlich der Blaubakterien(-algen), wäre die **Evolution** des auf stickstoffhaltige Eiweiße angewiesene Leben kaum möglich geworden (A. VIRTANEN .1953).

Mit der Einführung von **Kunstdüngern** für die Stickstoff-Vermehrung im Boden wurden **die Grenzen des natürlichen Stickstoff-Kreislaufs aufgehoben** (H. FISCHER 2012, S. 27). Wurde am Ende des 19. Jh. vor dem Stickstoff-Mangel im Ackerboden gewarnt, hat Überdüngung mit Stickstoff-Düngungen und die Bildung von Stick(stoff)oxiden durch Zündkerzen in Motoren Stickstoff-Verbindungen in der Atmosphäre und im Boden eher anreichern lassen. Im 20. Jh. kamen etwa 45% der Stickstoff-Bindung durch den Menschen zustande, durch den Ackerbau wie technisch-industrielle Bindung, und wurde davon auch vieles wieder denirifiziert (D. E. CANFIELD et al-2010, S. 195). Um Pfingsten von gelbem Löwenzahn überwucherte Wiesen und die Unterdrückung von in den Nährstoffansprüchen bescheideneren Pflanzen zeugen vom Stickstoff-Überangebot vielerorts.

**Stickstoff-Überschuß** gilt aber **keineswegs überall**, und Stickstoff 'limits' begrenzen die Produktivität in vielen Ökosytemen weltweit, so festgestellt in kalifornischen Wald-Ökosystemen (S. L. MORFORD et al. 2011). Es gibt Gesteine mit reichlicher Stickstoff, die beim Verwittern Stickstoff-reichere Böden liefern. Der dann größere Pflanzenreichtum kann dann mehr Kohlendioxid/CO2 binden. Böden auf Gesteinen mit weniger Stickstoff ernähren dann weniger Grün.

## Kreisläufe des Schwefel und des Phosphor

Unter starker Mitwirkung von Mikroben geschieht der **Schwefel-Kreislauf**.

Ohne Einbeziehung der Atmosphäre, also ohne merkbare Mengen an gasförmigen Substanzen, aber vor allem unter Beteiligung auch höherer Lebewesen erfolgt der wenigstens teilweise, aber auch lange stillstehende **Kreislauf des Phosphor**. Phosphor ist unabdingbarer Berstandteil in lebensnotwendigen Substanzen der Le-

bewesen, in den Knochen wie in der Vererbungssubstanz und dem Energiespeicher ATP. Pflanzen entnehmen den Phosphor des Bodens oder im Falle von Meerespflanzen dem Ozeanwasser. Pflanzen enthalten Phosphor vor allem in den Samen. Tiere konzentrieren den Phosphor weiter, so in den Knochen. Phosphor wird ausgeschieden mit den festen Exkrementen wie im Urin, wird frei aus den öfters allerdings auch lange erhalten bleibenden Knochen – Beispiele für die Konzentration anorganischer Materie durch die Tätigkeit von Organismen. Etwa Seevögel fressen Fische, setzten ihre phosphorhaltigen Exkremente immer wieder an bestimmten Stellen ab, wo sie sich, mit Phosphor aus im Laufe langer Zeiten Millionen gefressener Seefische, anhäuften und **Guano**-Lager bildeten und bilden. Oder wie manche Saurier in vergangenen Epochen, wenn sie nach dem Tod in gewissen Räumen zusammengeschwemmt wurden. Der solche Lagerstätten nutzende Mensch bringt solche Phosphate namentlich mit der Pflanzen-Düngung in den Kreislauf zurück, aber diffundiert sie auch nach weithin.

## Gesteinskreislauf

Beachtet im 'Kreislauf'-Geschehen wurde meistens der Weg der Elemente, durch die verschiedenen Verbindungen hinweg. Eine Verbindung, deren Weg verfolgt wurde, war das Wasser. Bei den Geologen und Gesteinsforschern wurde dem Weg des Gesteinsmaterials nachgegangen und von einem "**Kreislauf der Gesteine**" gesprochen, ja dieser auch in eindrucksvollen Farbskizzen vorgestellt. Die Gesteine aus der Tiefe verwittern an der Erdoberfläche, werden zu Sedimenten, und diese können wiederum in Gebirgsbildungsprozesse einbezogen und in die Tiefe versenkt werden und aufschmelzen. Dabei gingen die einzelnen Gesteinbsbestandteile mannigfache neue Verbindungen ein. .

## Recycling in der Technik

Die **Industrialisierung** führte und führt lange gebundene Stoffe teilweise und innerhalb kurzer Zeit in den Kreislauf zurück, so das beim Verbrennen von Kohle und Erdöl entstehende CO2, das als Treibhausgas gefürchtet wird. Metalle, auch giftige wie Quecksilber und Kadmium, werden aus ihren in größere Tiefe liegenden Lagerstätten durch Verwertung in die irdischen Kreisläufe überführt. In der menschlichen Wirtschaft immer wieder **zurückgewonnen** wurden Edelmetalle, namentlich Gold. **Recycling**, **industrieller Stoffkreislauf**, kam in großem Ausmaß durch die Alteisen-, also "Schrott-"Nutzung beim Siemens-Martin-Verfahren in der Stahl-Industrie. Recycling gibt es für Altpapier, auch für Kunststoffe. Wie-



Abbildung 1607: Westminsterabtei London.

dergewinnung aller genutzten Stoffe und damit ihr Kreislauf nur innerhalb der Wirtschaft hat Grenzen schon wegen der Kosten.

# Allgemeinere Fragen in den Naturwissenschaften des 19. Jahrhunderts

## Diskussionen um Naturwissenschaft, Religion und Weltanschauung

Die großen Forscher fanden oft große Anerkennung, wurden auch **in den Begräbnisstätten der Großen ihres Landes** beigesetzt, in Paris in dem im 18. Jh. dafür genutzten Pantheon, in England in der Westminsterabtei.

Die **Physikotheologie** fand in England eine Fortsetzung mit Werken, die der Earl Duke FRANCIS EGERTON BRIDGEWATER unter dem Titel "On the Power, Wisdom and Goodness of God, as Manifested in the Creation" angeregt und auch finanziert hatte und bei denen sich unbekannt gewordene und etliche bedeutendere britische Gelehrte beteiligten (u. a. Wikipedia): THOMAS CHALMERS 'The Adaptation of External Nature to the Moral and Intellectuell Condition of Man',

der Mediziner, Chemiker und Geologe JOHN KIDD 'On the Adaptation of External Nature to the Physical Condition of Man' (1833), der Wissenschaftsphilosoph WILLIAM WHEWELL 'Astronomy and General Physics considered with reference to Natural Theology', der Physiologe CHARLES BELL 'The hand, 'its Mechanism and Vital Endowments' as evincing Design' (1. Aufl. 1833), PETER MARK ROGEL 'Animal and Vegetable Physiology considered with reference to Natural Theology', der Theologe und führende Geologe WILLIAM BUCKLAND 'Geology and Mineralogy considered with reference to Natural Theology', der einsame Landpfarrer und führende Entolomologe WILLIAM KIRBY 'The Habits and Instincs of Animals with refernce to Natural Theology' der Chemiker WILLIAM PROUT 'Chemistry, Meteorology, and the Function of Digestion, condidered with reference to Natural Theology' (1834). Es ging nicht um Einzelgeschichten in der Bibel, vielleicht abgesehen von der Anfangsschöpfung und der Sintflut, sondern um **den fernen**, zu beweisenden **Gott**,

In Deutschland sah etwa der Berliner Astronom J. E. BODE noch 1804 im **Weltgebäude** das **Werk der göttlichen Weisheit** und meinte, daß Planeten einen Zweck haben müßten, und der wäre, bewohnt zu sein. Auch religiös eingestellte Wissenschaftler suchten jedoch wegen der immer einmal stattfindenden Änderung wissenschaftlicher Aussagen deren Bindung an die Bibel zu lösen und der Wissenschaft bei Anerkennung der Grundlehren des Christentums die erforderliche Freiheit zu sichern. RICHARD OWEN gab dem in seiner President Address auf der 28. Versammlung der British Association for the Advancement of Science im September 1858 in Leeds mit den Worten Ausdruck: "God has given to man a capacity to discover and comprehend the laws by which His universe is governed; and man is impelled by a healthy and natural impulse to exercise the faculties by which that knowledge can be acquired". Als WAY in den 50-er Jahren des 19. Jh. nachwies, daß Ton und Humus im Boden die Düngesalze adsorbieren und so deren Auswaschung verhindern, meinte LIEBIG, der zuerst wegen der Auswaschung möglichst unlösliche Düngemittel gestreut hatte, daß eine solche großartige Eigenschaft der Böden nur auf die göttliche Einrichtung der Welt zurückgehen könnte. LIEBIGs Briefpartner FRIEDRICH MOHR aber schrieb 1862 an LIEBIG (G. KAHLBAUM 1904, S. 178): "Die Ansicht vom Weltenschöpfer hat ihren Boden nicht in der Naturwißenschaft, sondern im Glauben und gehört deshalb nicht in Dein Buch. Die Kenntniß der Natur der Stoffe hat sogar gewichtige Gründe gegen einen solchen Schöpfer, weil es unmöglich ist, zu begreifen, wie ein chemischer Stoff, der in der Zukunft unzerstörbar ist und nicht vernichtet werden kann, aus Nichts entstehen könne und zwar durch ein Wesen, was selbst unkörperlich sein soll und also nach unseren Begriffen nicht auf Körper wirken kann... Die Fixierbarkeit des Kali's hängt notwendig mit seinem Atomgewicht, seinen Affinitäten, Löslichkeitsverhältnißen zusammen, Caesium und Rubidium werden's wohl auch



Abbildung 1608: Wissen gegen Lourdes?.

thun, und wenn davon mehr auf der Erde wäre, würden die Pflanzen es enthalten. Als Bauer würde ich es für eine größere Weisheit des Schöpfers halten, wenn die Pflanzen gar keine Aschen enthalten, oder wenn es doch einige gäbe, die nichts enthalten, für die man keinen Guano zu kaufen brauchte ... "

Schien in der Natur **etwas besonders günstig geordnet**, regte das Naturforscher zum Nachdenken über die Gründe an, ja suchten diese nach einem regulierenden Faktor. Daß in kaltem Wasser und damit auch kaltem Regen Gase, und unter diesen auch Kohlendioxid, mehr gelöst sind als in warmem Wasser und somit, wie der Chemiker BUNSEN sich 1855 (S. 49) ausdrückte, durch reichlichere Pflanzennahrung "die kümmerliche Vegetation des kalten Nordens" unterstützt wird, sah er als "ein Bestreben der Natur" – ohne also 'Gott' zu sagen – zum Ausgleich.

Religiös äußerten sich bedeutende britische Naturforscher, so STOKES.

Chemie wie Physiologie, aber auch die Physik mit dem Energierhaltungssatz, ließen namentlich nach der Mitte des 19. Jh. manchen die Welt nur noch als durch ihr materielles Substrate bestimmt erscheinen. Das Geistige war allenfalls aufgesetzt, vergänglich mit den Umwandlungen des Materiellen. Es war der **Materialismus** etwa von CARL VOGT, LUDWIG BÜCHNER, JAKOB MOLESCHOTT. **Gegen religiöse Ansichten** argumentierten auch der Physiker TYNDALL, die Chemiker WISLICENUS und LADENBURG. In Leipzig hatte KOLBE über der Atomgewichtstabelle im Hörsaal schreiben lassen: Gott hat Alles nach Maass, Zahl und Gewicht geordnet. Als 1884 sein Nachfolger WISLICENUS kam, ordnete der sofort an: "Das muß verschwinden" (E. BECKMANN 1904).

Die Geologen, Paläontologen und Evolutionsbiologen gaben mit den Theorien einer natürlichen **Evolution** eine für viele überzeugende **Alternative zur bibli-**




Abbildung 1609: WISLICENUS Erinnerung in Leipzig.

**schen Schöpfungsgeschichte**. Als 1903 auf der Naturforscher-Versammlung in Kassel der Chemiker A. LADENBURG über den Einfluß der Naturwissenschaften auf die Weltanschauung sprach und in der naturwissenschaftlichen Erfahrung den Schlußstein der Erkenntnis sah, wurde er wegen Areligiosität schwer angegriffen, wobei man ihn als getauften Juden deswegen besonders attackierte (W. HERZ 1913).

Ungeachtet aller Rationalität in ihrer Forschung in den Naturwissenschaften wandten sich ab der 60er Jahre des 19. Jh. eine Reihe Naturforscher dem **Spiritismus** zu, sahen deren angebliche Phänomene für gegeben, so in Großbritannien CROOKES, C. F. VARLEY, A. R. WALLACE, in Rußland BUTLEROW, in Deutschland der Astronom ZÖLLNER.

## Forschungsstätten außerhalb der Universitäten

Geschäftsunternehmen wurden die andererseits als Bildungs- und Forschungsstätten dienenden **Zoologischen Gärten**. Nach Menagerien in Schönbrunn bei Wien und in Paris entstand als der erste größere Zoo **1829** der in **London**, als Unternehmen der Londoner Zoologischen Gesellschaft. Es folgten etwa 1838 Amsterdam, in Deutschland 1841 als erster Zoologischer Garten der in **Berlin**, 1858 Frankfurt a. M. 1858, 1860 Köln, 1861 Dresden, 1863 Hamburg, 1865 Breslau, Hannover, 1878



Abbildung 1610: Zoologische Station Neapel. 1990.

Leipzig, 1891 Königsberg, 1901 Halle / S., 1912 Nürnberg, 1913 München. Wichtige außerdeutsche Gründungen waren 1843 Antwerpen, 1851 Brüssel und Gent, 1854 1855 Marseille, 1857 Rotterdam, 1858 Budapest, Kopenhagen, 1860 Bois de Boulogne bei Paris, 1863 Haag, 1864 Moskau, 1872 Basel, 1898 Stockholm, New York.

In England wurde in **Cambridge**, wo bisher die klassische Bildung das Feld beherrschte, im Oktober 1870 für physikalische Forschung das **Cavendish Laboratory** gegründet aus einer Dotation des 7. Duke of Devonshire, der Kanzler der Universität Cambridge war. Die erste Ausstattung war 1874 fertig. Erster Direktor war MAXWELL.

Dazu traten **hochschulunabhängige Forschungsinstitutionen**. Auf Initiative des Zoologen ANTON DOHRN wurde **1870 die Zoologische Station Neapel** eingerichtet und 1872 auch öffentlich gemacht.

Regierungen etwa konnten Arbeitsplätze mieten, an denen auch nicht finanziell gut ausgestattete und namentlich junge Forscher an Meerestieren experimentieren konnten. Fischer und schließlich auch ein Dampfer der Station brachten die gewünschten Organismen aus dem Meer herbei.

In **Berlin** entstand die **Physikalisch-Technische Reichsanstalt**, an der HELMHOLTZ 1887 Präsident wurde. Was anfangs nur als Einrichtung für angewandte Forschung gedacht war, mußte, um das durchzuführen, teilweise selbst zur Grundlagenforschung übergehen, und im **CARLSBERG-Laboratorium** der großen Brauerei in **Kopenhagen** wurden daher nicht nur die ersten Reinzuchtstämme der Hefen isoliert, sondern von JOHANN KJELDAHL das bekannte Verfahren zur Stickstoff-Bestimmung und 1909 von SÖREN PETER LAURITZ SÖRENSEN das

pH-Konzept entwickelt.

In Deutschland wurde mit der **Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft** und ihren Instituten eine Reihe hochleistungsfähiger hochschulunabhängiger Forschungseinrichtungen geschaffen. Das Institut für Chemie besaß 3 Abteilungen, die anorganische zuerst unter ERNST BECKMANN, die organische zuerst unter RICHARD WILLSTÄTTER, die radiologische unter OTTO HAHN. Das Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie wurde von FRITZ HABER geleitet. In Mülheim an der Ruhr erstand das Institut für Kohlenforschung, unter FRANZ FISCHER, später unter KARL ZIEGLER.

1

# 10. Weitere technische und industrielle Entwicklung - 19. und 20. Jahrhundert

## Techniker und Erfinder – Schöpfer der technischen Errungenschaften, Veränderer der Welt

Die **Technik veränderte zunehmend das Leben vieler Menschen**. Geniale "Konstrukteure", Erfinder, manchmal ohne vorangegangenes langes wissenschaftliches Studium oder auch Absolventen der Technischen Hochschulen, der Polytechnika, waren jene, welche die Projekte entwarfen, planten und dann oft auch leiteten. Groß ist die Zahl der Ingenieure und Erfinder, die an der Gestaltung unserer technischen Welt mitwirkten, leitende Persönlichkeiten an der Spitze und umgeben von einem ebenfalls schöpferisch tätigem Team. Die Verwirklichung der Projekte benötigte auch den Industriellen, den Unternehmer und dann jene Tausenden von begabten Arbeitern, denen der Stolz auf ihr Mitwirken auf alten Fotos abzulesen ist. Übber die Fortschritte in der Chemie wurden schon anderer Stelle berichtet, da hier die Trennung von Wissenschaft und technischer Anwendung nicht möglich ist. Viele hervorragende Erfinder erfanden verschiedene Dinge, manchmal wie EDISON in verschiedenen Bereichen, waren **Mehrfacherfinder,** wie unter anderen WATT, SWAN, die SIEMENS-Brüder, unter den Chemikern OTTO RÖHM, Wieso gelang einigen Großes in verschiedenen Bereichen? Weil ihnen, und gerade und vielleicht nur gar ihnen die Fähigkeit gegeben war, konstruktive Ideen auszubilden? Dann wären **diese konstruktiven Geister das höchste Gut eines Volkes, einer Nation**, und solche heranzubilden und zu fördern ist erstrangige Voraussetzung für den Wohlstand, für ein anständiges Leben schließlich aller. Soll man J. K. RIESBECKs (1783, in 1976 S. 318) Meinung zustimmen: " ... hat der unbekannte

Mann, der die Nähnadel erfand, mehr Verdienst als Homer, Virgil und alle alten und neuen Dichter zusammen."

Nicht nur Grundlegendes, auch **alles, was Erleichterung und Sicherheit bringt**, mußte **irgendwann von irgendwem erfunden, konstruiert** und oft von anderen verbessert werden: jeder Sitz und jede Bequemlichkeit in einem Eisenbahnwaggon oder Auto oder Flugzeug, jede Schreibutensilie, Uhren, die man nicht aufziehen muß, jedes Haushaltgerät mit aller Automatik, mit allen Selbstanzeigen etwa an Waschmasch- oder Spülmaschinen, jeder Knopf und jede Form der Spülung auf einer Toilettenanlange, alles, was unsere Bequemlichkeit ausmacht und noch vor etlicher Zeit fehlte. Dazu kommen als Ergebnis menschlichen Nachdenkens und menschliche Tätigkeit jedes **Design** von Kleidung, Gegenständen, Möbeln, an gebäuden und jede Sorte von **Kulturpflanzen**, ob Feldfrucht oder Gemüse, und jede Rasse bei Haustieren. Die Auszählung könnte fast endlos sein.

**Für Museen** gibt es eine riesige Palette von historischen Objekten, 'Sachzeugen' eines früher anderen, von heutigen Errungenschaften nicht geprägten Lebens und der ständigen Veränderung und Verbesserung.

Das **Bildungswesen** in Deutschland- wie auch an den klassischen Universitäten in England - war nicht auf Technik und an der **Gymnasien** nur bedingt auf Naturwissenschaften etwa für künftige Medizinstudenden eingestimmt. Ohne ausreichende Lateinkenntnisse und vielleicht gar Griechisch gab es kein Vorankommen, war kein Universitätsstudium und gar eine Promotion möglich. Am humanistischen Gymnasium in Greifswald erlebte der Gymnasiast PEIPER 1903 (1969, S. 46) pro Woche 7 Stunden Latein, 6 Stunden Griechisch, 2 Stunden Französisch, 2 Stunden Deutsch, 2 Stunden Physik und dazu "Unterricht in Religion, Geschichte, Geographie, Zeichnen und Turnen. " Wer bei den 'Geisterwissenschaften blieb, etwa "klassischer" Philologe, "der blieb ahnungslos auch in den einfachsten naturwissenschaftlichen Dingen." Über die Herztätigkeit wurde von einem Lehrer nur gelehrt, "daß das Herz der Sitz des Gemütes" ist, während im Gehirn der Verstand sitzt. Widerprechende Schüler mußten mit Strafe rechnen. Und trotz der augenscheinlich schlechten naturwissenschaftlichen Bildung, haben deutsche Forscher im 19. Jh. auch weltweit anerkannte Leistungen vollbracht. Die Universitäten wehrten sich lange gegen den Erwerb des Doktortitels an Technischen Hochschulen. Hier hat Kaiser WILHELM II. manche Veränderung bewirkt,verlieh am 11. Oktober 1899 der Technischen Hochschule Berlin in Charlottenburg das Promotionsrecht. Die Bedeutung der Technik für die deutsche Wirtschaft hatte Kaiser WILHELM II. erkannt. Leider fehlte ihm diese Weitsichtigkeit anderswo sehr. Die gestaltende Welt der Technik hatte sich etwa im Bildungsbürgertum in Europa mehr als in Amerika **gegen die konservativen**, eher interpretierenden und vielfach erschreckend arroganten, sich allein gebildet fühlenden Verteter der klassischen Fachrichtun-

gen **durchzusetzen**. Was konnten die Vertreter der 'Geisteswissenschaften' aber vielfach den Menschen wirklich bieten, wie das Leben der normalen, oft elendlich schwer arbeitenden Menschen verbessern? Schließlich konnte ja auch die Technik den Geist anregen, Fähigkeiten herausfordern. Dazu brauchte man nicht allein Latein und die Antike - so interessant, aber auch fehlinterpretiert, letztere öfters war! Auch der Altphilologe zog wohl bald das elektrische Licht der immerzu zu beschneidenden Kerze oder der Ölfunzel vor. Es wurde lange dagegen angekämpft, daß Technische Hochschulen Doktortitel verleihen könnten. Kaiser WILHELM II. hat viel Kritik verdient. Aber der Technik hat er durch Eingriffe in die Ausbildung ihr Recht gegeben.

Während der Arzt mehr konservierte, möglichst die Gesundheit, war die Veränderung der Lebensbedingugen, und auch der Landschaften Ziel des technischen Schaffens. Eine gewisse Beherrschung der Natur ist großartig und für viele Menschen segensreich, wenn auch nicht immer.

Viele der Neuerungen und Erfindungen galten der "**Raumbezwingung**", der Mobilität (C. ROSS 1936) der Menschen, ob nun der körperlichen mit Verkehrsmitteln oder der nachrichtenmäßigen, der nicht-körperlichen Kommunikation. Der Mobilität und Kommunikation galten auch viele der Neuerungen auf dem Gebiete der Energie. Durch die großartigen neuen Transportmittel und die Energieübertragung blieben etliche Industrien nicht "rohstoffständig" (O. MAULL 1932), konnten Rohstoffe und Energie von anderswo her beziehen. So konnte auch etwa die Nachfolgeindustrie der nicht mehr bestehenden Bergbauregionen im Erzgebirge und Vogtland, die Textilien oder andere Gebrauchsgüter, etwa 'Sturmlaternen', erzeugten, "bodenvererbt" bleiben. Die Nähe guter, seßhafter Arbeitskräfte war oft wichtig, die Industrie also "arbeitskraftständig".

Auch **stationär** wurde vieles Große geschaffen, so mit dem **Gasmotor** in den Fabriken oder Werkstätten. Die größte Veränderung des **alltäglichen Lebens** brachte die **breite Anwendung der Elektrizität.** Neuartig Licht, Fernkommunikation, Energie - schließlich dabei Aufzug, Waschmaschine, Kühlschrank, Radio, Fernsehen, Kino, endlich Computer. Und die stofflichen Voraussetzungen für diese Errungenschaften, so die Metalle resp. ihre Legierungen, erbrachte die Chemie.

Die **Raumbesiedlung** wurde mit Technik erheblich erweitert, für Aufenthalt in den Tropen oder in Kälteregionen, vorzugsweise auch durch Krankheitsbekämpfung in den Tropen. Bewässerung gab es schon in alten Zeiten, aber nun gab es Erweiterung, oft – wie am Beispiel des Aralsees im 20. Jh. oder auch mancherorts im Westen der USA – über das vertretbare Maß hinaus. Großartig wirkende Projekte, wie die Begrünung der Sahara oder der Karoo in Südafrika blieben erst einmal

liegen.

Technik gibt Macht, vor allem denen, die sie überragend nutzen. Und Macht verführt? Leider gab es auch Völker unterwerfende, ja sie auslöschende Technik! Daran waren nicht alle Erfinder beteiligt, aber manche schon. Und es gab Technik, welche unbeabsichtigte Folgen hatte. In der Umwelt etwa. Gewissenhafte Technikanwendung, **Technikfolgenabschätzung**, wurde unabdingbar wie das Erfinden.

Gewaltig ist, wie **von allem Neuen in Kürze riesige Mengen wuchsen**, ob bei der Kohleförderung, dem Eisenbahnbau bis hinein in Tropenregionen, der Zementherstellung, der Gasproduktion. der Städteerweiterung, auch der Ausbeutung etwa der Meeresressource Wale. All das benötigte nicht mehr Jahrhunderte, es geschah in Jahrzehten, ja in Jahren, Es war **keine Zeit** des bleibenden Biedermeier, der Trägheit, des **Stillstands,** der abwartenden Besinnlichkeit, Wer älter wurde, erkannte die Welt seiner Jugend nicht wieder. Es waren damals die Menschen Europa und Amerikas, die das alles zustandbrachten. Aus im 19. Jh. erzeugtem Stahl hergestellte Maschinen und auch Lokomotiven funktionieren auch heute noch.

## Mehrfacherfinder und dann Gestalter eines größeren Teams von Erfindern- THOMAS ALVA EDISON

Aus relativ verworrenen Familienverhältnissen entstammte der am 11. Februar 1847 in Milan im USA-Bundesstaat Ohio geborene THOMAS ALVA EDISON (G. S. BRYAN o. J. u. a.). Er verkaufte als 12-Jähriger auf einer Eisenbahnlinie Zeitungen und Süßwaren, verfaßte und druckte mit 15 Jahren eine lokale Klatschzeitung, führte in einem Güterwaggon private chemische Experimente, die bei einem Unfall mit einer Ohrfeige und lebenslanger Schwerhörigkeit endeten. EDISON fand eine Anstellung im Telegrafenwesen. Eigene Erfindungen auf diesem Gebiet brachten ihm finanzielle Unabhängigkeit. Auch finanziell erfolgreich als Erfinder gründete EDISON in Menlo Park/New Jersey eine Art "**Erfinder-Fabrik**", ein für praktische Zwecke wirkendes Laboratorium mit einem großen Team. Auch das wird als eine von EDISONs großen "Erfindungen" bezeichnet. Im Jahre 1887 übersiedelte EDISON in ein größeres und moderneres Laboratorium in West Orange, New Jersey. Hier ließ EDISON auch ein prachvolles Wohnhaus für sich erbauen (G. S. BRYAN S. 166). Der immer wieder als Vorbild eines erfolgreichen "self-made man" hingestellte EDISON starb hier am 18. Oktober 1931. Auch aus einer weniger schwerer Jugend sind bedeutende Erfinder und Ingenieure hervorgegangen, wenn nur ausreichend Interesse an der Wirklichkeit bestand. Kann man aber annehmen,

daß man der Jugend den Weg möglichst schwer machen sollte?

## Energie - zunehmend zentrale Versorgung

**'Energie' benötigen** die Menschen **unmittelbar** als **mechanische Energie**, etwa zum Bewegen von Wagen, **Wärme** oder auch Kühlung und **Licht.** Beleuchtung wurde bei Armen manchmal schon als Luxus gesehen. Haushalte waren vor der Versorgung mit Stadtgas und Elektrizität auf direkte Versorgung mit verbrennbaren Energieträgern angewiesen, wie teilweise bis heute: mit **Holz, Torf, Kohle**.

Selbst von der Mitte von Berlin um 1850 berichtet F. TRENDELENBURG (1924, S. 24): "Der Verkehr war so gering, daß das Buchenholz, das mein Vater in der Frühe des Herbstmorgens am Schiffbauerdamm oder auf einem Holzplatz vor der Stadt ... ausgesucht und gekauft hatt, auf dem Straßendamm vor dem Hause zersägt und gespalten wurde."

Elektrizität unmittelbar benötigt man bestenfalls für einige Heilmethoden und – makaber – für die Hinrichtung auf dem 'elektrischen Stuhl', aber sie ist die große **transportierbare Energie**. Von unmittelbarer verwendbaren Energieträgern sind **transportierbar**, in Röhrenleitungen, **Gas verschiedener Art, Erdöl**, wie eben auch das als Substanz direkt benötigte **Wasser**. Letzteres oberflächlich oder in Röhren transportiert schon bei den Römern. ..

## Landschaftsveränderungen

Auch in Mitteleuropa wurde die Landschaft immer mehr durch Forst-und Landwirtschaft geprägt. Zu den großen und aufsehenerregenden Landschaftsumgestaltungen in Mitteleuropa gehörte die 1817 begonnene **Begradigung des Rheinlaufes in der oberrheinischen Tiefebene** (G. ZIRNSTEIN 1996) zwischen Schwarzwald und Vogesen. Der Fluß strömte bis dahin in zahlreichen Windungen, in Mäandern, dahin. Es wird berichtet von 2218, nicht immer dauerhaften Inseln. Ein großer Teil des Landes war Sumpf. Inmitten der Auenwälder und Sumpfgebiete befanden sich auch Dörfer. Der bei Hochwasser ausufernde Strom und das aus dem Boden nach oben gepreßte Druckwasser setzten oft lange Zeit Wohnungen und Ställe unter Wasser. Manche Rheingemeinde soll jahrelang unter Wasser gestanden haben. Nebel gehörte wie Schwindsucht und Malaria zum Alltag.

Die Rheinkorrektur wurde begonnen unter Leitung von JOHANN GOTTFRIED **TULLA** (H. CASSINONE u.a. 1929, TH. REHBOCK 1928, O. WEINER 1925).

Er war Sohn eines Pfarrers, konnte unter Protektion seines Landesfürsten, des Großherzogs KARL FRIEDRICH, Bergbau, Maschinenwesen und andere technische Fächer studieren sowie Reisen unternehmen. Er wandte sich dann besonders dem Flußbau zu. Da der Rhein ein Grenzfluß ist, mußten dem Ausbau etliche Verträge mit den Nachbarländern vorangehen. Beendet wurde die Rheinkorrektur, die den Flußlauf zwischen Basel und Mannheim um etwa 80 km verkürzte (R. DEMOLL 1954), erst viel später, unter MAX HONSELL. Weitere Arbeiten waren auch ferner nötig. Für viele Anlieger und den Handel verbesserten sich die Lebensbedingungen erheblich. Die Dörfer lagen nach der Rheinbegradigung im Hochwasserschutz. Viele sumpfige Gebiete wurden sicheres Fruchtland. In dem begradigten Strom konnten Schiffe ohne bisherige Hindernisse fahren.

Für TULLA wurde gedichtet (aus O. WEINER 1925):

"Vorgefühlt hat er den Segen, der nun Tausende beglückt,

hat den Strom, den wildgewaltigen, wildverschlungner Bahn entrückt.

An den neuen, festen Ufern sonnet sich ein neu Geschlecht,

fragt kaum nach der Hand des Meisters, nur der Lebende hat Recht."

Gerade im Oberrheingebiet zeigten sich aber auch die bei allen solchen Landschaftsumgestaltungen **mißlichen Folgen** zumindest für einen Teil der Betroffenen. Vom Beginn der Rheinbegradigung an waren Fischer die Gegner von TULLA. Wichtige Laichgebiete der Fische verschwanden. Es ist sogar von Attentaten und notwendigem Polizeischutz für TULLA die Rede.

Die **erhöhte Fließgeschwindigkeit** führte zu **erhöhter Erosion** im Flußbett, zu dessen Vertiefung und zu Kiesverfrachtung. Es **sank** vielerorts **das Grundwasser** und manche bisher ertragreichen Flächen litten unter Trockenheit. ALWIN SEIFERT schrieb 1962, daß es in den 30er Jahren des 20. Jh. ein Staatsgeheimnis war, über das nicht gesprochen werden durfte, daß in der oberrheinischen Tiefebene das Grundwasser um 6 bis 8 m abgesunken war. Nicht zu Wort meldeten sich damals "Touristen", die es noch nicht gab, aber denen potentiell eine einmalige Flußlandschaft verlorenging.

Auch bei späteren großen Wasserbauten, ob beim Assuanstaudamm oder den Bewässerungsprojekten in Sowjetmittelasien, zeigte sich, daß es neben den gewünschten auch zahlreiche unerwünschte Folgen gab.

## Veränderung der Städte

Auch wachsende Städte besaßen in der Mitte des 19. Jh. noch ihre Stadtmauer mit den Stadttoren. Auch Berlin - wie uns in seinen Jugenderinnerungen F. TRENDELENBURG (1924, S. 26 / 27) erzählt. Aber die Berliner Stadtmauern sollten nicht mehr der Verteidigung dienen, sondern den Schmuggel behindern, eine Schranke sein für die Umgehung der Schlacht- und Mehlsteuer. "Vieh, Getreide und Backwaren konnten nur durch die Tore in die Stadt gebracht werden." Und in TRENDELENBURGs "frühesten Kindheit" um 1850, "wurden die Tore nachts noch verschlossen." Und als die Familie TRENDELENBURG an einem Sommerabend verspätet, "nach 9 oder 10 Uhr", nach einem Spaziergang durch den Tiergarten an das Brandenburger Tor kamen "und am Tor klingeln mußten", schloß ein Soldat auf und "bekan dann einen Groschen." Die Städte rühmten sich manchmal sogar des Abrisses ihrer Mauern und sogar wunderschöner Tore, wie in Leipzig. Von Berlin berichtet TRENDELENBURG (1924, S. 27), daß die "16 Tore der Stadt, meist im Barockstil gebaut" - also nicht mittelalterlich - "sind mit Ausnahme des Brandenburger Tores, der imposanten Nachbildung der Propyläen in Athen, zugleich mit der Stadtmauer 1865 abgebrochen" worden.

Manche Städte errichteten in den Wallanlagen vor den Stadtmauern Grünalagen, teilweise, wie in Zittau, wunderschön.

Gerade einige kleinere Städte haben ihre oft niedrigen Mauern bewahrt, heute als historische Monumente, als touristische Sehenswürdigkeit. Iphofen in Franken mit vollständigem Mauerring gehört ebenso dazu wie Dinkelsbühl. Im Norden wird Gransee noch weit von seiner Backsteinmauer umzogen. Der Maler SPITZWEG hat diese alten verwinkelten Stadtteile vor allem von Süddeutschland liebevoll gemalt, als sie vo dem Verschwinden standen, und übersah die oft schwere Arbeit hinter den Gemäuern und sei es das Wasserholen und die Müllentsorgung. Die Hygiene wird eine der großen Errungenschaften des Stadtumbaus, wobei es gelang, die Hygiene auch in erhaltenwerte alte Stadtbezirke einzubeziehen.

### Ingenieurbauten

Mit den neuen Baustoffen wurden Gebäude errichtet, die in der Größe an die altägyptischen Pyramiden erinnerten, oft aber filigraner waren. Der Gartenbau-Architekt Sir JOSEPH PAXTON schuf den **Londoner Kristallpalast 1851**.



Abbildung 1611: Treibehaus bei Halsbrücke.

# Ressourcen - Abbau und Bergbau

## Salz

Salz wurde noch lange vor allem aus Sole, salzhaltigem Wasser aus der Erde gewonnen. Die Sole wurde auch hochgepumpt.

Bei Bad Kösen südlich Naumburg ist eine Gestängekunst erhalten, die von einem Wasserrad an der Saale so hin und her bewegt wurde, sodaß in etlichen hundert Meter Entfernung Pumpen bewegt wurden.

## Erzbergbau

Für den Bergbau auf Erze etwa im Sächsischen Erzgebirge blieben etliche **Bauten als Denkmale** erhalten, meistens aus dem 19. Jh., aber gegenüber der AGRICOLA-Zeit oft nicht verändert. An den älteren Erzbergbau in Sachsen erinnern noch manche Gebäude, so die Treibehäuser für den Pferdegöpel oder die Dampfmaschine auf den alten Halden, die als Verwaltungsgebäude dienenden Huthäuser, oft mit Betstube und eingebaut oder daneben die Bergschmiede, sowie die Pulvertürme. Dazu kommen die **Kunstteiche und -gräben**.



Abbildung 1612: Pulver”turm” bei Schneeberg.



Abbildung 1613: Freiberger Bergbauland - Grabenland.



Abbildung 1614: Bergarbeiter 19. Jh., Freiberg/Sa..

Wo im Treibehaus einst Pferde zum Bewegen des Göpels "getrieben" wurden, wurden teilweise Dampfmaschinen eingesetzt.

## Torf

Beim Torf-Abbau kann man kaum von Bergbau sprechen, nicht einmal von Tagebau, denn Torf liegt oft so oberflächennah, daß der Abbau eher einem Bodenabtragen ähnlich ist.

Wo Moore waren oder sind, war Torfabbau häufig,diente als Heizmaterial und Torf behandelt wie Holz im Meiler wurde als Holzkohle-Ersatz empfohlen. So im Erzgebirge empfohlen in dem Werk von CARLOWITZ. DE LUC (1781, S. 473) schreibt von Torf-Abbau am Brocken im Harz. "Da aber der Transport" des Torfes "in die entfernteren Städte theuer ist, so brennt man den Torf auf der Stelle zu Kohlen, welche leichter sind, und weniger Raum einnehmen. Die Oefen dazu bestehen aus Röhren, die 10-12 Schuh Höhe und 3-4 Schuh im Durchmesser halten, und wie Orgelpfeifen nebeneinander stehen ..."

## Steinkohle

Steinkohle wurde seit dem späten 18. Jh. das Hauptbergbauprodukt. Nicht mehr Holz und in manchen Gegenden Torf waren Hauptbrennstoff für Haushaltungen, sondern wie in der Industrie und für die Energie-Erzeugung eben Steinkohle. Für Stadtbewohner wurde das eigenständige Holzsammeln mit Waldferne ohnehin immer schwieriger und auch Holz in Flußhäfen hatte Grenzen. Wo Steinkohle **oberflächennah** ausstreicht, wie mancherorts in England, wurde sie schon im Mittelalter genutzt.

Im Tal der Ruhr wird Steinkohle seit dem 13. Jh. verwendet (H. D. SAUER 2007). Mit Hacke und Schaufeln wurde die Steinkohle aus flachen Gruben gefördert. Im 17. Jh. wurden mancherorts horizontale Stollen in die Talhänge getrieben. Der Bergbau im **Ruhrgebiet** im engeren Sinne begann 1800 auf der auf dem 46 Meter senkrecht abgeteuften Schacht der Zeche "Vollmond" bei Bochum. Von dem senkrechten Schacht wurden horizontal gehende Stollen angelegt, wobei man den sich nach Norden neigenden Kohleflözen folgen mußte..Ende des 19. Jh. war eine Tiefe von 775 Meter erreicht. Die Steinkohlenschächte im Ruhrgebiet gehen mittlerweile auf bis etwa 1500 Meter. Die Temperatur steigt dort auf 60°C. Auf die Abbaufront gesprühtes Wasser erzeugt eine Luftfeuchtigkeit von 100%.

Seit 1800 wurden bis heute im Ruhrgebiet etwa 10 Milliarden Tonnen Steinkohle gefördert. Noch etwa 6 Milliarden ließen sich mit der gegenwärtigen Technik ausbringen (H. D. SAUER 2007) – für viel zu hohe Kosten.

Gerade in England wurden zur Wasserhaltung früh **Dampfmaschinen** eingesetzt.

## Erfindungen für den Bergbau

Auch der Erzbergbau ging selbstverständlich weiter. Hier wie im Steinkohlenbergbau gab es Erfindungen, die **im Interesse der Produktivtität** und der Erschließung neuer Reviere auch in größerer Tiefe **Arbeitserleichterung und mehr Sicherhei**t brachten.

## Sicherheit vor Grubenexplosionen

Gerade für den Steinkohlenbergbau in größere Tiefen war mitbestimmend die unabhängig voneinander durch den Eisenbahnpionier GEORGE STEPHENSON und

durch den Chemiker H. DAVY um 1817 erfundene **Sicherheitslampe**, die Grubengasexplosionen, also Explosionen des in den Gruben ausströmenden Methan mit Luft,eindämmte. Die Explosion erfolgt bei 5 – 14% Methan in der Grubenluft. Die Flamme der Lampe brennt bei STEPHENSON hinter perforiertem Metallblech und bei DAVY unter einem Drahtnetz. Die Flamme schlägt infolge der Wärmeableitung durch die durchlöcherte Metallumhüllung nicht in die methanhaltige Grubenbluft heraus. In die Lampe eingedrungenes Methan macht sich innerhalb der Metallumhüllung bemerkbar, löscht sogar die Flamme und zeigt die Gefahr. Es ist Zeit zum Verschwinden. Aber selbst im Zeitalter der elektrischen Grubenlampen gab es noch schreckliche Grubenexplosionen, so 1946 eine im Ruhrgebiet mit 405 Toten. Erst die neue Belüftung mit starken Ventilatoren schuf Abhilfe. .

Vorzeitige Explosion des Sprengpulvers im Steinbruch oder im Bergwerk führte zu schweren, oft tödliche Unfällen. Das wurde wesentlich gemindert durch weitgehend sichere **Zündschnüre**, die **1831** WILLIAM BICKFORD (R. M. BIRSE 2004) patentieren ließ, Zwei Leinen-Schichten bedeckt mit einem Lack oder Teer umschlossen in einer Art längeren Rohr Schießpulver im Kern. Die Zeit des Abbrennens konnte bis zu gewissem Grade kalkuliert werden. Zündschnüre wurden nach BICKFORDs Tod bis 1961 in der Firma Bickford, Smith & Co. hergestellt wurden.

## Vertikal-Transport bei Steinkohle und im Erzbergbau

Vieles im Steinkohlenbergbau war sehr primitiv. Im englischen Kohlenbergbau **trugen** Frauen die abgebaute Kohle in **Flechtwerk-Körben auf dem Rücken** auf Leitern nach oben.

Weil Hanfseile und Ketten nicht ausreichend reißfest waren, nutzten die Menschen zum Ein- und Ausstieg Leitern, oft klitschig, mit abgeschiedenen Mineralien überzogen Als eine Neuerung für die Ein- und Ausfahrt der Menschen erfand GEORG LUDWIG DÖRELL im Oberharz **1833** eine nach ihm benannte "**Fahrkunst**". Zwei lange, gegenüberliegende Gestänge mit Trittbrettern werden immer wieder um einiges auf- und abbewegt. Stehen Trittbretter beider Gestänge einander gegenüber, springt der Bergmann auf die andere Seite. Das wiederholt er immerfort, bis er unten oder bei der Ausfahrt oben angekommen ist. Er spart wegen der also nur horizontalen Bewegung seines Körpers Kraft. **Vor** der Einführung der Dörellschen Fahrkunst benötigte im 810 m tiefen Samson-Schacht bei St. Andreasberg **benötigte** der Bergmann bei der Einfahrt auf einer Leiter, der "Fahrt", 90 Minuten. Beim Aufstieg, ohnehin ermüdet, waren bis 150 Minuten Zeit erforderlich. Mit der Dörellschen Fahrkunst verkürzte sich die Zeit sowohl für den Einstieg

wie für den Ausstieg auf jeweils 45 Minuten.

Ebenfalls im Oberharz, in Clausthal, erfand **1834** W. A. JULIUS ALBERT (F. HENDRICHS 1955) eiserne Drahtseile zu mehreren zusammenzuflechten und so ein **reißfestes Drahtseil** von 605 m Länge herzustellen, mit denen der Transport von Menschen und Gütern in tiefe Schächte mglich wurde. Sehr bald kamen diese Drahtseile auch im Ruhrbergbau auf Steinkohle zum Einsatz.

Über der Schachtöffnung gab es zur Verankerung der Seilwinden, auch zum Hochziehen der Kohle, zuerst Holzgerüste, dann massive Ziegelbauten, ab 1870 die freistehenden eisernen **Fördertürme**. Die Fördertürme bestimmten dann auch das Bild der näheren Landschaft, wurden regelrecht Symbol für den Steinkohlenbergbau.

## Abbau und Transport der Steinkohle untertage

Per Hand wurden **Bohrlöcher zum Sprengen** gebohrt. Die abgesprengte Kohle wurde in Loren geschaufelt und die Loren auf Schienen bis zum Transport nach oben geschoben. Ab 1850 wurden im Ruhrbergbau in unterirdischen Stallungen gehaltene Zugpferde eingesetzt (H. D. SAUER 2007). 1913 hielt man im Ruhrbergbau etwa 8000 Pferde, 1933 gab es ungeachtet schon starker Mechanisierung noch 1700 Grubenpferde. Das letzte kam 1966 außer Dienst.

OTTO LILIENTHAL erprobte 1878 für die Steinkohle in Zauckerode im Plauenschen Grund bei Dresden eine **Schrämmaschine**. Ebenfalls dort wurde unter Tage 1882 eine **elektrische Grubenbahn** eingesetzt, die also die Luft unter Tage nicht mit Abgas belastete. 1904 kamen die **Preßlufthämmer** zum Einsatz. Auch sie wurden ein regelrechtes Symbol des Steinkohlenbergmannes, aber ihr Rütteln schädigte die Gelenke.

## Schachtabteufen bei Kohle und anderswo

**Abteufen** eines Schachtes geschah bis weit in das 19. Jh. durch stoßende Bohrwerkzeuge, also Hochziehen und Fallenlassen eines Meißels. Mit einem Wasserstrahl wurde der Bohrlochschmand entfernt. **Drehbohrer** erschienen um 1860 (T. K. DERRY et al. 1960).

## Braunkohle

Oberflächennahe **Braunkohle** wurde etwa in Mitteldeutschland zunächst in **kleinen Tagebaugruben**, "Bauerngruben", gewonnen.

Braunkohle gab und gibt es auch noch in der Umgebung von **Halle**, und hier wurde Braunkohle früh, am Anfang des 19. Jh., als Feuermaterial eingesetzt. Einen großen Anteil an diesem Einsatz der Braunkohle für Feuerung hatte WILHELM KEFERSTEIN, der im Rat der Stadt Halle hohe Ämter besetzte, ja sogar kurzzeitig Bürgermeister war. Sein Sohn CHRISTIAN berichtet in seinen Lebenserinnerungen 1855 (S. 21), daß W: KEFERSTEIN die Braunkohlen, die "als ein ganz todter Schatz da lagen", "in den 1790ger Jahren" durch "die Professoren der Chemie , Green und Gilbert hierselbst" untersuchen ließ, von wo immer er Braunköhle fand, "und überzeugt von ihrer Brennkraft wurden Versuche veranlaßt, Kohlensteine geformt und die Oefen zu Feuerung eingerichtet." Mit gutem Beispiel vorangehend, hat die Familie KEFERSTEIN seit 1791 Braunkohle verbrannt, "so große Unannehmlichkeiten sie auch im Anfange zeigten, die erst allmählig überwunden wurden." Unter der Direktion von W. KEFERSTEIN "wurde eine der ersten Kohlengruben in Neukirchen eröffnet, und er schaffte Kähne an, um das Material billig zu transportieren. Im Jahre 1806, als bei den großen Durchmärschen und Lieferungen auch Holz-Mangel eintrat, ließ" W. KEFERSTEIN "bei einigen Bäckern die Öfen mit Hülfe militärischer Gewalt zu Braunkohlen einrichten, und jetzo, nach 60 Jahren, welchen Umfang hat diese Kohlenfeuerung erhalten! Wir könnten ohne sie jetzt nicht existiren."

Aber der Geruch war schon penetrant! Der Mediziner G. F. L. STROMEYER schrieb 1875 (S. 208), daß man sich an den Geruch über Halle erinnert, "säuerlich-brenzlich, wie der Rauch der Braunkohlen. Dieser infernalische Geruch haftet an allen Kleidern und scheint auch bis in die Gemüther zu dringen, deren säuerlich brenzliche Stimmung die Streitigkeiten der Professoren verewigt."

Für Schwelerei wurden um 1855 erste **Tiefbaue** angelegt. Zum Verfeuern von Braunkohle wurden aus Kohlenstaub und Wasser Preßsteine hergestellt, zuerst im Handbetrieb. Um 1885 wurden **Brikettpressen** entwickelt und wurden Braunkohlenbriketts wichtiges Feuerungsmaterial. Brikettfabriken mit ihren Wasserdampfwolken prägten die Braunkohlengebiete. **Schachtabteufen in Lockermaterial**, das also durch seinen Wassergehalt zusammenrutscht, wurde möglich durch das nach Vorläufern in Frankreich und Großbritannien durch FRIEDRICH HERMANN PÖTSCH im Braunkohlenabbau bei Aschersleben 1883 erstmals angewandten **Gefrier-Verfahren** (Wikipedia), wobei der Lockermaterial um den Schacht gefroren wurde. Voraussetzung war die Kältemaschine. Auch das Deckgebirge für den Steinkohlenbergbau im Ruhrgebiet wurde vielerorts so durchfahren.

Großen Aufschwung für den Braunkohlenbergbau brachte die Elektrifizierung. Nördlich von Senftenberg in der Niederlausitz wurden ab 1896 die ersten Tagebaue angelegt, "Renate", "Eva", "Anna-Mathilde". Im Urstromtal wurde nach der Beherrschung der Wasserhaltung 1906 der Tagebau "Marga" in Betrieb genommen. In Mitteldeutschland wie in der Niederlausitz entstanden die großen Chemiebetriebe: 1916 die Leunawerke bei Merseburg, 1917 das Lautawerk in der Niederlausitz, und im Rahmen der Aufrüstung unter HITLER 1934 die Bunawerke bei Schkopau, das Synthesewerk Schwarzheide, die Großschwelerei Böhlen, 1936 das Hyfriewerk Lützkendorf, 1938 das Schwelwerk Deutzen, 1939 das Hydrierwerk Zeitz, 1942 die Großschwelerei Espenhain.

# Energiemaschinen

## Neue Kraftmaschinen

Kraft -, Energiemaschinen überführen Energie von einer Form in eine andere, etwa die mechanische Energie des fließenden Wasser, eine **Primärenergie**, in Elektrizität, die als **günstig transportierbare** Energie dann etwa in die genutzten Energieformen Licht und Wärme verwandelt oder für Arbeitsmaschinen verwendet wird. Energiemaschinen waren: 1. weiterhin **Kolbenmaschinen**, die **Motoren**, 2. **Turbinen**.

## Kolbenmaschinen

Prototyp der Kolbenmaschinen waren die **Dampfmaschinen**, die ohne völlige Ineffizienz nicht unter eine gewisse Größe gebracht werden können. Dampfmaschinen sinnvoll auszunutzen, wurden lange Eisenbahnzüge zusammengestellt, wo Aufgliederung sinnvoller gewesen wäre (EU. DIESEL o. J.). In den im 18. Jh. entwickelten **Wassersäulenmaschinen** bewegte einfließendes Wasser den Kolben. Bei den Dampfmaschinen wurde der den Kolben bewegende Dampf von außen in den Zylinder geführt, bei den **Verbrennungskraftmaschinen** wurde ein **Gas-Luft-Gemisch** eingeführt, das im Motor explodierte und dann den Antrieb auslöste (internal-combustion). Gasmaschinen, möglich auch mit geringen Ausmaßen, erlauben rasches Ingangsetzen und rasches Ausschalten, wurden auch begrüßt, weil man in ihnen Kraftmaschinen für die Rettung der Kleinbetriebe und damit für eine Lösung oder wenigstens Minderung der sozialen Frage (C. MATSCHOSS 1921) erwartete. Ein Vorläufer der Gamaschinen waren die Pulvergeschütze, im besondern

auch die Gaspistole VOLTAs, in der ein gezündetes Methan-Luft-Gemisch die Kugel, die dem Kolben entsprach, hinaustrieb. JOSEPH NIEPCEs (R. SOULARD 1974) durch Explosion von staubfeinen Bärlappsporen betriebener, 1807 patentierter Motor, der "**pyréolophore**", lief zwar, aber ausreichend Bärlappsporen waren niemals zu beschaffen. Erwogen wurde der Umstieg auf pulverisierte Kohle oder Petroleum. W. H. F. TALBOT ließ 1840 die Idee patentieren, durch Wasserelektrolyse erzeugten Wasserstoff für einen Verbrennungsmotor einzusetzen (O. MAHR 1941). Eine brauchbare **Gasmaschine für Leuchtgas** aus der Gasleitung und deshalb **stationär** zu betreiben konstruierte **1860** J. J. ETIENNE LENOIR. In armen Verhältnissen in Luxemburg geboren, diente er nach seinem 16. Lebensjahr in Paris als Aufwärter in einem Café, konnte seine Lage dann durch Erfindungen bei der Emailleherstellung und in der Galvanoplastik verbessern und erfand seine viel beachtete Gasmaschine, die 3 Kubikmeter Leuchtgas pro PS-Stunde verbrauchte. Von der LENOIR-Gasmaschine angeregt hat NICOLAUS OTTO (C. MATSCHOSS 1921, H. C. Graf VON SEHERR-THOß 1999) zuerst 1861 einen effizienteren, stationären Gasmotor konstruiert, auf den das Viertaktsystem zurückgeht. Der früh verstorbene Vater OTTOs war Land- und Gastwirt sowie Posthalter in Holzhausen am Taunus und OTTO mußte 1851 bis 1862 als reisender Handelsvertreter für Kaffe, Tee, Zucker und andere Waren die Lande durchziehen. Zur Produktion seines Motors, der 1/3 weniger Gas als der LENOIR-Motor verbrauchte, verband er sich mit dem Zuckerfabrikanten EUGEN LANGEN, der 1869 die Gasmotorenfabrik in Deutz bei Köln gründete. Der OTTO-Motor erreichte um 1885 Leistungen von 50 PS, womit Dampfmaschinenersatz möglich war. Er diente etwa zum Antrieb von Elektrizität erzeugenden Dynamomaschinen, für Pumpen und schon bis 1880 wurden 1396 Gasmotoren an Buchdruckereien verkauft. Größere Wasserwerke mit Leuchtgasmaschinen entstanden 1884 in Düren und in Quedlinburg. Bis 1889 waren ungefähr 30000 Gasmaschinen in alle Welt geliefert worden (C. MATSCHOSS 1921). In Deutz arbeiteten in einer eigenen Konstruktionsgruppe die 1872 eingetretenen Mitarbeiter GOTTLIEB DAIMLER und MAYBACH, die bis 1875/1876 einen Motor für **Benzinantrieb** entwicktelten, der damit von der Gasleitung unabhängig war. In einem Vergaser wird mit Luft aus dem Gas, das dem Benzin entsteigt, das Explosionsgemisch hergestellt. Der Benzinmotor konnte nun auch auf kleine Fahrzeuge, auch für den Individualverkehr, gesetzt werden.

Motoren für schwerere Kohlenwasserstoffe als die der Benzinfraktion und sogar für feinverteilte feste Brennstoffe, etwa Kohlenstaub, suchte RUDOLF DIESEL (EU. DIESEL o. J.) zu konstruieren, der **1893** das Hauptpatent auf seinen **Dieselmotor** erhielt. Als Sohn eines deutschen Handwerksunternehmers am 18. März 1858 in Paris geboren, verbrachte R. DIESEL seine Schulzeit namentlich in Augsburg und studierte, mit prekärem finanziellem Hintergrund, an der Technischen Hochschule München. DIESEL arbeitete dann in Maschinenfabriken, so in Winterthur in der

Schweiz, wo LINDEsche Eismaschinen gebaut wurden, und stand auch später im Dienste des Verkaufs von Eismaschinen. Der Bau seines zunächst theoretisch entworfenen Motors war von vielen Fehlschlägen, auch Explosionen begleitet, auch von Anfechtungen seiner Patente, da manche anderen Konstrukteure ebenso Motoren für billiges Rohöl oder Kohlenstaub anstrebten. Im Dieselmotor wurde Luft verdichtet, vier - bis achtmal höher als im Ottomotor, und in diese nunmehr heiße Luft wird der flüssige Brennstoff in kleiner Menge eingespritzt, wobei Vorzündung vermieden wird, der Kraftstoff also vollständig verbrennt. Die Rentabilität des Dieselmotors wurde deutlich. Am 1. 1. 1898 wurde die "Dieselmotorenfabrik Augsburg AG" gegründet, in der DIESEL aber nur einer unter anderen war. DIESEL, der auch soziales Engagement äußerte, verschwand bei einer Überfahrt nach England im Ärmelkanal am 29. September 1913. Die Leichte wurde später gesichtet und wahrscheinlich hatte DIESEL Suicid begangen. Eine von DIESEL vorhergesagte Hoffnung etwa war, daß Schiffe anderthalbmal um die Welt fahren können ohne Brennstoffaufnahme und mit einem Drittel der bisherigen Bedienungsmannschaft. Der von R. DIESEL hinterlassene Motor, nach seines Sohnes EUGEN DIESEL (S. 290) Worten noch ein "Torso", sollte schließlich "die Kraftmaschinenwirtschaft, die Ölfelder und die gesamte Hochdrucktechnik der Welt" umgestalten und brachte die Politik der Völker in ganz neue Zusammenhänge.

## Turbinen

### Wasserturbinen

Wasserturbinen sind in ihrer Gestalt veränderte Mühlräder, auf die ein dünner möglichst starker Wasserstrom gelenkt wird. Die andersartige Schaufelgestaltung erhöht die Effizienz der Nutzung der Energie des fließenden Wassers beträchtlich. Bedeutungsvoll wurden die Wasserturbinen mit der Elektrifizierung als den Wasserfluß über die Dynamomaschine in Elektroenergie umsetzende Kraftmaschinen.

Turbinen dienten vorher schon als effizientere Mühlräder. JEAN-VICTOR PONCELET, Ingenieroffizier und Mathematiker, der sich auch 1812 bis 1814 in russischer Kriegsgefangenschaft in Saratow mit Mathematik befaßte, schlug 1826 gekrümmte Schaufeln an unterschlächtigen Wasserrädern vor, baute die ersten seiner Art 1838 und steigerte deren Effizienz um 65%. BENOIT FOURNEYRON baute 1837 eine Turbine mit 2300 Umdrehungen pro Minute, waagrecht installierbar, relativ klein, fördernd für die Textilindustrie vor allem in Neu-England.

Der am meisten verbreitete Wasserturbinen-Typ wurde seit 1847 die **Francisturbine**, die auf den in England geborenen und 1833 in die USA ausgewanderten JAMES BICHENO FRANCIS (C. W. M. 1959) zurückgeht. Trotz fehlender Ausbil-

dung wurde FRANCIS führender ratgebender Ingenieur der Schleusen und Kanäle, so der am Merrimac River, an dem bei Lowell und anderen Orten in Massachussets die Textilindustrie entstand.

Turbinen waren Voraussetzung, fließendes Wasser zur Stromerzeugung zu nutzen. Strom war transportierbar, Wasserenergie mußte also bei Elektrizitätserzeugung nicht am Wasser genutzt werden. Im Jahre 1895 bewährten sich Turbinen des Typs von FOURNEYRON zur Elektrizitätserzeugung auf der amerikanischen Seite der Niagara-Fälle. Für den Kleinbetrieb diente die **Pelton-Turbine** von 1880, die besonders geeignet war bei geringer Wassermenge mit großer Fallhöhe.

Auch für große Ströme und geringeres Gefälle geeignet war die von dem Österreicher VIKTOR KAPLAN (H. JANKOWSKY 2000, G. und G. WEBER 1997) konstruierte und nach ihm benannte propellerartige **Kaplan-Turbine.** Der 1876 geborene KAPLAN war Sohn eines Eisenbahnbeamten, studierte Maschinenbau an der Technischen Hochschule in Wien, arbeitete in einer Maschinenfabrik, wurde 1903 an der Technischen Hochschule in Brünn (Brno) Konstrukteur an der Lehrkanzel für Maschinenbau, wurde hier 1912 a. o. Professor. Hier konnte er im Keller auch eine bescheidene Versuchsanlage einrichten, wo er mit sehr kleinen Modellen arbeitete. Grundlage seiner Turbine war die Idee der Umkehrung der Schiffsschraube. Sein erstes Patent für seine Turbine meldete er 1912 in Wien an und mußte später noch hart um dessen Anerkennung kämpfen. Die erste Kaplan-Turbine wurde 1918 in Auftrag gegeben, die "Stahlhütte Storek" in Brünn wurde erster Produzent von Kaplan-Turbinen. Bei einem geringen Gefälle konnte ein Wirkungsgrad von 84% erzielt werden, die Turbineneinheiten ließen sich vergrößern, entsprechend der Wasserzufuhr ließen sich die Laufradschaufeln verstellen, es bestand große Unempfindlichkeit gegen Drehzahl- und Gefällsschwankungen, gegen Wasserverunreinigungen, bestand leichte Herstellbarkeit und gute Transportmöglichkeit. Es gab bei den ersten Anlagen allerdings auch schwerwiegendes Versagen. Als Ursache fand sich Hohlraumbildung, Kavitation, wo Luft zusammenstürzte und das Material zerstörte. KAPLAN konnte kavitationsfreie Laufräder konstruieren, und die Firma Storek baute die schlecht funktionierenden Anlagen um. Am Ende des 20. Jh. waren etwa 50% der Wasserkraftanlagen in aller Welt mit Kaplan-Turbinen ausgerüstet. Anfang Februar 1931 erlitt der schon einmal erschöpfte KAPLAN auf seinem Landsitz am Attersee einen körperlichen Zusammenbruch und starb am 23. August 1934 im Alter von erst 58 Jahren.

## Dampfturbinen

Dampf zum Drehen von Schaufelrädern durch Rückstoß oder daraufgeleiteten Dampf führte zu den Dampfturbinen. Die Rückstoßwirkung von austretendem

Dampf nutzte HERON VON ALEXANDRIA in seiner Aeolipile und den Antrieb eines kleinen Turbinenrades durch einen Dampfstrahl bildete BRANCA 1629 ab. Die ersten **Dampfturbinen** der industriellen Zeit, "Turbogeneratoren", entwickelten in den 80er Jahren des 19. Jh. der Schwede CARL GUSTAV PATRIK DE LAVAL und der Engländer Sir CHARLES ALGERNON PARSONS (W. G. SCAIFE 1985). Die Geschwindigkeit des auf die Dampfturbinenn geleiteten Dampfstromes war wesentlich höher als die Geschwindigkeit des Wasserstrahls für Wasserturbinen. PARSONS' Prototyp-Dampfturbine von 1884 leistete mit 18000 Umläufen pro Minute etwa 4 Kilowatt. Die Zentrifugalkraft auf den Rotorblättern übertraf die Gravitationskraft um etwa das 13.000fache. Die Dampfturbinen überwanden für die Dampfnutzung vorhandene Grenzen der Dampfmaschinen. In PARSONS' 1890 gegründeten Turbinenfabrik in Newcastle upon Tyne wurden zuerst jene Dampfturbinen als Großkraftmaschinen geschaffen, die Voraussetzung waren, um **aus Kohle** über den die Turbinen treibenden Wasserdampf **Strom** zu erzeugen und die auch als Schiffsantrieb Verwendung fanden. Ab dem Jahre 1901 trat für diese Anwendungen der Franzose AUGUSTE CAMILLE EDMOND RATEAU (J. H. POTTER 1975) mit seinen Dampfturbinen auf.

Der Elektromotor, der mit der steigenden Stromerzeugung zunehmend zum Einsatz kommen konnte, wurde der große Konkurrenz der Gasmaschinen für den Maschinenantrieb. Dampf, und damit auch Gas, war die vermittelnde Energietechnik des 19. Jh. und die Zukunft würde der Elektriziät gehören.

# Kältetechnik

Kühlung erfolgt etwa beim Verdunsten von Wasser. Wasser in porösen Tonkrügen kühlte sich ab beim Verdunsten eines Teiles des Wassers durch die Gefäßwand. Zum Kühlen etwa von Fisch in Deutschland wurde noch lange im Winter Eis aus Gewässern gehakt, notfalls aus Norwegen herantransportiert, und in unterirdischen Eishäusern aufbewahrt.

Aus schon 1777 entwickelten Ideen von NAIRNE baute Sir JOHN LESLIE (J. MORRELL 2004). 1819 eine Eismaschine. Entwickelte Kältetechnik kam durch verschiedene Erfinder, in Frankreich etwa FERDINAND CARRE´. In den USA baute PHILIPP DANFORTH ARMOUR Kühlwagen für die Eisenbahn.

Besonders wichtig in der Kältetechnik wurden die Erfindungen des schon mehrfach erwähnten CARL (VON) LINDE (o. J., F. POLLITZER 1935, YouTube Meilensteine der Natuwissenschaft und Technik). Geboren am 11. Juni 1842 im Pfarrhaus von Bernsdorf in Oberfranken als 3. von 9 Kindern und aufgewchsen in Kempten,

LINDE konnte trotz Armut in der kinderreichen Familie am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich studieren. Nachdem er wegen Verwicklung in Studentenproteste das Studium abbrechen mußte, konnte er, ausgestattet mit empfehlenden Zeugnissen von GUSTAV ZEUNER und FRANZ REULEAUX, in die praktische Arbeit unter anderem bei BORSIG in Berlin und bei KRAUß in München einsteigen. LINDE wurde 1868 ao. Professor an der "Polytechnischen Schule" (später Technische Hochschule) in München, schließlich o. Professor für Maschinenlehre. 1878 mußte LINDE das Professorenamt aufgeben, um 1879 an die Spitze der "Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A,-G." mit Sitz in Wiesbaden zu treten. Zuerst wurde mit Eismaschinen Eis erzeugt und dieses den zu kühlenden Materialien zugesetzt. Später wurden die zu kühlenden Materialien direkt gekühlt. In Kältemaschinen wird ein stark komprimiertes Gas plötzliche entspannt, wobei die Kompression des Gases, etwa dann auch Ammoniak, getrennt in der Maschine mit einem Kreislauf des Kühlmittels geschieht. Mit den Kältemaschinen konnten immer neue Felder zur Kälte-Anwendung erschlossen werden. Für Lebensmittel, Fleisch oder Eier, war im einzelnen zu ermitteln, bis auf welche Temperatur und welchem Feuchtigkeitsgrad zur sicheren Konservierung herunterzugehen war. Der Hygieniker MAX PETTENKOFER sagte 1881 nach einem Besuch von LINDEs Eisfabrik in München: "Diese neue Technik der Kälte scheint berufen, als Träger der Kultur in den tropischen Gebieten ähnlich zu wirken wie die Technik der Heizung in den alten Kulturländern." Auf die Empfehlung von PETTENKOFER wurden gesetzlich Schlachthöfe mit Kühleinrichtungen eingeführt(YouTube). Eine erste Fleischkühlanlage erhielt 1883 das städtische Schlachthaus Wiesbaden. Das Fleisch der riesigen Viehherden Argentiniens konnte dank der Kältemaschinen ab 1885 eingefroren nach Europa verschifft werden. Mit großer Genugtauung begrüßen die Münchener Bierbrauer die Kältemaschinen. Mit Hilfe der Kältetechnik ließen sich auch Schächte in "schwimmendem Gebirge" abteufen, also in Lockermassen, die keinen durchbohrten Schacht wegen ihres Zusammenfließend zuließen, so im Deckgebirge über Braunkohle. LINDE erschloß als er wieder Professor in München war noch ein ganz anderes Gebiet mit seiner Kältetechnik, die **Gasverflüssigung**, ab **1895,** die Gewinnung von flüssigem Sauerstoff, Stickstoff und anderem für die chemische Industrie (s. d.) von noch nachhaltigerer Wirkung als die bisherigen Kältemaschinen. 1913 wird in den USA der erste Haushaltskühlschrank verkauft (YouTube). LINDE starb 92-jährig am 16. November 1935.

In Frankreich entwickele 1902 ein eigenes, nach ihm benanntes Verfahren zur **Luft-Verflüssigung** GEORGES CLAUDE (E. FARBER 1971). Der vielseitige CLAUDE war in der Zeit der deutschen Besetzung Frankreichs Anhänger der Vichy-Regierung und verbrachte deshalb die Jahre 1945 bis 1949 im Gefängnis.

### Automatik bei Maschinen für Massenprodukte - Glasflaschen, Flachglas

Glasflaschen werden in Massen benötigt und es war, in den USA, MICHAEL JOSEPH OWENS (A. S. 1962, S. 122), der um 1893 eine vollautomatische Maschine für das **massenhafte Blasen von Glasflaschen** und dann auch andere Glasgefäße. wie Becher, konstruierte. OWENS' Vater war Bergarbeiter in Kohleminen und, nachdem er schon im Bergwerk mitgeholfen hatte, schaufelte OWENS im Alter von 10 Jahren in der Glasfabrik in Wheeling in West-Virgina Kohle und war mit 15 Jahren Glasbläser. Im Jahre 1888 begann er seine Arbeit in der Glasfabrik von EDWARD DRUMMOND LIBBEY in Toledo/Ohio und wurde 3 Monate später der 'manager' einer Zweigstelle der Firma in Findlay/Ohio. **1895** nahm OWENS erste Patente. OWENS Maschine zum Flaschenblasen hatte über 9000 getrennte Teile. Den zuerst noch rauhen Glasflaschen folgten verbesserte. Spätere Maschinen bliesen 4 vollendete Flaschen pro Sekunde.OWENS gründete 1903 die 'Owens Bottle (Machine) Company', die dann auch Ableger in Europa hatte, 1905 in Manchester.

OWENS beteiligte sich auch an der 1899 begonnenen Konstruktion und 1902 mit ersten Patenten gesicherten Maschine für das **kontinuierliche Ziehen von Flachglas** durch IRVING WIGHTMAN COLBURN. Dieser mußte sich wegen Pleite der Toledo Glass Company anschließen. Erfolgreich war er mit der Maschine **1913**. 1916 enstand die 'Libbey-Owens Sheet Glass Company (alles Wikipedia 2017).

## Anwendungen der Elektrizität - Elektrotechnische Industrie

Im 20. Jh. werden Wasserfälle und noch mehr Kohle für starke elektrische Ströme genutzt und durch Kabel weiterhin geleitet. Strommasten und Leitungsdrähte prägen die Landschaft so wie einst in mühlenreichen Gegenden die Flügel der Windmühlen. Noch später war jeder ungefühlt und nur von Empfangsgeräten nachweisbar von einer Fülle künstlich erzeugter elektrischer Welle umgeben. Die technische Welt hat Elektrizität in einer Menge und Stärke bereitgestellt, welche die Menge an Elektrizität in der Natur übersteigt. Im 19. Jh. beginnt diese elektrische Prägung der Welt.

Mannigfaltige Anwendungen der Elektrizität kamen seit der Erfindung der Voltasäule und der galvanischen Batterien. Der Durchbruch zur **Starkstromtech-**

**nik** kam mit der **Dynamomaschine** 1866 / 1867, konstruiert zuerst namentlich durch WERNER VON SIEMENS. Verbesserte Dynamomaschinen, mit Ringanker, kamen vom Italiener ANTONIO PACINOTTI, 1869 / 1872 vom Belgier ZÉNOBE THÉOPHIL GRAMME, weitere Verbesserungen 1872 von HEFNER-ALTENECK, 1880 von EDISON. SIEMENS (nach F. HEINTZENBERG 1941) erkannte früh, daß die "Effekte ... bei richtiger Konstruktion kolossal werden." Dank aus den Werkstätten von SIEMENS & HALSKE stammenden Dynamomaschinen wurden 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung ein Webstuhl und eine kleine Bahn, die erste elektrische Eisenbahn der Welt, getrieben.

**Andere** Formen der **Elektrizitätserzeugung** hatten nur lokale Bedeutung, etwa Thermoelemente zur Nutzung von heißen Abgasen zur Erzeugung von **Thermostrom**.

## Nachrichtenübermittlung - nunmehr elektrisch

## Elektrische Telegrafen

Akustische (Trommeln) oder Licht-Signale (einschließlich Rauchzeichen) waren frühere Formen der Nachrichtenübermittlung. Rasche Übermittlung von Nachrichten auch über weite Entfernung mit elektrischen Strom im Draht wurde das erste große Anwendungsgebiet der Elektrizität. Für kürzere Entfernung reichte die **Schwachstromtechnik** aus und setzte daher nach der Konstruktion der Volta-Säule ein. Nachrichtenübermittlung war nötig beim Militär, für Regierungsarbeit, dann auch für Geschäftsverbindungen und um Eisenbahnzüge verfolgen zu können. Die Bedeutung der Telegrafie wurde 1809 deutlich, als nach dem Angriff Österreichs auf Bayern der mit Bayern verbündete NAPOLEON rasch mit dem optischen Telegrafen aus Italien herbeigerufen werden konnte. Der bayrische Minister MONTGELAS wünschte daher weitere Untersuchungen zur Telegrafie. Der erste elektrische Telegraph wurde von dem Anatomen THOMAS SÖMMERRING (s. 1859, E. FEYERABEND 1933 am 28. August **1809** der Münchener Akademie der Wissenschaften vorgeführt. Für jeden der 35 Buchstaben und für die 10 Ziffern gab es einen eigenen Draht, und alle diese Drähte, gespeist aus einer Volta-Säule, liefen zu einem Empfangsapparat. Je nachdem, in welchem in Wasser endenden Draht ein Stromstoß ankam, wurde an dessen Ende Wasser zersetzt, traten Gasbläschen auf.

Bei GAUß und WILHELM WEBER in Göttingen. wurden, 1833, die Buchstaben mit nur 2 Zeichen codiert.

Der in russischen Diensten stehende Baron SCHILLING VON CANNSTADT be-



Abbildung 1615: GAUß/WEBER. Göttingen.

nutzte als Empfangsanzeiger den Ausschlag einer Magnetnadel. KARL AUGUST STEINHEIL ließ die Nadelspitze 1836 bei seinem "**schreibenden Nadeltelegraphen**" die Ausschläge auf einen vorbeiziehenden Papierstreifen aufzeichnen, was die eingetroffene Nachricht kontrollieren ließ. Er fand das Erdreich als Rückleiter. SCHILLINGs Apparat wurde durch den ursprünglich als Instrumentenmacher tätigen CHARLES WHEATSTONE verbessert und auf der Eisenbahnstrecke London - Birmingham am 25. Juli 1837 erfolgreich erprobt. SAMUEL FINLEY BREESE MORSE fand 1840 das **Morse-Alphabet**, mit Strichen und Punkten für die Buchstaben als Code. Sie konnten an der Empfangsstation auf Papierstreifen eingelocht werden. Der Schnelltelegraph von SIEMENS § HALSKE schaffte bis 1000 Buchstaben pro Minute. Die Morse-Telegrafie wurde 1848 auf der Hannoverschen Staatsbahn angewandt.

Mit der elektrischen Telegrafie erstanden die Probleme der **Stromfortleitung** (E. FEYERABEND 1933) über **größere Entfernung**. Leitermaterial war zuerst namentlich Eisen, 3 - 5 mm stark, auch Kupfer. Wasserdichte Umhüllung mit dem kautschukähnlichen Guttapercha für auch unterirdisch gelegte Drähte, also **Kabel**, gab es seit 1846/1847. Als Isolatoren diente ab 1858 Porzellan. WHEATSTONE erfand die "Relais", Verstärker, die den sich in den Leitungen abschwächende Strom unterwegs erneut verstärken.

Zuerst gab es **Landkabel**. Sie wurden, später auch für das elektrische Licht, in ent-

wickelten Ländern unterirdisch gelegt, etwa in London Kupferdrähte in schmiedeeisernen Röhren (G. S. BRYAN S. 148). Es kennzeichnete manche rückständigeren Gebiete, in welchen Massen Stromkabel in der Gegend von Stangen zu Stangen in einem "Gewirr von sich kreuzenden Drähten" zunächst auch in amerikanischen Städten herumhangen (S. 149). Schließlich lagen Wasserleitungen und Gasrohre auch unterirdisch (S. 149).

**Meere** trennen Inseln und Kontinente und Kabel durch Meere zu leiten, sie zu "unterbrücken", war aufwendiger, erforderte von Kabellege-Schiffen **untermeerische Kabel** zu legen. Die Kabellegeschiffe trugen die in dicken Rollen aufgewickelten Kabel dorthin, wo sie auf den Meeresgrund zu legen waren. Das Legen von Land- und namentlich Seekabeln verlangte eine eigene Industrie. Für das Isoliermaterial entstand in London eine Gutta Percha Company, in der WILLOUGHBY SMITH (A. McCONNELL 2004) führend tätig wurde. Er fand auch in Teer aus Schweden und Resin ein besseres Klebemittel als Steinkohlenteer um die Guttapercha-Umhüllung zu binden. Telegrafen- und Kabellege-Ingenieure gehörten zu führenden Technikern und auch Wissenschaftlern ihrer Zeit, ob Lord KELVIN oder der DARWINs Lehren kritisierende FLEEMING JENKIN oder CROMWELL FLEETWOOD VARLEY (B. J. HUNT 2004). VARLEY entwickelte eine Methode zur Auffindung von Kabelbrüchen. Im Zusammenhang mit dem Kabellegen gelangen auch Entdeckungen, die über die Nachrichtenübermittelung teilweise weit hinausgingen – weil eben jede **Tätigkeit auch unerwartete Erfahrungen und Befunde** bringt, die des aufmerksamen Beobachters bedürfen. W. SMITH fand etwa die Lichtbabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit des Selen. Das Salzwasser verlangte besondere Sorge für die Isolierung. Lösungen brachte etwa W. THOMSON, Baron KELVIN, der bei der ersten transatlantischen Kabellegung auf dem Kabellegeschiff mitfuhr.

**England** mit seinem weiten Kolonialreich und überseeischen Geschäftspartnern war an Kommunikation über der gesamten Erde besonders interessiert. 1850 wurde eine Kabelverbindung zwischen Dover und Calais in Betrieb genommen, 1852 eine von Englands Westküste nach Irland. Unter der Leitung von CYRUS WEST FIELD, der auch die nötigen Geldmittel zusammenbrachte, wurde versucht zwischen Irland und Neufundland in Nordamerika zu legen 1857, 1858, 1864. Das 3100 km lange und oft in 3 km Tiefe liegende Kabel von 1858 funktionierte 3 Wochen. Die Kabel rissen und sanken in die Tiefe, das letzte etwa 1800 km von Irland entfernt. Eine bleibende Verbindung über den Atlantik kam zustande im Juli 1866. Auch das entglittene Kabel von 1865 konnte wieder aufgefischt werden. Im Jahre **1869** gab es von England aus (A. HETTNER 1928) über das Mittelmeer und das Rote Meer eine Verbindung bis Indien, **1870** bis Singapur, 1876 bis Neuseeland. Bis Südamerika gab es eine Kabelverbindung 1874, bis Südafrika über Aden

1879. Auch die Erschließung des Inneren von **Australien** wurde stark gefördert durch die 1870 - 1872 nahe der Mitte von Nord nach Süd errichtete Telegrafenlinie von Port Augusta nördlich von Adelaide nach Port Darwin, damals Palmerston genannt, an der Nordküste, 3175 km lang. Von Süden, von Norden und von Stationen in der Mitte wurde die Linie geschaffen, bis die Verbindung vollendet war. Von Banjuwangi auf Java nach dem an der Nord-Küste Australiens gelegenen Port Darwin war 1871 die Kabelverbindung gelegt worden und von Java aus bestand bereits die Verbindung nach England. Telegrafische Nachrichten von Europa erreichten über Port Darwin also Adelaide und wurden von dort nach der Ostküste mit ihren größeren Städten auf anderem als telegrafischem Wege gebracht.

In Großbritannien hatte 1870 der Staat das Telegraphensystem übernommen und war jeder Ort, an dem sich ein Postamt befand, an das Telegraphennetzwerk angeschlossen (A. FLEMING 1939).

Die Reuter-Meldung von der Ermordung des USA-Präsidenten LINCOLN 1865 erreichte Europa 12 Tage danach. In der Sundastraße nordwestlich von Java brach im Mai 1883 in einer ersten Eruption der Vulkan Krakatau aus. Das am 23. Mai 1883 von Batavia (Djakarta) auf Java durch vor allem das untermeerische Kabel über Singapur, Bombay, Port Sais, Genua bis London zu melden dauerte 3 Stunden (CHR. ALBRECHT-HEIDER 2003). Über Land gemorste Nachrichten brauchten von Batavia nach London etwa 1 Woche. Im Jahre 1913 gab es auf der Erde 2.576 Kabellinien mit einer Gesamtlänge von 531.691 km (H. SCHMITTHENNER 1915). 1915 verbanden 16 Kabelstränge Europa mit Nordamerika

Sprachübertragung, **Telephonie**, wurde von dem Lehrer PHILIPP REIS 1861 versucht, **1876** von dem 1847 in Edinburgh in Schottland geborenem ALEXANDER GRAHAM BELL (W. C. L. 1964) in Boston verwirklicht.

BELLs Vater hatte versucht im Interesse der Taubstummen Sprache sichtbar zu machen und BELL führte das Werk für die Taubstummen weiter. 1877 heiratete BELL eine angeboren taubstumme Frau. Ein von BELL betreuter reicher Taubstummer unterstüzte ihn finanziell. Mit einem Phonautograph erklärte er Taubstummen, wie sie am besten sich ihre nicht möglichen Töne sichtbar machen können. Mit Experimenten damit gewann BELL die Grundlagen für sein Telefon, so auch für die im Schall bewegte Membran. BELL gab an, daß er am 26. Juli 1874 die klare Vorstellung von einem Telefon hatte. Am 10. März 1876 gelang ihm die erste Stimmen-Übertragung. Das Sprechen bewegte in einer Sprechmuschel eine Metallmembran gegen einen Magneten. Der dabei induzierte Strom wurde in einem anderen, entfernten Telefon zum Hörer geleitet und bewegte hier durch Veränderung der Magnetstärke ebenfalls eine Membran, im gleichen Rhythmus wie die übermittelten Sprachtöne. Das führte zur Tonwiedergabe durch die Mem-




Abbildung 1616: REIS. Gelnhausen. 1995.

bran beim Empfänger. Zuerst hat also allein die Energie der Stimme des Sprechers zur Tonübermittlung gereicht. Am 3. April 1877 wurde das erste Telefongespräch zwischen Boston und New York geführt. Das erste **Fernsprechamt**, nur für den innerstädtischen Verkehr, entstand 1878 in New Haven (USA), es folgten 1879 Paris, 1891 Berlin.

Mit seinen Einnahmen und durch Sponsoren unterhielt er das weiterer Forschung dienende Volta Laboratory und BELL war noch an manchen Erfindungen beteiligt. Das Photophon verwandelte Sprache in Licht und Schatten. EDISONs **Phonograph verbesserte** er **1886** durch Benutzung eines Wachszylinders statt der Zinnfolie.

Für BELL wurde schließlich auch die Fliegerei ein bevorzugtes Interessengebiet. Er war 1883 entscheidender Mitbegründer der führenden USA-Wissenschaftszeitschrift "Science".Sein Wirken für die Taubstummen hing auch damit zusammen, daß er durch die offenbar vielfach vererbte angeborene Taubstummheit eine taube und wenigstens nicht in Tönen sich artikulierende Variante der Menschen aufkommen sah, der man gewissermaßen den fehlenden Gehörssinn so ersetzen mußte wie den allen Menschen fehlenden Sinn für Ultraviolett-Strahlung.

Telephonverbindungen auf größere Distanz benötigten das **Mikrophon**, das die vom Sprecher kommenden Schwankungen verstärkt. Ein frühes Mikrophon stammt von dem aus einer aus England nach den USA eingewanderten Familie kommenden

DAVID EDWARD HUGHES 1878. Der elektrische Widerstand zwischen losen Kontakten ändert sich mit dem Auftreffen von Schallwellen. Gleichzeitig erfand ein Mikrophon in Deutschland LÜDTGE.

## Beleuchtung zu Hause und in der Öffentlichkeit

## Beleuchtung im Wohnzimmer

Beleuchtung im Wohnzimmer ruhte noch lange auf **Kerzen** (s.o.)**.** Die auf einer Fraktion des Erdöls aufbauende **Petroleum-Lampe** wurde zuerst in den USA eingeführt. BENJAMIN SILLIMAN jr. (1816 - 1885) (E. H. THOMSON 1975) schlug am 16. April **1855** den von ihm "Kerosene" genannten Anteil des Erdöls ('rock oil') vom Venango County in Pennsylvania als billige und sichere Beleuchtung vor. Die "Petroleum-Lampe" war eine im Vergleich zu anderen damaligen Lampen längere Zeit annehmbare Beleuchtung, geeignet auch für einzeln stehende Farmen in den Weiten der USA, wo es zunächst keine zentrale Gas - und Stromversorgung gab. Aber bessere Beleuchungssyteme setzten sich durch.

## Elektrische Beleuchtung für den öffentlichen Raum: Bogenlicht

Jede bisherige Art der Beleuchtung, ohnehin noch primitiv genug, ließ Abgase aufsteigen. Das galt auch die weitere aufkommende Gasbeleuchtung. Elektrische Beleuchtung war völlig sauber, wenn auch nicht am Ort der Stromerzeugung aus Kohle.

Erste elektrische Beleuchtung war das grelle Licht von elektrischen Lichtbogen, war **Bogenlicht**, aus Bogenlampen. Der Lichtbogen sprang über zwischen Kohlestäben, die eine gewisse Qualität aufweisen mußten. Nur in hoher Lichtstärke war das Bogenlicht erzeugbar. In kleinem Maßstab konnten Bogenlampen nicht hergstellt werden und für Zimmerbeleuchtung schied das Bogenlicht daher aus. Abbrand der Kohle-Elektroden in der Bogenlampe während des Betriebes vergrößerte den Abstand zwischen den Elektroden. Hatte der Abstand eine gewisse Entfernung erreicht, erlosch der Lichtbogen. Das Bemühen ging darum, daß ein Regulator die Enden der Elektroden, die ansonsten oft ersetzt werden mußten, immer wieder in die erforderliche Nähe zueinander bringt, bis sie endgültig verbrauchtwaren. Eine brauchbare Bogenlampe mit Regulatorwerk konstruierte um 1844 in Paris FOUCOULT (H. L. BRUSTYN 19). Nach weiteren Verbesserungen wurde Bogenlicht 1849 im Theater benutzt. Die **erste brauchbare Bogenlampe**

mit weiter Verbreitung **für Straßenbeleuchtung** stammt, **um 1876**, von einem russischen bei der Armee angestellten Elektroingenieur, den nach Paris gegangenen PAWEL NIKOLAJEWITSCH JABLOTSCHKOW (YABLOCHKOV). Er entwickelte die nach ihm benannte "Jablochkoff-Kerze" (V. SCHÜTZENHOFER 1982). Durch sie wurden Straßen in Paris und dann auch anderswo erleuchtet. Im März 1879 wurden mit dem JABLOTSCHKOW-Licht auch Lesesäle in der Bibliothek im British Museum beleuchtet (W. H. BROCK 2008, S. 248).

Von Berlin erinnert sich BRUNO H. BÜRGEL (1919, S. 20), "und als die Leipziger Straße als erste um 1882 elektrische Bogenlampen erhielt, eilte ganz Berlin herbei, um die ungeheure Lichtfülle zu bestaunen. Kam man dann in die Nebenstraßen zurück, in denen noch der armselige, rötlichgelbe "Fischschwanz"-Gasbrenner die Nacht zu erhellen vorgab, so hatte man den Eindruck, in einen Keller geraten zu sein, in dem eine Ölfunzel blakte, ...." Etwa um 1900 gab es in den USA etwa 400.000 Bogenlampen.

Auch die Jablochkoff-Kerzen verdrängte dann teilweise das Auer-Glühlicht. Waren also brennbare Gase und die Elektrizität erst einmal handhabbar geworden, so folgten etliche Versuche ihrer weiten Anwendung, unterschiedlich geeignet in den verschiedenen Räumen.

Was aufgegeben wurde, konnte aber für Spezialzwecke seinen Wert behalten, war also nicht umsonst erfunden worden. Das sehr helle Bogenlicht wurde weiter und bis in unsere Zeit eingesetzt bei Scheinwerfern und in Filmvorführapparaten. Besseren Graphit für die Kohle-Elektroden lieferte der amerikanischen Chemietechniker EDWARD GOODRICH ACHESON, der zuerst bei EDISON tätig war und dann den Weg in die Selbstständigkeit beschritten hatte.

**Vom Stromdurchfluß zum Glühen gebrachte Metall- oder Kohlefäden: incandescent lamp, Glühlampen**

Strom bringt durchflossene Leiter bei ausreichendem Widerstand zum Glühen. Die Glühfadenlampe, das "Incandescent light", die "**incandescent lamp**", wurde eine elektrische Beleuchtung det Zukunft (W. J. BROAD 1979) – jedenfalls bis zu ihrer wenigstens teilweisen Ablösung durch die Neonlampe.

Glüht ein fadenförmiger Leiter in Luft wird er zerstört, schon durch Oxydation. Der Glühfaden, ob ein Kohlenstoff- oder ein Metall-Faden, muß in einer sauerstoffreien Atmosphäre glühen. Lange Zeit wurde versucht, elektrische Glühlampen mit einem Vakuum zu erzeugen, ein Vakuum, das allerdings nur bis zu einem gewissen Grade hergestellt werden kann. Eine erste genannte solche elektrische Glühlampe mit Kohlefaden war die des 1846 gestorbenen J. W. STARR (O. MAHR 1941). Nur zur Beleuchtung für sein Ladengeschäft baute wenige elektrische Glühlampen

in New York der aus Springe bei Hannover stammende Deutschamerikaner HEINRICH GOEBEL (A. WIßNER 1964) 1854. Eine verkohlte Bambusfaser glühte in einer Glasflasche, in der mit Hilfe eines Barometers ein Vakuum erzeugt worden war. Strom kam aus Batterien. **Vorbild** für eine Vakuum-Tube, - röhre / bulb wurde das **Radiometer** von CROOKES. Reine Forschung, am Radiometer, ging der Glühlampenprdoduktion voran. Für die Vakuum-Erzeugung hatten CROOKES (W. H. BROCK 2008) und sein Assistent GIMMINGHALL viel getan mit besseren Vakuumpumpen. Restgas absorbierte zugegebenes Thorium. Eine Pumpe für ein ausreichendes Vakuum in den Lampenkolben hatte um 1865 HERMANN SPRENGEL (K R WEBB 1965) entwickelt. Das **Problem**, das ganz schwierig zu lösende, war damit nicht die Herstellung eines Glasgefäßes / bulb mit einem Vakuum, sondern das **Filament, der Glüfaden**, der längere Zeit haltende.

Für breitere Anwendung entwickelte die elektrische Glühlampe EDISON (s. a. Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik etwa 2019). Mit Metallfäden wie andere, die damit gescheiterten, setzte er auf Kohlefäden, ganz feine, länger haltbare, die Temperaturen ertrugen unter denen etwa Platin geschmolzen wäre. Die Idee dafür soll ihm aus einer kurzen Veröffentlichung des Engländers JOSEPH WILSON SWAN, in Newcastle, gekommen haben. Der Erfinder auch der fotografischen Trockenplatte SWAN hatte eine primitive elektrische Lampe aus einem ausgepumpten Glaskolben mit einem Kohlefilament aus Papier hergestellt. Er konnte aber kein ausreichendes Vakuum in dem Glaskolben erzeugen. Seine Lampe brannte nicht lange. Auch fehlte es noch an einer ausreichenden Stromquelle. Elektrische Beleuchtung in weiterem, gar kommerziellen Umfang setzte die Dynamomaschine zur Stromerzeugung und eine bessere Vakuumtechnik zum Auspumpen der Glaslampen voraus. Geeinet für die gewünschten Kohlefäden erschienen EDISON solche aus Bambus zu sein und er entsandte Leute in verschiedene Länder zum Probieren mit Bambusfäden, so nach Japan, zum Amazonas, nach Florida. Der nach Kuba entsandte Mann starb am Gelben Fieber. Problem war, die Kohlefäden so gleichartig zu erhalten, daß der ganze Faden gleichmäßig glüht.

SWAN (C. N. BROWN 2004) führte eine incandescent Versuchslampe bei einem privaten Treffen mit Freunden im Dezember 1878 vot und in einer öffentlichen Vorlesung im Februar 1879. Am 11. Oktober **1879** hatte EDISON nicht schmelzende Kohlenfäden mit ihrem hohen. elektrischen Widerstand für elektrische Lampen (bulb) als geeignet gefunden (H. F. BAUMHAUER 1910). Der Durchbruch bei EDISON zur praktischen Anwendung erschien nach langem vergeblichen Bemühen, als eine solche Lampe mit einem verkohlten baumwollenen Nähgarnfaden (G. S. BRYAN S. 114/115) am 21./22. Oktiber **1879 40 Stunden** lang brannte. Das war der Beginn einer Menscheitswende, der allgemeinen Elektrifizierung. Die Lebensdauer der Glühlampen mußte nur noch beträchtlich erhöht werden. Silvester 1879

"leitete" die Eisenbahn Sonderzüge nach Menlo "und mehr als 3000 Besucher einschließlich vieler hoher Persönlichkeiten" fuhren hin, "um die seltsamen glänzenden Glühlampen von einem entblätterten Baum zum anderen hängen zu sehen" (G. S. BRYAN S. 118). Bei EDISON wurde auch eine geeignete Dynamomaschine gebaut (S. 151). Die Hitzeentwicklung jeder Lampe betrug etwa 1/15 eines Gasbrenners, "Das Licht" der elektrischen Glühlampe wird geschildert als "weich, sanft, dem Auge wohltuend", und es flackerte nicht (S: 152). Im Mai 1880 stattete EDISONs (H. F. BAUMHAUER 1910) Firma den Dampfer 'Colombia' mit nur elektrischer Beleuchtung aus. SWAN in England, der neben EDISON als Erfinder der elektrischen Lampe zu nennen ist, stellte kurz vor 1880 nitrierte Baumwollfäden her, denitrierte sie dann und verkohlte sie. Die Erfahrungen mit Nitrierung und Denitrierung dienten ihm dann bei der Kunstfaserherstellung (s. dort). Um einen Faden zu umgehen experimentierte FREDERICK HENRY VARLEY (T. PROCTER 2004) mit einer elektrischen Lampe, in der ein feiner Elektrizität leitender Strom geleitet wurde in herabrieselndem feinen Kohlepulver, es also keine festen glühfaden gab. VARLEY suchte auch nach Fäden aus Bor.

Der Erfindergruppe um EDISON ging es um die **"individuelle Lampe", für jedermann gut bedienbar, gefahrlos**. Entwickelt wurde bei EDISON auch das Zubehör, ein ganzes "e*lektrisches System*". Der in den USA wirkende Deutsche SIGMUND BERGMANN (C. v. KLINCKOWSTROEM 1955) entwickelte 1880 für EDISONs Glühlampe Sockel, Fassung und Schalter. Den "Stromanknisper", den "Lichtschalter", konnte jede Oma bedienen ohne einen elektrischen Schlag befürchten zu müssen. CROOKES (W. H. BROCK 2008) entwickelte die elektrische Sicherung, die beim Erhitzen den Stromfluß unterbrach und so Brände verhindern konnte. EDISONs elektrische Lampen besaßen einem Schraubverschluß, SWANs einen Bajonettverschluß. EDISON benutzte im Unterschied zu dem seine Lampe auch weitererentwicktelnden SWAN auch die Parallelinstallation, bei der ein einst häufiger Ausfall einer Lampe nicht zum Ausfall aller führte. Wegen des Vakuums im Inneren implodierten elektrische Lampen beim Zerbrechen knallend. Schon 1879 entstand die "Edison Electric Light Company". EDISON wie SWAN führten **1881** ihre elektrische Beleuchtung auf der **Pariser Weltausstellung** vor und siegten gegenüber zwei anderen noch vorgestellten Systemen (W. H. BROCK 2008 und) erzeugten besondere Bewunderung. OSKAR VON MILLER (1932), der von der bayerischen Regierung auf seinen Wunsch dorthin entsandt worden war, schwärmte: "Die Beleuchtung übertraf jede Vorstellung. Die Edison-Glühlichter, die im Gewölbe des Saales und im Treppenhaus angebracht waren, strahlten wie Tausende von Sternen von der Decke, die Bogenlampen von Brush, Siemens und Hefner-Alteneck verbreiteten ein bis dahin unbekannt starkes Licht, ... Die Kerzen von Jablochkoff imponierten durch ihre Einfachheit ..."

SWAN errichtete bei Newcastle 1881 eine Glühlampenfabrik und zu SWAN zog CROOKES Assistent GINMINGHAM (W. H. BROCK 2008). Im Jahre 1883 wurde in England in Vereinigung der Edison- und der Swan-Company die "Edison and Swan United Electric Lighting Company Ltd." gegründet.

**Erste elektrische Stationen - Stätten der Elektrizitätserzeugung**

EDISON richtete die elektrische Beleuchtung, **mit Gleichstrom**, zuerst für etwa 85 Kunden und mit etwa 400 Lampen ein. Dem diente die am 4. September **1882** offiziell eröffnete **erste kommerzielle elektrische Zentralstation** für einen Stadtbezirk, die in der Pearl Street im Zentrum von New York, für Gleuchstrom bei 110 V. Spannung. Gleichsrom war hier angebracht. weil die Kunden nahe der eektrischen Station wohnten. Die **erste hydroelektrische Station** entstand 1882, in Appleton in Wisconsin (USA). In London war für die Kristallpalast-Ausstellung im April 1882 eine Edison-Zentral-Station am Holborn-Viadukt eröffnet worden (G. K. ROBERTS 1989). "Die erste beständige Station auf dem europäischen Kontinent wurde am 3. März 1883 in Mailand eröffmet" (G. S. BRYAN S. 157). Im Sommer 1883 kam eines solche Station auch in Santiago in Chile zustande (S. 157). Um 1888 belieferte die Pearl Street Station in New York Strom für 65.000 Lampen. Auf der Erde überhaupt gab es um 1888 etwa 400.000 Lampen nach dem Edison-System (G. K. ROBERTS 1989).

In **Deutschland** verkannte SIEMENS zunächst die später auch bei ihm hergestellte elektrische Glühlampe außer zur Straßenbeleuchtung. In **Deutschland** wurde die elektrische Beleuchtung vor allem vorangetrieben von EMIL RATHENAU, der in Berlin 1884 eine erste elektrische Zentralstation einrichtete, für die Versorgung des Innenstadtviertels zwischen "Unter den Linden" - "Friedrichstraße" - "Behrensstraße" - "Charlottenstraße" (A. FÜRST 1926). Die 1883 gegründete "Deutsche Edisongesellschaft für angewandte Elektrizität" nannte sich seit 1887 "**AEG**", "Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft". In Österreich erzeugte 1884 die Kommanditgesellschaft KREMENEZKY, MAYER & Co. die ersten elektrischen Glühlampen und erhielt 1888, als in der Firma etwa 100.000 elektrische Glühlampen pro Jahr hergestellt wurden, die Konzession für die erste elektrische Zentrale in Wien (V. SCHÜTZENHOFER 1982).

Mancher erlebte **innerhalb eines Menschenlebens** den Weg der häuslichen Beleuchtung vom Mittelalter zur technisierten Neuzeit, wie der Biologe SCHMEIL (1986, S. 90) bemerkte: "Ich habe also die staunenswerte Wandlung der künstlichen Beleuchung mit erlebt, die sich vom Talglicht über das Rüb- und das Steinöl" - 'Steinöl also das Petroleum - "zum Gaslicht, Gasglülicht und elektrischen Licht entwickelt hat, und wobei die noch übliche Stearinkerze und die vornehme Wachskerze unbeachtet bleiben mögen."

Elektrische Beleuchtung wird im allgemeinen außer im Winter nur an wenigen Tagesstunden eingesetzt. Elektrische Beleuchtung allein schuf keinen ausreichenden Markt für eine Elektroindustrie. Diese wurde rentabel als Kraftstrom, Strom für Geräte und Maschinen, hinzutraten. Gekocht wurde noch lange vor allem mit dem preiswerteren Gas.

## EDISON - in West Orange: der Weg zur Kinematographie

Im Jahre 1889, Patent 1897, stellte EDISON sein "**Kinetoskop**" vor das den beweglichen Film ermöglichte (G. S. BRYAN S. 168), denn die rückartige rasche Abfolge von Bildern, hier natürlich zusammenhängender, werden vom menschlichen Auge nicht getrennt. EDISON stand der Zelluloidfilm zur Verfügung. der die rasche Aueinanderfolge der Aufnahmen zuließ. Die **Kinematographie** schuf ein umwälzendes neues Genre der Unterhaltung und dann der Kunst, am Anfang nicht erahnt.

Die Brüder AUGUSTE und LOUIS LUMIÈRE folgten **1895** mit dem "Cinématograph", der Aufnahmeapparat, Kopiervorrichtung und Projektor in einem war. Ab 1. November 1895 zeigten die Brüder MAX und EMIL SKLADANOWSKY ihre "Bioscop"-Projektionen im Berliner "Wintergarten". Die ruckartige Weiterbewegung der Filmbilder, mindestens 16 in der Sekunde, löste das 1896 von OSKAR MEßTER eingeführte "Malteserkreuz". Er soll gesagt haben: "Wenn damals einer zu mir gekommen wäre und hätte erzählt, ich hätte eine neue Kunst miterfunden, dann hätte ich bloß vielsagend an die Stirne getippt" (zitiert aus: W. PANOFSKY 1966). Die stummen Filme mit albernem Inhalt, etwa boxenden Känguruhs, wurden in kleinen Panoptikumräumen vorgeführt, bevor die künstlerischen Möglichkeiten des Films deutlich wurden.

## EDISONs weitere Arbeiten in West Orange

Unermüdlich hat EDISON an weiteren Erfindungen, Verbesserungen gearbeitet und war auch weiterhin Unternehmer. Ihm kam zweifellos zugute, daß er mit ganz wenig Schlaf, oft nur einem Nickerchen, ausgekam. Ab 1880 wandte sich EDISON der Aufbereitung von Eisenerz,von niedriger Qualität zu, das fein gemahlen wurde und auf magnetischem Wege das Eisen herausgezogen wurde (G. S. BRYAN S. 176 ff.). Das Verfahren verlor seinen Sinn, als in den "Mesababergen" im nordöstlichen Minnesota "riesige und leicht abbaubare Lage eines ungewöhnlich reichen Bessemererzes enteckt" wurden (S. 181). Eine Errungernschaft kann also auch überflüssig werden, wenn Neues gefunden wird - ein Erfinder- und Techniker-

schicksal. In das Jahr 1880 unternahm EDISON Versuche mit einer **elektrischen Eisenbahn** (S. 224 f.), die durch das Gelände von Menlo fuhr.

Dann gab es EDISONs Arbeiten am **Portland-Zement**, den er in einer eigenen Fabrik in New Village in New Jersey erzeugte (S. 184 ff.). 10 Jahre lang dauerte für EDISON und zahlreiche Mitarbeitern mit über 50.000 Experimenten die Erstellung einer **Batterie** (S. 188 ff.) unter Benutzung von Eisen und Nickel, die Batterie teurer als die Bleischwefelsäurebaterie, aber mit Vorteilen, produziert ab Sommer 1909, eine Fahrzeugbatterie, in 3 Größen (S. 195), benutzbar auch für Unterseefahrzeuge (S. 198 ff.). EDISON machte weitere Erfindungen für die Kriegsmarine. Im Bauwesen lieferte EDISON eine neue Häuserart, Häuser aus einem Stück, ein gegossenes Haus, auch von oben nach unten gebaut (S. 234). Vom 1. Juni bis etwa zur MItte von 1910 hatte EDISON 13028 Patente eingereicht (S. 223).

**Nochmaliger Aufstieg der Gasbeleuchtung - derAuer-Glühstrumpf**

In der Technik gibt es glücklicherweise oft twei oder gar **mehrere Lösungen**, die auch **in Konkurenz** treten können oder von denen jede Lösung ihren optimalen Bereich bekommt. Gasbeleuchtung erhielt sich bis in neue Zeit etwa für die Straßenbelcuchtung.

Als ab 1879 die Grundlagen der elektrischen Beleuchtung bereits geschaffen waren, erhielt die Gasbeleuchtung **um 1886** noch einmal großen Auftrieb durch den "**Glühstrumpf**" des österreichischen Chemikers CARL Freiherr AUER VON WELSBACH (J. D'ANS 1931, G. LÖFFLER 2017) und von L. HAITINGER. AUER VON WELSBACH war einer der erfolgreichsten Chemotechniker. Geboren am 1. September 1858 in Wien als Sohn eines als Erfinder im Druckereiwesen tätigen Vaters und studierte Chemie in Wien und dann bei BUNSEN in Heidelberg. Er lebte, zuletzt ertaubt, in der "Einsamkeit der Kärntner Berge" auf seinem Schloß Welsbach (F. PANETH 1928, S. 1037) und starb am 4. August 1929.

AUER VON WELSBACH hatte starke Lichtemission der Oxide der Seltenen Erden bei BUNSEN in Heidelberg erkannt, Er konstruierte ein strumpfartiges 'Netz", bestehend aus feinen Fäden, aus solcher Substanz, das über eine Gasflamme gestülpt wird und hell aufleuchtet. Das Ascheskelett eines mit Lanthannitrat getränkten Baumwollfadens zerfiel zwar nach einigen Tagen, jedoch das in Kombination mit **Zirkonoxid** erwies sich als widerstandsfähig. Etwas später benutzte AUER VON WELSBACH anstelle des Zirkonnetzes ein Netz aus 1% reinem Cer-Oxid mit **99% Thorium-Oxid**. Das Gewebe des Glühstrumpfes wurde mit dem wasserlöslichen Thoriumnitrat, $Th(NO3)4 + 12H2O$, getränkt und beim Veraschen bildete sich auf dem Gewebe das Thoriumoxid, das Oxid mit dem höchsten Schmelzpunkt eines Oxids. Das Cer, bis 2%, lieferte das helle Licht, das mittels des Thorium heiß wurde. Ausgangsmaterial für das nunmehr gesuchte Thorium war der

**Monazitsand** (A. R. CHAKHMOURADIAN et al. 2012), ein Verwitterungsprodukt, angehäuft an Küsten, und abgebaut ab der 1880-er-Jahre in dem bald 80% des weltweit benutzten Monazitsand liefernden Brasilien. Europa verbrauchte an Monazitsand seinerzeit schließlich 6000 t/ Jahr. 1887 - 1917 kam Monazitsand auch aus Nord-und Süd-Carolina/USA und ab 1911, mit bis 20% des Weltverbrauchs von Süd-Indien, Die Baumwollgewebe der Glühstrümpfe wurde dann durch die viel schwerer zusammensinternde Ramie-Fasern ersetzt. Mit der Information in der österreichischen Presse **1886** prägte der führende führende Wiener Journalist SZEPS die Bezeichnung "**Gasglühlicht**". Das Gas mußte nicht selbst leuchten, es lieferte bei seiner Verbrennung nur die Wärme, die viel vollständiger in Lichrt umegsetzt wurde als es die Gasflamme konnte. Es wird Gas und damit Kohle gespart. Das Gasglühlicht war heller und rentabler als die alte Gasbeleuchtung und heller als die seinerzeitige Kohlefaden-Lampe von EDISON. Die erste Straßenbeleuchtung mit Gasglühlicht wurde in Bombay in Indien installiert. Der bei Hannover ansässige Chemie-Unternehmer EUGEN DE HAËN (M. H. RAMSTETTER 1964) belieferte AUER mit dem Thorium. wobei er sich etwa den Thorit aus Norwegen gesichert hatte. Etwa 90% allen erzeugten Gases wurden dann für die Beleuchtung eingesetzt. Vom Gas abgegebene Verbrennungsprodukte und Schwefeldioxid waren gesundheitlich nie unbedenklich. AUER VON WELSBACH übernahm die Leitung der "Österreichischen Gasglühlicht-Gesellschaft". und Betriebe für die Herstellung des Gasglühlichts gab es auch in Deutschland, USA, Kanada, England, Frankreich und AUER VON WELSBACH war einer der reichsten Unternehmen, der Chemikerkollegen großzügig Proben der von ihm hergestellten Seltenen Erden abgeben konnte (G. LÖFFLER 2017, S. 51). Während dieser Zeit des Gasglühlichtes wurde die elektrische Beleuchtung entschieden verbessert, wurde durch das Gasglühlicht andererseits die Elektroindustrie vor der Errichtung zu vieler bald unrentabler kleiner Zweigstationen bewahrt. In Deutschland wurden im Jahre 1901 1342 Millionen Kubikmeter Gas erzeugt unter Benutzung von 8,5 Milionen Tonnen Kohle; 1913 betrug die deutsche Gaserzeugung 2806 Millionen Kubikmeter unter Verwertung von 7,3 Millionen Tonnen Kohle. Bis 1914 wurden in der Welt etwa 300 Millionen Gasglühstrümpfe pro Jahr erzeugt. Vertraut mit Metallfäden, hat auch AUER VON WELSBACH ab 1891 schwer schmelzbare Metallfäden für elektrische Lampen probiert und der elektrischen Beleuchtung mit Fäden aus schwer schmelzbaren Metallen mit zum Aufstieg verholfen.

AUER VON WELSBACH erfand auch den **Zündstein für Feuerzeuge** (G. LÖFFLER 2017, S. 51).

## Andere Gaserzeugung: Acetylen zur Beleuchtung und zum Schweißen

Von der Chemie her kam noch die **Beleuchtung** mit dem Gas **Ac(z)etylen** (Äthin), C2H2, das auch in kleineren Apparaturen aus dem im Großen seit MOISSANs Forschungen im elektrischen Ofen hergestellten Calciumcarbid und dessen Reaktion mit Wasser erzeugt wurde. Acetylen-Beleuchtung diente für einzelstehende Gehöfte, in **transportablen Lampen** etwa für Eisenbahner. Totis in Ungarn war 1897 der erste mit Acetylen beleuchtete Ort, dem bald in Strelitz in Mecklenburg folgte und bald weitere 100 Anlagen anderswo (J. D'ANS 1931). Für die Acetylen-Beleuchtung wirkte führend ab 1898 JACOB KNAPPICH, der bei Lechbruck unter Nutzung von Wasserkraft das dritte Calcium-Carbid-Werk in Deutschland errichtete. Im Jahre 1900 belieferte er die Acetylen-Ortszentrale für Haßfurt am Main, seit 1904 13 weitere. Der französische Chemie-Ingenieur GEORGES CLAUDE hatte 1897 den sicheren Transport von Azetylen gelöst in Aceton gefunden. Die Acetylenbeleuchtung konnte mit dem Auer-Licht und dann mit der elektrischen Beleuchtung jedoch nicht konkurrieren. Acetylen wurde jedoch wegen seiner hohen Verbrennungstemperatur bald eingesetzt in der Schweißtechnik, wobei das **autogenen Schweißen** mit Acetylen vor allem auf THEODOR KAUTNY zurückgeht, der in die Firma KELLER & KNAPPICH in Augsburg eintrat (H. CHR. Graf von SEHERR-THOß 1977). Das Schweißen gab der Acetylenherstellung vor dessen Einsatz in der Erzeugung zahlreicher chemischer Produkte (s. d.) neuen Auftrieb.

## Gas etwas anderer Herstellung

Das Destillat der "**trockenen Destillation des Holzes**", auch in eisernen Retorten, lieferte bis weit ins 20. Jh. den "Holzessig", der enthielt 1,5 bis 3% Methanol, auch "Holzgeist" genannt, 10% Essigsäure, 0,5 % Aceton, dazu u. a. Acetaldehyd, Essigsäuremethylester. und anderes. Methanol wurde erst ab 1926 auch aus Kohle erzeugt (s. d.).

Ein eigenes Gas fand der aus Kassel stammende führende englische Chemieindustrielle LUDWIG MOND (W. A. CAMPBELL 1974, C. LANGER 1910) bei der Suche nach billigerer Herstellung von Ammoniak (NH3), das "**Mond-Gas**", zu dessen Erzeugung billige Kohle mit Luft und Wasserdampf vergast wird und das aus 15% des nicht brennbaren Kohlendioxid (CO2), 49% des nicht brennbaren Stickstoff besteht, aber als brennbare Bestandteile 10% Kohlenmonoxid (CO), 23% Wasserstoff, 3% Kohlenwasserstoffe (C. LANGER 1910) enthält. Das Gas diente zur Heizung wie zum Antrieb von Gasmaschinen. Jährlich wurden in Großbritan-

nien etwa 3 Millionen t Kohle vergast. Zudem wurden 90 000 t Ammoniumsulfat (schwefelsaurer Ammoniak) pro Jahr gewonnen.

Brennbare Gase wurden schließlich auch in kleineren, ja in transportablen Apparaturen erzeugt. In den Jahren 1924 bis 1926 konstruierte GEORG IMBERT (SEHERR-THOß 1974) den **Holzgas-Fahrzeuggenerator**, der am Fahrzeug befestigt aus erhitzten Holzscheiten den gasförmige Treibstoff für den Fahrzeugmotor erzeugt. Im Zweiten Weltkrieg gab es in etlichen Ländern massenweise solche Fahrzeuggeneratoren, bis 1950 wurden etwa 1/2 Millionen Holzgasgeneratoren hergestellt.

## Weiterentwicklung der elektrischen Beleuchtung

Der jungen elektrischen Beleuchtung, die zunächst doch "stromfressend" und damit teuer sowie lichtschwach war, brachte das Gas-Glühlicht, der Auer-Glühstrumpf (s.), noch einmal ernste Konkurrenz. Die Mitte der 90er Jahre des 19. Jh. gegründete "Deutsche Gasglühlicht AG." schüttete Dividenten von 100 und 130 % aus (F. PINNER 1918). Während der Zeit, als das Leuchtgas noch einmal und stark verbessert als Gasglühlichtes die kommerzielle Beleuchtung bestimmte, konnte die elektrische Beleuchtung weiterentwickelt und konnten ihre Schwächen überwunden werden. Eine Zwischenlösung für Nutzung der Elektrizität für Beleuchtung bot der um 1898 von NERNST (R. LEPSIUS 1964) entwickelte "**Nernststift**", die **Nernst-Lampe**, die dem Auerglühstrumpf gleichwertig sein sollte. Der stromdurchflossene "Nernststift" bestand aus 85% Zirkonoxid und 15% Yttriumoxid und strahlte ein helleres Licht als die Kohlefaden-Lampen EDISONs aus. Der Nernststift, leitete Strom jedoch erst bei höherer Temperatur. Er mußte deshalb vorgeheizt werden. Bevor das Licht erschien, gab es also nach dem Inbetriebsetzen eine Wartezeit. Die AEG kaufte die Erfindung und die Nernst-Lampe kam eine Zeit lang rasch in Gebrauch.

Die **Glühfadenlampe** setzte sich etwa 1905 **stark verbessert** durch, 1. Mit Glühfäden aus **schwer schmelzbaren Metallen**, 2. Mit einem **inerten Gas**, Argon etwa, statt des Vakuums im Lampenkolben, was der Verstäubung der Glühfäden entgegenwirkte.

Metallglühfäden erlaubten höhere Temperatur als die Kohlefäden, die zu ihrer Erhaltung möglichst niederer Temperatur ausgesetzt sein sollten und dann ziemliches Gelb-und Rotlicht abgaben. VON WELSBACH (A. FÜRST 1926), der durch den Glühstrumpf reich geworden war, hatte 1898 ein Patent für Glühlampen mit **Osmium** erhalten, förderte also die elektrische Konkurrenz zu seinem Gasglühlicht. Bei SIEMENS entwickelte WERNER BOULTON (S. VON WEIHER 1955) die

1903 im Dauerversuch getestete **Tantal**lampe, welche die erste erfolgreiche Metallfadenlampe wurde. Als noch geeigneter erwiesen sich erst bei etwa 3400°C schmelzende Drähte aus **Wolfram**. WILLIAM DAVID COOLIDGE in den USA gelang die industrielle Massenfertigung von Wolfram-Fäden. In Deutschland entwickelte die Wolframfäden ERNST FRIEDRERICH (K. SICHLING 1961). Wolframfäden konnten nicht gezogen werden. Kohlefäden setzte man daher Dämpfen sublimierbarer Wolframverbindungen, so Wolframchlorid, aus. Die damit belegten Kohlefäden erhitzte man vorsichtig in Wasserstoff, und durch Reduktion entstand ein feiner hohler Wolframfaden. Bald gab es andere Verfahren, so durch Reduktion des Wolframoxids mittles Zinkstaub, was zu einem amorphen, mit einem Bindemittel verrührbaren Wolframpulver führte, woraus man Fäden erzeugte und das Bindemittel herausbrannte. Ein anderer Weg ging über in Wasser kolloidal aufgelöstes Wolfram (H. F. BAUMHAUER 1910),. FRIEDERICH erzeugte auch höchstschmelzende Verbindungen.

Daß auch mit dem höchsten Vakuum die Lebensdauer der Wolframlampen nicht erhöht werden kann, wohl aber mit einem **inerten**, d. h. nicht reagierendem **Gas**, fand IRVING LANMUIR bei der General Electric Company in Schenectady bei New York (H. TAYLOR 1958).

Die elektrische Beleuchtung war jedenfalls an die Lösung etlicher großer Probleme gebunden, andererseits wurden wichtige Teile der Technik von der Suche nach den besten elektrischen Glühlampen und namentlich den Glühfäden und deren Überlebensbedingungen stark beeinflußt, so die Vakuum-Technik, Kunstfaser-Produktion durch die Suche nach den geeigneten Kohlefäden, die Untersuchung der schwer schmelzbarsten Metalle, die Untersuchung der inerten Gase.

So **wie die Meereskabel** mit der Beteiligung von Physikern und Eektroingebieuren **mehr hervorbrachten als nur** die funktionierende, weite Strecken überwindende **Unterwasser-Telegrafie** so brachte die Suche nach den Kohlefäden und den besten elektrischen Glühlampen neue Technik zuwege. **Technik schafft neue Technik** – wer Technik hat kann Neues finden und wer das nicht meistert, der bleibt zurück. Eines greift in das andere, wie eine Kettenreaktion – und nur die moderne Zeit in den fortgeschrittenen Ländern hat das richtig begriffen.

Mit Jod im Glaskolben konnten die Lampen noch länger erhalten werden, was die **Halogenleuchten** hervobrachte (H. SCHMIDKUNZ 2006).

GEORGES CLAUDE in Frankreich entwickelte um 1910 die **Neon-Lampen**.

## Kraftstrom

Mit dem **Elektromotor** kann Elektrizität Maschinen und damit auch Fahrzeuge antreiben. Möglich war wie bei Gasmaschine und Gasmotor der Einzelantrieb auch für kleine Aggregate, die individuelle Inbetriebnahme, das rasche An- und Ausschalten, die stufenlose Regelung. Elektromotoren verdrängten die Dampfmaschinen wie dann auch die stationären Gasmotoren. Der Physikochemiker WILHELM OSTWALD erwartete zwar 1894 (S. 416) die Bereitstellung von von Elektrizität durch elektrochemische Prozesse, sah aber als günstig für die Elektrowirtschaft voraus, "wie bei der unvergleichlich bequemen und biegsamen Verteilung, welche die elektrische Energie gestattet, sich das Aussehen unserer Industrieorte ändern! Kein Rauch, kein Russ, kein Dampfkessel, keine Dampfmaschine, ja kein Feuer mehr, denn Feuer wird man nur noch für die wenigen Prozesse brauchen, die man auf elektrischem Wege nicht bewältigen kann, und deren werden täglich weniger werden." So wurde es nicht, allenfalls durch die viel späteren, aber verdammten Kernkraftwerke.

Einen **frühen battteriebetriebenen Elektromotor** setzte 1838 MORITZ HERMANN VON JACOBI für den Antrieb eines Bootes auf der Newa bei St. Petersburg ein. Die Kosten schlossen eine allgemeine Verwendung aus. Auch für weite Anwendung von Kraftstrom war die Dynamomaschine Voraussetzung. In Frankreich hat HIPPOLYTE FONTAINE gefunden, daß eine Dynamomaschine umgekehrt als Motor laufen kann und machte mit dem Belgier GRAMME hierzu bedeutende Erfindungen .Den einfachsten Motor, den Drehstromasynchronmotor mit Kurzschlußläufen, meldete 1889 der aus Rußland stammende und in Deutschland bei der AEG als Chefelektriker arbeitende MICHAIL JOSIPOWITSCH DOLIVO-DOBROWOLSKY (A. WISSNER 1959) zum Patent an. EMIL FEIN (R. MEHMKE 1961) schuf 1895 die weltweit erste **elektrische Handbohrmaschine** und leitete damit die Entwicklung des Elektrowerkzeugs ein. Reines Eisen, Elektrolyteisen, lieferte wirksamere Elektromagnete und erhöhte die Leistungsfähigkeit der Elektromotoren (E. FISCHER 1911 b).

Gasmotoren, kleine Turbinen und Elektromotoren sollten nach Meinung von WERNER VON SIEMENS in seiner großen Rede "Das naturwissenschaftliche Zeitalter" von 1886 geeignet zu sein, wieder den Kleinbetrieb zu fördern und so die sozialen Gegensätze zu vermindern. Das trat aber nur bedingt ein, wenn auch wohl alle kleinen Werkstätten zunehmend elektrisch betriebene Geräte oder Benzinmotoren verwendeten.

Besonders nach 1900 und noch mehr nach 1945 wurden die privaten **Haushalte**, die Küchen etwa, **mit** immer neuen **elektrischen Geräten** ausgestattet. Die frühen Prototypen vieler dieser Geräte gehen ins 19. Jh. zurück. Reklame ver-

sprach den Hausfrauen immense Freizeitgewinne durch die Nutzung der elektrischen Bügeleisen, Staubsauger, Waschmaschinen, Kochherde. In Großbritannien kochten aber 1939 noch 3/4 aller Haushalte mit Gas und nur 19% hatten Elektrokocher (G. K. ROBERTS 1989). Gas, nicht immer ungefährlich, wurde dann schrittweise durch elektrische Geräte verdrängt.

**Fördertechnik** mit Elektrizität wurde das Anliegen von OTTO KAMMERER (v. SEHERR-THOß 1977). 1894 ließ er in Rotterdam die erste vollständige Kaikrananlage mit 7 **elektrisch angetriebenen Kränen** aufstellen, und folgten Anlagen in Mannheim, Düsseldorf, Kopenhagen. Der elektrische Kaikran setzte sich dann durch. KAMMERER wurde 1896 Professor an der Technischen Hochschule Charlottenburg.

## Wechselstrom, Drehstrom, Elektrizitätsübertragung, Elektrifizierung

**Wasser** schon bei den Römern und dann in Mittelalter und **Gas** im 19. Jh. und ab dem Ende des 19. Jh. **elektrischer Strom** wurden in größeren Gemeinden, also vor allem Städten, **zentral zur Verfügung** gestellt. Am weitesten hinaus ins Umland, ja in ein ganzes Land und mehr ging es zuerst mit der Elektrizität, bis später Gas folgte.

Die hochwertige Energieform Elektriziät kann mit geringen Verlusten **in andere Energieformen umgewaadelt** werden und läßt sich "herroragend", wenn auch, je nach Form des Stromes, nicht verlustfrei **transportieren**. Das **Problem** blieb die **Speicherung**. Aber die Elektrizität wird die bedeutendste Energieform bleiben und auch die im **20./21. Jh.** so stark geförderten regenerativen Primärenergieträger **Wind und Sonnenlicht** stehen im **Dienste der Elektriztitätserzeugung** (s. a. J. PEINKE et al. 2014, S. 35). Um 2013 lieferte in Industrieländern elektrische Enwrgie etwa 1/3 aller **Endenergie** (A. BACHEM et al. 2013; S. 34). Chemische Energieerzeugung kann nie ohne stoffliche Endprodukte verwertet werden.

Bei der **Elektrifizierung**, bei der also größere Strommengen zu übertragen waren als etwa bei elektrischen Telegrafie, gab es nacheinander 1. die kleinere Bezirke mit Gleichstrom versorgenden Blockstationen und Stadtzentralen, 2. ab etwa 1895 die Überlandwerke, 3. ab etwa 1915 die Großkraftwerke mit der **Verbundwirtschaft**.

Zunächst wurde auf **Gleichstrom** (direct current) gesetzt. Auf größere Entfernungen ließ er sich nicht rentabel übertragen, den bei der Fortleitung gab es große

Verluste oder mußten zu deren Verminderung Leitungen anormal dick und somit teuer sein. Übertragung auf größere Entfernung war möglich mit **Wechselstrom** (alternating current), und dabei siegte schließlich der **Drehstrom**. EDISON und anderen war Wechselstrom zu gefahrvoll erschienen, und deshalb für kleine zu versorgende Bezirke auf Gleichstrom gesetzt. Aber die Probleme wurden gemeistert, wobei in den USA bei der Einführung des Wechselstromes TESLA und GEORGE WESTINGHOUSE O. H. C. 1964) führend wirkten

NIKOLA TESLA (O. FRAHM 2006, CH. SÜSSKIND 1974) war 1856 in Smilian (Smiljan) in Kroatien geboren worden, studierte am Polytechnikum in Graz und an der Prager Karls-Universität, fand 1881 eine Anstellung beim Zentralen Telegrafenamt in Budapest. Er erfand hier einen Apparat für die Stimmverstärkung am Telefon. In der europäischen Abteilung der Edison-Gesellschaft, ging er 1884 in die USA. 1898 führte er auf dem See im New Yorker Zentralpark an einem batteriebetriebenen Boot seine Fernbedienung vor. Auch er war dabei ein Radio zu erfinden, aber damit setzten sich dann andere durch. TESLA war kein geschickter Vermarkter seiner Ideen, wurde nie reich, zog sich immer mehr aufsich zurück.

.

Wechselstrom konnte durch **Transformatoren** (J. W. COLTMAN 1985, a. P. WITTENBERG 2014, S. 45/46).), in den "Umspannwerken" auf unterschiedliche Spannungen transformiert werden, also der aus der Ferne geleitete Hochspannungsstrom in der Nähe der Nutzer auf Strom niedrigerer und für den jeweiligen Kunden angepaßter Spannung herabtransfomiert werden. Die Grundgedanken des Transformators stammen von FARADAY. In England 1882 und 1883 in Italien demonstrierten LUCIEN H. GAULARD und JOHN D. GIBBS Transformation. Bei der ungarischen National-Ausstellung 1885 in Budapest führten MAX DÉRI, OTTO T. BLÁTHY, KARL ZIPERNOWSKI ihren Prototyp eines Beleuchtungssystems mit 75 Transformatoren in Parallelschaltung vor. DOLIVO-DOBROWOLSKY erfand 1890 den Drehstromtransformator.

Nur die **Überland- und Großkraftwerke** wurden schließlich ökonomisch rentabel, und von den Kraftquellen aus, den einst stärker im Vordergrund stehenden Wasserkraftwerken, dann den Kohlekraftwerke nahe den Kohlegruben, konnte der Strom mit hoher Spannung auch in größere Entfernungen schließlich an die 400V Niederspannungsebene (P. WITTENBERG 2014, S, 45/46) der Normalverbraucher abgegeben werden. Strom wurde damit billiger als Gas. Die Elektrifizierung gehört zu den wichtigen historischen Ereignissen in einer Stadt- oder Dorf-**Chronik**.

Für die Anwendung von Elektrizität warben einst viel Aufsehen erregende Elek-

trizitätsausstellungen, 1881 in Paris, 1882 in München, 1891 in Frankfurt a. M. (W. FÜßL 1994, O. v. MILLER 1932). Gerade die **Übertragung** von Strom aus größerer Entfernung wurde dabei demonstriert und die Erfolge als regelrecht befreiend empfunden. 1873 hatte HIPPOLYTE FONTAINE Pionierarbeit bei der Stromübertragung geleistet. Für München gab es 1882 die Übertragung von elektrischer Energie, damals noch Gleichstrom, auf eine Entfernung von über 57 km von Miesbach im Alpenvorland nach München, wenn auch nur mit einem Wirkungsgrad von etwa 22%. Immerhin schien die Nutzung der Elektrizität aus weiter entfernter Energiequelle als möglich. Der bei der Übertragung in München maßgeblich beteiligte MARCEL DEPREZ (R. A. CHIPMAN 1971) bewies die Möglichkeit der Übertragung etwa 1886 auch fü die über 50 km lange Strecke von Creil nach Paris. Anläßlich der Frankfurter Elektrizitätsausstellung 1891 (W. EHRLICH 1991) gelang namentlich durch CH. E. L. BROWN, OSKAR VON MILLER und DOLIVO-DOBROWOLSKY mit **Drehstrom** die Übertragung von elektrischer Energie von Lauffen am Neckar nach Frankfurt a. M. über etwa 175 km mit einem Wirkungsgrad von über 77%. Private und staatliche Spender hatten die Übertragung möglich gemacht. Reichspostmeister HEINRICH VON STEPHAN ließ die schließlich 3000 Masten für die Stromleitung aufstellen und ein Frankfurter Unternehmer lieferte gegen geringes Entgeld den Kupferdraht. Am 16. Mai 1891 war die Ausstellung eröffnet worden, am 24. August gegen 20 Uhr kam der erste Strom in Frankfurt an. Am nächsten Tag glühten auf dem Eingangsschild zu der Ausstellung 1000 Glühlampen auf und ein künstlicher, durch elektrische Pumpen betriebener Wasserfall rauschte auf.

Ein auf **Wechselstrom** basierendes Beleuchtungssystem wurde 1888 NIKOLA TESLA patentiert und von WESTINGHOUSE, der schon 1884 die "Westinghouse Electric Company" gegründet hatte, verwirklicht. Durch WESTINGHOUSE wurden auch die Niagara-Fälle zur Stromerzeugung vor allem für neue Industrien wie die Aluminium- und Carborund-Herstellung erschlossen. Für London entstand außerhalb der City die Grosvenor Gallery Station mit seit 1886 SEBASTIAN ZIANI DE FERRANTI als Ingenieur, der ab 1888 den Bau der damals weltweit größten Station an der Themse in Deptford im Südosten Londons, für Wechselstrom, einleitete. Das Projekt wurde jedoch zum Verlustgeschäft.

Elektrotechnik setzte sich durch. ERASMUS KITTLER, 1882 an die Technische Hochschule Darmstadt berufen, begründete hier eine erste selbständige elektrotechnische Abteilung an einer Technischen Hochschule und das erste elektrotechnische Institut an eine Technischen Hochschule, also noch ohne Vorbild. Die Elektrifizierung erforderte eine vorangehende "**Konzeptualisierung**" (A. B. KINZEL 1967), eine Planung, Festlegung der Einheiten, der Stromleitungen und anderem, mehr noch als bisher im allgemeinen bei der Einführung neuer Technologien nötig




Abbildung 1617: Reliefkarte Walchensee - Kochelsee/unten.

war.

Als eines der ersten **Großkraftwerke** in Deutschland wurde am Rande des Bitterfelder Braunkohlengebietes das von **Golpa-Zschornewitz** errichtet. Von ihm lief eine 150 km lange Fernleitung mit 100.000 V Spannung auf über 500 Eisenmasten nach Berlin und lieferte Dreiviertel des Stromes für Berlin. Täglich wurden 750 Eisenbahnwagen Kohle für das Kraftwerk verfeuert (F. M. FELDHAUS 1924). Weitere Großkraftwerke waren Goldenberg für die rheinische Braunkohle, Trattendorf, Hattingen, Herdecke. Die Wasserkraft der bayerischen Alpen wurde aufbauend auf vorhandenen Plänen unter O. VON MILLER (W. FÜßL 1994) erschlossen, so zwischen 1918 und 1924 das **Walchensee-Kraftwerk**. Wasser aus dem etwa 200 m höher als der nicht weit entfernte Kochelsee gelegenem Walchensee wurde durch Rohre in letzteren geleitet. Am 24. Januar 1924 trieb Walchenseewasser eine erste Turbine am Ufer des Kochelsees.

Für die Verbundwirtschaft auch über regionale Unternehmen hinaus, auch zwischen Kohle - und Wasserkraftwerken, auch über einzelne Staaten hinaus, wirkte in Deutschland ARTHUR KOEPCHEN (J. BUDERATH 1980). Als Energiespeicher für Belastungsspitzen empfahl er **Pumpspeicherkraftwerke**. Ein bedeutendes Pumpspeicherkraftwerk wurde 1930 bei Herdecke an der Ruhr errichtet.

Großkonzerne der Elektrotechnik wurden in den USA die 1892 durch Fusion entstandene General Electric Company, die 1886 gegründete Westinghouse Electric Corporation, in England entstand die Associated Electrical Industries. In Deutschland blieben nach einer Krise der elektrotechnischen Industrie im wesentlichen nur die 2 "Großen" AEG und SIEMENS, wobei 1905 wurden die Arbeitsstätten von SIEMENS & HALSKE in Berlin in der Siemensstadt zusammengelegt wurden.



Abbildung 1618: Walchensee-Kraftwerk.

Der Anteil der Elektrizität an der Energieversorgung wuchs in den Industrieländern stark. In Frankreich etwa stieg zwischen 1900 und 1913 die Elektrizitätsnutzung um das 6-fache (G. K. ROBERTS 1989).

### Neuere Bestrebungen zur Elektrizitätserzeugung im 20. Jahrhundert

Um 1970 gab es Bestrebungen zur Erzeugung von Strom durch **magnetohydrodynamische Verfahren** (**MHD**, im MHD-Generator). Ein elektrisch leitfähig gemachtes Gas (Plasma), etwa aus fossilen Energieträgern, durchströmt mit hoher Geschwindigkeit eine Röhre, die unter einem starkem transversalen Magnetfeld steht und dabei wird ein Strom induziert - leichter gesagt, als wegen der hohen Temperaturen verwirklicht.

## Tontechnik, Ton-Konservierung

Die **Aufzeichnung,** die Dokumentation **von Tönen**, in der Bedeutung der Aufzeichnung von Bildern durch die Fotografie vergleichbar (KRAEMER), entwickelte sich in den Formen: **Nadelton**, **Lichtton** und **Magnetton**.

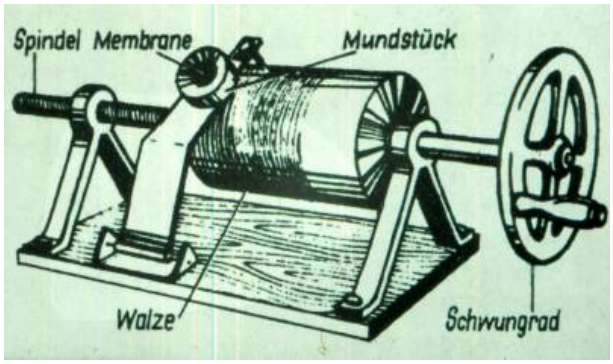


Abbildung 1619: Walzen-Phonograph.

TH. YOUNG **prägte** 1807 eine Schallschwingung über eine Nadel in ein weiches Material als zahnförnige Furche **ein**. WILHELM WEBER hat noch als Student in Göttingen 1830 an tönenden Körpern Metallfederchen befestigt, welche die Schwingungen in einen vorbeigezogenen berußten Glasstreifen einzeichneten. SCOTT und KÖNIG zeichneten 1854 diese Schwingungen auf einen berußten, drehbaren Zylinder, etwa zur Vokalanalyse. Das **Abrufen** der aufgezeichneten Schallschwingungen wurde gelöst durch den **Phonographen**, dessen ersten brauchbarer von T. A. EDISON konstruierte, der damit das Nadelton-Verfahren einführte, ab 1877. Mit einer durch Schall in Schwingung zu versetzenden Membran wurde eine Nadel verbunden, welche die Schwingungen der Membran in eine sich drehende, mit **Stanniol belegte Walze** eindrückte. Beim Abtasten der Rillen der gedrehten Walze mit der Nadel wurde die Membran in dieselben Schwingungen versetzt, die der Membran eingedrückt worden waren.

Der Telefon-Erfinder BELL hat ab 1887 die Walze, welche die Schwingungen aufzeichnete, mit **erhärtendem Wachs** belegt und wurden so die Eindrücke der Nadel mit bisher unerreichter Feinheit aufgenommen und wiedergegeben. Allerdings ließen sich solche Walzen nicht in Massen gestapelt aufbewahren. Die Opernsängerin FRIDA LEIDER (in 1981, S. 31) erlebte in ihrer Kindheit mit einer Freundin: "... zeigte ... mir eine braune Wachswalze, eines der ersten primitiven Aufnahmegeräte. Ich sang mit" der Freundin "das Duett "Es lächelt der See" aus Wilhelm Tell. Wir hörten die Wiedergabe und waren hell begeistert. Zu unserem größten Leidwesen mußte die Walze dann wieder abgeschliffen werden." Der Phonograph war also mehr geworden als nur ein Diktiergerät. EDISON führte für die Wiedergabe einen Schalltrichter und es wurden Phonographen auch für den Verkauf hergestellt. Gerade für Musikwiedergabe war eine genau gleichförmige Geschwindigkeit für die Drehung des Zylinders nötig, und die konnte mit einer handbetriebenen Kurbel nicht erreicht werden. 1888 hat EDISON in einer kurzen Tag-und Nachtarbeitszeit in verbesserten Wachszylinder von etwa 6 mm Stärke

benutzt mit größter Tiefe der Rillen von 0,0025 mm und eingedrückt wurde mit einem scharfen Saphirsplitter und zur Wiedergabe ein stumpfer Saphirsift benutzt (G. D. BRYAN, S. 86/87).

Durch EMIL (EMILE) BERLINER (R. BURLINGAME 1958) wurde die Walze durch eine sich drehende Scheibe, die **Schall"platte**", die **Grammophon**-(Gramophone-)Platte, aus Schellack, ersetzt, auf der **seitliche (transversale) Schwingungsausschläge** festgehalten sind, patentiert in den USA am 12. November **1887**. BERLINER war das 1851 in Hannover geborene 4. Kind von 11 Kindern eines kinderreichen Talmud-Gelehrten. Er mußte zuerst als Korrektor und in einem Schnittwarengeschäft arbeiten, wanderte aber, auch wegen der drohenden preußischen Dienstpflicht, 1873 nach den USA aus. Hier arbeitete er an verschiedenen Stellen, auch als Unterrichtender für Deutsch und im Laboratorium des damals in den USA wirkenden Saccharin-Erfinders CONSTANTINE FAHLBERG. Zu Hause richtete BERLINER ein eigenes elektrotechnisches Laboratorium ein und ihm, dem technischen Autodidakten, gelang eine wesentliche Verbesserung des von BELL erfundenen Telefonierens. Für die Schallplatte fand BERLINER ein System, von einer 'master'- Scheibe/disc andere Platten mittels einer nickelüberzogenen Kupfermatrix zu vervielfältigen. Für Schallplatten fand er dauerhafte Schellack-Zusammensetzung. BERLINER schuf so die Voraussetzungen für die 'phonographische'/Schallplatten-Industrie.

Die Schallplatte darf man als **eine der** ganz **großen Kulturleistungen** der Menschheit sehen. Mit Schallplatten war es zunehmend möglich, daß große Konzerte, die Stimmen großer Sänger fern von ihrem Wirken in Wohnzimmern zu beliebiger Zeit abgehört werden konnten - eine bisher unerhörte Verbreitung auch großer Musik fern der Konzertsäle und Opernbühnen. Man war nicht mehr auf die Kirchenorgel und den Kirchenchor im Heimatort angewiesen. Und es ließen sich die **Stimmen** großer Sänger und Schauspieler, auch Konzerte, für die Nachgeborenen **konservieren**, an ihnen lernen (F. LEIDER 1981), auch wenn Platten aus der Frühzeit nicht besten Klang bewahrten und heute aufgebessert werden. Der große Fortschritt war dann die **Langspielplatte**, die einen raschen Wechsel erübrigte. Und später die **Stereoplatte**,

Der Däne VALDEMAR POULSEN entwickelte im erste Jahrzehnt des 20. Jh. die Grundlagen der **Tonbaldtechnik**.

## Neue Technik im Büro und Haushalt

Zu den in die USA ausgewanderten Deutschen gehört OTTMAR MERGENTHALER (C. W. M. 1961), der eine erste, am 26. August **1884** in den USA pa-

tentierte brauchbare **Schreibmaschine** erfand. MERGENTHALER war am 11. Mai 1854 in Deutschland, in Hachtel, in einer Lehrerfamilie geboren worden und lernte in Bietigheim in Württemberg bei einem Uhrmacher. Auf dem erlernten Beruf aufbauend wirkte er nach der Auswanderung in die USA 1872 namentlich in Baltimore, so für den United States Signal Service. Angeregt durch Ideen und nicht recht verwendungsfähige Konstruktionen anderer konstruierte er zunehmend bessere Schreibmaschinen, wobei Problem etwa automatisch zu regulierende gleiche Zeilenabstand oder die Übertragung der Buchstaben auf das Papier waren. MERGENTHALER erhielt noch manches Patent, zog sich aber aus dem Geschäftswesen, zurück. Tuberkulosekrank starb er am 28. Oktober 1899.

Mit der Schreibmaschine, die nach 1900 auch in Deutschland immer mehr hergestellt und benutzt wurde, **änderte sich das Bürowesen**. Der im allgemeinen männliche Schreiber mit seiner Schönschrift wurde ersetzt durch das oft flotte Tipp"fräulein". Hinterlassenschaften, auch in Archiven, wurden oft umfangreicher als in der Zeit der handschriftlichen Zeugnisse, jedoch mit Schreibmaschinenschrift wesentlich besser lesbar. In Großraumbüros nervten sich oft die zahlreichen Mitarbeiterinnen mit ihren Tippgeräuschen gegenseitig und auch in Wohnungen konnte man die Nachbarn belästigen. Am Ende des 20. Jh. kehrte mit den lautlosen Personalcomputern eine fast himmlische Ruhe in die Welt der Schreibenden ein.

## Vervielfältigungstechniken

Eine weitere große Verbesserung für Büros und dann auch für jedermann und vor allem Autoren wurde die **Xerographie**, zuerst genannt 'electrophotography', für deren grundlegendes Konzept CHESTER FLOYD CARLSON (J. E. BRITTAIN 1970), USA, **1937** ein Patent anmeldete. Nach Verbesserungen auch von anderen nahm sich die 1946 die 'Haloid Company' in Rochester der Verwertung an und **1950** kamen Xerographen auf den Markt, noch mit mäßigem Erfolg. Mit einfachem Kopierpapier begann 1959 die große Verbreitung der Kopiergeräte.

## Technik für Macht und Militär

Neue technische Errungenschaften, ob im Maschinen- oder Verkehrswesen und in der Chemie wurden oft sogar bevorzugt für Ausbau von Macht und bei Widerstand dagegen auch für blutige Menschenvernichtung, also Krieg, benutzt. Das war im alten Rom so und im Mittelalter und blieb so bis in die moderne Zeit. Ist der 'Krieg der Vater aller Dinge?' Es gibt auch Produktionszweige wie Eisenbahn, Parfümerie

oder die Computernutzung und viele mehr, welche nicht auf Militär angewiesen war.

Die stärkeren Waffen entschieden oft, wenn auch der Guerillakrieger mit seiner Geländekenntnis und seiner Geländeausnutzung und seinem Einsatz des Lebens manche waffenstärkeren Truppen so zermürbte, das er Sieger wurde. So in Afghanistan schon im 19. Jh.

**Eiserne Schiffe im Seekrieg** wurden im Sezessionskrieg der USA eingesetzt und führten zur ersten Seeschlacht mit "eisengepanzerten Schiffen" (R. POHANKA 2007, S. 71). Die Nordstaaten bekamen einen neuen Typ von eisernem Kriegsschiff, erfunden von dem nach den USA gegangenen Ingenieur ERICSSON (W. F. D.1959), mit einer "Wasserlinie knapp über dem Meeresspiegel" und einem mit Kanonen bestückten "drehbaren Turm", mit der 'Monitur' als erstem solchen Typ (R, POHANKA 2007, S. 70/71). Auf Seiten der Südstaaten, der Konförderierten, gab es als Eisenschiff die 'Virginia', deren 11 Kanonen meistens über die 'Monitor' hinwegschoß. Nach etwa 4 Stunden trennten sich die Schiffe "unbeschädigt" (S. 71).

Der USA-Seeoffizier, Lehrer am War College in Newport und Historiker ALFRED THAYER MAHAN (A. W. 1961) betonte die **Rolle der Seemacht für Weltmacht**. Seine Bücher "The Influence of Sea Power upon History 1600 - 1783" von 1890 und das 2-bändige "The Influence of Sea Power upon the French Revolution und Empire 1793 - 1812" von 1892 wurde auch in Deutschland sehr wohl aufgenommen, von VON TIRPITZ und Kaiser WILHELM II. Die technische Seite wird nicht berührt. 1967 erschien eine bearbeitete deutsche Ausgabe, mit der Darstellung zwischen 1660 und 1812, also mit den entscheidenden Seesiegen der Engländer bei Abukir und Trafalgar..

# Verkehrswege und Verkehrsmittel im 19. Jahrhundert

## Straßenverhältnisse etwa in Ungarn

Ungarn (J. K. RIESBECK 1783, hier 1976, S. 217): "Wenn man die Straßen dieses herrlichen Landes überblickt, so glaubt man durch eine Steppe zu reisen, obgleich man schon einen Boden betritt, der das Korn fünfzig-, sechzig- ja, wie mir einige versichterten, oft hundertfältig ohne mühsame Bearbeitung zurückgibt. Die Straßen nehmen hie und da einen unübersehbaren Strich Landes in die Breite ein, weil der flache Boden einen so geringen Wert hat, daß man ihn dem Eigensinn der

Fuhrleute ohne geringsten Einschränkung preisgibt, die sich dieser Freiheit mit einem unbeschreiblichen Mutwillen bedienen und beim geringsten Regen, oder wenn ein altes Gleis nur im mindestens beschwerlich ist, durch das angrenzende Feld jagen."

## Transport mit Pferden

Auf Pferden wurde geritten, Pferde zogen die Wagen. Die später mit der Eisenbahn erreichten Geschwindigkeiten lagen jenseits der Phantasie.

Als Beispiel: Ab 1835 gab es dreimal in der Woche eine Postkutschenverbindung zwischen **Flüelen** in der **Schweiz und Norditalien**, die in den 40er-Jahren ausgebaut wurde mit einem täglich verkehrenden 10-plätzigem Kurswagen mit 5-er-Gespann und die für die Strecke etwa 50 Stunden benötigte. Die Kosten für die Fahrt hin und zurück entsprachen etwa 3 Monatslöhnen des Postkutschenhalters (Schweizer Lexikon, Band 3, S. 170).

In einem Lande wie **Frankreich** erlebte J. F. REICHARDT im November 1803 (in 1981, S. 25): "... ohne alle vorhergegangene Bestellung sind wir auf vielen Posten in fünf bis sechs Minuten abgefertigt, auf keiner einzigen über eine Viertelstunde aufgehalten worden. Überall fanden wir des Nachts Licht im Stalle und aufgeschirrte Pferde" zur Weiterfahrt. "... Sowie wir uns Paris näherten wurden die Pferde immer besser ,.., " aber der Postillon auch "die Pferde unaufhörlich mißhandelte, oft mit raffinierter Grausamkeit." In den Straßen der großen Städte sah es auch in vornehmeren Vierteln verheerend aus, wozu die Pferde in besonderm Maße beitrugen. Von Paris um 1800 wird berichtet, daß dunkelschwarzer Kot die Straßen bedeckte, und man sowohl bei Regen wie eingetrocknet bei Sonne nur mühsam vorwärtskam und Tümpel bei jeder durchfahrenden Kutsche aufschäumten (zit. bei W. JASPER 2003). Von Wien berichtet KARL FRIEDRICH SCHINKEL an den Chemiker VALENTIN ROSE am 22. Juni 1803 (Reisebriefe deutscher Romantiker 1979, S. 161): "... das Fahren von fünfzig bis hundert Wagen in einer Straße, dicht hintereinander, gar nicht aufhört, wenn das Wetter irgend erträglich ist."In Hamburg gab es 1873 etwa 4000 Pferde, in der Innenstadt ein Pferd auf 66 Menschen. Im Jahre 1892 gab es einschließlich der Vororte in Hamburg etwa 12.000 Pferde, 7000 für Lastenfahrzeuge und nahezu 5000 für die Personenbeförderung. Die Pferde und anderen Großtiere hinterließen in Hamburg pro Jahr schätzungsweise über 7000 Tonnen Mist (R. J. EVANS 1996), der mehr oder weniger auch irgendwie beseitigt werden mußte. Bevor die Welt im Pferdemist erstickt wäre, hätten auch die gewinnbaren Futtermittel jedoch der Pferdehaltung in vielen Teilen Europas eine Grenze gesetzt. Nur mit Fuhrwerken ganz anderer Technik, eben den Dampflokomotiven oder dem Kraftwagen, war eine Lösung des Verkehrs möglich. Autos erschienen

übrigens ruhig im Vergleich zu dem dauerden Pferdegetrappel, sauber im Unterschied zu immerfort abgegebenen Pferdeexkrementen, den "Pferdeäpfeln".

# Schiffsverkehr

## Transport auf dem Wasser

Der gegenüber dem Transport auf dem Landwege war oft rentbabler der Transport auf dem Wasser, namentlich größeren und kleineren Wasserläufen. Neben den gebundenen **Langholzflößen** wurde auch in der Holzlieferregion zubereitetes **Scheitholz** Stück für Stück dem Wasser, auch zum Teil langen Floßgräben, anvertraut und dann in Rechenwehren aufgefangen. Auf der aus dem oberen Vogtland stammenden Weißen Elster und dem sie begleitdenden langen Floßgraben wurde so mit Brennholz das westsächsische Niederland und vor allem, mit etwa 60.000 Kubikmetern pro Jahr die Saline in Halle versorgt (H. HARTMANN 1990), Leipzig erhielt bis 1864 Holz auf dem am Floßplatz endenden Floßgraben, etwa 15.000 Kubikmeter / Jahr (S. 249).

## Flöße und Schiffe auf größeren Flüssen

Flußabwärts fuhren unter anderem **Flöße**, Langholzflöße, die auch Passagiere mitnahmen und am Ankunftsort zum Verkauf des Holzes auseinandergenommen wurden. JOHANN MORITZ SCHWAGER berichtete 1804 (S. 97 / 98): "Gegen Düsseldorf über lag am linken Rheinufer eben ein fürchterlich großes Holz-Floß nach Holland bestimmt, das an seiner Zusammenfügung Schaden genommen hatte ..., auf dem ... waren 400 Menschen, wovon jeder seine Arbeit hatte, bestand aus Hütten von Brettern aufgeschlagen, Küche, Ochsenstall und dem Herrenhause, in welchem sich die Eigenthümer aufhielten." Der Mediziner G. F. L. STROMEYER (1875, S. 254) schilderte aus seiner Jugend, als es auf der Donau 1826 noch keine Dampfschiffe gab, die "rohen Holzschiffe", die "nur die Thalfahrt machten" und am Ende ihrer Reise, in Wien oder Pest, "zerschlagen" wurden. STROMEYER fuhr auf einem Schiff von 80 "Fuß" Länge und 15 "Fuß" Breite: "In der Mitte lag die Bretterladung, an beiden Enden waren kleine Cajüten, die eine für den Capitain und ein paar Reisende aus den besseren Ständen, die andere für das Schiffsvolk und einige Handwerksburschen, welche, statt Fahrgeld zu bezahlen, beim Rudern halfen. ... Bei einbrechender Nacht wurde gelandet, wo man sich gerade befand, bei irgend einem kleinen Dorfe, wo man mit dem schlechtesten Quartiere vorliebnehmen mußte." Vom Rhein südlich von Bonn wird berichtet

von 1872 über "die durch weit vorausfahrende Nachen mit schwarzrot gewürfelter Flagge angekündigten Flöße, die das schöne Langholz des Schwarzwaldes den niederrheinischen Städten zuführten" (J. R. HAARHAUS 1921, S. 69).

Pferde oder gar Menschen **zogen** mit Seilen die Schiffe **flußaufwärts**, wenn nicht Ruderer oder Segel eingesetzt werden konnten. Sie zogen die Schiffe mit den Seilen vielfach auf dem Treidelpfad neben dem Ufer. Das war an der **Elbe** etwa in Sachsen mit dem "Leinpfad" ebenso der Fall wie bei den "Wolgatreidlern". An schwierigeren Strecken, etwa an der Elbe in Sachsen gab es die feste Organisation der Schiffszieh-Helfer, der "Bomätscher", ein mit "Helfer" zu übersetzendes slawisches Wort. Der Sache nach gilt das als so alt wie die Elbschiffahrt (O. E. SCHMIDT 1924, S. 165/165). Außer den Berufsbomätschern betrieben manche Anwohner das Schiffsziehen an der Elbe als Nebengewerbe, darunter öfters bejahrte Schiffsleute. Bei höherem Wasserstand mußten die Schiffszieher auch durch Gärten und Weinberge ziehend gehen (MERKER 1931). Die größten Elbkähne hatten schließlich etwa 5000 Zentner Tragkraft "und wurden an zwei Leinen von etwa vierzig Bomätshern gezogen", wobei die Bomätscher Gurte am Körper von den Achseln zur Hüfte trugen (O. E.SCHMIDT 1924, S. 166). Der erste vorn, der 'König', gab den Ton an für den thythmischen Gesang. Gegen Verlust ihrer Arbeit revoltierten sie, als etwa Zugtieren sie ersetzen sollten (MERKER 1931). Flußdampfer nahmen ihnen das Auskommen. O, arme Menschen, denen selbst großartige Technik nur Ungemach bringt! Das gilt bis ins 20., ja 21. Jh. für manche harte Arbeit, für die der Ungelernte, Ausgemergelte keinen Ersatz findet, wie es im 18. Jh. die Sorge der Wasserträger in Paris war (L. S. MERCIER 1976, S. 167).

Vom **Rhein** südlich von Bonn wird berichtet von 1872, wie "die Männer und Pferde, die, ein Schiff stromaufwärts beförderten, auf dem schmalen Leinpfade in ihren Gurten vorwärtskeuchten" (J. R. HAARHAUS 1921, S. 59). Anderswo zogen wenigstens Pferde die Schiff flußaufwärts und von der **Donau** berichtet JOHANN KASPAR RIESBECK 1783 (in 1976, S.121/122): "Das Seil ist an dem Vorderteil des Schiffes befestigt und wird von fünfzehn bis achtzehn der stärksten Pferde auf dem Rand des Ufers fortgeschleppt. Es rasiert alle kleine Gesträuche, das ihnen in den Weg kommt, und wenn das Hindernis etwas zu groß ist, so müssen zwei bis drei Kerls dasselbe mit Hebeln lüften. Das Schiff wird in seinem Schneckengang alle Augenblicke aufgehalten, und oft müssen in einem Raum von einigen hundert Schritten die Pferde mehrmals ausgespannt werden. Das Reiben des Zugseils auf der Erde vermehrt die Last wenigstens um soviel, als ein Pferd ziehen mag, und mit dem Segel könnten oft mehrere Pferde erspart werden. Weil die Fahrt den Strom hinauf noch nicht sehr gewöhnlich ist, so fehlt es von Stationen zu Stationen an Mietpferden, und die Schiffsleute sind gezwungen, alle Pferde für die ganze Reise mitzunehmen. ... " Am viel mehr als die Donau befahrenen Rhein kann der "Rhein-

schiffer ... bald mit zwei, bald mit sechs Pferden fahren", denn wegen der starken Befahrung des Rheins "die am Ufer wohnenden Landleute in den Stand gesetzt werden, Pferde auf kleinen Stationen zur Miete für die Schiffer herzugeben."

Auch die Personenbeförderung auf dem **Rhein** vor der Einführung der Dampfschiffe, nach J. K. RIESBECK 1783 (in 1976, S. 509): "... unser Schiff war ein andres Gebäude als die elenden Fahrzeuge, die man auf der Donau Schiffe nennt. Es hatte Mast und Segel, ein ebnes Verdecke mit einem Geländer, seine gemächlichen Kabinen mit Fenstern und einigen Möbeln ..."

Schwere Behinderung der Flußschifffahrt waren die **zahlreichen Zölle**, "... zwischen Mainz und Koblenz, ... nicht weniger dann neun Zollstätte. Zwischen Koblenz und Holland sind ihrer wenigstens noch sechzehn ..." (J. K. RIESBECK 1783 (in 1976, S. 535).

## Seefahrt - Segelschiffe

Segelschiffe waren noch lange das übliche Fortbewegungsmittel. Massen von Segeln glänzten auf vielbefahrenen Meersteilen.

Länger dauernder Wind aus einer Richtung konnte tage-, ja wochenlang die Ausfahrt von Segelschiffen verhindern. Bei VON DER MARWITZ (1989, S. 272) heißt es einmal vom Juli 1807: "... ein so heftiger Westwind blies, daß kein Schiff von Preußen her nach Stralsund oder Greifswald gelangen konnte, ..." und die Nachricht vom Frieden von Tilsit erst einmal nach dorthin gestoppt war. Von einer Reise über die Ostsee von Lübeck nach St. Petersburg im Sommer 1827 werden bei 'glücklicher' Seereise 11 Tage angegeben (Brief von W. LUDWIG in TROMMSDORFF Briefwechsel Lieferung 7, S. 89). Der Komponist RICHARD WAGNER (1984, S. 88/89), der im Sommer 1839 mit seiner Frau von Riga nach London fuhr, war "an Bord eines Segelschiffs ... drei und eine halbe Woche" unterwegs. Sturm nötigte den Kapitän zum Einlaufen in einen norwegischen Hafen. Von einigermaßen fahrplangemäßem Reisen konnte keine Rede sein. Und: "Von der äußerst angreifenden Fahrt ausruhend, verweilten wir acht Tage in London; ..." Aber immerhin führte die Fahrt mit drei Stürmen, auf der relativ kleinen Ostsee und der Nordsee, mit zur Oper vom "Fliegenden Holländer", deren Idee WAGNER wie auch den 'Tannhäuser' HEINRICH HEINEs (Wikipedia 2020) Erzählungen in 'Memoiren des Herren von Schnabelewopski' entnahm.

Bei einer Fahrt über den Atlantik waren die Passagiere an den Wetterereignisse stark interessiert, weil davon die Ankunftszeit abhing und CHARLES DICKKENS (s. 1980) beschreibt denn etwa (S. 341): "Während des Mittagessens richteten sich

wohl viele verdrießliche Blicke durch die Kajütenfenster empor zu den schlaff herunterhängenden Segeln, ..." Und dann Freude (S. 345): "Endlich erhob sich nun der versprochene Wind mit aller Kraft, und von ihm getrieben, eilten wir davon. Alle Segel waren beigesetzt und herrlich durchschnitt der Bug die Wellen." In Nordamerika wurde die 'Klipper' genannten schmalen Segelschiffe mit hohen Masten entwickelt, die sich durch erhöhte Geschwindigkeit auszeichneten. Die Fahrzeit für die etwa 19.000 km von New York um Kap Hoorn nach San Francisco wurden durch die Klipper von 150 bis 190 Tagen, also 5-6 Monaten, auf etwa 90 Tage verkürzt (R. KOSELLECK 2000, S. 158). Die ersten Dampfschiffe konnten da nicht mithalten.

Um weiterhin Wind für Schiffsantrieb auch auf dem Meer zu nutzen wurde durch den Ingeneur ANTON FLETTNER (YouTube, Wikipedia) **Rotor-Schiffe** entwickelt, die 2 oder 4 zylinderförmige Rotoren mit geeigneter Oberfläche wurden auf dem Schiff von einem Motor in Rotation versetzt, auf Grund des Magnus-Effekt wurde durch Wind das Schiff bewegt. Trotz der Motoren wurde ein Energie-Gewinn erzielt, wenn denn Wind wehte. Es wurden Versuchsschiffe gebaut, **1924**, und 1926 mit einem solchen 'Motorsegler auch der Atlantik überqert. Aber die weitere Entwicklung wurde dann eingestellt.

## Dampfbetriebene Schiffe, dann aus Eisen und mit Schiffsschraube, auf Strömem und Meeren

Die großen Neuerungen im Schiffbau ob auf Binnengewässern oder dem Meer wurde die Energie aus der **Dampfmaschine**, die **Schiffsschraube** als Antriebsaggregat, **Eisen** als Baumaterial.

Dampfschiffe dienten zuerst namentlich auf Flüssen. Die gegen Wellen und Kanonenkugeln anfälligen **Schaufelräder** wurden später wenigstens auf den Meeren ersetzt durch die **Schiffsschraube.** Schraubenantrieb von Schiffen, etwa im Stile der Archimedischen Schraube, war manches Mal erwogen worden, 1738 bei DANIEL BERNOULLI wie 1764 bei EULER. 1812 entwarf eine Schiffsschraube JOSEPH RESSEL, der 1793 in Chrudim in Nord-Böhmen geboren wurde und Forstwissenschaft studiert hatte.

In Triest konnte er 1829 ein Schraubenschiff ausprobieren. Die Fahrt mißglückte. Trotz der Behebbarkeit des Schadens wurden weitere Versuche nicht durchgeführt. Schraubenantrieb verlangte raschere Umdrehung, die tiefliegende Welle verlangte neue Schiffskonstruktion.

Etwa gleichlaufend mit der Entwicklung der Schiffsschraube wurde zunehmend



Abbildung 1620: RESSEL.Chrudim.

**Eisen** für Schiffe verwendet. Holz erlaubte nur den Bau von Schiffen bis zu einer gewissen Größe; der rüttelnde Gang der Dampfmaschine schadete den Verbändenzwischen den Holzplanken. Die Schiffsfform mußte sich bei Eisen wie für die Schiffsschraube ändern (A. FÜRST 1926).

Der **Schraubenantrieb** für Schiffe wurden dann in England und den USA entwickelt. FRANCIS PETIT SMITH (D. K. BROWN 2004 a) versuchte es zuerst an Modellschiffen mit handangetriebener hözerner Archidemischer Schraube. Das Zerbrechen einer solchen Schraube führte ihn darauf, daß mit einer einfachen Schraube höhere Geschwindigkeit erreicht werden. 1839 wurden die – erfolgreichen – Versuche mit der "Archimedes" aufgenommen. Als sein Konkurrent hat der vielseitige schwedische Ingenieur JOHN ERICSSON (W. F. D. 1959), der 1826 nach London gegangen war, 1833/1834 Versuche mit mit Propellern unter Wasser durchgeführt und wurde 1837 wurde ein Schiff dafür, die 'Francis B. Ogden' gebaut. ERICSSON folgte 1839 folgte einer Einladung nach den USA. 1844 gab es in den USA etwa 24 mit Schrauben angetriebene Schiffe, so auf den großen Seen, und 1844 folgte das erste so angetriebene Kriegsschiff, die "Princeton". Einen Rückschlag gab es, als eine bei einer Probe explodierende Kanone hochrangige Besucher tötete. ERICSSON war dann Konstrukteur von Panzerschiffen, für die Nordstaaten im Bürgerkrieg, und entwickelte Torpedos.

Dampfschiffe waren zunächst besonders wichtig auf den **Binnengewässer**n, auf großen Seen und größeren Strömen. Auf Flüssen erleichterten sie das Stromaufwärts-

Fahren sehr. Mit Dampfschiffen wurden Teile des Inneren der USA überhaupt erschlossen. Auf dem Mississippi fuhr 1811 das erste Dampfboot von Pittsburgh den Ohio hinab nach Louisville am Mittellauf dieses Flusses (O. SCHMIEDER 1963). Bald folgte ein Dampfschiff, das von Louisville abwärts in den Mississippi einbog und nach New Orleanas dampfte. Es entwickelte sich hier ein reger Dampferverkehr. Ab. 1819 gab es ein Dampfboot auf dem Missouri, dessen Oberlauf erst um 1805 bekannt geworden war. Auf dem Mississippi und den ihm zufließenden Strömen verkehrten um 1857 geschätzte 3000 Dampfboote. Der englische Dichter CHARLES DICKENS berichtete von einer Amerika-Reise 1842 allerdings, daß im Westen während der Reisezeit gewöhnlich 1 oder 2 Dampfschiffe explodierten und es dann Tote gab.

In **Europa** fuhr 1816 das Dampfschiff "Prinz von Oranien" von Rotterdam in 4 Tagen rheinaufwärts bis Köln: "... Kinder jauchzten, Männer schwenkten die Hüte und Mützen, und oft brach die Volksmenge in ein lautes Hurra aus", wie (zit. aus F. HENDRICHS 1955) berichtet wird. Auf der "Caledonia" fuhr auf dem Rhein bis Koblenz auch der 81-jährige J. WATT mit. Auf der unteren Elbe gab es 1816 Dampschiff-Verkehr zwischen Hamburg und Cuxhaven (H. MOTTEK 1964). Auf dem Genfer See verkehrte ab 1823 das Dampfschiff "Guillaume Tell" den Betrieb auf (A. WALDIS 2005). 1824 verkehrte ein erstes Dampfschiff auf dem Bodensee. Auf dem Rhein setzte um 1827, zuerst zwischen Köln und Mainz, der regelmäßige Dampferverkehr ein. Nicht mehr der kleine Bootseigentümer, der größere Unternehmer, die Schifffahrtsgesellschaften kamen zum Zug. Die Verkehrsfreiheit wurde eingeführt, durch Konvention 1821 auf der Elbe, 1823 auf der Weser, 1831 auf dem Rhein, 1843 auf der Ems (H. MOTTEK 1864). Auf der Elbe in Sachsen verkehrte 1837 die "Königin Maria". Als 1852 der Dampfschiffverkehr auch auf dem Schweizer Zuger See begann, fuhren auf allen größeren Schweizer Seen Dampfschiffe.

Auf Flüssen zogen sich Dampfschiffe auch an einer in den Strom gelegten, über den Schiffsrumpft führenden eisernen Kette stromaufwärts, die **Kettenschleppschifffahrt**. An der Elbe, wo in den Heimatmuseen noch heute auf die Kettenschleppschifffahrt verwiesen wird und kleine Stücke der Kette in den Ausstellungen sind, wurde 1866 die erste Versuchsstrecke zwischen Magdeburg-Neustadt und Buckau angelegt. 1871 folgte eine 308 km lange Kette von Magdeburg bis zur böhmischen Grenze, die nach Süden bis Aussig und nach elbabwärts bis Hamburg verlängert wurde.

## Kanäle, welche Meere verbinden

Kanäle zwischen Meeren verkürzte Schiffahrtsstrecken erheblich. Am 17. November 1869 wurde nach über 10-jähriger Bauzeit der **Suezkanal** zwischen Mittelmeer und Rotem Meer eröffnet. Am 25. April 1859 war der erste Spatenstich getan worden. Entscheidend für den Suezkanal wirkte in Verbindung mit dem österreichischen Eisenbahnbauer NEGRELLI der Franzose FERDINAND VON LESSEPS, der als französischer Diplomat unter anderem 1832 in Alexandria und als Konsul 1833 bis 1837 in Kairo wirkte. Er war bekannt geworden mit den Plänen für den Durchstich der Landenge von Suez, die CHARLES LEPÈRE als Begleiter der Ägypten-Expedition NAPOLEONs in Anlehnung an Reste der Pharaonenzeit angestellt hatte. VON LESSEPS konnte 1854 die Konzession für den Kanalbau von dem ägyptischen Khediven SA'ID PASCHA erlangen und in Frankreich die Hälfte der Gelder für die Kompanie zeichnen lassen. Der Weg in den Indischen Ozean, der vom westlichen Europa bisher um die Südspitze Afrikas führte, war mit dem 168 km langen Suez-Kanal erheblich verkürzt. Für die Einfuhr von Tropenprodukten nach Europa hatte das bemerkbare Auswirkungen und Süd-und Südost-Asien konnten gegenüber der den bisher Europa näher liegenden Tropenregionen wie der Karibik und Westafrika Boden gewinnen, wurde also "die Struktur der Tropenwirtschaft und die Wege des Tropenhandels grundlegend" umgestaltet (L. WAIBEL 1933, S. 85). England, das an dem Kanal wegen Indien besonders interessiert war, konnte 1875 den Hauptanteil der Aktien erwerben und beherrschte die Kanalzone bis zu deren Enteignung unter dem ägyptischen Präsidenten NASSER.

Langwieriger und lange unterbrochen durch finanzielle Machenschaften und die Tropenkrankheiten war im Vergleich zum Bau des Suezkanals der Bau des **Panamakanal**, der an der schmalsten Stelle der mittelamerikanischen Landenge den Atlantik mit dem Stillen Ozean verbindet. Nach dem Beschluß des Internationalen Geographen-Kongresses in Paris 1879 war wiederum unter LESSEPS, nunmehr 74 Jahre alt, 1880 mit dem Bau des Kanals begonnen worden. Unter den Arbeitern wütende Tropenkrankheiten und die steigenden Kosten wegen des nicht zu bewältigenden Schnittes durch die Felsen brachten den Bau 1889 noch einmal zu Erliegen. LESSEPS sowie dessen Sohn trug die finanziellen Probleme eine 5-jährige Gefängnisstrafe ein, die LESSEPS aber nicht antreten mußte. Nachdem 1894 nochmals eine französische Kompanie gebildet worden war, übernahmen 1898 die USA das Projekt, die dafür den auch geplanten Bau eines Kanals durch die Landenge von Nicaragua aufgaben. Sich das Gebiet zu sichern, wurde im November 1903 ein Aufstand der Provinz Panama gegen das allerdings stark unsichere Kolumbien, zu dem die Region gehörte, unterstützt und entstand die unabhängige Republik Panama. Das nunmehr größte jemals durchgeführte technische Projekt, der 82,4 km lange Kanal, eröffnet nach nunmehr etwa 10 Jahren am 15. August 1914 war

entgegen der ursprünglicher Absicht mit Schleusen versehen. Dazu traten angelegte Seen für die zusätzliche Wassereinspeisung in den Kanal in Trockenzeiten. Der Weg um die Südspitze Südamerikas, um Kap Hoorn, hatte 11.200 km betragen. Nun war **jener Wasserweg von Europa nach Asien geschaffen**, der seit dem 16. Jh. **immer wieder gesucht** worden war, im Norden vor allem, und den die Natur nicht bereitgestellt hatte. Ja, man muß wenigstens bis zu einem gewissen Grade **die Natur korrigieren**. Gewiß gab es 1914 Eisenbahnenverbindungen quer durch den Kontinent, im Norden wie an der Landenge von Panama, aber Seetransport war eben Seetransport, um etliches rentabler. Die Verbindung des Atlantik mit dem Pazifischen Ozean blieb auch nicht folgenlos für die Natur, war doch auch für Meeresorganismen ein seit langem abgeschlossener Durchgang entstanden. Seit etwa 1960 durchfuhren etwa 12.000 bis 15.000 Schiffe den Kanal, dessen Nutzung namentlich seit blutigen Unruhen 1964 neu mit Panama vertraglich geregelt wurde.

## Binnenlandkanäle in Mitteleuropa

In Europa, auch in Deutschland, wurden Binnenland-**Kanäle** ausgebaut. Nachdem es schon bescheidenere Verbindungen zwischen Nordsee und Ostsee gegeben hatte, so 1784, wurde am 3. Juni 1887 der Grundstein für den **Nord-Ossee-Kanal** (Wikipedia 2017) gelegt. Die Leitung lag bei OTTO BAENSCH. Ab 1. Juli 1895 wurde der regelmäßige Betrieb eingeleitet. Der quer durch Schleswig-Holstein von der Elbemündung bis nahe Kiel führende knapp 100 km lange Kanal verkürzte die bisher um Jütland führende Schiffahrtsstrecke von der Nordsee zur Ostsee um etwa 460 km. Der an vielen Baustoffverbesserungen und an Straßenbrücken beteiligte Bauingenieur LEOPOLD ELLERBECK (W. SBRZESNY 1959) leitete die Errichtung des **1934** in Betrieb genommenen **Schiffshebewerk Niederfinow** auf dem **Großschifffahrtsweg Berlin - Stettin**. 1905 wurde der Bau der schließlich längsten deutschen Wasserstraße, 325, 3 m, des **Mittellandkanals** (Wikipedia 2017), begonnen. Mit Stich- und Nebenverbindungen werden 392 km erreicht. Gegen die Erweiterung nach Osten hatte es Widerstand der östliche Großagrarier wegen Furcht vor Lebensmitteln aus dem Westen gegeben. Fortgesetzt in der Weimarer Republik endete 1942 der Mittellamdkanal an der Elbquerung. Seit 1965 wurde weitergebaut, 1993 - 2003 der Anschluß an den Elbe-Havel-Kanal erreicht. Ems - Rhein - Elbe - Oder sind so als Schiffahrtsweg verbunden.

## Eisenbahn - das neue und noch immer wichtige Verkehrsmittel

Die zur Eisenbahn führenden Errungenschaften gehören noch in die klassische Zeit der Industriellen Revolution, der Ausbau der Eisenbahn fällt in die Vollendung der Industriellen Revolution.

Der "**Schienenweg**" wurde eine **reibungsarme**, schmale und feste "Straße" und auf Schienen wurden daher dampfgetriebene Fahrzeuge namentlich nach 1830 bewegt. Es gibt keinen einzelnen Erfinder der **Eisenbahn**. Die Eisenbahn entstand aus der Kombination von mehreren Dingen: 1. der im Bergbau schon angewandten Schienen, einst Holzbohlen, in England nun gußeiserne Schienen, zur Festigkeit zunächst in "Fischbauch"-Gestalt, 2. dem Antrieb Dampfmaschine, 3. den auf Schiene setzbare Wagen. Vor dem Einsatz dampfbetriebener Fahrzeuge wurden auf Schienen Wagen von **Pferden** gezogen. Durch die Reibungsverminderung auf der Schiene und den Wegfall der dauernden Fahrzeugsteuerung konnten die Pferde ihre Zugleistung voll entfalten. Auf dem europäischen Festland nahm 1828 eine Pferdebahn zwischen Linz und Budweis den Betrieb auf, und es folgte eine Pferdebahn zwischen Prag und Lana. Verwendet wurden auf Schienenwegen etwa im Bergbau auch **stationäre Dampfmaschinen,** die Wagen auf den Schienen an Seilen heranzogen. Dampfgetriebene fahrende Lokomotiven wurden zuerst auf **Kohlebahnen** oder in der Industrie eingesetzt. TREVITHICK baute 1804 eine Dampflokomotive, die "in einem englischen Eisenwerk auf gußeisernen Gleisen 5 Wagen mit 10 t Eisen und 70 Menschen auf einer Strecke von 15 km Länge mit einer Geschwindigkeit von 6,4 km/h zog" (F. KLEMM 1977, S. 418). Die gußeisernen Schienen hielten jedoch die Last nicht lange aus und brachen. Die auf einen verbesserten Typ von TREVITHICK zurückgehende Lokomotive von JOHN BLENKINSOP wurde 1812 in Betrieb genommen. Da BLENKINSON die Schienen für zu glatt ansah, hatte er die Räder noch mit Zähnen versehen, die an eine Zahnstange an der einen Schiene griffen. WILLIAM HEDLEY (F. HENDRICHS 1955) probierte 1813 seine "Puffing Billy", wobei er nachwies, daß die Reibung zwischen Rädern und Schiene ausreichte, um auch größere Lasten zu ziehen. HEDLEYs Lokomotive war die erste, die in dauernden wirtschaftlichen Betrieb eingeführt wurde. Entscheidend für den Aufbau eines Eisenbahnwesen in Großbritannien wurden GEORGE STEPHENSON und dessen Sohn ROBERT (u. a. F. KLEMM 1977). G. STEPHENSON stammte wie andere Pioniere der Industriellen Revolution aus einfachen Verhältnissen. Er wurde 1781 im nordenglischen Kohlebezirk als Sohn eines Dampfmaschinenheizers einer Grube geboren. Er hütete zuerst Kühe, trieb dann Grubenpferde, wurde Hilfsheizer. Er reinigte und reparierte auch Uhren, bildete sich. STEPHENSON wurde dann Aufseher über eine der Boulton & Watt-Dampfmaschinen, die er eingehend untersuchte. STEPHEN-

SON baute 1813 eine erste eigene Lokomotive in den Werkstätten in West Moor und 1823 wurde in Newcastle die Lokomotivenfabrik Robert Stephenson & Co. gegründet. Richtig verwendbar wurde die STEPHENSONsche Lokomotive durch die auch auf STEPHENSON zurückgehende Dampfbremse (E. HEILBORN 1927, S. 40). Im Jahre 1821 wurde das Projekt einer Bahn zwischen **Stockton und Darlington**, im nördlichen England, gebilligt, **1823** die erste Schiene gelegt und mit in Newcastle erbauten Dampf-Lokomotiven mit großen Enthusiasmus am 27. September 1825 dieser erste längere Überland-Schienenweg eröffnet. Auf einem geneigten Teil der Strecke wurden die Wagen mittels einer stationären Dampfmaschine gezogen. Im ebenen Gelände wurde eine Geschwindigkeit von mehr als 13 km / h erreicht. Der Kohletransport überwog die Personenbeförderung. Auch gab es neben dem Lokomotivenbetrieb die Nutzung von Pferden. Eine erste lokomotivenbetriebene Eisenbahn, bei der bald der Personentransport überwog und die als erste Eisenbahn in die Geschichte einging war die am 15. September **1830** eröffnete zwischen der westenglischen Hafenstadt **Liverpool** und der etwa 50 km von ihr landeinwärts gelegenen Industriestadt **Manchester**. Die Landstraße und auch ein etwa 80 km langer Kanal hatten für den Transport auch der Baumwolle zwischen den beiden Städten nicht mehr ausgereicht. Der Transport auf dem Kanal zwischen Liverpool und Manchester dauerte mit über 21 Tagen sogar noch etwas länger als der von den USA über den Atlantischen Ozean. Mit seiner Lokomotive "Rocket" hatte STEPHENSON bei einem Wettbewerb in Rainhill bei Liverpool seine als die geeignetste Maschine vorgestellt. Im Herbst 1830 standen 8 STEPHENSON-Lokomotiven bereit. Der Bau der Strecke Liverpool - Manchester stieß auf Widerstand von Landeigern und mußte schon deshalb auch auf einem Damm durch 5,5 km Sumpfgelände geführt werden. Gebaut werden mußten 63 Brücken, ein etwa 2 km langer Tunnel, 3 km Einschnitte in Sandstein. Um dieselbe Zeit fuhr ein Zug mit 4 von einer Lokomotive gezogenen Waggons zwischen Albany und Schenectady im **USA**-Staat New York.

Der Eisenbahnbau der Folgezeit entlastete den "Arbeitsmarkt", denn die Intensivierung in der Landwirtschaft und die zunehmende Industrialisierung setzte Massen von armen Menschen frei, die für den Eisenbahnbau verfügbar waren. Vielleicht ist das mit das Erstaunlichste: In welcher kurzen Zeit die Eisenbahnlinien angelegt wurden! In Sachsen von Dresden nach Leipzig, der Eisenbahnbau mit Tunnel bei Oberau bei Radebeul in wenigen Jahren. Wie war die Verpflegung, die Unterbringung, kamen die meisten Arbeitenden aus den benachbarten Dörfern? Der Bauenden nicht gedenkend fahren die Reisenden wohl über manche verlorene Leben.

Aber auch bei Dampffahrzeugen wurde nicht nur auf die Schiene gesetzt. Besonderes Aufsehen erregte das **dampfgetriebene Straßenfahrzeug** des vielseitigen

Erfinders und Konstrukteurs GOLDSWORTHY GURNEY, mit dem dieser im Juli 1829 auf der normalen Straße von London nach dem kurz vor Bristol gelegenen Badeort Bath und zurück fuhr, was die erste längere Reise einer dampfbetriebenen Lokomotive war. Es wurden 15 Meilen pro Stunde erreicht. Drei Monate lang wurde 1831 unfallfrei ein dampfbetriebenes Straßenfahrzeug zwischen Gloucester und Cheltenham betrieben. Dann stoppte ein Parlamentsbeschluß die dampfbetriebenen Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen. Hatte GURNEY das Gewicht seines Fahrzeugs auch deutlich verringert, so ließen sich bei dampfmaschinengetriebenen Fahrzeuge eine ziemliche Größe und damit ein größeres Gewicht nicht unterschreiten. Für die wenigen Fahrzeuge konnten nicht ausreichend feste Straßen gebaut werden und die Schiene siegte. Auch ein erfolgreicher Erfinder kann sich also vollkommen verkalkulieren. In dem Dampfmaschinen-Unternehmen ging GURNEY bankrott. Aber der erfolgreiche Erfinder wurde 1863 zum Ritter geschlagen (Wikipedia 2018).

Der **Ausbau der Eisenbahnstrecken** geschah jedenfalls in Europa in folgenden Schritten: 1. Eröffnet wurden einzelne Linien, mit offenem Anfang und Ende, so 1832 die Strecke Lyon - Rive de Gier, 1835 Brüssel - Mecheln, am 7. Dezember **1835** als **erste deutsche Eisenbahn** die Nahverkehrsstrecke Nürnberg - Fürth, 1838 die Strecke Zehlendorf - Potsdam, ebenfalls 1838 die Staatsbahn Braunschweig in das nahe Wolfenbüttel,

**1839** folgte die **erste deutsche Fernstrecke Leipzig - Dresden**. 1833 wurde auf Anregung von FRIEDRICH LIST ein Komitee zur Gründung der Eisenbahn Dresden - Leipzig in Existenz gerufen. Die oberste Leitung für den Bau wurde KARL THEODOR KUNZ (E. BORN 1982) anvertraut. Im Herbst 1835 unternahm KUNZ eine Informationsreise nach Belgien und England, und brachte englische Unterstützung mit, und Schienen mußten auch von England besorgt werden. Der Bau begann 1835 von Leipig und Dresden her. KUNZ, der sich in Oschatz einquartierte, beschäftigte zum Teil 7000 Arbeiter. Am **1. April 1839** wurde die gesamte Strecke, 115,4 km lang, für passierbar erklärt. Besondere Leistungen waren die Elbe-Überquerung in Gröba bei Riesa und der **erste deutsche Eisenbahntunel** bei Oberaus, 513 m lang. Die erste in Deutschland gebaute Vollspur-Lokomotive war die "Saxonia" 1839. Ab **1847** am 1. September gab es die 102,2 km innerdeutsche Grenzen überschreitende Strecke Dresden - und dem im preußischen Schlesien liegenden Görltz, die damnächst weiter nach Breslau führte.

2. Bis etwa 1870 wurde in Deutschland das schon von LIST in großen Zügen entworfene **Streckennetz** ausgebaut, mündeten die großen Linien ineinander.

3. Es kam dann der intensive **Ausbau** von zahlreicher kürzerer Strecken, die an der einen Station blind endenden **Nebenstrecken**, öfters in Schmalspur, in Sach-

sen beispielsweise in Abzweig von der Fernstrecke Dresden - Gera (und weiter) hinauf in das Erzgebirge, wo in Oberwiesenthal Schluß ist. In Agrargegenden gab es "Zuckerübenbahnen".

**FRIEDRICH LIST** (W. BRAUER 1985), der so viel für das Eisenbahnwesen anstieß, war der am 6. August 1789 in Reutlingen geborenes Sohn eines begüterten Weißgerbers. Nach 2-jährigen Lehrzeit beim Vater trat der junge LIST zunehmend höhersteigend in den württembergischen Staatsdienst. Er trat dann auch als Autor und als Professor an der neugegründeten Fakultät für Staatswirtschaft an der Universität Tübingen, der nun 5. dortigen Fakultät, mit eigenen politischen Ansichten etwa über Bürgerfreiheit und Ansichten über Wirtschaft hervor. Diese fanden Mißbilligung. Um einer längeren Festungshaft zu entgehen, emigrierte LIST mit Frau und 2 Kindern 1825 in die USA. Er übernahm eine Farm in Virginia, und war Mitinitiator einer Bahngesellschaft für eine Kohlebahn für den Transport der im Inneren von Virginia gefundene Kohle zur Küste. LIST, seit 1830 Staatsbürger der USA, war 1831 - 1834 USA Konsul in Baden, 1834 - 1837 in Sachsen, 1843 - 1845 in Württemberg. Im Sommer 1833 hatte sich LIST in Leipzig niedergelassen. Das war die Zeit der Einrichtung der Fernbahn Leipzig - Dresden. Er war dann auch in Paris. In München veröffentlichte er 1841 das danach mehrfach aufgelegte, viel beachtete Buch 'Das Nationale System der Politischen Ökonomie'. Er betonte, daß mit Zollgrenzen innerhalb Deutschlands ein gesamtnationales Eisenbahnwesen nicht denkbar war. Er war bei allem Liberalismus auch Befürworter von Schutzzöllen, gegen die britische Konkurrenz, und Befürworter von wirtschaftspolitischer Staatsintervention. Erschöpft ging er 1846 über Tegernsee nach Kufstein, wo er am 30, Novermber mit einer Pistole seinem Leben ein Ende setzte. Das Denkmal in Reutlingen wurde 1854 entworfen von dem sächsischen Bildhauer GUSTAV ADOLPH KIETZ (Wikipedia 2017).

Die **Stahlschienen**, die namentlich ab 1870 an die Stelle der bisherigen gußeisernen Schienen traten, hielten etwa 15mal länger als letztere (H. THOMAS 1984). Auch in Deutschland wurden zunehmend **Lokomotiven** gebaut, in Esslimgem 1870 die 1000 (YouTube SWR).

Mit den neuen Verkehrsmitteln, und zuerst namentlich der Eisenbahn und weniger gewaltig beim Dampfschiff, **endete** die manchmal auch als "Ökonomie der Stagnation" bezeichnete "Wirtschaft des Wartens und des Aufenthalts" (G. MAK 2005, S. 20). Fuhrleute und Gastwirte an Landstraßen erlitten mit dem Aufkommen der Eisenbahnen oft beträchtliche Umsatzeinbußen. Die alle bisherigen Verkehrsmittel an Geschwindigkeit übertreffende Eisenbahn beeindruckte tief, und manchem wird es ergangen sein wie der Mediziner KUßMAUL (1899, S. 103) in seinen "Jugenderinnerungen" berichtete: "So oft mein Vater in den ersten Monaten nach der Eröffnung der Bahn nach Heidelberg kam, mußte ich ihn vor die Stadt an eine



Abbildung 1621: LIST. Reutlingen.




Abbildung 1622: FRIEDRICH LIST. Hauptbahnhof Leipzig.



Abbildung 1623: Zweigbahn bei Dresden 1965.

günstige Stelle im Felde begleiten, wo er den Zug bequem vorübereilen sah. Noch immer höre ich seine Worte: "Nichts ergreift mich mehr als diese Erfindung. Eine neue Welt ersteht, und ich sinne vergeblich, wie sie sich gestalten mag."

Bequem war die Fahrt zunächst nicht, das Gerüttel war wohl zuerst gewaltig. Noch lange hatte die 4. Klasse keine Bänke, man stand auch bei längerem Fahren. Bei manchen Bahnen konnte man noch nach 1945 erleben, daß der Schaffner zur Fahrkartenkontrolle bei fahrendem Zug über die Trittbretter außen zu den getrennten, je mit einer eigenen Tür ausgestatteten Abteilen zustieg. Mit der weiteren Entwicklung, namentlich im 20. Jahrhundert, wurde die Bequemlichkeit beim Reisen wohl so deutlich, daß kaum jemand eine Abkehr wollte.

Die Eisenbahn hatte auf Wirtschaft und Handel umfassende Auswirkungen. Die Ernährung nicht an großen Strömen gelegener Städte, die Versorgung von Industriebetrieben mit Rohstoffen und der Abtransport der erzeugten Produkte – vieles wurde längs der Eisenbahnstrecken möglich, bevor der Auto-Transport und der damit verbundene Straßenausbau das noch erweiterte. Landwirtschaftsprodukte, die rasch und ohne weiten Transport zur Weiterverarbeitung oder gar zum Verbraucher kommen mußten, konnten nun auf weitere Strecken verfrachtet werden und der Ring intensiver Wirtschaft, bisher rings um Siedlungsgebiete, konnte ausgedehnt werden, ja die Intensitätsringe nach THÜNEN, die mit Intensivprodukten nur in Stadtnähe rechnen konnte, verloren ihre Wirksamkeit (L. WIABEL 1933)..

Im Jahre 1845 dauerte die Eisenbahnfahrt von Berlin nach Leipzig 7 bis 8 Stunden. Der schwedische Chemiker JACOB BERZELIUS hat die Fahrt mitgemacht und berichtet in seinen "Reiseerinnerungen aus Deutschland" (s. 1948, S. 32-34) darüber. Man kommt sich wie auf einem heutigen Flughafen vor, wenn man liest: "Es ist erstaunlich zu sehen, wie innerhalb von höchstens 3/4 Stunden die Sa-

chen von mehreren hundert Personen angenommen, gewogen, numeriert und mit der nötigen Vorsicht verpackt werden und die Personen ihre Sitzplätze angewiesen erhalten." 6 Personen kommen in ein "besser" ausgestattetes und mehr teures Abteil. Zum billigeren Preis kommen in einem anderen Wagen 20 bis 30 Personen "auf Bänken wie in einem Hörsaal." An bestimmten Stellen hält der von einer mit 6 Rädern ausgestatteten Dampfmaschine bewegte Zug "an bestimmten Stellen 5 bis 20 Minuten", wo Passagiere aus- und einsteigen "oder wo die Wasserkessel aufgefüllt werden müssen. Zur Mittagszeit hält der Zug eine halbe Stunde", und Passagiere können essen. "Wenn die Glocke ertönt, muß man sofort aufbrechen, auch von der halb verzehrten Mahlzeit weg ... Die Bewegung der Räder gegen die harten Schienen, deren Verbindungsstellen, die nicht vollkommen ohne Ungleichmäßigkeit bleiben können, und anderes verursachen eine eigentümliche Erschütterung, die verschieden von der in gewöhnlichen Wagen ist, und ein Geklapper, das die Unterhaltung mit anderen als denen, die einem genau gegenübersitzen, sehr erschwert. Im übrigen sitzt man sehr bequem."

Beim **Truppentransport** besonders 1870 gegen Frankreich meisterte die Eisenbahn ihre Bewährungsprobe. Etwa in Preußen wurde die Eisenbahn namentlich in den 80-er-Jahren des 19. Jh. zunehmend **vom Staat** übernommen

Seit 1880 verringerte sich in Deutschland die Zahl der pro Jahr gebauten Kilometer Eisenbahnstrecke. Mit dem Kraftomnibus nach 1900 verloren die Kleinbahnen an Bedeutung, verstärkt in neuerer Zeit.

## Eisenbahnen in verschiedenen Staaten

Der vom Material, dem Stahl, und den Arbeitskräften aufwendige Eisenbahnbau ging vielerorts erstaunlich rasch vonstatten, konnten doch offensichtlich ausreichend Arbeiter, zu oft wohl kaum annehmbarer Entlohnung, mobilisiert werden.

Ein starker und rascher Ausbau von Eisenbahnlinien geschah im Mutterland der Eisenbahnen, im industrialisierten **Großbritannien**. 1833 entstand die Verbindung von Manchester nach Birmingham. London besaß 1838 Eisenbahn-Verbindung nach Birmingham, 1841 nach Southampton. Von London nach Newcastle reiste STEPHENSON 1844 in 9 Stunden. Schon beim Bau der Stockton - Darlington-Bahn und beim Lokomotivbau wirkte mit STEPHENSONs Sohn ROBERT, der dann weiterhin beim Streckenbau wirkte. Unter dem später namentlich als Schiffbauer bekannt gewordenen I. K. BRUNEL (R. A. BUCHANAN 2004) wurde der Südwesten Englands mit der Eisenbahn erschlossen, zuerst von Paddington nach Bristol, später erweitert, so bis Cornwall, zuerst in Breitspur. Große Brücken waren

nötig an der Strecke Chester - Holyhead, letzteres im Nordwesten von Wales, Abfahrtshafen für Schiffe nach Dublin, das so enger an das Innere Englands gebunden wurde.

ALOIS Ritter VON NEGRELLI (Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich 20. Theil, 1869, S. 123 ff.) leitete den Eisenbahnbau in der **Schweiz** und dann in **Österreich** sowie anderen Teilen der **Habsburgischen Monarchie** ein. 1841 fuhren die Züge auf der Strecke Wien – Olmütz, zwischen 1842 und 1848 erstanden die Strecken Olmütz – Prag, von Prag bis Bodenbach, von Brünn bis Böhmisch-Trübau. Im Osten entstanden in der Folgezeit die Strecken von Lemberg nach Brody, und die nach Czernowitz.

In **Rußland** (Wikipedia 2016) war die erste Eisenbahnstrecke die von St. Petersburg nach den Sommersitzen des Zaren, in Zarskoje Selo, heute Puschkin, und Pawlowsk, 27 km lang. 1836 fertiggestellt. Ab 1838 wurde die Strecke nicht mehr oft von Pferdebahnen, sondern nur noch von Lokomotiven befahren. Im August **1861** war Rußlands erste lange Strecke, die von St. Petersburg nach Moskau vollendet, 650 km lang. Im Jahre 1861/1862 gab es durchgehende Zugverbindung **Berlin** - Königsberg - Wirballen - Dünaburg - St. Petersburg, 1862 Berlin - Warschau und Warschau - St. Petersburg. In TOLSTOIs späten Novellen wird die beeindruckende Bequemlichkeit auf der russischen Eisenbahn geschildet. In **Italien** mußten die Zerstörungen nach dem Krieg 1859 beseitigt werden. **Spanien** besaß 1860 erst knapp 2000 km Eisenbahn, um 1914 über 15000 km.

Auch in außereuropäischen Regionen der Erde wurden Eisenbahnstrecken angelegt, oft ebenfalls in kurzer Zeit. 1836 fuhr die erste Eisenbahn in **Canada**, 1849 wurde in **Peru** nahe der Pazifikküste die Eisenbahn Lima - Callao gebaut. 1850 folgte mit der Eisenbahn **Mexico**. In **Ägypte**n gab es 1853 die Eisenbahnstrecke Kairo - Alexandria, 1857 Kairo - Suez. Im Jahre 1854 wurde durch britisches Kapital in **Argentinien** mit dem Bau der Western Railway/Ferrocarril del Oeste von Buenos Aires in die Umgebung begonnen (D. ROCK 1987). Zwischen 1863 -1870 folgte in Argentinien die Verbindung zwischen Rosario und Cordoba. In **Brasilien** plante ab 1856 bis zu seiner baldigen Rückkehr nach London Eisenbahnstrecken Sir JAMES BRUNLEES (M. CHRIMES 2004), auf den auch in Irland und England Eisenbahnstrecken zurückgehen und auch in **Venezuela**. In **Südafrika** wurde der Eisenbahn-Bau 1857 begonnen. 1855 verband am **Isthmus von Panama** eine Eisenbahn den Atlantik mit dem Pazifik, also den Atlantikhafen Colon mit dem Pazifikhafen Panama, genutzt etwa durch nach Kalifornien strebende Goldsucher, die an der Pazifikküste Panamas mit dem Schiff weiterfuhren.

In **Japan** fuhr eine Eisenbahn 1870. **China** erhielt Eisenbahnen relativ spät, zuerst Schmalspurbahnen für den Rohstofftranport, so 1876 die von einem britischen Un-

ternehmen begründete Wusungbahn für die Erschließung des Hafen von Shanghai. Zu Anfang des 20. Jh. gab es in China etwa 9000 km Eisenbahnstrecke (Wikipedia 2019). In **Thailand** gab es die Eisenbahn in den 90er Jahren des 19. Jh.

Der **Westen Afrikas**, das Hinterland der seinerzeit portugiesischen Kolonie **Angola**, wurde erschlossen durch die ab 1903 begonnene und 1929 fertiggestellte **Benguelabahn**, 1344 km lang, von der im Westen Angolas gelegenen Stadt Lobito und dann Benguela nach Katanga in der damaligen Kongo-Kolonie. Der Zug benötigte für die Fahrt auf der ganzen Strecke bis zu 3 Tage. Die wertvollen Ressourcen Katangas sollten so nach der Atlantikküste geschafft werden, Für die Heizung mit Eucalyptus-Holz wurden eigene Plantagen angelegt (Wikidpedia 2019). Eine weitere Eisenbahn führt dann quer durch den afrikanischen Kontinent nach DaresSalam an der Ostküste.

In den ehemaligen Kolonien haben die **Kolonialmächte** die größere Eisenbahnen angelegt, für den Rohstofftransport, aber auch für Passagiere. Die Bahnhöfe zeigen heute noch den **Kolonialstil,** sind aber oft eindrucksvolle und von den neuen einheimischen Eisenbahnverwaltungen sauber gehaltene Einrichtungen. In Vietnam haben die Franzosen die Eisenbahnstrecke Saigon/heute Ho Chi Minh-Stadt - Hanoi in den 1930-er- Jahren angelegt, natürlich mi einheimischen Arbeitern gebaut (YouTube 2019). Mit dem Eisenbahnbau bis hinein in tropische Urwaldgebiete wurden bisher fast verschlossene Regionen erschlossen, gab es so etwas wie die Rodungszeit in den mitteleuropäischen Mittelgebirgsregionen im Hochmittelalter. Zahlreiche Menschen kamen bei den auch durch Krankheiten gefährdeten Regionen ums Leben. Die lachenden Menschen der neuesten Zeit leben eben von dem, was einmal opferreich geschaffen wurde.

**Kontinente übergreifende Eisenbahnstrecken** entstanden in zuerst **Nordamerika**. Standen die in Nord-Süd-Richtung ziehenden und somit keine Ost-West-Täler aufweisenden Rocky Mountains Verkehrswegen entgegen und mußten in den noch unbekannten Regionen Pässe für das Gebirge übersteigende Bahntrassen gefunden werden. Das ging also Hand in Hand mit oft erstmaligen geographischen Erkundungen. In den **USA** wurden **bis 1869** 2 **Transkontinentalstrecken** bis zum Pazifik gebaut, die Union Pacific und die Central Pacific, denen noch 4 solche Strecken folgten. Die Arbeiter mußten aus dem Lande ernährt werden. Büffel wurden massenweise erlegt. Die Schwellenleger waren erbärmlich bezahlte Chinesen. Die Bahnen alle trugen zur Besiedlung des noch unbekannten Westens der USA bei. Mit den Eisenbahnen kamen die Siedler, nahmen sich Land, wurde das Indianerleben mehr und mehr beseitigt, viele Indianer umgebracht. Es endete das letzte Indianerleben in der Prärie, das der Sioux, und eine Vernichtung einer leichtsinnigen USA-Truppe am Little Bighorn am 25. Juni 1876 unter General CUSTER konnte darüber nicht hinwegtäuschen



Abbildung 1624: Canada-Eisenbahn verbunden.

Wurden in Europa Eisenbahnen im allgemeinen gebaut, wenn die Gewerbeentwicklung einer Region das nahelegte, so erlebte etwa der Geologe H. CREDNER (1865) auch in New-Brunswick in Kanada, wie dort zuerst und auch mitten durch noch ungenutzte Wälder die Eisenbahn angelegt wurde und man dann von ihr ausgehend richtigerweise die Rodung, Besiedlung und Nutzung der umliegenden Ländereien erwartete. In **Canada** wurden am 7. November **1885** inmitten des Felsengebirges die von Westen wie vom Osten her vorgetriebenen Gleise durch einen letzten Nagel miteinander verbunden, bei Craigellachie, und so war auch das ganz im Westen gelegene British Columbia, das sich Canada angeschlossen hatte, mit Canada durch eine Ost-West-Eisenbahn verbunden.

Der im Erdölgeschäft mit ROCKEFELLER reich gewordene HENRY MORRISON FLAGLER (H. T. 1959) erschloß ab 1886 **Florida** durch Eisenbahnen für Siedler und durch Hotels auch für Touristen.

Ab 1883 fuhr in **Europa** der **Orient-Expreß**, die durchgehende Balkanbahn, bis 1889 bis Varna an der bulgarischen Schwarzmeerküste, von wo die Reise nach Istanbul mit dem Dampfer fortgesetzt werden konnte. Dann fuhr die Eisenbahn, nun 2740 km lang, bis Istanbul. 1892 folgte **die anatolische Bahn** von dem asiatischen Kopfbahnhof Haydarpasa in Istanbul über Eskesehir nach Ankara (B. MOSER et al. 2002, S. 70). Die anatolische Strecke wurde dann verknüpft mit einer Strecke von Smyrna/Izmir an der anatolischen Westküste (ebenda).




Abbildung 1625: Kanada O-W-Eisenbahn fertig.

Die längste Eisenbahnstrecke auf der Erde wurde die **Transsibirische Eisenbahn**. Ihr Bau begann im Mai 1891 von Wladiwostok aus nach Westen und im Juli 1892 von Tscheljabinsk nach Osten. Die Strecke vom Baikalsee nach Wladiwostok führte durch die noch nicht zu Rußland gehörende Mandschurei, was auch wegen Rußlands allgemeinem Vordringen im Osten in Japan und anderswo Besorgnis auslöste. Japan besiegte Rußland 1905, und Rußland legte nun entlang dem Amur eine nur auf russischem Territorium verlaufende neue, 1917 vollendete Linie an. Wie in den USA die Transpazifikstrecken die Besiedlung des mittleren Westens förderten, so die Transsibirische Eisenbahn die Besiedlung und Erschließung von südlichen Teilen Sibiriens. Die Baikal-Amur- Bahn folgte ihr in Sowjetzeiten. Schon vor dem Ersten Weltkrieg begann der Eisenbahnbau südlich der Transibirischen Eisenbahn. **1931** war die die vor 1914 begonnede '**Turksib**', die Turkestan-Sibirische Eisen**bahn** fertiggestellt, von Nowosibirsk nach Almaty und Arys fertiggestellt. Die **Transkaspische Eisenbahn**, ab der 1880er fuhr vom Kaspischen Meer **nach** Buchara und **Samarkand** (Wikipedia 2019).

1903 eröffnet wurde die **Kiruna-Narvik-Bahn**, die schwedisches Eisenerz aus Kiruna in die norwegische Hafenstadt Narvik brachte. Sie ist 180 km lang. 1923 wurde sie elektrifiziert (YouTube 2018).

1901 begann von Damaskus aus der Bau der **Hedjaz** (Hedschas-)**-Bahn** (H. PÖNICKE 1990), 1308 km lang, eine 1-gleisige Schmalspurbahn mit Spurweite 1,05 m, durch Wüsten und über Höhen mit mehr als 1500 Brücken und Durchlässen, mit 98 Haltepunkten, die Pilger zu den heiligen Orten des Islam nach Mekka und Medina bringen konnte. Auf der letzten Strecke durfte der führende Ingenieur, HEINRICH AUGUST MEIßNER, wegen des strengen Verbots für Fremde in diesem Gebiet, nicht einmal vor Ort sein. Die 1908 abgeschlossen Bahn wurde im

Ersten Weltkrieg von den gegen die Türken kämpfenden Arabern mit T. E. LAWRENCE teilweise zerstört. .

Die Hedschas-Bahn wurde einer Abzweigung der von deutsche Konsortien im Juli 1912 begonnenen **Bagdad-Bahn,** die von Istanbul aus bis nach Basra am Ende des Persischen Golfes geplant war und auf der ein Vier-Tage-Expreßzug von Berlin nach Kuweit möglich werden sollte. Die Bahn war zunächst 1-gleisig, bei einer Spurweite von 1,435 m. Noch im Ersten Weltkrieg wurde an der Bahn von Eskesehir über Konya und Adana nach Damaskus gebaut (B. MOSER et al. 2002, S. 70). Rußland und England sahen sich aus dem Nahen Osten durch Deutschland verdrängt, zumal Mossul mit seinem Erdöl in deutsche Hände zu kommen drohte. Das letzte Teilstück der Bahn wurde wegen des 1918 erfolgenden Zusammenbruches des Osmanischen Reiches jedoch erst 1940 vollendet. 1918 war der deutsche Traum von einer teilweisen Kolonialisierung des Nahen Ostens beendet, jedenfalls vorerst und scheiterte auch mit der Aufnahme von Beziehungen im Zweiten Weltkrieg zum Irak und nach dem Iran.

## Zu technischen Entwicklungen im Eisenbahnwesen

Zu den **technischen Weiterungen** (u. a. E. BORN 1935) im Eisenbahnwesen gehörten u. a.: Zeitweilig gab es 70 verschiedene Spurweiten, England und die meisten in England Lokomotiven kaufenden Länder, Deutschland 1846, einigten sich auf die **Normalspur** von 1435 mm, der Radabstand der englischen Postkutschen. - Besonders in Norddeutschland gab es zunächst nur **Personenwagen mit Einzelabteilen**, was eine Verständigung der Passagiere mit dem Lokomotivführer ausschloß, weshalb etwa ein Beobachter vom Tender den Zug nach hinten schaute oder eine Leine mit Läutewerk am ganzen Zug entlanglief. Die 4. Klasse hatte keine Sitzplätze. - **Signale** waren zuerst bei Tag Fahnen, bei Nacht Handlampen, dazu stets Dampfpfeifen, auch Mundpfeifen. Seit 1845 gab es in England allmählich **Bahntelegrafen**. - **Gebremst** wurde zuerst jeder einzelne Wagen. Die **Luftdruckbremse**, die den gesamten Zug bremste und die Einzelbremsung von jedem Wagen beseitigte, stammt im wesentlichen von GEORGE WESTINGHOUSE 1867, der 1869 die "Westinghouse Air Brake Company" organisierte. Mit sicheren Bremsen konnten die Eisenbahnzüge ihre Geschwindigkeit erhöhen. In Deutschland führte die Eisenbahn die um 1900 von GEORG KNORR (E. BORN 1980) konstruierten Einkammer**bremsen** ein, für deren Herstellung 1906 das Bremsenwerk in Rummelsburg/Berlin errichtet wurde. - 1840 gab es in den USA den ersten maschinellen Fahrkartendrucker. Die Fahrkarten wurden bis gegen 1880 in Europa im Zuge entwertet. Der Schaffner ging bei kleineren Zügen mit voneinader völlig getrennten Einzelabteilen während der Fahrt auch über das Trittbrett außen

von Abteil zu Abteil. Entwertung der Tickets gab es dann an Bahnsteigsperren. - Beim ersten deutschen Eisenbahn**unfall** am 25. Dezember 1835 entgleiste ein Wagen, den die Passiere wieder auf die Schienen hoben. Am 20. Dezember 1880 brach unter einem Zug die Brücke über den Firth of Tay in Schottland und 200 Menschen ertranken, was Eindruck hinterließ und FONTANE zu einem Gedicht veranlaßte.

## Weiterer Ausbau der Dampfschiff-Fahrt auf Flüssen erdweit

Dampfschiffe waren bei der **Erschließung ferner Gegenden** auf dem Wasserweg wichtig, so bei der Erschließung des Westens und Nordwestens der **USA**. Rings war mehr oder weniger Wildnis, lebten zumindestens noch keine oder kaum Amerikaner aus Europa. Auf dem Fluß, wenn ruhig, konnten die Dampfboote in die Weiten vordringen, auch mit Siedlern. Und auch in anderen Ländern, so in Englands Kolonien, etwa Indien, wurde mit Dampfbooten auf den großen Strömen die Erschließung vorangetrieben.

Der teils mit FULTON, dem Konstrukeur des ersten Schaufelraddampfers verbundene NICHOLAS J. ROOSEVELT (C. W. M. 1963) baute 1811 in Pittsburgh das Dampfboot "New Orleans" und fuhr in 14 Tagen von dort den **Ohio River und den Mississippi** hinab nach New Orleans nahe der Mississippi-Mündung. 1804 bis 1806 war auf einer bis zum Pazifik führenden Expedition durch LEWIS und CLARK der **Missouri River** von der Mündung nach dem Inneren noch auf Indianerbooten erschlossen worden, und **1819** fuhr auf dem unteren Missouri River als erstes Dampfboot die "Independence". 1832 fuhr die "Yellowstone" auf dem Missouri aufwärts bis zur Mündung des Yellowstone River. Nach 1858 kam die Konkurrenz auch der Eisenbahn.

In **Indien** fuhr ein Dampfschiff in den 1830er-Jahren auf dem **Ganges** (G. BASALLA 1967, S. 620). In **Australien** verkehrte 1840 ein Dampfschiff auf dem Hunter-Fluß, der bei Newcastle nördlich von Sydney an der Ostküste von Australien in den Pazifik mündet. In **Sibirien** wurde 1844 bei Irkutsk als erster der Dampfer "Nicolaj" für den Baikalsee zusammengebaut und es fuhren wenige Dampfer auf dem Ob zwischen Tjumen und Tomsk (O. FINSCH 1879). Dampfschiffverkehr auf dem **Amazonas** in Brasilien bestand seit 1852, und 1858 kam eine Einigung mit Peru über den grenzüberschreitenden Dampfschiffverkehr auf dem Amazonas zustande.

## Schiffe auf den Ozeanen

Auf den **Meeren** wurden noch lange zahleiche **neue Segelschiffe** in Dienst gestellt, und da das Transportaufkommen stieg wurden besser ausgestattete Segelschiffe jetzt gebaut, die größten am Ende des 19. Jh. Die veraltet wirkende Technik der Segel erfuhr also ihre höchste Steigerung als neue Technik, die Dampftechnik, sich entwickelte. Es war auch eine Frage der Kosten, auch der Aufnahme der Brennstoffe, damals Kohle. Segelschiffe waren rentabler, wo es auf die Geschwindigkeit beim Transport von Gütern nicht sehr ankam. Überlegungen zu Segelschiffen kehrten deshalb bis in unsere Tage immer wieder. In der Mitte des 19. Jh. benötigten die schnellsten Segelschiffe für die Fahrt von China nach London etwa 90 Tage (H. THOMAS 1984), was als kurze Zeit und diese als wichtig für den möglichst raschen Transport der Teeblätter galt. Erst 1904 gab es in Großbritannien mehr Dampf- als Segelschiffe.

1815 überführte der Kapitän MOSES ROGERS (O. W. H. 1963) den Dampfer "Eagle" zu Wasser von New York nach Baltimore und führte so erstmals einen Dampfer auf dem Meer. Schaufelräder waren gegenüber den Wogen der Ozeane anfällig. Dampfmaschinen dienten auf den Ozeanen zuerst nur als Hilfsantrieb neben den Segeln. Das war zuerst der Fall bei der 1819 den Atlantik überquerenden, Baumwolle transportierenden "Savannah". ROGERS hatte die New Yorker Erbauer der "Savannah" zum Einbau einer Dampfmaschine überzeugen können. Am 22. Mai 1819 verließ Kapitän ROGERS die Stadt Savannah an der Ostküste der USA und gelangte nach 29 Tagen und 11 Stunden nach Liverpool. 26 Tage und 3 Stunden davon waren Segel benutzt worden. Das Schiff wurde dann noch nach Stockholm und St. Petersburg geführt, aber auf der stürmischen Heimfahrt wurde auf Segel erst im Savannah River, also wieder in den USA, verzichtet. Zwischen Liverpool und Dublin wurde 1824 eine Dampferlinie eröffnet und auf ihr verkehrten bald 42 Schiffe (F. BRAUDEL 1986, S. 416).

Dampf als Aushilfskraft benutzten die Engländer 1825 bei der Fahrt nach Kalkutta, wozu ein anderes dieser Schiffe 113 Tage benötigte.

England besaß 1830 315 Dampfschiffe, 1835 538 (Lexikon-Angaben).

MACGREGOR LAIRD (J. HINT 2004) wollte das Gebiet des Niger, dessen Mündung in den Atlantik 1830 gefunden worden war, unter Weglassen der Sklaverei für den britischen Handel, mit Palmöl vor allem, erschließen. Das scheiterte zwar an den afrikanischen Zwischenhändlern, die, sicherlich nicht unberechtigt, selbst den Handel führen wollten. Aber immerhin hat LAIRD für die Westafrika-Reise das 1832 bis 1834 in See gestochene erste **voll eiserne Dampfschiff**, die "Alburkah" dem Ozean anvertraut. Das erste Schiff, das **allein mit Dampfkraft den Atlantik**

überquerte, 1838 von London nach New York über Cork an der Süd-Küste Irlands, ausgestattet noch mit Seitenrädern, 703 Tonnen schwer, war die "Sirius", mit 40 Passagieren. Mit Einsatz des letzten Holzes zum Anheizen der Dampfmaschine auf der letzten Etappe vermied der Kapitän das Setzen der Segel, die mögliche mitgenommene Hilfe (British Encyclopdia).

JOHN SCOTT RUSSELL (D. K. BROWN 2004 b) in England befaßte sich auch mit der besten Form für Schiffe. Für die Ozeane wurde zunächst gefürchtet, daß die als Treibstoff mitzuführende Kohle so viel an Ladung beansprucht, daß reine Dampfschiffe auf den Meeren unrentabel sind. Dampfmaschinen schienen auf einen Hilfsantrieb beschränkt zu sein. Ein manches Wagnis eingehender Schiffbauer in England wurde ISAMBARD KINGDOM BRUNEL (R. A. BUCHANAN 2004), Sohn des ebenfalls bedeutenden Zivilingenieurs MARC BRUNEL. Nach I. K. BRUNEL Plan wurde als damals größtes Ozean-Dampfschiff, die "Great Western, in Bristol gebaut, mit Holzrumpf und Schaufelrädern. Auf ihrer auf ihrer Jungernfahrt 1838 kam die "Great Western" in New York mit noch einigem übrigen Kohlevorrat an, was die Befürchtung vor der generellen Kohleknappheit bei Ozeanreisen in Zweifel stellte. In Verbindung der Südwestbahn ab London und anschließenden Schiffsverkehr erstrebte BRUNEL eine möglichst rasche Verbindung von London nach New York. Konkurrierende Dampfer gingen von Liverpool ab. Unter BRUNEL wurde in Bristol als erstes großes Eisenschiff und als erste großes Schraubenschiff die "Great Britain" erbaut und am 19. Juli 1843 vom Stapel lief, jedoch wegen ihrer Größe erst im Dezember 1844 konnte sie in den Avon River und dann in den Ozean fahren, um niemals nach Bristol heimkehren zu können. Sie lief von Liverpool aus, strandete 1846 an der Nord-Küste von Irland, transportierte Soldaten im Krimkrieg und fuhr dann nach Australien. Für den Schiffsverkehr auf dem Ozean für Post und Passagiere nach Australien bauten 1851 I. K. BRUNEL und SMITH 2 Schiffe, von denen die "Victoria" die Strecke in 60 Tagen bewältigte (D. K. BROWN 2004). Um weite Strecken zurükzulegen, wurden an verschiedenen Küstenorten der Erde Kohlebunker eingerichtet.

Auf RUSSELLs Werft begann 1852 der Bau des von I. K. BRUNEL (R. A. BUCHANAN 2004, A. FÜRST 1926) entworfenen Riesendampfers "Great Eastern", mit 2 Seitenrädern vo je 370.000 kg und einer Schraube von 36.000 kg, der Rumpf 207,25 m lang, 25,14 m breit, Tiefgang 7,8 m, 4 Schornsteine, 6 Masten, Kohlebunker für 10.000 kg Kohle, Besatzung von 400 Köpfen, mit möglicher Aufnahme von 4000 Gästen. Die Probefahrt 1859, in der Zeit von BRUNELs Tod am 15. September 1859 – benötigte von Sothhamton nach New York zwar nur 11 Tage und die "Great Eastern" war damals damit das schnellste Schiff der Welt. Ankern konnte das Riesenschiff nur weit außerhalb der meisten Häfen. Es sollte schlingerfrei sein, aber bei der zweiten recht stürmischen Fahrt rutschten

die nicht angeschraubten Tische in ziemliches Durcheinander, Beschädigungen des glücklicherweise doppelten Rumpfes an einem Felsenriff konnten wegen der Größe des Schiffes nicht auf einem Dock, sondern mußten durch Taucher erledigt werden. Auf einer 3., wiederum stürmischen Fahrt zerbrachen die Schaufeln und Radarme und die Eastern Steam Navigation Company geriet, auch wegen des nun schlechten Rufes des eben doch mit manchen Mängeln behafteten Riesenschiffes, in Schulden. Dem Riesenschiff Truppen anzuvertrauen erschien zu gewagt. Die "Great Eastern" war dann Kabellege-Schiff, wurde aber darin von eigens dafür gebauten Schiffen überrundet. Das Riesenschiff war dann 1884 schwimmendes Hotel vor New Orleans, 1885 Kohlebehälter vor Gibraltar, wurde 1886 Ausstellungsstück und wurde 1889 abgewrackt.

Die neuen Schiffe trugen dann noch mehr als seit dem 15./16. Jh. gegeben zur Weltmacht der europäische Mächte bei (A. W. 1961). Konnten einst nur Luxuswaren oder hochwertige Güter wie Edelmetalle weithin transportiert werden, so kam mit dem modernen Seeverkehr der 'globale Austausch' "von Industrieprodukten, Rohstoffen und Lebensmitteln, und zwar in riesigen Mengen und Werten und mit dem zugehörigen Fluss von Menschen und Geld. Das war eine ökonomische Revolution ..." Und das ging zuerst von Europa aus und begründete die seinerzeitige "Ausdehnung der europäischen Herrschaft, offen oder verdeckt, über gigantische Landstriche der nichteuropäischen Welt - ..." (J. DARWIN 2010, S. 27).

## Verkehrs"revolution" im Zusammenhang mit der gesamten technischen Entwicklung

Innerhalb weniger Jahrzehnte besonders ab etwa 1890 wurden die neuen Verkehrsmittel entwickelt, kam es zur Motorisierung mit Kraftwagen und schließlich im 20. Jh. zum Flugzeug, zu den zeitweilig in der untergeganenen "Titanic" gipfelnden neuen Ozeanschiffen, auch zum modernen Fahrrad. Nur auf der Grundlage **zahlreicher technischer Errungenschaften**, in ihrem **Zusammenhang**, war das möglich, und die Einzelerfindung konnte ohne das nicht verwirklicht werden. Die "moderne" technische Welt entstand nicht wegen einzelner Genies, sondern wegen der vielen Begabten, die mitarbeiteten, was die besonders genialen Geister nicht entwertete. Nur weil sich die verschiedensten Gebiete entwickelten konnte die europäisch-nordamerikanische Welt und dann mit Japan die technische Führung übernehmen. Die neuen Motoren und Turbinen, die dafür und für anderes neuen Werkstoffe, so die Metall-Legierungen, für manche Fahrzeuge der Gummi, die Antriebsstoffe, namentlich das Erdöl – **nur im Verbund** dieser verschiedenen Dinge konnte die technische "Moderne" zustandekommen – und die anderen Mächte trotz mancher Einzelerrungenschaften auch dieser eine Zeit lang abhängen.

## Tunnel

Die Eisenbahn, aber auch andere Verkehrsmittel, später namentlich der Kraftverkehr, strebten nach möglichst kurzen Strecken. Große Flüsse oder Meeresteile wurden durch Brücken überquert oder durch **Tunnel** unterquert. Vor allem mußten Tunnel auch **Berghindernisse unterqueren**.

Flußunterquerungen gab es zuerst in England. Nach dem aus Frankreich stammenen Sir (MARC) ISAMBARD BRUNEL die Themaseunterquerung eingeleitet hatte, wurde in London unter seinem Sohn ISAMBARD KINGDOM BRUNEL (H. STRAUB 1949, A. M. WOOD 2004) ab 1825 der 11-mal von Wassereinbruch bedrohte **Tunnel unter der Themse** gebaut, im März 1843 für Fußgänger eröffnet, 1869 von einer Eisenbahn durchfahren.

Schon beim frühen Eisenbahnbau mußte durch Tunnel **hügeliges bis bergiges Gelände unterfahren** werden. Beim Bau der 1839 eröffneten Eisenbahn Dresden – Leipzig mußte bei Oberau vor Dresden ein längerer Tunnel geschaffen werden.

Tunnel durch die Alpenmauer schufen eine Verbindung vom Norden der Alpen nach den Süden und man sah den Gotthardtunnel als so wichtig wie den Suezkanal und auch BISMARCK war daran interessiert (YouTube). Starke Steigungen und windungsreiche Strecken waren durch Tunnel zu vermeiden,

Der Tunnelbau erforderte unter anderem die Entwicklung der Bohrmaschinen sowie starke Sprengstoffe. In den **Alpen** (Schweizer Lexikon) erstanden 1857 bis 1871 der 12, 23 km lange Mont-Cenis-Tunnel, ab 1872 in 9 Jahren der etwa 15 km lange Gotthard-Tunnel, ab 1898 in 7 3/4 Jahren der 19, 823 km lange, durch ein 2135 m hohes Bergmassiv führende, am 1. Juni 1906 dem Verkehr übergebene doppelte Simplon-Tunnel von Brig in der Schweiz nach Iselle in Italien. Beim die Kosten ummer wieder übersteigenden Bau des Gotthard-Tunnels verloren 177 Arbeiter ihr Leben, andere mußten wegen der Hakenwurm-Krankheit oder Silikose ausscheiden. Beim Simplon-Tunnel mußten gegen 1 Million Kubikmeter Gestein hinweggesprengt und weggeführt werden, waren etwa 4 Millionen Bohrlöcher nötig gewesen, 5330 km Zündschnur, 1350 Tonnen Dynamit, waren um 4000 Arbeiter bei Temperaturen bis 56°C beschäftigt

Die moderne Welt, in der zu Recht möglichst niemand verunglücken soll, wurde mir Opfern errichtet, die bei Jubiläumsfeierlichkeiten über die Leistungen leicht untergehen.

## Brücken - über breite Flüsse und Meeresarme

Kühn waren manche Meeresteile oder große Flüsse überquerende **Brücken** (Wikipedia, YouTube u. a. so 2019). Die einst berühmte Brücke von Ironbridge am Severn war eine Gußeisenbrücke, erbaut zwischen 1772 und 1777-

Große Brückenbauten kamen vor allem mit dem **Eisenbahnverkehr**. Er sollte auf möglichst gerader Streckenführung beruhen. 3000 m lang war die von 1871 - 1879 erbaute Brücke über den **Firth of Tay,** entworfen vom Ingenieur THOMAS BOUCH. 10 Millionen Ziegelsteine, 15.000 Faß Zement waren verbaut worden. Am 28. Dezember 1879 stürzte die Brücke ein und riß alle Personen in dem gerade darüberfahrenden Eisenbahnzug in den Tod. Unter anderem hatte sich in der Zeit vom Baubeginn bis 1879 die Geschwindigkeit der Züge erheblich vergrößert. Die Windstärke war teilweise stärker, als zunächst angenommen wurde. BOUCH starb 1880 und erlebte den gegen ihn geplanten Prozeß nicht mehr. 1890 eröffnet wurde die 2523 m lange Brücke über den **Firth of Forth**, die **nur aus Stahl** errichtet wurde. Als eine Meisterleistung britischer Ingenieurkunst gilt die **1905** eingeweihte Brücke über den **Sambesi-Fluß** unterhalb der **Victoria-Fälle**, und die eine wichtige **Eisenbahnverbindung** im östlichen und südlichen Afrika ermöglichte, von **Dar es Salam nach Kapstadt**.

Das Ende des 20. Jh. und das 21. Jh. kennen imposante Brückenüberquerungen von Längen, vo denen vorher nur geträumt werden konnte. Im **Osten Kanadas** wurde eine 12.800 m und damit fast 13 km lange Brücke zwischen dem Festland in New Brunswiek und der **Prinz-Edward- Insel** 1997 eingeweiht, die Confederation-Brücke (Wikipedia u. a. 2019). Der Überquerung eines breiten Tales, das des Flusses Tarn, Süd-Frankreich, diente für Autos der 2004 eingeweihte **Viadukt von Milau**, 2460 m lang. Am 12. August 2004 eröffnet wurde den **Golf von Korinth** in Griechenland übequerende Rio-Andirrio-Brücke, 2883 m lang, beie einer Meerestiefe von 60 m, mit schlickigem Untergrund, die vor allem auch die dort häufigen schweren Erdbeben berücksichtigen mußte. **China** übertrumpfte mit der 2018 eröffneten Brücke von **Hongkong nach Macau**, 55.000 m lang. Man nähert sich also der 60 km-Länge.Wird des einmal gelingen die etwa 90 km breite Beringstraße zwischen Ost-Sibirien nach Alaska zu 'überbrücken'?

## Innerstädtische Bahnen - Nahverkehr

**Pferdegezogene Straßenbahnen** gab es ab 1828 in **Paris**, und zwar 8 innerstädtische Linien, die bald auf ein Netz von 28 Strecken ausgebaut wurden (W. JASPER 2005). Von 1832 in New York werden 1832 angegeben, 1862 in England, in Kopenhagen, 1865 Berlin (F. KLEMM 1941). BRUNO H. BÜRGEL (1919,

S. 20) erinnert sich an **Berlin** um 1882: "Da bimmelten noch winzige Pferdebahnen mit einem Pferdchen durch die zur Hochsommerszeit schläfrig-stillen Straßen, ..."

In Paris fuhren 1875 - 1900 **Druckuft**trieb**wagen** der Bauart LOUIS MEKARSKI, wobei der Abtrieb durch die ausströmende, immer wieder zu erneuernde Luft geschah, was allerdings auch Vereisung am Austrieb brachte. MEKARSKI war zu der Konstruktion gekommen um 1872 (Internet).

Eine **elektrische** Ausstellungs**bahn** ließ die Fa. SIEMENS & HALSKE **1879** auf der Berliner Gewerbeausstellung fahren. Von Lichterfelde Ost zur Hauptkadettenanstalt bei Berlin fuhr 1881 eine elektrische Bahn. Im Jahre 1881 fuhr in Richmond/USA eine völlig elektrifizierte Straßenbahn (BORN 1954). Die AEG übernahm die amerikanischen Erfindungen und Erfahrungen. Das erste größere deutsche Straßenbahnnetz gab es 1890/1891 in Halle/S., 10,5 km lang. Im Jahre 1890 gab es eine Straßenbahn in Florenz. Oberleitungsdrähte wurden vielerorts zuerst aus ästhetischen Gründen abgelehnt, kamen ab 1891. 1903 fuhr eine elektrische Lokomotive zwischen Zossen und Marienfelde 200 km / Stunde. Nach den Erinnerungen des in München 1910 studierenden späteren Kindermediziners PEIPER (1969, S. 40) "saßen auf den Hauptverkehrsplätzen neben den Weichen auf kleinen Stühlchen Frauen, die die Weichen für die ankommenden Wagen mit einem Eisenstab nach Bedraf stellten." Ja, es gab schon zeitbedingte Berufe.

## Fahrrad

Vorläufer des Fahrrads ist die "Laufmaschine", und bekannt wurde die 1817 vom badischen Forstmeister KARL VON DRAIS erfundene Laufmaschine, ein zweirädriges Gestell mit lenkbarem Vorderrad, auf dem der Fahrende sitzt und sich mit speziell verstärkten Schuhen vom Boden abstößt. Noch weiß man nicht, daß eine Bodenberührung des Fahrers für das Verkehrsmittel nicht nötig wäre. Nach jedem Abstoßen wird das Gefährt ein Stück vorwärtsbewegt. Es konnten bis 20 km/Stunde erreicht werden. Es gab verschiedene Verbesserungen, auch anderswo, während DRAIS nach einer wenig erfolgreichen Braislienreise (Meilensteine der Natruwissenschaft und Technik YouTube) herunterkam, auch im Trunk (F. M. FELDHAUS 1924). In Mannheim gab es vom Großherzoglichen Oberhofmarschallamt die Anordnung: "Das Laufen mit den Laufmaschinen ist nur in der Mitte der Hauptwege gestattet, auf den Fußpfaden und allen Nebenwegen verboten." Mit dem Lösen der Füße vom Boden auf dem trotzdem nicht umkippenden fahrenden Fahrrad gab es bedeutende Verbesseungen Eine entscheidende Verbesserung war eine Tretkurbel am Vorderrad, was 1845 H. MILIUS in Themar in Südthüringen einführte (CROON 1939). Der Fahrer konnte nun auf dem Fahrzeug sitzen und

bewegte mit den Beinen die Tretkurbel. Der französische Mechaniker ERNEST MICHAUX stellte 1867 auf der Pariser Weltausstellung die ersten brauchbaren, mit Tretkurbel ausgestatteten Zweiräder aus und gründete die erste Fahrradfabrik der Welt. An die Stelle der Holzrahmen traten 1869 in Frankreich Stahlrahmen. Die Räder erhielten Drahtspeichen und Rollenlager. Das Fahrrad blieb zuerst Sportgerät. Um 1880 kamen die Hochräder auf, wobei das Rad mit Vollgummi-Bereifung durch seine Höhe es möglich machte, bei einer Tretkurbelumdrehung weit voranzukommen, natürlich mit entsprechender Kraftleistung. Weniger gefährlich waren die Dreiräder, mit 2 Hinterrädern, was ein Umkippen verhinderte. Mit der Kette wurde schlie´lich das Hinterrad angetrieben. 1888 wurden die pneumatischen (luftgefüllten) Gummireifen eingeführt. ERNST SACHS, 1895 Mitbegründer der Schweinfurter Kugellagerwerke FICHTEL & SACHS, brachte 1894 die Freilaufnabe (F. HENDRICHS 1955). Eine erste führende Fahrradfabrik wurde die von ADAM OPEL (H. CHR. v. SEHERR-THOß 1999 a) in Rüsselsheim, der vom Nähmaschinenbau zur Fahrrad-Herstellung überging, 1892 Hochräder baute, 1887 Niederäder. In Hannover wurde 1898 der erste Radfahrweg in Deutschland angelegt, das Fahrrad also in die Verkehrsplanung einbezogen.

## Luftgefüllte Gummireifen

Luftgefüllte Gummireifen bildeten eine große Erleichterung beim Fahrad und ebenso bei den bald aufkommenden Kraftfahrzeugen. JOHN BOYD DUNLOP (B. W. BEST et al. 2004). war der 1840 in Dreghorn in Ayrshire in Schottland geborene Sohn eines Landwirtes, wurde Tierarzt und zog als solcher 1867 nach Belfast, Irland. Klagen seines neun Jahre alten Sohnes über sein Fahrrad mit Vollgummireifen, wird berichtet, haben den mit Kautschuk nicht unerfahrenen DUNLOP zu Versuchen angeregt. Das Prinzip des luftgefüllten Gummireifens war aber 1845 , wobei das Prinzip des Gummireifens 1846 schon einmal für den vielseitigen Erfinder ROBERT WILIAM THOMSON (G. C. BOASE et al. 2004) patentiert worden, der zwischen 1867 und 1873 weitere Patente dazu nahm. THOMSON, der in der Zuckerindustrie auf Java tätig gewesen war, dachte an Fahrzeuge, vielleicht mit Dampf, die mit dicken Reifen auf rauhen Fahrwegen fahren. DUNLOP erhielt ein britisches Patent 1888. Die kommerzielle Produktion begann 1890, durch die "Byrne Brothers India Rubber Company", später genannt "Dunlop Rubber Company, Ltd." Das Unternehmen erwarb eigene Kautschukbaumplantagen auf der Malayischen Halbinsel. DUNLOP, gestorben 1921, führte zuletzt ein eher ruhiges Leben.

## Kraftwagen

Selbstfahrende Wagen für den Indivualverkehr auf Straßen, ein alter Traum, wurden durch benzingetriebene Motoren möglich. Dampfmaschinen für Landfahrzeuge waren für Straßen zu schwer gewesen und ihr Ingangsetzen und Ausschalten waren aufwendig.

Der eine Auto-Erfinder, CARL BENZ (1925), war am 26. November 1844 in Karlsruhe als Sohn eines bald verstorbenen Lokomotivführers geboren worden. Am Polytechnikum in Karlsruhe hatte ihn FERDINAND REDTENBACHER um 1860 darauf aufmerksam gemacht, daß für die Dampfmaschine Ersatz gefunden wurden müßte. BENZ arbeitete in Konstruktionsbüros, gründete 1871 eine eigenes, "mechanische Werkstätten" genanntes Unternehmen, das dann zur "Mannheimer Gasmotorenfabrik" entwickelt wurde. Im Frühjahr 1885 unternahm BENZ auf seinem Hof erste Fahrversuche mit einem von einem seiner Benzinmotoren angetriebenen, wegen der Lenkung dreirädrigen Fahrzeug, nahm am 29. Januar 1886 sein erstes Patent auf einen praktisch brauchbaren Motorwagen, erschien auch in der Öffentlichkeit mit dem Fahrzeug , das eher als Spielerei betrachtet wurde. Fehler auf Fehler wurden aber beseitigt. Die Ehefrau von BENZ und zwei seiner Söhne unternahmen im Sommer 1888 ohne vorher den Vater zu fragen eine Fernfahrt im Automobil von Mannheim nach Pforzheim, bei der es gewiß viel zu reparieren und auch zu schieben gab, aber doch die prinzipielle Brauchbarkeit der Erfindung deutlich wurde.

Der zweite, der 1834 geborene bedeutende Kraftwagenerfinder GOTTLIEB DAIMLER (P. SIEBERTZ 1940) stammte aus einer Bäckerfamilie der schwäbischen Stadt Schorndorf, lernte Büchsenmacher, interessierte sich für LENOIRs Gasmaschine, arbeitete in Metallwarenfabriken und trat, nach der Bekanntschaft mit WILHELM MAYBACH, 1872 in die in Schwierigkeiten geratene, 20 Arbeiter beschäftigende Gasmotorenfabrik Deutz ein.

Hier suchte DAIMLER, der die Firma voranbrachte, nach dem vom Stadtgas unabhängigen "Motor der Kleinindustrie". Auf einer Rußlandreise 1881 befaßte er sich mit dem Petroleum. In Cannstadt gründete er ein eigenes kleines Unternehmen, wohin ihm auch MAYBACH folgte. MAYBACH brachte vieles zunächst noch Unvollkommene zur Reife. Im Jahre 1883 nahm DAIMLER ein Patent auf die Zündung mit dem Glührohr, fand 91 bis 92 % Luftgehalt als am günstigten für das Verbrennungsgemisch, hatte aber Probleme mit dem oft sehr unterschiedlichen und unreinen Benzin. Im Jahre 1885 baute er ein mit Benzin betriebenes Motorrad, unternahm am 10. November 1885 eine erste größere Ausfahrt über 3 Kilometer von Cannstadt nach Untertürkheim. Im Winter 1885/1886 probierte er einen ersten Motorschlitten aus, der sich allerdings nicht bewährte. Im Jahre 1887 erwarb




Abbildung 1626: Memorial DAIMLER. Schorndorf.

DAIMLER ein größeres Fabrikgelände in Cannstadt und ließ dort in Cannstadt eine Miniaturstraßenbahn laufen. 1888 wurde ein Motor von DAIMLER in ein Luftschiff des 1897 abgestürzten WÖLFERT eingebaut. Besonderes Interesse fand der Benzinmotor für Boote im Hamburger Hafen, wo lenkende Motorbarkassen die Einfahrt und Ausfahrt von Schiffen von den Gezeiten unabhängig machten. Speziell für den Motorbetrieb ausgerüstete Wagen, also **Automobile**, baute DAIMLER 1889. Alle Teile eines Autos mußten erfunden werden, möglichst auch in Loslösung von bisherigen anderswo üblichen Einrichtungen. Ein Auto war keine Kutsche ohne Pferde, sondern mußte anders konstruiert werden. Eine Erfindung war eewa das Lenkrad, das eine Art Ruderpinne ersetzte. Ein erster Omnibus wurde 1898 gebaut, 1899/1900 ein Triebwagen für den Schienenverkehr. DAIMLER starb nach Herzanfällen am 6. März 1900.

Im Jahre 1899 wurde die Aktiengesellschaft "Benz & Cie., Rheinische Automobil - und Motorenfabrik" gegründet. BENZ sah wie DAIMLER im soliden, sicheren Fahrzeug das Ziel, nicht in waghalsigen Rennen. Nicht Geschwindkeits -, sondern Ausdauerfahrten begrüßte er, so wie sie der Maler HERKOMER mit seiner Reise von China durch Sibirien vorführte. Die Söhne des Rüsselsheimer Unternehmers ADAM OPEL WILHELM und FRITZ (H. CHR. SEHERR-THOß 1999 a) gingen 1899 nach der Überkapazität im Fahrradbau zum Bau von Autos über, wovon 1899 11 Fahrzeuge ausgeliefert wurden, 1914 aber war Opel mit 3519 Wagen größter deutscher Automobilhersteller. 1937 war Opel größer europäischer Auto-

mobilhersteller und 1940 lief das seit 1899 Einmillionste Stück aus dem Werk. Ein deutscher Autobauer, der vom Schmiedehandwerk kam, wurde AUGUST HORCH (1937), der nach der Mitarbeit in der Fa. BENZ 1904 in Zwickau in Sachsen die Motorwagen-AG gründete, dort wegen geschäftlichen Differenzen ausschied und dann die Audi-Werke aufbaute. Das Automobil galt zuerst eher als Fahrzeug für den Nahverkehr, konnte etwa von den Eisenbahnstationen als Zubringer für mit der Eisenbahn nicht erreichbare nähere Orte vermitteln.

In der Frühzeit des Automobils wurde auch auf den **Elektroantrieb** gesetzt (A. KLOSS 2007). Um 1900 waren in New York die meisten Wagen elektrisch betrieben. Überlandstraßen gab es zunächst nicht und die 50 km Reichweite im Stadtverkehr reichten. Aber das erwies sich bald als ungenügend. Es gab 1896 auch den Vorschlag des "Hybridautos", der von einem Ekektromotor unterstützte Benzinmotor, ein am Anfang des 21. Jh.. wiederkehrender Gedanke.

Für das Automobil waren zahlreiche **Zubehörteile** notwendig. Viele stammen von ROBERT BOSCH (C. MATSCHOSS 1931), einem 1861 in Albeck bei Ulm geborenen Schwaben, der ab 1886 eine Werkstatt gründete, die zu einer großen Firma aufstieg, ab 1937 die "Robert Bosch GmbH". Erzeugt wurden Magnetzünder, Lichtmaschinen, Beleuchtung, Hupen, aber auch Scheibenwischer. BOSCH ließ auch die Arbeitnehmer an den Erfolgen teilhaben, so durch den 8-Stunden-Tag seit 1906 und bezahlten einwöchigen Urlaub. HEINRICH BÜSSING (G. GOLDBECK 1957), der Signalanlagen für die Eisenbahn gebaut hatte, gründete im Alter von 60 Jahren die "H. Büssing Spezialfabrik für Motorlastwagen und Motoromnibusse" in Braunschweig, nachdem er Lastwagen entwickelt hatte, heerestüchtige Großfahrzeuge subventioniert wurden und er nunmehr Omnibusse herstellte.

In Großbritannien, dem Land mit vielen gewundenen, engen Straßen, wurden statt Kleinmodelle vor allem Großwagen in zahlreichen Modellen für sich oft einen Fahrer leistende Begüterte hergestellt (D. S. LANDES 2002). In den USA beschritt FORD der Weg zum Automobil für die Massen. Bei Ausbruch des Ersten Weltkrieges besaß das Heer in Frankreich 110 Lastautos, 1918 waren es 70.000 (A. ZISCHKA 1941).

Mit dem Kraftwagen kam der Bedarf nach **Straßen**, auch interkontinentalen.

## Kohle- und Öl-Feuerung für Ozeanschiffe

Auf den **Ozeanen** setzten sich die gegen stärkere Wellen anfälligen Dampfschiffe langsamer durch als auf Binnengewässern. Im Jahre 1863 war im Hamburger Hafen die Tonnage der einlaufenden Dampfschiffe noch nicht größer als die der Segelschiffe, ab 1880 ging der Anteil der Segelschiffe in absoluten Zahlen wie relativ

zurück (R. J. EVANS 1996).

Um 1885 benötigte ein Dampfschiff für die Fahrt von Amsterdam nach Batavia etwa 39 Tage. Bei langen Fahrten über die Ozeane mußten die mit Kohle betriebenen Dampfschiffe an eigens angelegten Kohlestationen neue Kohle in die Bunker des Schiffes aufnehmen. Kohlebunker waren also an wichtigen Stellen nötig. So gab es etwa den Kohlebunker auf den Azoren (im Artikel Azoren in Wikipedia 2020) und einen in der Hafenstadt Aden an der Südwestecke der Arabischen Halbinsel.

Der Passagier erlebte dann etwa in Port Said in Ägypten noch um 1900 (A. PREYER 1903, S. 4): "... kamen in niedrigen breiten Lastkähnen Dutzende von dunkelfarbigen Kohlenträgern mit neuen Vorräten an Steinkohle herangefahren, schnell wurde das Promenadendeck mit Segeltuchdecken umgeben und alle Fenster und Luken geschlossen. Fast alle Passagiere begaben sich an Land ..."

Mit der **Ölfeuerung** entfiel das Kohlebunkern. Als neuer Schiffsantrieb wurden Turbinen verwendet. Als erstes **turbinenangetriebenes Schiff** lief 1894 die "Turbinia" (W. G. SCAIFE 1985) für die Royal Navy vom Stapel, die mit 35 Knoten Geschwindigkeit bisherige Schiffsgeschwindigkeiten übertraf.

# Mit Flugkörpern in die Luft: Fliegerei

Mit dem Ballon war also der Weg in den Luftraum für Verkehrsmittel eröffnet worden. Die Suche nach Verkehrsmitteln in der Luft wurde fortgesetzt, Zuerst wurde vor allem an Flugkörper gedacht, die **leichter als Luft** waren, also zunächsr eine Fortsetzung und Verbesseruung und auch veränderte Formgestaltung des Ballons. Aber die weitere Zukunft gehörte Flugkörpern, die wenigstens etwas schwerer als Luft waren und die gemäß den aerodynamischen Gesetzen getragen wurden.

## Flugkörper leichter als Luft

Noch um die Wende zum 20. Jh. erschienen Flugkörper **leichter als Luft** als die zu erstrebenden Luftverkehrsmittel. FERDINAND Graf ZEPPELIN (F. M. FELDHAUS 1924 u. a.), Kgl. Württembergischer Militärbevollmächtigter, überreichte im Mai 1887 dem König von Württemberg eine Denkschrift über ein für wissenschaftliche und militärische Zwecke nutzbares großes Luftschiff. Der gasgefüllte Raum sollte in Zellen unterteilt sein, damit Beschädigung an einer Stelle nicht das gesamte Gas ausströmte. Nach mancher Ablehnung gründete ZEPPELIN 1899 eine "Gesellschaft zur Förderung der Luftschifffahrt". Am 2. Juli 1900 stieg ein erstes Zeppelinluftschiff über dem Bodensee auf, 128 Meter lang, 11, 6 Meter im

Durchmesser, 11300 Kubikmeter Raum. Bei Gegenwaind wurden mit dem damals noch nicht so leistungsfähigen Motor von MAYBACH nur 6 Meter / Sekunde erreicht. Wegen Problemen am Steuer mußte das Luftschiff damals auf dem Wasser niedergehen. Im Oktober 1900 folgten zwei weitere Aufstiege. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug 7, 9 Meter / Sekunde. Auf ein anderes Prinzip setzte AUGUST VON PARSEVAL (C. PRIESNER 2001), der 1906 ein lenkbares motorgetriebenes, nicht in Zellen unterteiltes Prall-Luftschiff, ohne starres Gerüst, fertigstellen konnte. Es galt als ein relativ sicheres Luftverkehrsmittel, interessant für das Militär wegen des bequemen Transports nach der Landung. Das am 20. Juni 1908 aufgestiegene 4. **Zeppelinluftschiff** blieb 12 Stunden über den Schweizer Bergen. Bei einem Aufstieg am 4. August 1908 zog es vom Bodensee den Rhein entlang bis Mainz. Unter ihm gab es Glockengeläut, Flaggen, Musik. Auf dem Rückweg mußte sich dieses Luftschiff bei Echterdingen jedoch auf den Boden begeben. Ein Gewittersturm kam auf. Losgerissen aus seiner Verankerung und emporgehoben wurde das Luftschiff durch Brand total zerstört. Sofort wurde Geld gesammelt, ein neues Luftschiff zu bauen. MAYBACH (H. C. v. SEHERR-THOß 1990) lieferte leistungsfähigere Motoren. In den Jahren 1910 bis 1914 legten 6 Passagierluftschiffe innerhalb Deutschlands etwa 150.000 Kilometer zurück. Wichtiger Mitarbeiter bei ZEPPELIN wurde HUGO ECKENER (W. REIMER 1959), der nach ZEPPELINs Tod 1917 die zentrale Persönlichkeit des Zeppelinwerkes wurde. Schon 1910 bis 1914 hatte er zusammen mit anderen über 2000 Fahrten durchgeführt. Im Oktober 1924 steuerte ECKENER die als Reparationsleistung abzuliefernde "L. Z. 126" in 3 Tagen vom Bodensee nach den USA, was die erste Atlantiküberquerung eines Luftschiffes war. Auf der LZ-127 umrundete ECKENER 1929 auf 24.200 Kilometer den Erdball. Für den Passagierverkehr genutzte Luftschiffe besaß zunächst nur Deutschland. Am 6. Mai 1937 verbrannte das mit Wasserstoff gefüllte deutschte Luftschiff LZ-129 auf dem amerikanischen Landeplatz Lakehurst und der kommerzielle Luftschiffverkehr wurde daraufhin eingestellt.

## Motorflug

Daß selbst relativ große Vögel, Störche, Kraniche oder Kondore, schweben und auch aktiv fliegen, hat immer wieder zum Nachdenken über die Möglichkeiten von Flugapparaten angeregt. Eine Brieftaube durchmißt die Strecke von Paris nach San Remo an der italienischen Riviera in etwa 3 Stunden, und etwa ALFRED NOBEL (zit. aus K. FANT 1997; S. 454) meinte 1893 dazu, daß der Vogel ja "nicht mit Magie" fliegt, also mit Physik das Flugproblem zu meistern sein müßte. Geträumt wurde allerdings zunächst auch an Maschinen, die den Flügelschlag der Vögel nachahmten.

Zu Flugkörpern, die **schwerer als Luft** sind, leiteten noch relativ leichte **Gleitflugkörper** hin. An diesen wurden die zum Schweben nötigen Parameter getestet. Am Ende des 19. Jh. haben in verschiedenen Ländern Leute das Fliegen versucht. Führender Flugpionier, der erste erfolgreiche Hanggleiterflieger, wurde der deutsche Ingenieur OTTO LILIENTHAL (W. SCHULZ 1985). Geboren am 23. Mai 1848 als Sohn eines Tuchhändlers in Anklam, studierte LILIENTHAL an der Gewerbeakademie (später Technische Hochschule) in Charlottenburg Maschinenbau. Nach Ingenieurstätigkeit in Maschinenbauwerken und der Entwicklung einer Schrämmaschine gründete er 1881 eine eigene Werkstätte, in der er wie R. DIESEL und ROBERT BOSCH ein sozial eingestellter Unternehmer war. Er entwickelte hier Dampfmaschinen für den Kleinbetrieb und Sirenen für Nebelhörner. Bei Flugversuchen fand er 1874 die kraftsparenden Eigenschaften gewölbter Flügel und ermittelte Auftrieb und Widerstand bei verschiedenen Anstellwinkeln. Mit Gleitapparaten unternahm er zuerst Sprünge im Garten, dann vom Dach eines Schuppens und schließlich von Hügeln, so im Sommer 1893 in den Rhinower Bergen. Er veröffentlichte 1889 auch ein Buch über den Vogelflug. Nach über 2000 Flugversuchen mit über 30 Fluggeräten in 18 verschiedenen Typen und nach dem Erreichen einmal von bis 400 Meter Fluglänge verunglückte er am 9. August 1896 bei einem Flug und starb einen Tag später am 10. August 1896. In England unternahm ähnliche Versuche H. F. PILCHER, der vor LILIENTHAL ein Patent für gewölbte Tragflügel erwarb.

In den USA war führend in der Aerodynamik der 1832 in Paris geborene Zivilingenieur OCTAVE CHANUTE. Er veröffentlichte 1894 ein die bisherigen Erfahrungen zusammenfassendes Buch "Progress in Flying Machines" und entwarf 1896 einen sehr stabilen Hanggleiter, ein Wendepunkt in der Entwicklung solcher Flugkörper. Im Jahre 1900 68 Jahre alt flog er nicht mehr selbst, sondern ließ seine Modelle testen. Er machte den Schwanz des Flugapparates beweglich. CHANUTE ermutigte die Gebrüder WILBUR WRIGHT und der jüngere ORVILLE WRIGHT (F. E. C. CULICK 1979, M. W. McFARLAND 1974, 1976, CH. H. GIBBS-SMITH 1963, A. K. 964), Söhne eines Bischofs des United Brethren Club in Dayton in Ohio, die ab 1900 Flugversuche unternahmen und dabei, mit Doppeldecker, zum **Motorflug** kamen. Ein kindliches Flugspielzeug, daß mit einem Gummiband geschleudert wurde, soll sie einst angeregt haben. Mehr noch war es LILIENTHAL. Ausgedehnte Studien gingen ihren Versuchen voran. Fliegende Vögel wurden beobachtet. An Fahrrädern brachten sie Flügel an. Ab Herbst 1901 wurden mehrere hundert Modellflügel in einem von ORVILLE WRIGHT in Dayton eingerichteten Windkanal getestet. Um 1899 entdeckten sie an Vögeln, daß die Balance nicht wie bei LILIENTHAL mit dem Körper hergestellt werden muß, sondern durch Bewegung der Flügelspitzen, nach aufwärts oder nicht, so beim Bussard. Im September 1903 bezogen sie ein Lager im Dünengelände der Kill Devil Hills bei Kitty Hawk an

der Küste von North Carolina, wo sie schon Gleitflieger ausprobiert hatten. Wegen stürmischen Wetters konnten die Flüge mit Motorflugkörpern erst am 17. Dezember 1903 durchgeführt werden. Gegen 10.10 Uhr vollführte ORVILLE WRIGHT den ersten Motorflug. Am Nachmittag blieb WILBUR WRIGHT beim vierten Flug 59 Sekunden in der Luft und legte dabei etwa eine halbe Meilezurück. Ein Jahr später, am 20. September 1904, flog WILBUR WRIGHT einen Kreis.

Über die Flüge der WRIGHTs wurde wegen ihrer Zurückhaltung auch aus geschäftlichen Gründen wenig exakt berichtet (D. VOGT 2008). Für Luftbobachtung im Krieg oder Botenflüge schien durchaus auch praktisches Interesser zu bestehen. Anderswo folgten unabhängig von den WRIGHTs andere Flugpioniere, jedes Land erwähnt wohl den einen oder anderen. Vor den Gebrüdern WRIGHT werden als Personen, die sich motorgetrieben in die Luft erhoben, 1901 GUSTAV A. WHITEHEAD in den USA, ein mit dem Namen 'WEIßKOPF' geborener Deutscher, und der Hannoveraner KARL JACHO am 18. August 1903 genannt. In Frankreich ist HENRI FARMAN am 13. Januar 1908 in 1 Minute und 28 Sekunden über einen Kilometer geflogen (P. SUPF).

WILBUR WRIGHTs kam 1908 mit einem Modell auch nach Frankreich. Im Kurvenflug und anderem war er den ihn so nicht erwartenden Franzosen bei den Flugübungen bei Le Mans zunächst überlegen. Am 17. September stürzte WILBUR WRIGHT ab, verletzte sich schwer und sein französischer Begleiter kam ums Leben. Der jüngere Bruder ORVILLE blieb in den USA am 21. September anderhalb Stunden in der Luft, am 31. Dezember 2 Stunden und 20 Minuten.

Die Franzosen holten bald weiter auf, so beim Start. Der Franzose HENRI FARMAN blieb 1909 mehr als 4 Stunden in der Luft. BLE´RIOT, ein Bastler, der sein Vermögen resp. das seiner Frau in seine Flugversuche einbrachte, baute 1909 einen neuen Flugzeugtyp: "Eindecker, Motor und Propeller vorn, Höhen- und Seitenruder hinten, Dreiradfahrwerk" (D. VOGT 2008, S. T1, 2009). BLE´RIOT siegte am 25. Juli 1909 über seinen scheiternden Konkurrenten, überflog in 37 Minuten, von früh 4.41 Uhr bis 5.18 Uhr den Ärmelkanal zwischen Calais in Frankreich und Nahe Dover in England, nachdem er sich noch zu weit nach. Norden verflogen hatte. BLE´RIOT erhielt die Prämie der Zeitung "Daily Mail", wurde großartige gefeiert und konnte Fabrikant für Eindecker werden. Frankreich eröffente in Reims im August 1909 seine Fligervolksfeste. Am 8. September erreichte der Peruaner GEO CHAVEZ eine Höhe von 2652 Meter, aber CHAVEZ starb nach einem Absturz nach Überquerung der Alpen im September 1910.

Der unverheiratete gebliebene WILBUR WRIGHT starb am 30. Mai 1912 nach einem typhoiden Fieber. ORVILLE WRIGHT flog als Pilot zum letzten Man 1918, starb am 30. Januar 1948. Ungeahnt war die fliegende Kiste zum Verkehrs- und

auch zum Kriegs- und vor allem Bombenflugzeug geworden.

Schon vor dem Ersten Weltkrieg wurden auch **im Krieg einsetzbare Flugzeuge** konstruiert und kamen zunehmend zum Einsatz – ein neues, mittels Bombenabwürfen schreckliches Gerät der Kriegführung. Zu Beginn des Krieges hatte das Heer in Frankreich gegen 132 Flugzeuge, 1918 waren es 12.000 (A. ZISCHKA 1941). In Deutschland ging der aus Wien stammende EDMUND RUMPLER (H. HOLZER 2005) zur rationellen Serienproduktion verschiedener Flugzeugmuster über, in der ab 1916 bayerischen Rumpler AG in Augsburg, die vor allem bewaffnete Aufklärungsflgzeuge lieferte. Von der technischen Leistung her am eindrucksvollsten waren Flugzeuge in **Rußland**. IGOR SIKORSKY (A. C. GRAYLING 2009, I. SORITSCH 1990) konstruierte erste **4-motorige Flugzeug**, die 'Ilja Muromez'. Es konnte 5 Stunden in der Luft bleiben, erreichte eine Spitzengeschwindigkeit bis 135 Stundenkilometer, konnte bis 3000 Meter emporsteigen. Maschinengewehre starrten aus dem Flugzeug heraus. Bis 700 kg Bomben konnte er tragen. Groß war die Treffgenauigkeit. SIKORSKY floh 1919 nach den USA, bildete dort 1923 die Sikorsky Aero Engeneering Corporation, welche zuerst ein für 14 Passagiere eingerichtetes Flugzeug produzierte. 1939 konstruierte SIKORSKY den ersten brauchbaren **Hubschrauber/Heliokopter.**

Nach dem Ersten Weltkrieg setzte die **Zivilluftfahrt** ein. Das erste **Ganzmetallflugzeug** der Welt lieferte 1919 der als Textilfabrikantensohn 1859 in Reydt am Rhein geborene HUGO JUNKERS (D. VOGT 2009), der Gründer der Flugzeugwerke in Dessau. Öffentlicher Flugverkehr in Deutschland begann am 5. Februar 1919 zwischen Berlin und Weimar. Ein Junkers-Flugzeug konnte damals 17 Passagiere befördern, war lange Zeit das meistgebaute Verkehrsflugzeug der Welt, bald über 1000, viele mit Lizenzen im Ausland wegen der Bestimmungen des Versailler Vertrags . In Deutschland gab es 1926 etwa 27 Flugzeugwerke, in denen etwa 500 Flugzeuge gebaut wurden (E. MEYER 1959). JUNKERS G 38 wurde mit 44 Meter Spannweite und 34 Sitzplätzen das einmal größte Landflugzeut der Welt. JUNKERS selbst zeugte 12 Kinder, mußte im Alter von 74 Jahren 1933 vor den Nationalsozialisten aus seinem Konzern und sogar der Stadt Dessau weichen, starb 2 Jahre später, aber mit der 3-motorigen **Ju 52** führten seine Vertreiber ihren Krieg, was dem Namen auch ihre Schöpfers, "Junkers", ein falsches kriegerisches Odium verlieh. Zeitweilig bis 150.000 Menschen arbeiteten für Kriegsflugzeuge in dem Dessauer Werk – und Dessau mußte mit seiner Bombardierung büßen.

Als fliegerische Einzelleistung viel beachtet wurde die erste Atlantiküberquerung von CHARLES LINDBERGH im Mai 1927. Gestartet in New York, landete LINDBERGH nach 33,5 Stunden auf dem Flugplatz Le Bourget bei Paris. Im Jahre 1933 gab es einen durchgehenden Flugverkehr zwischen Sevilla und Pernambuco in Südamerika. Im Jahre 1933 begann der durchgehende Flugverkehr zwischen Eu-

ropa und Süd-Amerika. Im Jahre 1958 überquerten erstmals mehr Menschen den Atlantik mit dem Flugzeug als mit dem Schiff. Waren die Gebrüder WRIGHT empirisch vorgegangen, so verlangten immer leistungsfähigere Flugzeuge die **wissenschaftliche Aerodynamik**. Als Material für die Flugzeuge wurden **möglichst leichte Metalle** verlangt, Aluminium und Magnesium, und der Flugzeugbau stimulierte ihre Produktion.

## Rückstoß-Antrieb, Raketen

Im Unterschied zu dem im Reich der Lebewesen unbekannten Rad gibt es den Rückstoßantrieb (W. JÄCKLE 1964, W. LEY 1949) auch bei Organismen, so bei Quallen und Tintenfischen. Im Mittelalter gab es Brandpfeile, die der Rückstoß einer brennenden Masse antrieb. Zunächst unbekannt bleibende Berechnungen zum Rückstoßantrieb lieferte etwa 1878 in einem Skizzenheft und auch noch danach der Russe KONSTANTIN E. ZIOLKOWSKY in Kaluga. Um 1900 ließ ALFRED MAUL in Dresden Raketen mit an Fallschirmen wieder herabschwebenden Fotoapparaten für Geländeaufnahmen in große Höhen schießen Der USA-Raketenpionier ROBERT H. GODDARD in Worcester (Mass.), seit 1908 an deren Clark University, erwies experimentell, daß der Rückstoß auch im Vakuum funktioniert. Er berechnete notwendige Treibstoffmengen und experimentierte mit Flüssigbrennstoffen. Auf einer Farm ließ er am 16. März 1926 eine erste **Flüssigkeitrakete** steigen. Im Jahre 1935 flog eine seiner Flüssigkeitsraketen schneller als der Schall. Über den Flug in den Weltraum dachte HERMANN OBERTH in Sibiu (Hermannstadt) in Siebenbürgen nach, beendete 1918 die Berechnung einer 2-Stufen-Rakete und hatte 1920 eine vollständige Raketentheorie, wobei er ebenfalls flüssige Treibstoffe wie Alkohol, flüssigen Wasserstoff und flüssigen Sauerstoff empfahl, da sie besser als feste Treibstoffe durch Ventile und Einspritzdüsen regelbar sind. OBERTH veröffentlichte 1923 "Die Rakete zu den Planetenräumen". Den Verein für Raumschiffahrt in Deutschland begründete JOHANNES WINKLER, der am 14. März 1931 die erste Flüssigkeitsrakete in Europa startete, bis in 700 m Höhe. Der bei einem Versuch tödlich verunglückte MAX VALIER aus Bozen konstruierte **raketengetriebene Fahrzeuge**, wobei **1928** erstmals ein Mensch in einem Raketenwagen fuhr auf den Schienen der Harzbahn und dann auf dem Berliner Avus und startete am 3. Februar 1929 einen Raketenschlitten ebenfalls mit Feststofftreibsatz. Ein Flugzeug mit Raketenantrieb startete am 30. September 1929 FRITZ VON OPEL vom Flughafen Frankfurt a. M. und bewies damit die Möglichkeit des Rückstoßantriebs bei Flugzeugen. In England nahm der 22-jährige FRANK WHITTLE 1930 das Patent auf ein gasturbinengetriebenes Flugzeug. Ab 1936 begann die Raketenentwicklung in Deutschland, die dann zu Waffen führte, zuerst in Peenemünde, unter WERNHER VON BRAUN und mit Teilnahme von

OBERTH, der als zuerst den Nazis nahe der später ebenfalls für die USA wirkte. Ein erstes **Düsenflugzeug** der Welt, für Kriegszwecke, entwickelte mit namentlich PABST VON OHEIN der Flugzeugbauer ERNST HEINKEL, die He 178. Geflogen ist im im Dezember 1944 MESSERSCHMITTs Me-262. In den USA hatte GODDARD im Krieg das Militär für Raketen nicht interessieren können. Am 24. Februar 1949 stieg in den USA im Versuchsgelände "White Sands" eine erste **Mehrstufenrakete** empor. Man näherte sich der Nutzung der Raketen für die Raumfahrt.

# Landschaftsveränderungen in Mitteleuropa und überall

## Wasserwirtschaft - Talsperren in Mitteleuropa

Fast nirgendwo konnte die Landschaft so belassen werden wie sie war, Kaum ein größerer und oft auch kleinerer Wasserlauf, dessen Ufer nicht begradigt wurden oder der sogar umgelenkt wurde.

Um Wasser vorrätig zu halten und andererseits Hochwasser abzufangen wurden **Talsperren** angelegt, etwa, das es in einigen Regionen schon in der Antike gab und in Bergbaugebieten im 16. Jh. (s. d.). Nunmehr wurden Talsperren mit hohen Staumauern errichtet, kam es zur 'Großraumwasserwirtschaft' Führender Ingenieur war hier OTTO INTZE (H..D. OLBRISCH 1974), der zuerst bei industriellen Zweckbauten, erdbebensicheren Bauten. im Stahlhochbau der Leiter war. Dann widmete er sich dem Talsperrenbau. Um Sicherheit zu gewährleisten, hatte er Talsperrenbrüche im Ausland analysiert. In der Zeit von 1890 - 1905 wurden unter INTZE 30 Wasserspeicher errichtet, an Eifelrur, Wupper und Ruhr. Immer blieb er auch Professor an der Technischen Hochschule Aachen, war dort 1895 - 1898 auch Rektor. Die Urft-Talsperre mit 45 Millionen Kubikmetern Inhalt war seinerzeit die größte Talsperre Europas. Sie wurde dann übertroffen von der Bober-Talsperre in Schlesien mit 50 Millionen Kubikmetern Wasserraum. INTZE wirkte mit am Mittellandkanal. Auf ihn gehen zurück die Wasserkraftwerke vom badischen Rheinfelden und von Lend im Salzburgischen.

Nach INTZEs Tod 1904 wurden zurückgehend auf seine Prinzipien zahlreiche weitere Talsperren (s. Wikipedia 2017) angelegt: so 1908 - 1914 die Eder-Talsperre, 1908 - 1913 die Möhne-Talsperre. In der Nähe von Dresden kam 1906 - 1913 die Talsperre von Malter.

1

# 11. Neue Wissenschaft ab etwa 1890 - Die Erschließung neuer Bereiche der Physik und auch der Chemie, insbesondere Elektrizität in Gasen und Radioaktivität – Biologie, Erde und Weltall

**Warnung:** Viele der beschriebenen Errungenschaften konnten nicht in ihrer Weiterentwicklung bis zur Gegenwart verfolgt werden – also ist manches wohl nur auf einem einstigen, vielfach aus den Originalschriften sich ergebendem Zustand geschildert.

## Zivilisierung und große Ungleichheiten auch in Europa und anderswo

Technik und Wissenschaft hatten im 19. Jh. viel vorangebracht. Aber fast schreiende Gegensätze herrschten um 1900 selbst in Teilen Europas. **Ungarn**, in Personalunion unter dem Habsburger FRANZ JOSEPH, feierte 1896 mit großem Aufwand, mit neuen Bauten und Denkmälern, '1000 Jahre' Ungarn, das große 'Milleniumsfest. Ein in Europa fast einmalig großes neugotisches Parlamentsgebäude gibt Budapest eine einmalige Ansicht. Aber noch 1900 sind 50% der Menschen in Ungarn **Analpbabeten** (M. W. WEITHMANN 2000, S. 242). Nicht nur, daß sie im Flachland in zerstreuten einfachen Häuschen, den Tanya, leben, nein, es gibt auch Ausbeutung und Elend in großem Maße. Ist das jenes Ungarn, von dem es 1783 (in J. K. RIESBECK in 1783, in 1976, S. 217), hieß, daß hier "das Korn fünfzig-, sechzig-, ja wie mich einige versicherten, oft hundertfältig ohne mühsame Bearbeitung zurückgibt." Aber auch RIESBECK sah 1783 auch "einige Meilen vor den Toren " der prächtigen Städte, "glaubt man sich wieder in die Mongolei versetzt.

Der größe Beweis, daß ein Land unglücklich ist, ist der Abstrich großer Pracht mit tiefer Armut ... " wenn "unter einem Haufen Strohhütten, die ihre Einwohner kaum gegen Wind und Wetter decken, hie und da himmelhohe Marmorpaläste emporragen ... "

Die 'soziale Frage', für das als das große Übel für die Bourgeoisie betrachtete Proletariat, verlangte Lösungen (F. MÖLLER 1992, S. 180). Unterdessen haben sich die Probleme nach anderswohin verlagert. Und die Jahrhundertwende, kein Einschnitt in der Wissenschaftsgeschichte, wird von dem Ökonomen und Schrifststeller MAX HAUSHOFER in einem Gedicht (zit. aus M. MÖLLER beschworen:

"... Die Weltuhr schlägt Ihr großer Zeiger schreitet

Voran. sein Gang ist schicksalsreich und stätz.

Der Menschheit Hoffnung aber und ihr Segen

Sie geh'n mit ihm der Zukunft froh entgegen!"

Zu Beginn des 20. Jh. schien mit Ausnahme von Japan und mit Einschränkungen bei den lateinamerikanischen Staaten und den englischsprachigen Dominions die übrige **Welt europäischen Nationen oder den USA zu gehören** oder wenigstens, wie selbst China, das Osmanische Reich, Thailand, Persien und Äthiopien **unter deren Einfluß oder Abhängigkeit** zu stehen. Von China wurde von Erstarrung, Fellachentum und ähnlichem gesprochen. Das britische Kolonialreich erreichte nach dem Ersten Weltkrieg seine größte Ausdehnung. Nichts davon blieb.

Und in diesem Zeitalter der weiterschreitenden Naturwissenschaften mußten auf Anordnung von Papst PIUS X. 1910 alle angehenden Kleriker und nach akademische Graden Strebende in katholischen Einrichtungen den **'Antimodernisteneid'** (Wikipedia) leisten, wobei festgelegt wurde, welche Ansichten und Meinungen zu verwerfen waren und daß weiterhin alles in der Welt auf das Wirken Gottes zurückzuführen ist. Ohne ausdrücklich auf dem Index zu stehen, war der Darwinismus mit betroffen. Betroffen war auch die 'Leben Jesu-Forschung'.

Im 20. Jh. sollten **politische Wandlungen** erfolgen und die Wissenschaften beeinflussen, die das 19. Jh. weit in den Schatten stellten. Der Erste Weltkrieg mit seinen territorialen Veränderungen und der Entstehung neuer Nationalstaaten wie der Tschechoslowakei und Jugoslawiens in Europa, die Entstehung des bolschewistischen Rußland und dann der Sowjet-Union, die seit 1912 erfolgende Entstehung eines neuen China, die auf Modernisierung setzenden Reformen in der 1923 entstandenen neuen Türkei unter KEMAL ATATÜRK und die später allerdings scheiternden des RESA CHAN im Iran, der Zweite Weltkrieg, der Aufstieg der USA, der Zusammenbruch des Kolonialismus fast überall, ob in Indien, Indonesien, Vietnam, Afrika, und dann auch der Zusammenbruch des Kommunismus in den meisten seiner Länder - alles waren das politische Antlitz der Erde stark umgestaltende Ereignisse- Das vom linken Agrarkökonomen (SPD) und 1948 - 1961 Direktor des Kieler Instituts für Weltwirtschaft FRITZ BAADE verfaßten Buches "**Wettlauf zum Jahre 2000**. Unsere Zukunft. Ein Paradies oder die Selbstvernichtung der Menschheit" von **1960** bewegte viele Denkende, als die großen Fragen der Menschheitsentwicklung sehr offen waren, der 'Kalte Krieg' die Welt erschütterte und Chinas Aufstieg nur als Möglichkeit angedeutet werden konnte. Mit dem beginnenden 21. Jh. erschien vieles wieder düsterer als in den ersten Nachkriegsjahrzehnten, als in Deutsch ANTON ZISCHKA etwa 1974 schrieb 'Die

Welt bleibt reich. Eine optimistische Bestandsaufnahme', und später jedoch folgten in Deutschland HERBERT GRUHL 1975 mit 'Ein Planet wird geplündert. Die Schreckensbilanz unserer Politik' und 1992 'Himmelfahrt ins Nichts. Der geplünderte Planet vor dem Ende'. Am Ende des 20. Jh. wurde eine eingesetzte **Modernisierung** in allen Staaten angenommen (H.-U. WEHLER 1975).

## Gibt keinen "Elfenbeinturm" in der Wissenschaft - Warnungen

Im 20. Jh. haben bedeutende und führende Forscher in zunehmenden Maße die gesamte Gesellschaft betreffende Probleme zur Sprache gebracht. Das war etwa die Frage nach der **Verfügbarkeit von Rohstoffen**. In England hatte 1865 der auch als Chemiker, aber vorwiegend als Wissenschaftsphilosoph und Ökonom wirkende WILLIAM STANLEY JEVONS (R. D. COLLISON BLACK 2004) auf die bei weiterer Bevölkerungszunahme zu erwartende Abnahme wenigstens der kostengünstig abbaubaren Kohle in England aufmerksam gemacht und Parlamentsdebatten angeregt. Der durch viele Entdeckungen und Ideen hervorgetretene WILLIAM CROOKES legte auf dem 68. Meeting der British Association for the Advancement of Science in Bristol auf der Grundlage von Erhebungen die zu erwartende künftige Weizen-Versorgung im Weltmaßstab dar und zeigte sich besonders besorgt, daß die Versorgung mit Stickstoff-Dünger wegen Abnahme der chilenischen Salpeter-Vorräte gefährdet sei. CROOKES' Vortrag rief weites Interesse hervor, auch in der Presse. Und gab Anregung zur Suche nach der schließlich erfolgreichen Bindung des Luft-Stickstoffs, WILLIAM RAMSAY, ebenfalls führender Chemiker und Physiker, verwies 1911 in seiner Präsidenten-Address auf die Begrenztheit der Vorräte an konventioneller Energie und verwies auf mögliche neue Energiequellen..

Der Erste Weltkrieg war in starkem Maße auch ein Krieg um Rohstoffe. Besorgt äußerten sich nach dem Krieg bedeutende Chemiker, ob denn der Kampf um Rohstoffe endlos weitergehen könnte (G. ZIRNSTEIN 2004). GEORG BREDIG von der Technischen Hochschule Karlsruhe warnte 1923 (S. 42), daß die Welt durch den "chaotischen Zustand der menschlichen Politik in der unsinnigsten Weise in bezug auf ihre Rohstoffe bereits verteilt worden" ist und man sie noch in der unsinnigsten Weise verwaltet. Das System des Wirtschaftsliberalismus schien auch führenden Wissenschaftlern am Ende zu sein. Jeder, "der seine Volksgenossen vor diesem orestischen Wahnsinn des von Morderinnyen verfolgten Europa warnen will, gerät in den Verdacht, kein Patriot zu sein" (S. 47). Trotzdem BREDIG auch dem nationalen Zeitgeist seinen Tribut entrichtete, wurde er wegen seines Vortrages in Karlsruhe von Nationalisten angegriffen. Als Jude wurde BREDIG 1933 sofort emeritiert, konnte 1939 glücklicherweise noch nach den USA emigrieren. ARRHE-

NIUS, Chemie-Nobelpreisträger von 1903, fürchtete 1922 (S. 178 / 179), daß ein "jeder Industrielle sucht seine Produktion so hoch als möglich zu treiben, um den größtmöglichen" Gewinn "zu erzielen und macht sich keine Gedanken darüber, wie die Verhältnisse sich nach einem halben oder vollen Jahrhundert gestalten werden." Der Staatsmann sollte nach anderem Maßstab denken und handeln. Die freie Marktwirtschaft schien ihm und anderen um 1925 nicht die beste Art des Wirtschaftens zu sein.

Ungeachtet aller technischen und wissenschaftlichen Fortschritte fiel Anfang der 30er-Jahre des 20. Jh. die **Weltwirtschaft in eine schwere Depression**. Zwischen 1929 und 1933 fiel die Industrieproduktion der USA um mehr als 40% und waren andererseits 13 Millionen Amerikaner arbeitslos, eine Arbeitslosenquote von 25% (A. SCHÄFER 2008, S. 83). Der Dramatiker ARTHUR MILLER (1989, S. 281) schildert: "Gesunde Männer standen in Sechser- oder Achterreihen vor irgendeinem Lagerhaus und warteten auf eine Schüssel Suppe oder ein Stück Brot von einer der improvisierten städtischen Wohlfahrtseinrichungen, von der Heilsarmee oder einer Kirche. Namentlich britische Forscher (W. McGUCKEN 1979) suchten die Diskussion darüber, wie die von Wissenschaft mit immer neuen Möglichkeiten ausgestattete Welt mit der Verarmung vieler fertig werden könnte.

Etwa der finnische Biochemiker und Agrarwissenschaftler ARTTURI ILMARI VIRTANEN, Sohn eines Lokomotivführers und Chemie-Nobelpreisträger 1945, war gemäß A. BUTENANDT (in 1981, S. 854) später andererseits "überzeugt, daß man – wie in der Vergangenheit, so auch in der Zukunft – jede erkennbare oder neu auftretende Notsituation durch den Einsatz von Wissenschaft und Technik – durch neue Ideen, neue Erkenntnisse und neue Methoden – zu meistern imstande sei, und daß es höchstens am rechten Willen dazu, an Unternehmungsgeist fehlen könne."

Die Gefahr der Bevölkerungszunahme läge jedoch nicht allein in der Ernährungproblematik, sondern in der Raumbeengung, und die Raubtiernatur des Menschen, setze durch große Kriege von Zeit zu Zeit immer wieder neue unvorhersehbare Anfänge, die jedes Planen auf lange Zeiträume als nutzlose Utopie erweise. Man müsse jeder Zeit zum Kampf um Leben und Freiheit bereit sein. Wie es etwa um 1980 in Teilen Chinas aussah schildert etwa der Politschriftsteller PETER SCHOLL-LATOUR (1990, S. 116): "Das Gedränge der Massen im unvorstellbar dichtbesiedelten Szetschuan ist bedrückend, wirkt sich auf den ausländischen Besucher am Ende wie ein Alptraum aus. Das Gewimmel in den Gassen, Straßen und Märkten muß die Grenzen des Erträglichen erreichen." Was gilt dann ein Menschenleben? Kostenlose Abgabe an Verhütungsmitteln an Verheiratete wie Unverheiratete und Sanktionen gegen Paare mit mehr als einem Kind – konnte man anders handeln oder sollte man die vom Papst noch unterstützten Geburtsverhältnisse in Afrika billigen? Je-

ner Papst, der nicht einmal seine Pfaffen vom Sex oft widerlicher Art abhalten konnte und kann! "Das Denken befreien, die Wahrheit in den Tatsachen suchen" – eine solche Losung fand SCHOLL-LATOUR (s. 126) nach dem Wahnwitz der Kulturrevolution immerhin in China!

Am Ende des 20. Jh. aber war wohl offensichtlich, daß vielerorts die Menschenzunahme so stark war, daß einsichtsvolle Leute "keine andere Lösung" sahen, "als das Wachstum der menschlichen Erdbevölkerung sehr bald in einer möglichst scharfen Kurve zu beenden" (K. HAHLBROCK 2009, S. 27). Andererseits nahm die Güter-Produktion zu und konnte doch nicht abgesetzt werden und drohte 2009 eine neue Weltwirtschaftskrise viele Gesellschaften!

Wie würden überhaupt die Menschen auf die vielen immer unverständlicheren Erkenntnisse reagieren? Der Psychologe C. G. JUNG warnte 1945 (in 1981, S. 250): "... die Wissenschaften ins Unvorstellbare verfeinert, die Technik ins Unermeßliche gesteigert. Den Menschen aber, der alle diese Herrlichkeiten in vernünftiger Weise verwalten sollte, hat man einfach vorausgesetzt, ohne der Tatsache Rechnung zu tragen, daß er moralisch und psychologisch diesen Veränderungen noch gar nicht angepaßt ist ...", wobei er dann noch in damaliger Überheblichkeit allerdings vom naiven "Neger" schreibt. Daß mit "der Mensch" ist wohl ohnehin immer eine unzulässige Verallgemeinerung, denn Menschen sind verschieden in der Wahrnehmung der Welt.

## Wissenschaft in breitem Vorangehen

Im 20. Jh. und namentlich in seiner zweiten Hälfte gab es mehr Wissenschaftler und Forscher als jemals zuvor. Neben den führenden Geistern gab es viel Detail- und Zuliefererarbeit. Die Zahl seiner Wissenschaftler war nicht unbedingt eine Voraussetzung für weiterführende Leistungen. Ein Land wie die USA suchten möglichst viele schöpferische Geister aus aller Welt bei sich forschen zu lassen, betrieben also den nicht so moralischen "brain drain". Aber viele der in die USA gegangenen Forscher konnten ihre etwa mit dem Nobelpreis gewürdigten Leistungen nur in einem so reich mit Technik ausgestattetem Land wie den USA zuwege bringen.

An große **vielschichtige Probleme** wie Katalyse, Stoffwechsel, Photosynthese, Signalstoffe, Immunerscheinungen, Vorgänge im Gehirn gingen Forscher von den verschiedensten her heran, waren Biologen, Biochemiker, Chemiker, Techniker und andere beteiligt, gab es **Komplexforschung**,

## Energie, Ressourcen

Einst beruhte **alle Energie**, selbst das Mühlrad und der Windmühlenflügel und die Muskeltätigkeit von Mensch und Tier, unmittelbar auf der Energie von der Sonne, also **Solarenergie**. Im Sonnenlicht bauten die Pflanzen ihre organische Substanz auf, welche dann Tier und damit auch Menschen verzehrten. Wasserkreislauf und Wind waren ebenso Wirkung der Sonne. Fossile Energieträger wie Kohlen, Erdöl, Erdgas, waren auch einmal durch Lebewesen, also damit die Sonnenenergie, entstanden. Aber den vielen gebundenen Kohlenstoff in relativ kurzer Zeit durch die Verbrennung der 'fossilen' Energieträger wieder freizusetzen brachte das Problem einer Erderwärmung, die selbst in einem geringen Bereich von wenigen Grad Gefahren herausbeschwor.

## Messende Physik und Messungen in der Chemie

Der normal arbeitende Wissenschaftler kann nicht unbedingt erwarten neue Phänomene zu entdecken. Aber die Naturkonstanten genauer zu vermessen, das konnte und kann eine wichtige Lebensarbeit sein und bedeutende Forscher haben sich dieser Arbeit gewidmet, und gerade dabi auch neue Gebiete, neue Eigenschaften der verschiedensten Susbatnze erschlossen. Nur etwa durch die Messung der Wellenlängen von Strahlen, durch die genaue Festlegung der Spektrallinien, durch die exakte Bestimmung der Atomgewichte der chemischen Elemente, die Leitfähigkeit der Substanzen und anderes wurden viele der neuen Erkenntnisse gewonnen. Lord KELVIN sagte zu Recht (zitiert bei TH. W. RICHARDS 1911, S. 1202): "Accurate and minute measurement seems to the non-scientific imagination a less lofty and dignified work than locking for something new. But nearly all the grandest discoveries of science have been the rewards of accurate measurement and patient, long-continued labour in the minute shifting of numerical results." Nach Ansicht des niederländischen Physikers H. KAMERLINGH ONNES, der schließlich die Physik der tiefsten Temperaturen begründete, sollte an jedem Physik-Laboratorium stehen: "Door meten tot weten" (zit. nach Proceedings of the Royal Society ... 1927, S. I) – Durch Messung zur Kenntnis, gemeint also auch neue Erkenntnis, neue Einsichten.

Für die Festlegung der physikalischen Konstanten,notwendig vor allem auch für die aufkommende Elektrotechnik, wurde in Deutschland in Berlin **1888** die **Physikalisch-Technische Reichsanstalt** (PTR) gegründet. HELMHOLTZ war ihr erster Präsident, dem 1895 bis 1905 KOHLRAUSCH, 1905 bis 1922 EMIL WARBURG folgten.

Ein hochangesehener Physiker wie FRIEDRICH KOHLRAUSCH (W. FRITZ 1980) ist vor allem als durch **Präzsionsmessungen**, durch die fundamentale Bestim-

mung der elektrischen und magnetischen Größen, der elektrischen Leitung von reinem Wasser und Elektrolyten hervorgetreten. KOHLRAUSCH, 1870 an der ETH Zürich, Professor 1871 an der Technischen Hochschule Darmstadt, 1875 an der Universität Würzburg, 1888 bis 1905 in Straßburg, Lehrer bedeutender Physiker, war 1895 bis 1905 Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bis in die Einzelheiten untersuchte und maß in seinem 90-jährigen Leben GEORG QUINCKE (W. KÖNIG 1924) wurde nach Lehre und anderen Arbeiten in Berlin 1872 Professor in Würzburg, 1875 als Nachfolger von KIRCHHOFF in Heidelberg, Phänomene wie den beim Wandern einer Flüssigkeit durch eine poröse Membran entstehenden "Diaphragmenstrom", die Bewegung in einer Flüssigkeit suspendierter Teilchen in einem elektrischen Feld, Bildung von Schaum, Kapillarerscheinungen, Ausbreitung von Seifenlösungen oder Eiweiß an der Grenze von Öl und Wasser. Seine Beobachtungen richteten "sich mehr und mehr auf die letzten und kleinsten Einzelheiten eines Vorganges ..., auf alle die Kleinigkeiten, die dem gewöhnlichen Beobachter doch nur als Zufälligkeiten im Verlaufe des Vorganges erscheinen" (S. 626). QUINCKE hätte wohl dem Zufall da nichts zugebilligt, da stets sich der Einfluß eines besonderen Umstandes zeige. So konnte die Physik in die eigenwillige Welt auch von Alltagsphänomenen eindringen. An den neu untersuchten Phänomenen wie den Kathodenstrahlen leistete Präzisionsmessung EMIL WARBURG (J. FRANCK 1931).

Hinsichtlich der grundlegenden **Naturkonstanten** führte ins Philosophische die Frage, ob sie so **sein müssen, wie sie sind** und was wäre, wenn sie, hinsichtlich ihrer Zahlenwerte, anders wären? Wäre dann vieles im Weltall anders? Gäbe es auch dann irgendwo im Weltall Leben?

## Übergreifende Feststellung in der Naturwissenschaften

Immer einmal wieder diskutierte man allgemeine, auch ins Philosophische gleitende Phänomene, welche gewisse übereinstimmende Züge in den verschiedenen Naturbereichen aufweisen. Das war etwa die "**Vergesellschaftung**" (P. NIGGLI 1949): Atome ordneten sich nur zu bestimmten Molekülen, was einigermaßen verständlich wurde, aber Mineralien 'vergesellschafteten' sich zu bestimmten, oft großflächig verbreiteten Gesteinen, Gestirne befanden sich in Systemen, Pflanzen und auch Tiere bildeten sich zu Gesellschaften, etwa "Assoziationen", deren einzelne Glieder oft bemerkenswerte Abhängigkeiten voneinander besitzen. Die Forschung in den verschiedenen Bereichen war dabei, die Ursachen für solche, in den einzelnen Bereichen doch recht unterschiedlichen Phänomenen kausal verständlich zu machen.

## Leistungen auch in den klassischen Bereichen der Physik - wie der Akustik

Auch etwa in der **Akustik,** der Physik des Schalles, der Schallwellen, war noch Neues zu entwickeln, vor allem auch in der technischen Anwendung. MAX WIEN (S. T. WOLFF 2016, S. 39) "entwickelte Verfahren zur Bestimmung der Schallstärke bzw. der Energie der Luftschwingungen", fand, "die absoluten Druck differenzen eines Tons und damit dessen Intensität" anzugeben. Auch zum menschlichen Ohr wurden neue Erkenntnisse gewonnen. 1904 wurde der politisch recht üble und antisemitische M. WIEN Professor an der "neugeründeten" Technischen Hochschule Danzig, 1911 an der Universität Jena (S. 41).

ALEXANDER BEHM (Wikipedia 2018) erhielt am 7. Januar 1916 ein deutsches Reichspatent für die Erfindung des **Echolots**, mit dem Meerestiefen gemessen werden können, und zwar mit der nötigen Ausrüstung von jedem Schiff. Das Prinzip konnte auch für **Höhenbestimmungen aus Luftfahrzeugen** durch BEHM erweitert werden, mit Patent 1921, seinerzeit von Luftschiffen aus.

Einen Beitrag zur **Hydrodynamik** leistete der ansonsten vor allem in der Atomphysik bekannte ARNOLD SOMMERFELD, der 1908 bei Flüssigkeiten den "Übergang vom laminaren zum turbulenten Strömungszustand" beschrieb (M. ECKERT 2018, S. 60).

# Mit Elektrizität, mit Elektronen verbundene Physik

## Piëzoelektrischer Effekt und dessen umgekehrter Effekt

Im Jahre 1880 verkündeten die Gebrüder JACQUES und PIERRE CURIE ihre nicht ohne theoretische Vorüberlegung getätigte Entdeckung, daß manche in bestimmten Richtungen durch Druck, durch Pressen deformierte Kristalle, etwa Turmalin, allgemein Ionenkristalle, elektrische Ladungen auf der Oberfläche ausbilden, was als Piëzoelektrizität bezeichnet wurde (S. KATZIR 2003). Da die Ladungsausbildung druckabhängig ist, kann das zur Druckmessung benutzt werden. Da Wärme wie Druck Spannungen in den Kristallen erzeugt, ist die durch Wärme oder Druck erzeugten Ladungen an Kristallen ähnlicher Entstehung, womit die schon im 18. Jh. bekannte Pyroelektrizität und die Piezoelektrizität verknüpft sind. In den 40er-Jahren des 20. Jh. fand man die Piezoelektrizität von Keramik. Die Verwandlung mechanischer Vibrationen in elektrische Oszillationen wird angewandt fernerhin

im Phonographen, mittels der Abtastnadel von Schallplatten. GABRIEL LIPPMANN, ebenfalls französischer Physiker, Physiknobelpreisträger von 1908, sagte 1881 die Existenz auch des umgekehrten Effektes voraus und die Brüder CURIE bestätigten ihn noch 1881, das heißt die Änderung der Abmessungen eines Körpers in einem elektrischen Feld, die Elektrostriktion, die allerdings gering ist, bei den Experimenten der Gebrüder CURIE für einen Quarz-oder Turmalin-Kristall von 1 cm Länge etwa 1/2000 Millimeter.

## Elektrizität in verdünnten Gasen und die dabei auftretenden Phänomene - Kathodenstrahlen und ihre Eigenschaften sowie Kanalstrahlen

Stromdurchgang durch verdünnte Gase hat mehr als anderes zu neuen Erkenntnissen über die Struktur der Materie geführt. Einer der mit den Untersuchungen dazu voranging war JULIUS PLÜCKER (W. BURAU 1975, KARSTEN 19). Erfolgreich als Mathematiker, übernahm PLÜCKER 1836 in Bonn die Professur für Physik. Manche sprachen von einer einem Mathematiker nicht zukommenden Stellung. PLÜCKER schritt daher 1847 zu Forschungen in der Physik und begann **1857** mit Untersuchungen über Elektrizitätsleitung in sehr stark verdünnten Gasen, die sich in verschlossenen Glasröhren befanden, den **Kathodenstrahlröhren.** 1863 bis 1865 geschah das in Bonn gemeinsam mit HITTORF.

Diese Forschungen in den verschlossenen Glasröhren benötigten zu ihrer Herstellung einen dafür geschickten Handwerker. Das waren schon öfters Leute, die als Instrumentenmacher manchmal eine entscheidende Rolle für die Wissenschaften spielten. Für die Kathodenstellte war der nötige Handwerker HEINRICH GEIßLER (F. MÜLLER et al. 2014) Am 26. Mai 1814 war GEIßLER in dem durch seine Glasmacherkunst bekannten Thüringer Wald in Igelshieb in einer Familie von Glasbläsern und Glasinstrumentenmachern geboren worden, Nach Lehre, autodidaktischer Weiterbildung und Wanderjahren wirkte GEIßLER (a. F. FRAUNBERGER 1972) seit Anfang der 1850-er-Jahre in Bonn. Er (F. MÜLLER et al. 2014, S. 40) stellte Thermometer, Barometer, Hygrometer, für die barometrische Höhenmessung Hypsomete, für die Messung des Alkoholgehaltes in Flüssigkeiten Vaporimeter her Mit seinem Thermometer konnte er den Meßbereich auf 500 bis 600° C erhöhen. 1850 besuchte MENDELEJEW GEIßLER in Bonn (S. 40). 1868 wurde der auch zum Ausbilder gewordene GEIßLER von der Universität Bonn mit dem Doktortitel geehrt. In Bonn ist GEIßLER 1879 gestorben.

GEIßLER **1857** entwickelte jene von PLÜCKER bald akzeptierten verschlossenen, etwa 40 cm langen Röhren mit dem stark verdünnten Gas, die später "**Kathodenstrahlröhren**"

(discharge tube) genannt wurden und entwickelte auch eine Pumpe zum Auapumpen der Röhren. GEIßlER begleitete den so ein neues Forschungsfeld erschließenden PLÜCKER auch zu manchen Demonstrationsvorträgen, so 1862 zur Weltausstellung in London.

Eine wirksame Pumpe zur Erzeugung eines hoch-dünnen Vakuums entwickelte um 1865 in England auch der aus dem Hannoverschen stammende HERMANN SPRENGEL (K R WEBB 1965) und schuf die Voraussetzung auch für die Glühlampen,

An den Enden Kathodenstrahlröhren waren eingeschmolzene Platindrähte angebracht. **Bei** dem Anlegen einer **elektrischen Hochspannung** durch den um 1850 verbesserten Funkeninduktor des nach Paris übergesiedelten HEINRICH DANIEL RÜHMKORFF erschienen in dem nur in Spuren vorhandenem Gas an bestimmten Stellen **charakteristische Lichterscheinungen**, so, als ob eine Art Strahlung von der Kathode ausging. PLÜCKER nannte das "Glimmlicht", der bald in Münster selbständig forschende HITTORF sprach von "Glimmlichtstrahlen". Später setzte sich für die von der Kathode in der Kathodenstrahlröhre ausgehenden offensichtlich materiellen Erscheinungen der von EUGEN GOLDSTEIN 1876 geprägte Ausdruck "**Kathodenstrahlen**" durch. KOHLRAUSCH (1896/1910, S. 1063) bescheinigte dem dann eigenständig forschenden HITTORF für 1896, "das Vakuum in der hierzu notwendigen und später nicht zu übertroffenen Vollkommenheit her"gestellt zu haben und "diese Vorgänge der elektrischen Messung zugänglich zu machen", und zu zeigen, "daß die Elektrizitätsleitung der Gase ganz anderen Gesetzen folgt, als diejenigen in Metallen und Elektrolyten." Neben den genannten Deutschen wandte sich der Engländer CROOKES (W. H. BROCK 2008) den Kathodenstrahlen zu und nach seinen Erfahrungen mit dem Radiometer konnte er mit seinem Assistenten GIMINGHAM gute Röhren herstellen.

Bald wurden Eigenschaften der Kathodenstrahlen ermittelt. PLÜCKER fand 1858, daß ein **Magnet** die "Strahlen" **ablenkt**, daß die von dem Strahl getroffene Glaswand an der getroffenen Stelle aufleuchtet, also fluoresziert, daß mit dem Magneten gemäß der Ablenkung des Strahls der Leuchtpunkt auf dem Glas bewegt werden kann. Es gab in der Röhre je nach Verdünnung charakteristische Leuchterscheinungen. HITTORF betonte die ansonsten geradlinige Ausbreitung der Strahlung und daß ein in den Strahlengang gestellter fester Körper einen Schatten wirft. CROOKES wird ein kleines Malteserkreuz in die Röhre stellen und deren Schatten auf der Glaswand sehen. Ein kleines Paddel wird bewegt. Konzentrierte Kathodenstrahlen entwickeln **im Brennpunkt große Hitze**, auch von HITTORF festgestellte Wärme, bis zum Schmelzpunkt des Platin, und es werden Mineralien, so Diamant, weiße Schreibkreide, manche Silikate, und eben auch das Glas der Röhre, zur **Phosphoreszenz** angeregt.

HITTORF (A. HEYDWEILER 1915, G. C. SCHMIDT 1930) war seit 1847 für Chemie und Physik an der Akademie und späteren Universität in Münster, 1852 ao. Professor, 1856 Ordinarius, führte dort auch allein die Versuche in der weitgehend evakuierten Röhre fort, in bisher unzugängliche Druck- und Spannunsbereiche (U. HOYER 1980). Vorher hatte HITTORF den Stromdurchgang durch leitende Flüssigkeiten untersucht und nahm sich nunmehr die Leitung in Gasen vor. Stromquelle für seine Untersuchung an Gasen waren ihm BUNSENsche Zink-Kohle-Chromsäuretauchelemente, von denen er 1883 über 2400 verfügte und viele zusammenwirken lassen konnte. Das Glimmen, die Leuchterscheinung, führten PLÜCKER wie HITTORF (H. SCHIMANK 1964) zunächst darauf zurück, daß der Strom in der Kathodenröhre das Gas glühend macht. HITTORF korrigierte das 1879.

Unabhängig von HITTORF, aber auch ohne ihn später zu erwähnen, hat ab 1879 CROOKES in England die Kathoden-Strahlen erforscht und er wurde als ein führender Forscher auf diesem Gebiet anerkannt. CROOKES konnte ein Vakuum von vorher unübertroffener Reinheit bereiten. Auch er konnte die Phänomene im Inneren einer unter Spannung stehenden Kathodenstrahlröhre nicht deuten. Er sprach gar von einem "**Vierten Aggregatzustand der Materie**", eine Art Gas dünner als Gas, der auch eine "letzte Realität ist" (PH. LENARD 1907), einen Übergas-, einen Ultragas-Zustand, vom normalen Gas-Zustand so verschieden wie ein Normalgas von einer Flüsigkeit, bestehend vielleicht als von der Kathode fortgeschleudert negativ aufgeladene Gas-Moleküle. Irrige Hypothese und gute experimentelle Resultate! Als Partikel sahen sie auch andere, so C. F. VARLEY1871 und der viel mit CROOKES korrespondierende STOKES. Von HERTZ und LENARD wurde zeitweilig diskutiert, ob die Kathodenstrahlen eine Art Äther-Erscheinung sind, gedacht bis hin zu transversalen elektromagnetischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit (W. GERLACH 1970).

GOLDSTEIN (E. MARCKWALD 1920, O. REICHENHEIM 1920) fand 1894 durch Kathodenstrahlen hervorgerufene lichtempfindliche Färbungserscheinungen bei Alkalisalzen, bei etwa Kochsalz, Kaliumbromid, Erscheinungen, die auch von radioaktiver Strahlung und von Ultraviolett-Licht hervorgerufen werden. Geringste Beimengungen führen zu Phosphoreszenz GOLDSTEIN fand 1904 besonders bei sehr tiefen Temperaturen diskontinuierliche, substanzspezifische Phosphoreszenzspektren bei aromatischen organischen Verbindungen.

BRAUN (F. HARS 1999, S. 114ff.) führte **1897** auch auf der Versammlung der British Association in Vancouver die nach ihm benannte **Braunsche Röhe** vor, in der ein Kathodenstrahl auf einen Fluoreszenzschirm fiel und dieser Kathodenstrahl abgelenkt wurde durch Magnetspulen geleiteten Strom wurde, etwa Wechselstrom so verfolgt werden konnte. Das Instrument besaß keinerlei mechanische Teile und

der Strahl folgte "praktisch verzögerungsfrei den Änderungen des Stromflusses" (S. 115). Das Feld der Magnetspulen "lenkte den Kathodenstrahl senkrecht zur Feldrichtung ab und die Ablenkung war annähernd proportional zur Stromstärke" (S. 114). Konstruiert als physikalische Untersuchungsapparatur hat diese Braunsche Röhre sich später als weltbewegend erwiesen, als Grundlage des Fernsehens. In BRAUNs Arbeit nahm diese Röhre keine besondere Stellung ein.

## Kathodenstrahlen aus der Kathodenstrahlröhre herausgeleitet: LENARD

Kathodenstrahlen blieben in Deutschland ein zentraler Forschungsgegenstand führender Physiker. HEINRICH HERTZ entdeckte 1891, daß Kathodenstrahlen in der Kathodenstrahlröhre ganz dünne Metallfolien, wie sie Buchbinder benutzen, durchdringen. HERTZ empfahl seinem Assistenten PHILIPP LENARD (F. WOLF 1962 b), die Kathodenstrahlen durch eine solche an der Glaswand angebrachte dünne Metallfolie in ein Vollvakuum zu leiten. Hierbei wurden sie überhaupt nicht behindert. LENARD leitete zuerst **1892** Kathodenstrahlen durch dünne Plättchen aus Silber, Gold oder Aluminium, einige Tausendstelmillimeter dick, "Fenster" an der Wand der Kathodenstrahlröhre, aus der Röhre ganz **nach außen** in die umgebende Luft und dann auch in andere Gase. Nach den Worten von HERTZ (1927, S. 249) an HELMHOLTZ am 15. Dezember 1892 "wurde ein ganz neues Feld der Untersuchung geöffnet", wurde "die Erzeugung" der Kathodenstrahlen "von ihrer Beobachtung vollständig " getrennt (S. 250). So ließen sich weitere Eigenschaften der Kathodenstrahlen feststellen, konnte ihr Wesen zunehmend erkannt werden. Die Kathodenstrahlen durchflogen die Luft etwa mit einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit eine gewisse Strecke wie durch einen leeren Raum. Bis in einige Entfernung schwärzten sie fotografische Emulsionen, riefen Phosphoreszenz hervor, durchdrangen dünne Materialien. LENARD sah in diesen schließlich als kleinste Materiepartikel zu sehenden Strahlen so etwas wie die Elektrizität selbst, reine negative Elektrizität ohne Materie, deutete seine Befunde (1905, S.13): "Was man nie glaubte gesehen zu haben: Elektrizität ohne Materie, elektrische Ladung ohne geladenen Körper, ... wir haben gewissermaßen die Elektrizität selbst entdeckt, ein Ding, über dessen Existenz oder Nichtexistenz, über dessen existentielle Eigenschaften man seit Gilbert und Franklin vergeblich sich Gedanken gemacht hatte." Elektrizität, wenigstens die negative, war augenscheinlich keine nicht greifbare "Kraft" wie bei FARADAY, MAXWELL, HERTZ. Wie HITTORF sich ausdrückte: Elektrizität war keine Imponderabilie mehr (U. HOYER 1980). Diese negative Elektrizität, offensichtlich winzige Partikel, war untersuchbar wie Licht, das schließlich als solches und nicht nur im Inneren von Feueröfen und Flammen

untersucht würde. LENARD, Physik-Nobelpreisträger von 1905, meinte, daß "wir ... in den Stand gesetzt" sind, "den alten Namen "Elektrizität" mit einem der Erfahrung zu entnehmenden, neuen Inhalt zu versehen." "Elektronen", trug F. HABER (1926, S. 407) vor, "sind nichts anderes als diskrete Mengen von Elektrizität und die Elektrizität besteht nur in Form dieser diskreten Mengen, die immer von derselben Größe und Art sind." Elektrizitätsträger sind also, bei Elektrolyse die Ionen, Bausteine atomarer Größe, sind aber auch Teilchen subatomarer Größe. LENARDs Entdeckungen sprachen für die vor allem in der Physik noch umstrittene Atomistik. Wenn die Partikel der Kathodenstrahlen, Elektronen, Materie durchdrang, sprach das für nur einen geringen Raum einnehmende Atome in der Materie, Atome in einem Leerraum.

Für PHILIPP LENARD, der an der Erforschung von Kathodenstrahlen und damit Elektronen so beteiligt war, blieben Anschaulichkeit ein weitergeführtes Bestreben in der oft unanschaulicher werdenden Physik. Daß diese theoretische Physik die von LENARD favorisierte anschauliche Physik überrundete, frustierte ihn offensichtlich. Der am 7. Juni 1862 in Preßburg/Bratislava als Sohn eines Großhändlers geborene und 1905 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnete LENARD, 1891 Schüler von HEINRICH HERTZ, galt zeitweilig als die große Hoffnung der Physik in Deutschland. Er wurde nach Aufgeben eines Extraordinariats für theoretische Physik in Breslau zugunsten einer einfachen Dozentur an der Technischen Hochschule Aachen mit hier möglicher experimentellen Forschung (F. HARS 1999, S, 41) schließlich 1898 Ordinarius in Kiel, 1907 in Heidelberg, wurde aber auch ein übler Nationalist und Antisemit. Er schmähte namentlich nach 1918 EINSTEIN. Am 24. Juni 1922 wird der deutsche Außenminister, der Jude WALTHER RATHENAU nach Hetze durch Rechte ermordet. Am Beisetzungstag, dem 27. Juni, zieht ein Protestzug gegen die Mörder unter CARLO MIERENDORF auch durch Heidelberg. Im Institut von LENARD wird trotz staatlicher Anweisung weder die Vorlesung eingestellt noch Trauerbeflaggung angebracht. Die Demonstranten ziehen vor das Physikalische Institut. LENARD schließt einen Feuerwehrschlauch an und bespritzt die Demonstranten wie mit einem Wasserwerfer. Die Empörten dringen ein. Sie ergreifen LENARD. Die Polizei nimmt LENARD bis zum nächsten Morgen in Schutzhaft. Ein Disziplinarverfahren endet schließlich mit einem Verweis. "Wir sind dann weiter seiner Giftigkeit ausgesetzt, ja sogar noch mehr als vorher," schrieb der damalige Dekan, der Zoologe HERBST an DRIESCH in Leipzig. LENARD trat auch in Vorlesungen für den ihn in sogar seinen Lehrveranstaltungen besuchenden HITLER ein. LENARD schrieb für eine "Deutsche Physik", die sich von der jüdischen unanschaulichen Physik unterscheiden sollte. Die "Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft" ehrte LENARD zum 75. Geburtstag 1937 mit einem Leitartikel "Philipp Lenard - Vorbild und Verpflichtung". Sein ehemaliges Institut erhielt den Namen "Philipp Lenard-Institut". Nach dem Krie-

ge zog sich LENARD in eine Art freiwillige Verbannung in das Dorf Messelhausen unweit Würzburg zurück. Als VON LAUE im September 1947 auf der ersten Nachkriegstagung der Physiker in Göttingen den Tod des fast 85-jährigen LENARD, erfolgt am 20. Mai 1947, bekanntgab, meinte er: "Wir können und wollen die Verfehlungen des Pseudopolitker Lenard nicht verschweigen oder entschuldigen, aber als Physiker gehörte er zu den Großen" (zit. bei F. WOLF 1962, S. 275). Blumen auf dem Grab und weitere Erörterungen zeugten vom oft merkwürdigen Urteil über einen der eigenwilligsten Forscher des 20. Jh., dessen Verhalten allerdings wie das anderer Forscher seiner Zeit mit der schärferen Auseinandersetzung über das HITLER-Zeit sehr viel kritischer gesehen wurde.

## Durch Löcher in der Kathode hinter die Kathode gesandt die positiv geladenen Kanalstrahlen

Daß in dem hochevakuierten Raum hinter einer durchlöcherten Kathode positiv geladene Strahlung auftreten fand 1886 EUGEN GOLDSTEIN (O. REICHENHEIM 1920, W. WESTPHAL 1950). Er prägte dafür den Ausdruck "Kanalstrahlen" GOLDSTEIN war Sohn eines vermögenden jüdischen Weinhändlers aus Gleiwitz in Schlesien. In Breslau studierte er wegen eines möglichen späteren Berufes Medizin und setzte das 1870 in Berlin fort. Aber seine Interessen führten ihn 1871 als erster Praktikant in das von HELMHOLTZ begründete physikalische Laboratorium und er gewann die Freundschaft von HELMHOLTZ. Während seines weiteren Lebens forschte GOLDSTEIN etwa in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, aber auch in seinem privaten Laboratorium. Der freundliche Mann galt auch als Sonderling, heiratete aber noch wenige Jahre vor seinem Tode 1930. Die Entdeckung der Kanalstrahlen legte HELMHOLTZ am 29. Juli 1886 mit der Arbeit von GOLDSTEIN "Über eine noch nicht untersuchte Strahlungsform an der Kathode induzierter Entladungen" vor (E, GEHRCKE 1920, J. J. THOMSON 1907). Die als "Kanalstrahlen" entdeckte GOLDSTEIN bei Verwendung eines sehr engmaschigen Drahtnetzes als Kathode, wobei von jeder engen Öffnung in den Raum hinter der Kathode ein gelbes Strahlenbündel ausging. Auf Glas erzeugten die Kanalstrahlen nur ein schwaches grünes und auch ein gelbes Leuchten, wie man fand wegen der Anregung von Natrium im Glas. Kanalstrahlen fand GOLDSTEIN magnetisch nicht ablenkbar, W. WIEN fand sie rund 1000mal weniger als Kathodenstrahlen magnetisch ablenkbar. Die Kanalstrahlen erwiesen sich als beschleunigte positive Gas-Ionen. Die Elektronen, welche diese positiv geladenen Ionen verloren hatten, sausten in die andere Richtung als Kathodenstrahlen. Auch an der Anode entstehen Kanalstrahlen, wie GOLDSTEIN nachwies, in einem starken elektrischen Feld.

## Edison-Effekt – Elektrizität aus einem erhitzten Metall

Der Konstrukteur elektrischer Glühlampen THOMAS A. EDISON beobachtete 1883, daß innerhalb von Glühlampen vom heißen Sockel (filament) zu einer Metallplatte Elektrizität ausging. Das Phänomen, daß später auf den Austritt von Elektronen (thermionic emission) aus dem als Kathode dienenden erhitzten Sockel innerhalb der luftleer gepumpten Glas- oder Metallröhre zurückgeführt wurde, führte zur Konstruktion der "Röhren", der Diode durch FLEMING und dann der Triode durch DE FOREST, die für den Nachweis von Radiowellen und als Gleichrichter dienten. Letzeres war möglich, weil kein Strom floß, wenn an die als Anode dienende Metallplatte auch negative Spannung angelegt wurde.

# Lichtelektrische Effekte (Photoeffekte)

Unter den Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Teilen des elektromagnetischen Spektrums und auch Partikeln fanden die zwischen Licht, sichtbarem und Ultraviolett, mit zuerst höhere Aufmerksamkeit.

Lichtelektrische Effekte sind Einflüsse von Licht auf 1. die Elektrizitätleitung, 2. die elektrische Ladung eines Körpers, 3. die Stromerzeugung durch Licht.

### Frühe Photovoltaik

**Stromerzeugung durch Licht**, den photovoltaischen Effekt, fand 1839 EDMUND BECQUEREL, Belichtete er von 2 in eine elektrisch leitende Flüssigkeit, einen flüssigen Elektolyten, getauchten Elekttroden, trat ein Strom auf.

## Der "innere Photoeefekt"

Der englische Kabellege-Ingenieur WILLOUGHBY SMITH (A. McCONNELL 2004; H. THIRRING et al. 1939) berichtete 1873, daß einer seiner Assistenten bei Isolationsmessungen an Unterseekabeln festgestellt hatte, daß bei einer dabei benutzten Stange aus amorphem Selen sich der Widerstand bei Belichtung änderte. Da sich der Widerstand, wie sich zeigte, in Abhängigkeit von der Stärke der Belichtung änderte, konnte Selen wegen dieser Eigenschaft für **Photometer**, als "Belichtungsmesser", dienen. WERNER SIEMENS konstruierte eine erste Selenzelle. Bald wurden die verschiedensten lichtelektrischen Anlagen vorgeschlagen, aber wurden auch Ermüdung, Inkonstanz u. a. beim Selen deutlich. Der bei Selen gefundene "**innere Photoeffekt**", die Vermehrung der Leitfähigkeit durch Licht, wurde

später bei noch zahlreiche Materialien nachgewiesen, bei Diamant, Zinkblende, Zinnober, Flußspat. Von praktischer Bedeutung wurden reines Selen, Selen mit Tellurzusatz, Thalliumoxysulfid ("Thallofid") (H. THIRRING et al. 1939).

## Der "äußere Photoeffekt"

HEINRICH HERTZ (M. WEGENER 2007), Bonn, fand im Dezember 1886,, veröffentlich **1887,** daß Licht den Funkenüberschlag an einer Leiterunterbrechung verbessert, ja zum Teil überhaupt erst ermöglicht, was der "**äußere Photoeffekt, äußere lichtelektrische Effekt**" ist . Um den durch die von ihm erzeugten, erstmals nachgewiesenen elektrischen Wellen erregten Funkenüberschlag an dem als Empfänger dienenden Drahtgitter besser nachzuweisen, verdunkelte HERTZ den Raum. Der Funkenüberschlag wurde aber geringer, der Nachweis elektrischer Wellen war also verschlechtert. HERTZ fand dann, wenn an einer Funkenstrecke ein Funke übersprang an einer benachbarten zweiten Funkenstrecke der Funke leichter übersprang, sich die Schlagweite vergrößerte, also Lichteinfall den Funkenüberschlag verbesserte. Demgemäß: Licht, und wie sich zeigte vcr allem Ultraviolett-Licht, beeinflußt den Überschlag von Funken über eine Lücke in einem elektrischen Leiter. Belichtet werden mußte die **negative Elektrode**. Ein der Funkenstrecke genäherter Magnet konnte den Funkenüberschlag trotz Belichtung beseitigen, von Einfluß war der Luftdruck. Unterschiedlich war die Wirkung bei verschiedenem Material.

Die Entdeckung von HERTZ wurde aufgegriffen namentlich von WILHELM HALLWACHS (1888a, b, 1889, E. v. SCHWEIDLER 1915, O. WIENER 1922). HALLWACHS wurde geboren 1859 als Sohn eines höheren Justizbeamten in Darmstadt, war Assistent 1884 bis 1886 in Würzburg bei KOHLRAUSCH, ab 1886 bei GUSTAV WIEDEMANN in Leipzig, ab 1888 wieder bei KOHLRAUSCH, der unterdessen nach Straßburg berufen war und HALLWACHS' Schwiegervater wurde. HALLWACHS hatte sich jahrelang mit elektrostatischen Untersuchungen befaßt. Die Beobachtung von HERTZ über die Licht-Beeinflussung eines Funken-Überschlages gab ihm, noch in Leipzig 1887, die Anregung zur Untersuchung des Lichteinflusses auf die (statische) elektrische Ladung einer Metallplatte, zunächst aus Zink, bald auch von Messing und Aluminium (1888b). Eine elektrisch negativ geladene Metallplatte wurde durch Licht, etwa das einer Bogenlampe oder von brennendem Magnesium, entladen, eine ungeladene Metallplatte positiv aufgeladen. **Ultraviolett-Licht** erwies sich als wirksamer Teil des elektromagnetischen Spektrums. Rote und ultrarote Strahlen bewirkten bei den Versuchen von HALLWACHS im Unterschied zu späteren Versuchen mit Alkalimetallen durch andere keine Entladung. Die roten und infraroten Anteile im Spektrum haben zwar die größte Wäremwirkung, aber Wärme, Temperaturerhöhung, war für die Entladung

der Metallplatten eben, wie so deutlich wurde, nicht zuständig. HALLWACHS hat das Licht vor dem Auffallen auf die Metallplatte durch Materialien, Glimmer oder Flüssigkeiten, durchgehen lassen, die teils Ultraviolett-Licht absorbierten oder auch nicht. HALLWACHS konnte an Hand der Entladung der Metallplatte auch die Absorption von UV-Licht von verschiedenen durchsichtigen Materialen feststellen. Bei positiv geladenen Platten änderte sich durch Belichtung nichts. Bei den verschiedenen Metallen war die Wirkung unterschiedlich, bei Aluminium stärker als bei Zink, noch schwächer bei Eisen. Die "positive Electisirung", also Entladung der negativ geladenen oder neutralen Metallplatte, hing auch stark von deren Oberflächenbeschaffenheit ab, einer "sehr gut" **geputzten Oberfläche**. "Einigermassen alte Oberflächen" zeigten die Entladung nicht mehr. (1888b, S. 733). Die Entladung fand eine untere Grenze, "bei jedem folgenden, mit derselben Oberfläche angestellten Versuch" war "das zu erreichende Maximalpotential geringer ...", also die Entladung in Richtung positive Elektrizität, es gab also "lichtelektrische Ermüdung". Ausglühen der Metallplatte änderte die Entladung nicht, was gegen die Wirkung von Gasen im Metall sprach. Verlust negativer Elektrizität fand sich schließlich auch bei Licht auf Flüssigkeiten, am stärksten bei stark UV-Licht absorbierenden.. Sollte gar ein Weg gewiesen sein, Licht in Elektrizität zu verwandeln?

Bei KOHLRAUSCH führte HALLWACHS seine lichtelektrischen Forschungen allerdings erst einmal nicht fort. Andere überholten ihn. HALLWACHS wurde 1893 Ordinarius für Elektrotechnik und 1900 Ordinarius für Physik an der Technische Hochschule Dresden.

**Erklärt** hat HALLWACHS 1888 (a, S. 302) die Entladung der Metallplatten als "am wahrscheinlichsten" damit, "dass vielleicht an der Oberfläche auf irgend welche Art eine Scheidung der Eletricitäten eintrete." Das ließ sich durchaus in die etwas später durch zahlreiche andere Physiker gegebene Erklärung 'übersetzen', daß an der Metalloberfläche durch **Licht Elektronen**, erst etliche Zeit nach HALLWACHS' Untersuchungen klar festgestellte kleine negativ geladene Teilchen, aus dem Metall herausgeschlagen werden.

LENARD (1905) sprach von aus der Metallplatte herausgeschleuderten Kathodenstrahlen. Die **Teilchen**, aus denen die **Kathodenstrahlen** bestehen, und die **aus** der belichteten **Metalloberfläche** herausgeschlagenen erwiesen sich als **identisch**. Wurde UV-Licht auf eine Metallplatte in einer Vakuumröhre geleitet, dann konnten die dabei ausgeschleuderten "Kathodenstrahlen" bei verschiedenen Substanzen Fluoreszenz hervorrufen. Verstehbar wurde: Wurden immer mehr Elektronen herausgeschlagen, gab es schließlich, was die positive Ladung anzeigte, Elektronen-Mangel. Die Glattheit der Oberfläche der Metallplatte war ebenfalls für den Elektronen-Austritt wichtig, und schließlicher Elektronenmangel bewirkte

die "Ermüdung".

Ultraviolett-Licht ließ nach LENARDs Feststellung auch Luft leitend werden, ionisieren.

Wichtig wurde die Feststellung der Unabhängigkeit der **Teilchengeschwindigkeit von der Lichtintensität und die Abhängigkeit der entstehenden Geschwindigkeiten von der Farbe des Lichts.** Das wurde erklärbar mit der Photonen-Theorie des Lichts namentlich von EINSTEIN, der Existenz des Lichtstrahls aus winzigen Photonen mit je nach Farbe unterschiedlichen Energieinhalt. Durch angelegte Beschleunigungsspannung ließ sich die Geschwindigkeit der Elektronenstrahlen in weiten Grenzen variieren.

Die mit sichtbarem Licht und UV-Licht hervorgerufenen Erscheinungen wurden in vergleichbarer Weise später durch X-Strahlen und radioaktive Strahlen – "Becquerel-Strahlen" – gefunden und gaben ein erweitertes Bild der Wechselwirkung von Strahlen resp. Partikeln mit anderer Materie.

## Abgeleitet aus dem äußeren lichtelektrischen Effekt: die-Photozelle

Weitere Erforscher des äußeren lichtelektrischen Effektes wurden JULIUS ELSTER und HANS GEITEL (1892) (u. a. R. POHL 1924). Beide waren einerseits Gymnasiallehrer, andererseits großartige Forscher und Entdecker. Bereits während ihrer Jugend, in der sie Freunde wurden, wohnten sie in Blankenburg am nördlichen Harzrand und studierten zusammen. Nach kurzem Einsatz an getrennten Orten wurden beide Lehrer am Gymnasium in Wolfenbüttel. ELSTER heiratete. In seinem großen Haus zog in eigenen Zimmern nach dem Tode seiner Mutter auch GEITEL ein und sie schufen ein privates Laboratorium. Von ihren gemeinsamen über 120 wissenschaftlichen Arbeiten brachten viele entscheidende Durchbrüche in der Physik, sowohl an Ideen wie an Experimenten, vor auch allem in der Erforschung und Deutung der Radioaktivität. Trotz Angebot von zwei Professuren, eine für jeden, an der Universität Breslau, zogen sie die Forschung in ihrem privaten Laboratorium in Wolfenbüttel dem Betrieb an einer Hochschule vor. Sie hielten Stundenverminderung durch die braunschweigische Schulverwaltung. In Wolfenbüttel haben Gymnasiasten wie selten Wissenschaft aus erster Hand genossen. Viele ihrer Untersuchungen wandten galten auch Phänomenen an der Erdoberfläche, sie hatten besonderes Interesse auch an **geophysikalischen Fragen**, was etwa Lichtschwankungen oder Radioaktivitätsverteilung betrifft. Noch war **Physik**, auch Atomphysik, mehr **experimentell** als mathematisch-theoretisch ausgerichtet,

ELSTER und GEITEL (E. v. SCHWEIDLER 1915) begannen mit ihren lichtelektrischen Untersuchungen 1889. Bei etwa Zink, Aluminium, Magnesium und deren Amalgamen fanden sie den "Hallwachs-Effekt" in merklichem Grade **auch bei sichtbarer Strahlung**, also und speziell auch bei Sonnen- und Tageslicht. Noch mehr reagierten auch auf langwelliges Licht die durch einen besonders elektropositiven Charakter ausgezeichneten **Alkalimetalle**, also Natrium, Kalium, Rubidium und deren Amalgame und Legierungen.Die Rubidium-Zelle reagierte sogar im ultra-(infra-)roten Teil des Spektrums. Daß möglichst viele Substanzen auch durch andere auf den lichtelektrischen Effekt untersucht wurden, war im Wesen der wissenschaftlichen Forschung nahezu selbstverständlich.

Großartiges technisches Ergebnis lieferten ELSTER und GEITEL mit der 1892 entwickelten Alkali-**Photozelle**. Anregung für ihre **Photozelle** lieferten ELSTER und GEITEL (1892) Überlegungen über die "Analogie" von "lichtelektrischen und glühelektrischen Erscheinungen". Die Photozelle ist eine Kathodenstrahlröhre, bei der ein Alkalimetall auf die Glaswand als elektronenabgebende Kathode aufgedampft war und bei Stromfluß eine Anode die Elektronen absaugt. Je nach Lichtstärke reagierten die dafür als besonders empfindlich erkannten Alkalimetalle streng proportional in der Stromleitung, durch die Elektronenabgabe, in der Röhre. Die Entladung konnte als Meßinstrument für das Licht dienen.

**Bei Alkalimetallen** gab es elektropositive Aufladung, also Elektronenabgabe, **auch mit langwelligem Licht**, wobei diese Fähigkeit mit steigendem Atomgewicht des Alkalimetalls zunahm, wie das im Ultrarot reagierende Rubidium zeigte. Aber auch "photoelektrische Zellen mit Kalium, das mit einer Schicht einer kolloidalen Modifikation überzogen ist, und deren Gasinhalt aus vedünntem Argon oder Helium besteht" zeigen "die Emission negativer Elektronen, den Hallwachseffekt, schon im unsichtbaren Ultratrot" (1911, S. 761). Wegen der Zerstäubung des aufgedampften Alkalimetalle haben ELSTER und GEITEL dann eine flüssige Natrium-Kalium-Legierung als Kathode benutzt, als spiegelnden Belag an der Röhrenwand. Auch die Polarisation des Lichtes beeinflußte die Menge der entweichenden Elektronen. Senkrecht zur Oberfläche des bestrahlten Metalles schwingendes Licht wirkte am stärksten. ELSTER und GEITEL selbst verfolgten auch Schwankungen der Intensität der UV-Strahlung des Sonnen- und Tageslichts. Es wurde sogar Licht angezeigt, das ein ausgeruhtes Auge im Dunkeln gerade noch wahrnehmen kann. Lichtelektrische Anlagen wurden vor allem möglich durch Hinzufügung der Verstärkerröhre wegen der vieltausendfachen Stromverstärkung auch geringer Photoströme. Um 1951 (N. SCHAETTI et al. 1951) wird die Photokathode für sichtbares Licht beschrieben als "Kombination der Alkalimetalle mit den Elementen der 5. und 6. Vetikalreihe der Elemente", und als Alkalimetall nimmt Cäsium, das Metall mit der kleinsten Ionisierungsenergie, einen Vorzugsplatz ein.

Über die Ursache der Elektronenfreisetzung gab es unterschiedliche Auffassungen. Im Unterschied zu jener Mehrzahl von Physikern, die eine Umwandlung der absorbierten Lichtenergie in die kinetische Energie der Elektronen annahmen, also für das Elektronen-"Herausschlagen" plädierten, sprachen ELSTER und GEITEL seinerzeit von einer Auslösung einer im Atom des lichtelektrisch empfindlichen Körpers aufgespeicherten Energie (E, v. SCHWEIDLER 1915).

Lichtmessung mit der Photozelle – das brachte auch ganz neue Feststellungen für die Erforschung der Gestirne, also in der **Astronomie** (s.d.).

## Strom durch Belichtung - Photoelemente

Etliche Mineralien, auch **Selen**, hier beobachtet **1876**, gaben bei Belichtung auch Strom ohne angelegte Spannung, an Bleisulfid festgestellt 1901 von I. C. BOSE (B. LANGE 1940). Es konnte festgestellt werden, daß das Licht und nicht die Wärme wirkt. Belichtete Substanzen sind damit selbstständige Stromquellen, **Photoelemente**, "photovoltaic cells", bieten die direkte Umwandlung der Energie des Lichtes in elektrische Energie. Belichtet sein muß, wie sich herausstellte, die Region zwischen zwei verschiedenen Materialien. Der ältere BECQUEREL hatte 1839 gefunden, daß bei Belichtung einer von zwei in einen Elektrolyten tauchenden Elektroden Potentialänderungen auftreten. Das wurde zunächst anfangs rein chemisch gedeutet, erst nunmehr lichtelektrisch.

## Kleinste negativ geladende "Partikel" der Materie: die Elektronen

Die Kathodenstrahlforschung und weitere Befunde, etwa von Licht auf Metalloberflächen und Ladung aus erhitzten Metallspitzen, führte zur Auffindung der **Elektronen**, negativ geladene Partikel weit unter der Masse des Wasserstoff-Atoms, also **des ersten bekannt gewordenen subatomaren Teilchens** Die Vorstellung vom "Elektron" geht jedoch davor zurück auf den aus Irland stammenden GEORGE JOHNSTONE STONEY, der 1874 aus FARADAYs Gesetzen der Elektrolyse und der Atomtheorie die **Atom-Struktur auch der Elektrizität** ableitete (B. B. KELHAM 1976, I. LANGMUIR 1929) und 1891 für die atomistisch verstandene **elektrische Elementarladung**, die eines Wasserstoff-Ions, den Terminus "**electron**" vorschlug.

In der Kathodenstrahlröhre war andererseits festgestellt worden, daß die Ablenkung der Kathodenstrahlen im elektrischen Feld so erfolgt, als bestände sie aus einzelnen negativ geladenen Teilchen (M. BORN 1920), und **1897** leitete JOSEPH



Abbildung 1627: Cambridge: zum Cavendish Laboratory.

JOHN THOMSON daraus ab, daß die Kathodenstrahlen aus negativ geladenen Teilchen von etwa 1/2000 der Masse eines Wasserstoff-Atoms, eben den Elektronen, den "corpuscles". THOMSON (J. NAVARRO 2006), Physik-Nobelpreisträger 1906, war der 1856 geborene Sohn eines Buchhändlers bei Manchester, faßte den Beruf eines Ingenieurs ins Auge und trat mit 13 Jahren in die junior school des Owens College in Manchester ein. Seit 1876 in Cambdridge, 1880 hier am Cavendish-Laboratory wurde THOMSON 1884 an diesem als Nachfolger von Lord RAYLEIGH, Direktor.

Zur Fassung der Elektronen kam auch THOMSON durch Untersuchungen mit der Kathodenstrahl-Röhre. Aus Elektronen bestanden die Kathodenstrahlen in jedem in der Kathodenstrahlröhre eingesetztem Gas, sie wurden durch UV-Licht aus Metalloberflächen freigesetzt, entstiegen den Spitzen glühender Metalle, wurden dann beim radioaktiven Zerfall nachgewiesen, fanden sich also offenbar überall in der Materie. THOMSON (1905) überlegte wie andere, daß die von ihm noch 1909 "corpuscles" genannten Partikel, die Elektronen, Bestandteile der Atome sind, Atome aufbauen, vielleicht als jenes "Protyl" gelten könnten, das PROUT und CROOKES als einfachste, die Atome zusammensetzende Partikel diskutiert hatten (H. KRAGH 2000), sie gar der Grundbaustein aller Materie sind.

**Elektronen, also subatomare Teilchen, entstanden bei verschiedenen Vorgängen, wenn elementare Stoffe "durch Energiezufuhr starker Belastung" ausgesetzt sind** (K. L. WOLF 1954). Diese "Belastung" konnten sein

starke elektrische Felder, unter denen Kathodenstrahlen zustandekamen, konnte Lichteinstrahlung sein oder Wärmezufuhr, letzteres bei der "Glühelektrode" bei stark erhitzten Metallfäden. Das Elektron trat auf bei den verschiedensten Substanzen, erwies sich als "subatomarer Baustein", wie immer sich die Vorstellung von ihm wandelte, "aller elementaren und damit aller Stoffe überhaupt" (S. 56), erschien also bei Natirum wie bei Aluminium usw. Die Unterschiede der Atome konnten also nicht auf dem Elektron als solchen, an dem einzelnen Elektron festgemacht werden.

Elektronen waren jedoch nicht eines der bisherigen Atome der Chemiker. In Deutschland wollte dennoch NERNST und in England WILLIAM RAMSAY (1908) das Elektron wie ein chemisches "Element" behandeln, es in chemische Gleichungen einbeziehen, etwa bei der Ionenbildung, die mit Elektronen-Verlust oder Elektronen-Aufnahme verbunden ist. NERNST sagte auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1901 in Hamburg, daß die "Ionen" sind "aufzufassen" "als chemische Verbindungen zwischen gewöhnlichen Atomen oder Radikalen einerseits und Elektronen andererseits ... Die Ionen lassen sich vollständig in das Schema der Substitutionstheorie einordnen, sobald wir die atomistische Auffassung der Elektrizität zu Hilfe nehmen" (zitiert nach R. LEPSIUS 1964, S. 605), d. h. die Elektronen als eine Art chemische Substanz mit sehr geringem Gewicht und eben elektrischer Ladung betrachten. THOMSON diskutierte andererseits, daß das Universum in diese Partikel zerfallen würde. In Metallen, wurde bald vermutet, sollten sich Elektronen auch frei von Atomen bewegen. Der US-amerikanische Physiker RICHARD CHACE TOLMAN, ab 1922 Professor am California Institute of Technology in Pasadena, versetzte in einem aufschlußreichen Experiment eine Metallscheibe in rasche Rotation und erwies, daß Elektronen zum Rand strömten, aber durch einen Draht ins Zentrum der Scheibe zurückflossen - was als direkter Nachweis von Elektronen erschien (K. T. COMPTON 1937). THOMSON lebte bis 1940.

Die **Ladung eines Elektrons** wurde 1909/1910 bestimmt von ROBERT ANDREW MILLIKAN (L. A. DuBRIDGE 1977), damals an der Universität Chicago, der die Bestimmung nach einigen etwas abweichenden Angaben anderer die Bestimmung wiederholte. Ab 1921 war MILLIKAN entscheidend beteiligt am Aufbau des California Institute of Technology, der bald herausragendsten technischen Bildungs- und Forschungsstätte in den USA. Die Bestimmung der Ladung des Elektrons, des elektrischen Elementarquantums geschah in MILLIKANs "Tröpfchenversuch". Es wurde festgestellt, bei welcher Ladung ionisierte oder elektrisch geladene Öltröpfchen zwischen zwei elektrisch geladenen Metallplatten schweben, weil sie selbst die gleiche Ladung wie diese trugen. Es durfte angenommen werden, daß die elektrische Ladung auf den Öltröpfchen, induziert durch X-Strahlen, ein Vielfaches der Elementarladung eines Elektrons war, so wie die Atomgewichte

der Isotope ein Vielfaches des Atomgewichts des Wasserstoffs sind. Damit konnte die elektrische Elementarladung berechnet werden.

**Positiv geladen** erschienen die Kanalstrahlen und später die Alpha-Strahlen der radioaktiven Substanzen.

## Ein weiteres Ergebnis der Kathodenstrahl-Forschung, die X- oder Röntgen-Strahlung

LENARDs Untersuchungen von 1892 regte WILHELM CONRAD RÖNTGEN (W. GERLACH 1976) zu ähnlichen Experimenten an und diese mündeten im Dezember 1895 in die Entdeckung der **X-Strahlen**, die wiederum zur Entdeckung der **Radioaktivität** führten**.** Es war mit den Kathodenstrahluntersuchungen also eine **Entwicklung in Gang gesetzt** worden, die in wenigen Jahren zu einer vorher ungeahnten Erweiterung des Wissens von der Materie führten.

Mehrere dieser bedeutenden Entdeckungen, vor allem die X-Strahlen und die Radioaktivität, waren unerwartet, waren '**Zufalls-Entdeckungen**". Und in ihrem Zusammenhang, besonders auch bei den X-/Röntgen-Strahlen, wurde über die Leistung derer diskutiert, welche Zufalls-Entdeckungen zustandebrachten. Gewiß: irgendwann wäre das gefunden worden. Auch ohne COLUMBUS wären die um 1492 recht entwickelten Schiffe europäischer Länder an Amerika gestoßen.

RÖNTGEN war 1845 geborener Sohn eines wohlhabenden Kaufmanns in Lennep im Bergischen Land, wurde wegen eines Schülerstreiches, einer Karikatur eines Lehrers von einem anderen Schüler, aus dem Gymnasium in Utrecht verwiesen. Er konnte ohne Abitur nur am Polytechnikum studieren, in Zürich, und nur dank des besonderen Einsatzes des Physikers AUGUST KUNDT, der ihn 1870 mit nach Würzburg nahm, konnte sich RÖNTGEN 1874 in Straßburg sogar habilitieren. RÖNTGEN wurde Ordinarius der Physik 1879 in Gießen, 1888 in Würzburg.

Die X-Strahlen entstehen in jeder Kathodenstrahlröhre, wenn der Kathodenstrahl auf eine Substanz fällt. Sie bleiben unbemerkt, wenn sie nicht auf einer Substanz Fluoreszenz hervorrufen oder etwa auf fotografischen Platten wirken. Die Schwärzung fotografischer Platten in der Nähe von Kathodenstralröhren war nicht unbekannt geblieben, jedoch nicht weiter verfolgt worden (O. LODGE 1912). Wie berichtet wird, hatte 1890 ein Physiker in Pennvanien, A. W. GOODSPEED mit einer Kathodenstrahlröhre hantiert, in deren Nähe sich fotografische Platten befanden. Bei ihrer wenige Tage später erfolgten Entwicklung sah er ein "merkwürdiges" Schattenbild, verfolgt das aber nicht (M. VON LAUE 1946).

Einzelheiten von RÖNTGENs Entdeckung (F. DESSAUER 1958) sind nicht un-

umstritten. Eine sehr stark evakuierte Kathodenstrahl-Röhre hatte er lichtdicht eingeschlossen, aber "Bariumplatincyanür"(-cyanid)-Kristalle leuchteten noch in einiger Entfernung auf, so weit, daß Kathodenstrahlen längst absorbiert worden wären. Eine in etlicher Entfernung liegende fotografische Platte war geschwärzt. Ein besonderes Agens, etwas offenbar prinzipiell Neues, eine Art von Strahlen, schien aus der umhüllten Kathodenstrahlröhre ausgetreten zu sein, ausgehend augenscheinlich von dem der Kathode gegenüberliegenden grün fluoreszierenden Punkt auf der Glaswand. Einige der Eigenschaften (R. LANKESTER 1907) der X-Strahlen hatten zu ihrer Entdeckung geführt, nämlich die Auslösung von Phosphoreszenz mancher Stoffe, die Schwärzung von Fotoemulsionen und, die aufregendste Eigenschaft, ihre **selektive Durchdringung** von für normales Licht **undurchdringlichen Substanzen**. Dadurch gewann man "Schattenbilder" ("skiagraphs") von Strukturen, die von sichtbarem Licht nicht durchdrungen wurden, und diese Schatten waren sogar abgestuft, weil, was RÖNTGEN im Mai 1897 berichtete, ein "Strahlengemisch", "weiche" und "harte" Strahlen mit unterschiedlicher Durchdringungsfähigkeit vorlagen. Schon im Januar 1896 fand J. J. THOMSON, daß die X-Strahlen wie ultraviolettes Licht negativ geladene Körper, etwa auch ein Elektroskop, entladen und Gase stark ionisieren, also in positiv geladene und negativ geladene Gasteilchen zerlegen - wie THOMSON formulierte: X-Strahlen sind für Luftmoleküle das gleiche, was Wasser für Salzmoleküle ist, sie "ionisieren" (W. GERLACH 1970).

Wie manche chemischen Verbindungen, wie das Vakuum, insgesamt auch die Reibungselektrizität, handelt es sich bei den X-Strahlen um ein Phänomen, das sich

in der heutigen freien irdischen Natur nicht findet, also, wenigstens auf der Erdoberfläche, ein Laborprodukt ist. DESSAUER (1958, S. 42) schlug für solche **auf der Erde nur durch Apparate hervorgebrachten Phänomene** den Begriff "Erfindungs-Entdeckungen" vor. Außerhalb der Erdoberfläche, also im Weltall, auf anderen Himmelskörpern, können diese Phänomene durchaus entstehen und so mit der Strahlung von Gestirnen auch auf dfie Erde kommen. Naturprodukt, aber nicht irdisch! Das isr das Große an der **Astronomie: Phänomene** zu finden, die zunächst nicht Menschenwerk waren oder sind, aber zur **"Natur"** gehören bei Betrachtung des Weltalls als Ganzes und die, unabhängig von der Astronomie und ott vor ihren Befunden, **auch das Laboratorium liefert.**

Für die Öffentlichkeit wurde die Entdeckung RÖNTGENs am 5. Januar 1896 in der Sonntagsausgabe der Wiener "Presse" mitgeteilt. Am 13. Januar berichtete RÖNTGEN in Berlin vor Kaiser WILHELM II. über die Entdeckung. Am 26. Januar hielt er einen öffentlichen Vortrag in Würzburg (W. GERLACH 1976). In der **medizinischen Diagnostik** konnten ohne Eingriffe Veränderungen an körperinneren Strukturen festgestellt werden, etwa Knochenbrüche, "Schatten"

an der Lunge, Wucherungen am Verdauungstrakt. Metallgegenstände ließen sich ohne weitere Eingriffe auf innere Fehler prüfen - ein elegantes neues Verfahren der zerstörungsfreien Materialprüfung. Die zunächst ungeschützt arbeitenden Röntgenärzte litten jedoch nach einiger Zeit an Verbrennungen und oft Carcinomen. Die unsichtbare Strahlung besaß also nicht erwartete biologische Wirkung. Die eigentliche Röntgenröhren-Technik kam 1905 mit der Konstruktion der Quecksilberpumpe durch GAEDE und der damit möglichen Herstellung der von Gasen stark zu evakuierenden Glasröhren. RÖNTGEN, 1900 - 1920 Professor in München, wurde 1901 erster Nobelpreisträger für Physik. Im Jahre 1927 wies MULLER in den USA nach, daß Röntgenstrahlen Mutationen, also Erbänderungen, induzieren. Die biologische Wirkung er Röntgenstrahlen betraf also nicht nur gegenwärtig lebende Menschen, sondern wirkte auch auf kommende Generationen, waren damit ein nicht ungefährliches Unterfangen.

In dem Neid, der die Leistung RÖNTGENs (M. VON LAUE 1946) wegen seiner Zufallsentdeckung abwerten wollte, meinte LENARD. "Röntgen war die Hebamme bei der Geburt der Entdeckung. Diese Helferin hat den Vorzug, das Kind zuerst vorzeigen zu können." J. STARK, der LENARD noch Jahre danach offenbar trösten wollte, schrieb (1935), daß RÖNTGEN eine bessere Lenard-(Kathodenstrahl-) Röhre hatte als LENARD selbst, sie nicht wie LENARD mit dem stärker schwächenden Zinkblech abgedunkelt hatte, und eben die gut ansprechenden "Bariumplatinzyanür"-Kristalle in der Nähe hatte, Ja gewiß: aber nochmals VON LAUE (1946, S. 4): "Eine Zufallsentdeckung kann in der Tat jeder machen. Aber von ihr bis zu der Ahnung, daß etwas Bedeutendes dahinter steht, ist ein großer Schritt, und ein noch größerer von dieser Ahnung bis zur klaren wissenschaftlichen Erkenntnis, was dieses Etwas ist."

## Zum Wesen der Röntgen-/X-Strahlen

Unbekannt blieb längere Zeit das "Wesen", die "Natur" des neuen Phänomens der X-Strahlen. Der Fakt der Existenz dieser "Strahlen" war offensichtlich. Jedoch in bezug auf die Einordnung des neuen Phänomens in den "Kanon" der bestehenden wissenschaftlichen theoretischen Auffassungen aber mußte von einer "frühreifen" Entdeckung gesprochen werden. Über das Wesen der "geheimnisvollen" X-Strahlen wurde nun jahrlang debattiert, wurden verschiedene Hypothesen erörtert (W. GERLACH 1970). Es gelang zunächst nicht, reguläre Reflexion, Brechungs- oder Interferenzerscheinungen zu finden. RÖNTGEN selbst dachte zuerst an longitudionale Schwingungen im Äther, kam dann auch zu der Auffassung, daß Kathoden- und X-Strahlen die beiden Extrema eines neuartigen Spektrums unbekannter Natur sind. KETTELER jedoch sah in den X-Strahlen transversale

elektromagnetische Wellen extrem kurzer Wellenlänge, jenseits also vom ultravioletten Licht, und als elektromagnetische Strahlen sah sie auch SOMMERFELD (M. ECKERT 2018, S.60). Jedenfalls wesensgleich waren, wie auch gemeint worden war, Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen nicht (J. VON GEITLER 1898). Gerade bei der Suche nach dem Wesen der X-Strahlen war wichtig, daß erkannt wurde, daß Röntgenstrahlen nicht allein von der vom Kathodenstrahl getroffenen Glas wand ausgehen, wie RÖNTGEN annahm und auch BECQUEREL bei seiner Untersuchung der Uransalze nicht anders wußte. Es wurde gefunden, daß alle von Kathodenstrahlen getroffenen Materialien, auch Metalle, X-Strahlen aussenden Hatte man bisher mit Kathodenstrahlen gearbeitet, war unerkannt auch X-Strahlung entstanden, hatten also die Forscher ohne Wissen unter Röntgenbestrahlung gestanden. Und weiterhin wurde festgestellt, daß die an der Durchdringungsfähigkeit verschiedener Materialien feststellbare Härte der X-Strahlen mit der Zunahme des Atomgewichts des von der Kathodenstrahlung für die X-Strahlen-Abgabe getroffenen Die einzelnen chemischen Elemente emittierten also charakteristische X-Strahlen.

## Röntgenstruktur-Analyse - die Struktur der Moleküle nahezu direkt erfaßt

Die X-oder Röntgenstrahlen wurden in ihrem Wesen dann endgültig geklärt durch Untersuchung ihrer Durchdringung von Kristallen. Damit wurde gleichzeitig der **atomistische Gitteraufbau der Kristalle** bestätigt (W. GERLACH 1970). Die **Anordnung der Atome** im Kristall konnte sichtbar gemacht werden. Die **Struktur** einer chemischen Verbindung wurde direkt erkennbar. War die anorganische Chemie bis in das 20. Jh. beherrscht von der Chemie der Lösungen und der Chemie der Gase, trat nun hinzu die **Chemie der unlöslichen kristallisierten Stoffe** (H. W. KOHLSCHÜTTER 1941, S. 242). Die Röntgenstrukturanalyse war der großartige Schritt zu einer direkten Struktur-Feststellung, schließlich auch bei organischen Verbindungen, und zwar sogar bei komplizierten, später auch bei nichtkristallinen. Das zuerst isoliert stehende Phänomen der Röntgenstrahlung führte zu vorher ungeahnten Einsichten in die Struktur der Materie (W. GERLACH 1976) und wurde so zu einem großartigen Hilfsmittel für die Chemie, "a crucial event in the history of science" (W. L. BRAGG 1960, S. 1870). .

Nach einer alten Hypothese von BRAVAIS sollten sich Kristalle durch regelmäßig angeordnete Atome ausgezeichnen. An diesen Atomen müßten sich, nun nach der neuen Überlegung, die kleinwelligen Röntgenstrahlen beugen, wenn sie denn diese Wellennatur haben. WALTHER FRIEDRICH und PAUL KNIPPING überprüften das im Kellerlabor des Physikalischen Instituts von ARNOLD SOMMERFELD in

München, während MAX VON LAUE (1960) die Theorie für ein 3-dimensionales Raumgitter und den Plan für die Versuche geliefert hatte. Ein gut ausgebildeter anorganischer Kristall wurden von einem ganz schmalen Röntgenstrahl durchstrahlt und auf der hinter einem Kristall gestellten Photoplatte zeigten sich, beim zweiten Versuch, mit Kupfersulfat, diskrete geschwärzte runde Flecken, symmetrisch um den direkten Strahl angeordnet. Die Röntgenstrahlen erwiesen sich damit in der Tat als ein neuer Wellenlängenbereich des allgemeinen elektromagnetischen Spektrums, viel kleinwelliger als Ultraviolett, etwa 1/1000 der Lichtwellen, und wie man fast glücklich feststellte oft in dem Bereich der Atom-Abstände (W. L. BRAGG 1960, S. 1871). Denn bei den dunklen Flecken sollte es sich um Atomabbildungen handeln. Am 8. Juni 1912 erschien in den Sitzungsberichten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften die beühmte Abhandlung über die "Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen" von FRIEDRICH, KNIPPING, VON LAUE. Der Vater von VON LAUE (1960; M. PÄSLER 1960) war Militärbeamter, der 1891 nach Berlin und dann nach Straßburg versetzt wurde. MAX VON LAUE, gegen militärisches Wesen, studierte in Straßburg, München, Berlin, Göttingen, war Professor für Theoretische Physik in Zürich, Frankfurt am Main, Berlin, erhielt 1914 den Nobelpreis für Physik. Ab April 1951 war VON LAUE Direktor am Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Max-Planck-Gesellschaft, dem nunmehrigen Fritz-Haber-Institut.

Bei den LAUE stand die Frage nach dem Wesen der Röntgenstrahlen im Mittelpunkt. Der englische Student WILLIAM LAWRENCE BRAGG und sein als Physikprofessor in Leeds wirkender Vater WILLIAM HENRY BRAGG bauten die **Röntgenstrukturanalyse** zur Kristallanlayse, zur Feststellung der **Atomanordnung in Kristallen**, ihrem Aufbau aus Atomen, ihrer Struktur, aus (J. M. THOMAS 2012). Die BRAGGs waren 1909 aus Adelaide in Australien nach England und in Adelaide war 1890 der junge BRAGG geboren worden. Der 22-jährige Student W. L. BRAGG konnte im Sommer 1912 die Arbeit von VON LAUE, FRIEDRICH und KNIPPING zur Kenntnis nehmen und im Herbst 1912, beim Spaziergehen, aus den Flecken im Beugungsbild, besonders den teilweise elliptischen Flecken, zu der Einsicht kommen, aus ihnen auf die Anordnung der Atome in einem Kristall zu gelangen. Am 11. November 1912 trug er das vor der Cambridge Philosophical Society vor, veröffentlichte das 1913 und Vater und Sohn widmeten den Sommer 1913 intensiver Forschung in der Röntgenstrukturanlayse. 1915 wurden Vater und Sohn BRAGG ein Jahr nach VON LAUE mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet. Der Sohn, also WILLIAM LAWRENCE, erhielt die Kunde von der Auszeichnung als Spezialist für Schall-Messung an der Ypern-Front (J. M. THOMAS 2012, S. 13129).

Bestimmt wurden die Strukturen zuerst von Natriumchlorid, dann Kaliumchlorid,

Kaliumbromid, Kaliumiodid, Diamant. Im Kochsalz, also dem NaCl-Kristall, und anderen solchen Salzen hoben sich keine Moleküle ab, sondern positiv geladene Natrium- und negativ geladene Chlorid-Ionen erwiesen sich als abwechselnd in gleichen Abständen angeordnet (W. L. BRAGG 1960, S. 1871; J. M. THOMAS, S. 13125), abgeleitet aus Intensitätsmessungen der Interferenzen. Beim Auflösen in Wasser würde wie schon bekannt der Kristall in seine Ionen dissoziieren. Wieder einmal mußte eine lange gehegte Vorstellung in der Chemie **aufgegeben** werden, die **von Molekülen** allüberall, **auch in einem Kristall**, jedenfalls dem einer anorganischen Verbindung. Ebensowenig, wie DEBYE und SCHERRER feststellten (K. FAJANS 1921, S. 729), gibt es Moleküle in Kristallen von Lithiumfluorid/LiF - und wohl solchen anorganischen Verbindungen allgemein.

Bei **organischen Verbindungen** ließen sich auch kristallin **Moleküle feststellen**, fester miteinander gebundene Atomgruppen, Atomkomplexe, mit schwächerer Kraft gebunden an benachbarte Atomgruppen, und diese Atomgruppen konnten sein "regarded as separate entities in a real molecular sense" (W. L. BRAGG 1960, S. 1873). Vater BRAGG hatte das zuerst ermittelt bei Naphthalin und Anthracen. MARK (1926, S. 2998/2999) erfaßte beim Hexamethylentetramin, daß die in Lösung ein Molekül bildende Atome, hier C6H12N4, auch im Kristall besonders eng zusammenhalten, **'abgeschlossene Gruppen'** bilden. VAN'T HOFFs Vorstellung von der C-Anordnung bestätigte sich auch (J. M THOMAS 2012). Mit monochromatischer Röntgenstrahlung benutzt in der Debye-Scherrer-Methode war auch die Strukturbestimmung bei Kristallpulvern, von Erzen und Mineralien, möglich geworden.

In **Metall-Legierungen**/alloys erwiesen sich die Metallatome umgeben von freien Elektronen, die nicht einem einzelnen Metall-Atom zuzuordnen waren, "a continuous electron sea with the positive ions embedded in it", so jedenfalls W. L. BRAGG 1960, S. 1873. Je nach der Proportion, in welcher zwei Metalle, etwa Zink und Kupfer, zusammengebracht werden, ändern sich die Eigenschaften der Legierung, hier dem Messing.

In Schweden baute die Methode der Röntgenstrukturanalysye SIEGBAHN aus. Im Cavendish-Laboratorium in Cambridge/England entstand ein Zentrum der Röntgen-Interferenz-Analyse, das auch den Zweiten Weltkrieg überdauerte und wo dann auch kompliziertere organische Substanzen, Proteine, analysiert wurden, mit BERNAL, D. K. LONSDALE, D. HODGKIN (M. SUTTON 2010), KENDREW, PERUTZ,

In Deutschland war PETER J. W. DEBYE (M. DAVIES 1968, F. HUND 1967, K. WIRTZ 1960) bedeutender Vertreter der Röntgenstrukturanalyse. Geboren 1884 in Maastricht, wurde er nach später Professor 1911 in Zürich, 1912 in Utrecht, 1913

in Göttingen, 1920 an der Technischen Hochschule Zürich, 1927 in Leipzig, 1935 am Max-Planck-Institut für Physik in Berlin-Dahlem. 1940 war er in die USA gegangen und wurde Professor der Chemie an der Cornell University in Ithaca im Staate New York. DEBYE hatte 1936 den Nobelpreis für Chemie erhalten. Er starb 1966. 1914 hatte er die Veränderung der Röntgenstrahldiffraktion mit der Temperatur. festgestellt. Während seiner Zeit in Leipzig hat DEBYE (1930 a, b) unter Mithilfe bedeutender Experimentatoren wichtige Teile aus der Struktur der **Moleküle** von **Gasen** und **Flüssigkeiten** ermitteln können. 1929 (1930) berichtete DEBYE, daß er bei den durch die Stellung der Chlor-Atome unterschiedenen Isomeren von Dichloräthylen (Dichloräthen) nachweisen konnte, daß, wie die Strukturformeln nahelegten, die Cl-Atome in den Isomeren einen unterschiedlichen Abstand aufweisen, also die Formelbilder zu bestätigen sind: H2CCl2 und HClCHCl. Nach Vorarbeiten gelang 1929 Aufklärung bei Tetrachlor-Kohlenstoff-Dampf. MARK und WIERL folgten mit solchen Untersuchungen 1930. Bei DEBYE wurden noch geklärt Cl2, O2, CO2, CS2, die Chlor-Verbindungen von Methan und Ethan. Bei Flüssigkeiten mußte getrennt werden die intermolekulare Interferenz von Moekül zu Molekül von der innermolekularen Interferenz von Atom zu Atom (P. DEBYE 1930 b). 1932 wurden die Isomere Ethylen-Isomere und Benzol ermittelt.

Mit anderen Methoden, um das hier zu ergänzen, hat DEBYE weiteres über die Moleküle erfaßt, ihre polare Struktur, ihr Dipolmoment.

Die **Röntgenstrukturanalyse** wurde später auch auf etwa **Eiweiße** angewandt, so zuerst auf **Myoglobin** aus Muskeln von Walen aus Peru durch KENDREW (PH. BALL 2008) und dann für 4-mal größere **Hämoglobin** durch PERUTZ (W. L. BRAGG 1960, S. 1874) und später durch CRICK, WATSON und andere auf die die Vererbungssubstanz Desoxyribonukleinsäure, DNA. Was bei KENDREW und PERUTZ Jahre dauerte, um 2008 konnte die Struktur etwa von Bakterienproteinen in einer reichlichen Woche aufgeklärt werden (PH. BALL 2008). KENDREW und PERUTZ erhielten 1962 den Chemie-Nobelpreis, und bis 2008 wurden noch 8 weitere Nobelpreise für Röntgenstrukturanalysen vergeben (PH. BALL 2008).

In dem Ziel, die Eigenschaften der Substanzen und ihre Reaktionen auf die Atome und Moleküle zurückzuführen und das auf neue Grundlage gestellt mit der Röntgenstrukturanalyse, so brachte die **Zukunft**, namentlich ab BOHR 1913, die Eigenschaften der Substanzen, vor allem auch der chemischen Elemente, auch auf **Bestandteile der Atome zurückzuführen**, zunächst besonders auf die **Elektronen-Schalen**. Aus dem Bau ihrer Elektronenschalen war abzuleiten, warum etwa die Seltenen Erden die ihnen allen zukommenden Eigenschaften besitzen. Die Chemie ging auf eine immer tiefere Mikrowelt zurück.

## ZEEMAN-Effekt

Weitere physikalische Entdeckungen der Zeit gab es etliche: Im Jahre 1896 hatte der niederländische Physiker PIETER ZEEMAN in Leiden gefunden, daß die von einer Lichtquelle in einem starken Magnetfeld emittierten Spektrallinien in verschiedene Linien von leicht differierender Wellenlänge zerlegt werden, so die gelben D-Linien des Natrium, und daß dieses Licht in Abhängigkeit von der Lage des Magnetfeldes bestimmte Polarisation aufweisen. ZEEMANs Lehrer HENDRIK ANTOON LORENTZ, der zu den Untersuchungen angeregt hatte, deutete das im Januar 1897, daß Licht durch Oszillation elektrischer Ladungen im Atom entsteht und dies in einem starken Magnetfeld beinflußt wird - ein Hinweis auf den Bau der Atome, der später eingehend über die Spektrallinien geklärt wurde. ZEEMANs Entdeckung wurde als "**Zeeman-Effekt**" bezeichnet und er erhielt 1902 mit LORENTZ den Nobelpreis für Physik.

## Die Atome als 'Realitäten' auch der Physiker

Hatte etwa WILHELM OSTWALD die Existenz der Atome bezweifelt, so gab es am Anfang des 20. Jh. Entdeckungen, welche für die Realität der Atome sprachen (H. B. G. CASIMIR 1979). Das war etwa die in das 19. Jh. zurückgehende kinetische Theorie der Wärme als Bewegung von Teilchen. Wichtig war die Erforschung der "**Brownschen Bewegung**" (R. BESSENRODT 1977), die im Juni 1827 vom englischen Botaniker ROBERT BROWN unter dem Mikroskop entdeckte unregelmäßige zuckende Bewegung kleinster in Wasser suspendierter Teilchen, etwa von kleinen Körnchen, die aus Blütenpollen austreten. CHRISTIAN WIENER erschien die Bewegung 1863 als eine nicht durch äußere Einflüsse verursachte Bewegung, sondern hervorgerufen durch innere Bewegung in der Flüssigkeit, als Ergebnis der molekularen Wärmebewegung der Flüssigkeitsteilchen, die an die suspendierten Teilchen stoßen. Untersucht wurde dann die Abhängigkeit der Bewegung von der Zähigkeit des Mediums, mit dessen Abnahme die Bewegung lebhafter wird, daß sie für gleich große Teilchen verschiedener Stoffe etwa gleich ausfällt und anderes. Ein "physikalische Mauerblümchen", wie es der Entdecker nannte, wuchs die Brownsche Bewegung durch den aufkommenden Atomismus in eine Schlüsselstellung hinein (R. BESSENRODT 1977, S. 16), wurde zur "wichtigsten Brücke zwischen Mikro- und Makrophysik".

Weiterhin waren auf Atome zurückzuführen die Beugung der Röntgenstrahlen und die Phänomene der Radioaktivität.

Aber die Atome, die "Unteilbaren", erwiesen sich namentlich im Lichte der Radioaktivität als teilbar, als bestehend aus noch kleineren Bestandteilen, was die

Frage nach der immer weiteren Untergliederung stellen ließ, bis sie als "feste" Materieteilchen regelrecht aus der Theorie verschwanden.

## Elektromagnetische Wellen und drahtlose Telegraphie

Wellen, "elektromagnetische", entstehen bei jedem elektrischen Funken, auch beim fließenden Wechselstrom. Den nicht weiter ausgewerteten Grundversuch (B. LANGE 1940) kannte schon 1791 GALVANI. Ließ er in der Lücke zwischen zwei Messingstangen einen Funken überschlagen, zuckte ein in einer Lücke zwischen zwei Metallstangen aufgehängter Froschschenkel. GALVANI führte seine Antennen, die Metallstangen mit dem eingefügten Froschschenkel, auch vom Dache des Hauses zum Brunnen und bei jedem entfernten Blitz zuckte der Froschschenkel. WOLLASTON hatte schon 1801 bei Funken bei der Wasserzerlegung festgestellt, daß ein solcher Funke nicht nur einmal in einer Richtung überschlägt, sondern in sehr vielen Teilentladungen hin- und her-oszilliert (F. KATSCHER 1976). Das untersuchte näher 1859 der Leipziger Privatgelehrte BEHREND WILHELM FEDDERSEN. Die Existenz elektromagnetischer Wellen wurde vorausgesagt in der Theorie von MAXWELL, gemäß der die elektromagnetischen Felder sich von der Quelle lösten und sich durch den Raum bewegten. Die MAXWELLsche Theorie insgesamt bewegte die Physiker, die sie teilweise zuerst nicht begriffen, und es wird von HITTORF berichtet, daß ihn MAXWELLs Buch "fast Tag und Nacht" begleitete und er darüber "Appetit, Schlaf, vor allem auch seine gleichmäßige Stimmung" einige Zeit lang verlor (A. HEYDWEILER 1915, S. 175). Die elektromagnetischen Wellen nachzuweisen gelang HEINRICH HERTZ. Der 1857 in Hamburg geborene Juristensohn wurde Assistent bei HELMHOLTZ und wurde nach einem Aufenthalt in Kiel 1885 Ordinarius an der Technische Hochschule Karlsruhe, 1889 in Bonn. Nach schwerem Knochenleiden am Kopf starb er mit 37 Jahren am 1. Januar 1894. Als "**Detektor**", also Nachweisgerät für in einem Funkeninduktor erzeugte Wellen, diente HERTZ ein zu einem Rechteck oder Quadrat oder Kreis gebogener Kupferdraht mit einer kleinen Lücke zwischen den Enden. Am 13. November **1886** sah er zwischen den Enden bei Betätigung des Funkeninduktors, der etwa 1,5 m entfernt stand, einen kleinen Funken überschlagen. Die Wellennatur dieses Phänomens erkannte HERTZ etwa durch deren Reflexion an gebogenen Metallfolien und durch Interferenzen nach. Am 8. März 1889 wies elektromagnetische Welle auch OLIVER JOSEPH LODGE (P. ROWLANS 2004, C. SÜSSKIND 1973), einer der führenden englischen Physiker, seit 1881 Physik-Professor am neuen University College in Liverpool, konnte durch die Entladung einer Leidener Flasche elektromagnetische Wellen an einem Draht entlangführen. Am 8. März 1889 wies er elektromagnetische Wellen am Telephonsystem des Hauses nach. Der Hausmeister des Instituts hatte außerdem plötzlich scheinbar grundlos einen Funken zwischen

Gas-und Wasserleitung im Keller springen sehen. Erschreckt meldete er das LODGE. Der war über die Mitteilung sehr erfreut war (K. J. LAIDLER 1998) Mit der Entdeckung des Hausmeisters war die Verbreitung elektromagnetisher Wellen zumindestens innerhalb eines Hauses erwiesen, konnten die elektromagnetischen mit noch unbekannter Entfernung für **drahtlose Telegraphie** genutzt werden.

Elekrische Wellen wurden bald auf verschiedene Weise erzeugt. Professor und Asistent MATTHIAS CANTOR (Wikipedia) in Straßburg fand Anfang 1898 mit dem branlyschen Kohärer, daß auch bei der von HERTZ als kontinuierlich angesehenen elektrischen Entladung durch ein verdünntes Gas elekrische Wellen entstehen (F. HARS 1999, S. 133).

## Nachweis der Radiowellen

Damit mit den Radiowellen etwas angefangen werden konnte, war ein einfacher Nachweis erforderlich und nach dem wurde gesucht. Problem war der Nachweis der elektromagnetischen Wellen in möglichst einfacher Weise. Ein hoch in die Luft ragender Sende- und Empfangsstab, die Antenne, wurden dafür wichtig. Schon LODGE hatte gemerkt, daß elektromagnetische Wellen Metall fester verbinden. Der Pariser Physiker ÉDOUARD BRANLEY fand, daß ein elektrischer Funke und damit elektromagnetische Wellen, auch wenn sie aus etlicher Entfernung stammen, die Leitfähigkeit von feinem Metallpulver verändern. Daraus entwickelte BRANLY ab 1890 den "**Kohärer**" (coherer), bei dem stromdurchflossenes Metallpulver in einer Glasröhe beim Eintreffen elektromagnetischer Wellen seine Leitfähigkeit veränderte und das also angezeigt wurde. Was dem zugrundelag, blieb umstritten. Das Metallpulver, wurde vermutet, verklumpte offenbar ein wenig. Waren einmal elektrische Wellen angezeigt, mußte dann das Metallpulver im Kohärer geschüttelt werden, es ging nicht selbsttätig in den Ausgangszustand zurück, besaß also nur eine einmalige Sensitivität, die immer wieder erneut hergestellt werden mußte – ein Nachteil, das andere Erfinder auf den Plan rufende 'Restoration-Problem'.

Eine wenigstens bescheidene Lösung brachte ALEXANDER STEPANOWITCH POPOV in St. Petersburg mit einer Schüttelvorrichtung, welche das Kohlepulver im Kohärer immer wieder lockerte und so immer erneut empfangsbereit machte. POPOV wies 1895 mit Kohärern die von entfernteren Gewittern erzeugten elektrischen Wellen nach, konnte also nahende Gewitter voraussagen, die man vielleicht noch nicht anderswie bemerkte. Im März 1896 übertrug POPOV Funkwellen, dort genannt "Hertzsche Wellen", zwischen verschiedenen Teilen der Universität St. Petersburg. In Morsezeichen wurde das Wort "Heinrich Hertz" übertragen. Pressenachrichten über MARCONI regten ihn zu weiterer Untersuchung an. Der angestrebt Funkkontakt vom Ufer zu Schiffen gelang 1898 auf 10 km, 1899 auf 50 km.

POPOV war wie mancher bedeutende russische Gelehrten Sohn eines Dorfpriesters, geboren 1859 im Gouvernement Perm. POPOV wechselte von der Priesterausbildung zur Mathematik und Physik, lehrte an der Torpedoschule der Marine in Kronstadt. 1901 wurde er Professor am Elektrotechnischen Institut in St. Petersburg, starb aber 47-jährig schon 1906. Wegen des Empfangs von elektromagnetischen Wellen 1895 feierte ihn 50 Jahre danach die Sowjetunion am 7. Mai 1945 im Moskauer Bolschoi-Theater als "Erfinder des Radios" und wurde der 7. Mai in der Sowjetunion zum "Tag des Radios". Wenn in einem Sowjetfilm MARCONI als Mann geistigen Diebstahls an POPOV dargestellt wird, kann dem allerdings nicht zugestimmt werden.

Der junge RUTHERFORD (J. M. THOMAS 2008, S. 9533), noch in Christchurch auf Neuseeland, erkannte, daß "die Auslenkung einer magnetisierten Nadel beim Anlegen eines magnetischen Wechselfelds zurückgeht," man damit also im Prinzip, falls sichtbar genug, ebenfalls drahtlose Signale empfangen konnte.

## Drahtlose Telegraphie – "Radiowellen"

Nutzung elektromagnetischer Wellen für drahtlose Nachrichtenübermittlung über zunehmend größere Entfernungen gelang zuerst einem physikalischen Außenseiter, GUGLIELMO MARCONI (K. J. LAIDLER 1998, W. T. RUNGE 1991). Er holte "die Hertzschen Wellen aus dem Physiklabor heraus" ... machte sie "der Menschheit dienstbar" (A. STÄGER 1974, S. 232).. Infolge ihrer geradlinigen Abstrahlung sollten gemäß Ansicht der Physiker die elektromagnetischen Wellen auf geradem Wege in den Weltenraum entweichen. Das widerlegte MARCONI. In Bologna als Sohn eines Grundbesitzers bei Bologna 1874 geboren, wurde MARCONI von Privatlehrern ohne festes Programm unterrichtet, konnte in der Bibliothek seines Vaters nach Gutdünken lesen, besuchte weder ein Gymnasium noch studierte er später an einer Hochschule. Geweckt aber war ein besonderes Interesse für Physik und Elektrotechnik. In der väterlichen "Villa Griffone" wurde ihm ein Raum als Werkstatt und Laboratorium eingerichtet. Zufällig stieß MARCONI auch auf einen Bericht über HEINRICH HERTZ und dessen Entdeckung der elektromagnetischen Wellen. Über sie begann MARCONI zu arbeiten. Als MARCONI, 21 Jahre alt, Versuche über die drahtlose Telegrafie für praktische Zwecke aufnahm, meinte er: "Ich stelle weder Theorien noch Formeln auf. Ich erkenne, was man in der Praxis tun muß, und ich finde, Gott sei Dank, fast immer den richtigen Weg" (zit. aus L. SOLARI 1942, S. 89). Ohne die vorangegangenen wissenschaftlichen Errungenschaften von FARADAY, MAXWELL und HERTZ wäre allerdings MARCONI nicht auf die elektromagntischen Wellen gestoßen, er baute also auf wissenschaftlichen Entdeckungen auf. Anregung hatte hatte in Italien erhielt MARCONI von

AUGUSTO RIGHI, der einen Oszillator für kurze und für Demonstrationszwecke im Hörsaal geeignete Wellen (F. HARS 1999, S. 127). Die in MARCONIs Apparaten erzeugten, von ihm nicht recht verstandenen Wellen konnte er in eine Entfernung von 2, dann 3 km weit leiten, etwa indem er den einen Pol der Geräte mit einem hohen Luftdraht und den anderen mit der Erde verband. MARCONIs Mutter, irischer Herkunft, erkannte die Bedeutung der Erfindung ihres Sohnes und reiste mit ihm im Februar 1896 nach London. Hier konnte MARCONI, 22 Jahre alt, im Juni **1896** ein Patent erhalten. MARCONI führte seine Sende- und Empfangsgeräte bald hohen britischen Postbeamten vor. Bald wurde drahtloser Kontakt von kleinen Inseln und Feuerschiffen zur englischen Küste möglich (R. A. CHIPMAN 1865). Den 9 Meilen breiten Bristol-Kanal überbrückten MARCONIs Wellen 1897. MARCONI fand bald das Geschäft voraussehende Geldgeber und 1897 wurde die "Wireless Telegraph and Signal Company", die spätere "Marconi's Wireless Telegraph Company" gegründet. Der 33 Meilen breiten Ärmelkanal wurde mit den elektromagnetischen Wellen 1899 überbrückt und bei der U.S. Navy in New York gelang die Überbrückung von 35 Meilen. Bei Borkum konnte MARCONI eine "sichere Verbindung über 65 km aufbauen und gelegentlich mit vorbeifahrenden Schiffen über 80" km "Telegramme austauschen" (F. HARS 1999, S. 141). Am 12. Dezember **1901** konnte MARCONI die drahtlose Kommunikation zwischen Europa, von Poldhu in Süd-England, und Nordamerika, in Neufundland, zuwegebringen.

Es mußte die Schlußfolgerung gezogen werden, daß nicht wie Physiker vorausgesagt hatten die elektromagnetischen Wellen in das Weltall entweichen, sondern sie in der höheren Atmosphäre zurück zur Erde **reflektiert** werden. Das verwies auf eine bisher unbekannte **Eigenschaft der höheren Atmosphäre**. Auf dem atmosphärenlosen Mond wäre ein solcher Funkkontakt also nicht möglich. Auf der Erde aber konnte nunmehr jedes Schiff mit Sender an Bord Kontakt mit anderen Schiffen oder dem Festland aufnehmen, sofern die Entfernung durch Radiowellen überbrückbar waren.

Die Großstation Clifden in West-Irland nahm 1909 den Telegrammverkehr auf.

Daß MARCONI entgegen Annahmen der Physiker mit seinen Wellen weite Strecken überwand wird gern als ein Beispiel dafür angeführt, daß der Amateur dem Fachmann überlegen sein kann, ja ist. Was im Besipiel MARCONI zutraf ist aber nicht allgemeingültig. Gewiß hat auch MARCONI mit seinen weiten Funkkontakten wieder zum Nachdenken darüber angeregt, **wie weit a priori**, allein aus Überlegungen, keinesfalls grundlosen, **die möglichen Vorgänge in** der **Natur festzstellen** sind.

Physiker haben bald den Amateur MARCONI überrundet, namentlich durch die

Erzeugung ungedämpfter Schwingungen eindeutiger Wellenlänge, die einen gesicherten Empfang ermöglichten. Meldungen konnten schließlich drahtlos weit um die Erde gesendet werden. Zusammen mit FERDINAND BRAUN erhielt MARCONI 1909 den Nobelpreis für Physik, vielleicht, wie man sagte, als der unwissendste Physiker, der den Preis je erhalten hat. Unter MUSSOLINI stieg MARCONI zu hohen Ehren auf, wurde 1929 Marchese und Senator. Als er 20. Juli 1937 in Rom gestorben war, schwiegen die Radiostationen der Welt für 2 Minuten (K. J. LAIDLER 1998). Zahlreiche Physiker nahmen an der weiteren Erforschung und Verbesserung der drahtlosen Telegrafie teil. Durch MAX WIEN konnte Telefunken mit dem 'Löschfunkensender' konnten Tausende Kilometer überbrückt werden und etwa die Kommunikation zwischen dem Deutschen Reich und den Kolonien mit Morsezeichen stattfinden (S. L. WOLFF 2016, S. 41).

Die **Bildtelegraphie** auch für drahtlose Übertragung entwickelte ARTHUR KORN, 1903 bis 1908 Professor in München, dann in Berlin, 1939 Emigrant in den USA.

## Elektrische Wellen eleganter nachgewiesen durch 'Röhren', die späteren Radioröhren

Der in England mit führende und Elektroingenieur JOHN AMBROSE FLEMING (J. T. MACGREGOR-MORRIS et al. 2004), der von MARCONI zu Untersuchungen angeregt war, fand, daß strömende heiße Gase einer Gasflamme auf nahe elektrische Funken reagieren. Er fand **1904** seine "thermionic valve" zum Nachweis elektrischer Wellen. Die Glühröhre hat als Mutter die elektrischen Glühlampe. EDISON fand 883 bei Glühlampenversuchen, daß von der heißen Glühwendel als negative Elektrizität, Elektronen, ausgeht, der **glühelektrischen Effekt.** Darauf baute die 'Röhre' (valves) auf, daß auf den von der erhitzten negativen Elektrode, der Kathode, von der Wärme gefördert, Elektronen ausgehen. Bei angelegter Spannung strömen sie zu einer positiven Elektrode un der Röhre, der Anode, nur in dieser Richtung, und können durch elektrische Wellen beeinflußt werden. Als das erhitzte Metall für den Heizfaden diente etwa Wolfram. Es werden in einem geschlossenem Strom-Kreislauf die Elektronen von der Anode zur Kathode zurückgeleitet und der Prozeß setzt sich fort. FLEMINGs Vorrichtung mit den 2 Polen, wurde **Diode** genannt. Der bibelgläubige führende Elektroingenieur FLEMING setzte sich ansonsten als Präsident des Victoria Institute, 1927 – 1942, für die Anerkennung der historischen Richtigkeit der Bibel ein.

Eine entscheidende Verbesserung brachte der vielseitige USA-Erfinder 1906 LEE DE FOREST (D. de B. BEAVER 1981, R. A. CHIPMAN 1965) 1906, mit seiner **Triode**, bei der in die Röhre noch ein Gitter eingebaut war. Die Triode, das 'Au-

dion', gilt als eine der ganz großen Erfindungen des 20. Jh. Auf ihr beruht das Radio und die weitere elektronische Kommunikation. Trotz seines Abschlusses in theoretischer mathematischer Physik und Elektrizitätlehre an der Yale University konnte DE FOREST die Wirkung der Triode nicht erklären. Auf seinem Gebiet arbeiteten andere bald weiter. Man kam zu Röhren mit weiteren Gittern, die weitere Steerung erlaubten, so zur Pentode.

Unterhaltung durch Radiowellen war zunächst nicht vorgesehen. Stimmenübertragung gelang dem Dänen VALDEMAR POULSEN. In Deutschland meldete sich der **1. öffentliche Rundfunksender** aus dem Voxhaus in Berlin am 29. Oktober 1923. Die Rundfunkgebühr betrug zuerst 60 Mark (RM) / Jahr. Als Mitte 1924 über 100.000 Hörer gemeldet waren, wurde sie gesenkt.

## Radar

Ein Ergebnis der Erforschung der elektromagnetischen Wellen wurde der **Radar**, das Wort von "radio detecting and ranging". Die Anfänge gehen zurück auf den in Bremen auf dem Lehrerseminar ausgebildeten CHRISTIAN HÜLSMEYER (A. WIßNER 1972). Er lernte dann dann Siemens-Schuckert in Bremen, widmete sich aber bald seinen technischen Ideen. 1902 ging er nach Düsseldorf und von Rheinufer aus untersuchte er die Reflexion elektromagnetischer Wellen von vorbeifahrenden Schiffen. Er erhielt 1904 ein Patent auf sein "Telemobiloskop", wobei er Kurzwellen im Dezimeter-Bereich benutzte. Bei einer öffentlichen Vorführung in Köln im Mai 1904 konnte er im Reflexionsversuch mehrere hundert Meter überbrücken, in Rotterdam über 3000 m. Die verwendeten Geräte waren noch primitiv. Schiffe verließen sich weiterhin auf ihre Nebelhörner. Das Radarprinzip wurde weiter erforscht durch MARCONI und in den USA. In England baute man ein für die Sicherung des Luftraums befähigtes Radarsystem ab 1936 unter Sir ROBERT ALEXANDER WATSON-WATT (R. V. JONES 2004) aus. Flugzeuge durch Radiowellen so stark zu erhitzen, daß sie abstürzen, erwies sich als nicht verwirklichbar. Aber 1940 zerbrach die deutsche Luftwaffe an der Nutzung des englischen Radarschirmes, der die anfliegenden Flugzeuge rechtzeitig ortete und die Jäger lenkte. Der Aufbau dieses Radarsystems muß als eines der aufwendigsten und unter der Mitarbeit vieler zustandegekommender Kriegsprojekte gelten. Im Frieden brachte der Radar friedliche Sicherheit. Längst wird auch jedes Zivilflugzeug auf dem Radarschirm verfolgt, werden am Himmel die elektromagnetische Wellen reflektierenden Tröpfchen, Eiskristalle, Wolken und damit herannahende Unwetter, etwa Stürme udn Hagel, erfaßt und vorhergesagt. Auch Himmelskörper wurden mit Radar vermessen.

## "Elektronik"

Anwendungen von Elektrizität, die nicht mit der Leitung in Drähten zusammenhing und unter Einschluß von Halbleitern, wurde im 20. Jh als "**Elektronik**" bezeichnet, ein Terminus, den 1905 im Titel einer Zeitschrift JOHANNES STARK prägte.

## Das weite Spektrum der elektromagnetischen Wellen

Namentlich in den 1890-er-Jahren und besonders in deren Mitte waren verschiedene '**Strahlungen' oder auch Partikel** oder neutraler gesprochen **physikalische Phänomene** bekannt geworden. Es waren nach den schon etwas eher bekannt gewordenenen Radiowellen und Kathoden'strahlen' die Röntgenstrahlen, dann die 'Becquerel'- resp. radioaktive Strahlung, bei letzterer wurden später Alpha-, Beta- und die Gamma.Strahlung ausgeschieden. Und nach 1911 wurde bekannt auch die 'Kosmische Srahlung'. Gab es Zusammenhänge? Wie wirkten die 'Phänomene' aufeinander, und auch die bisher bekannten Strahlungen, also sichtbares Licht, Wärmestrahlung, Ultraviolettstrahlen waren einzubeziehen. Die Eigenschaften waren einerseits unterschiedlich. Etwa ihre **Absorption, ihre Nichtdurchlässigkeit** durch die verschiedenen Medien und diese dabei von verschiedener Dicke waren verschieden. Messend an die Dinge heranzugehen war die Aufgabe der emporstrebenden jungen und auch älteren Physiker, festzustellen die **Absorption**, die **Ionisation,** die **Geschwindigkeit** der Fortbewegung, die **Ablekung im Magnetfeld**, die **Erwärmungswirkung**. Dazu kamen die physiologischen Wirkungen.

Am Ende stellte sich eine innere Verwandtschaft vieler dieser Phänomene heraus , wurde festgestellt ihre **Zuggehörigkeit zu einem elektromagnetischen Spektrum**, mit sehr verschiedenen Wellenlängen.

**Analogien** zwischen schon früher bekannten Strahlungen, 'Wellen'. waren im 19. Jh. gefunden worden, im Verhalten von Licht- und Wärmestrahlen. MARCEDONIO MELLONI fand die Brechung der Wärmestrahlen, der Naturforscher JAMES DAVID FORBES deren Polarisation. Die Analogien untersuchte etwa bei Ausbreitung und Absorption nach 1859 der englische Physiker JOHN TYNDALL. Unterschiede fanden sich etwa in der Absorption der verschiedenen Wellenlängen durch Materie. So beim Hindurchgehen durch Wolken. Nunmehr mit dem sichtbare Licht einschließlich der UV-Strahlung und den Wärmestrahlen wurden die neuen elektromagnetischen Wellen im Meterbereich zu einem **Spektrum** der "**elektromagnetische Wellen**" vereint und bald trat hinzu die noch unter der Wellengröße des Lichts liegende, ganz tief unter zum Teil, die ganz kurzwellige

Strahlung, die **Röntgenstrahlung** und später die noch darunter liegende **Gammastrahlung.** RÖNTGEN hielt seine 'Strahlen' zunächst für Longitudinalwellen. Anderes dachten wegen impulsartiger Absendung der Röntgenstrahlen für Partikel. Da sichtbares Licht aus Transversalwellen bestehen sollte, waren Licht und die zuerst angenommene Longitudional-Wellen der Röntgenstrahlen nicht vereinbar, obwohl man beim zunächs noch angenommenen 'Äther' Transversal- wie Longitudinalwellen annehmen konnte, Aber auch die Röntgenstrahlen erwiesen sich dann als Transversalwellen, gezeigt am Verhalen bei Kristallen. Die Gamma-Strahlung wurde gefunden als Komponente der "Strahlung" der radioaktiven Stoffe, als Teil der "Becquerel-Strahlung", die aber nicht nur aus 'Strahlung' bestand. Statt der von vielen Physikern angenommen "Fernwirkung", wonach Kräfte wie die Gravitation sogar den leeren Raum mit unendlicher Geschwindigkeit unmittelbar überspringen, mußte nunmehr bei der Ausbreitung solcher Strahlung mit einem sich in hoher, aber begrenzter Zeit sich ausbreitendem "Feld" gerechnet werden, sich ausbreitende auch im luftleeren Raum, im All. Ausgehend von Gestirnen.

Trotz der Analogien in den Eigenschaften wiesen sie ganz **unterschiedliche Durchdringungsfähigkeit** durch die verschiedenen Materien auf, durch Glas etwa, durch Mauern, Wolken, Wasser. Licht durchdringt Glas, aber nicht Mauern. Nebel 'verschluckt' das sichtbare Licht, aber Infrarot-Strahlen gehen hindurch. Die Ozonschicht der Hochatmosphäre hält einen Großteil der Ultraviolett-Strahlung aus dem All zurück. Röntgenstrahlen dringen durch manche nicht zu dicken Schichten, so durch menschliche Haut, und werden zurückgehalten durch dickere Bleischichten. Radiowellen durchdringen auch dicke Mauern, wie jeder Radio- oder Fernsehapparat oft sogar ohne Dachantenne vorführt. Diese Durchdringungsgfähigkeit wirkte als Faszinosum. Mit der **Dicke des durchdrungenen Materials steigt** also **die unterschiedliche Absorption** der verschiedenen elektromagnetischen Wellen, In auch besonntem Meere herrscht von den besonnten oberen Zonen nach unten abnehmende Dämmerung und schließlich Dunkelheit. In den Meerestiefen leuchten viele Organismen selbst, in "Biolumineszenz", und nur deren Nahrung wird oben von der Sonne erzeugt und rieselt dann in die Tiefen hinab. Radiowellen und sichtbares Licht bringen fast keine **Ionisation** der Luft zustande, wohl aber Röntgenstrahlen und radioaktive Strahlen.

Für alle diese Phänomene wurde immer wieder diskutiert: **Welle oder Teilchen/Partikel**. Oder beides? Licht als Welle oder wie gemäß EINSTEIN Partikel, Photonen. Und Kathodenstrahlen beim Vater JOSEPH JOHN THOMSON Partikel, Elektronen, und beim Sohn GEORGE PAGET THOMSON wegen Beugungserscheinungen später Wellen (J. NAVARRO 2012). Die Diskussionen erinnern an die über Licht, Wärme, Elektirizität zwischen LAVOISIER und OERSTED (s.d.).

Daß sich die Elementarteilchen, und zwar nicht nur die Photonen, als Teilchen wie als Welle beschreiben lassen faßte BOHR später in den Begriff der "**Komplementarität**". Komplementarität besteht darin, daß das Wesen einer Etrscheinung auf 2-erlei-Weise erklärt werden muß und kann, wobei jede der Erklärungen auf Tatsachen beruht. Was ist der Mensch? Biologischer Körper oder "Geisteswesen" – auch hier wurde eine Erklärung gemäß Komplementarität versucht!

Mikrowellen wurden später auf Molekül-Rotationen zurückgeführt, Infrarot auf Molekülschwingungen, Licht inklusive Ultraviolett erschienen als Ergebnis von Elektronenbewegungen in den äußeren Elektronenschalen der Atome und Moleküle, Elektronenübergänge in den inneren Schalen sind mit Röntgenstrahlung verknüpft, und die Gammastrahlen waren auf Vorgänge im Atomkern zurückzuführen (P. W. ATKINS 1990).

Der vom Menschen und anderen Lebewesen zum unmittelbaren Erkennen der Welt genutzte Anteil der elektromagnetischen Strahlung, das vor allem durch ihre Reflexion an Gegenständen im Auge wahrgenommene "Licht", aber auch die wahrgenommenen Wärmestrahlen, waren also ein **winziger Teil** eines viel **weiteren Seins**. Insekten konnten teilweise etwas weiter in benachbarte Teile des Elektromagnetischen Spektrums sehen, aber auch nicht allzu weit. Röntgen- und Gamma-Strahlung erzeugen beim Menschen nur Verbrennungen ohne, wie Licht, direkte Einsichten in das Weltgeschehen zu vermitteln. Die uns gerade durch menschliche Tätigkeit ständig umgebenden Radiowellen sind wohl ohne physiologische Wirkung.

## Erste Feststellung von Halbleitern

Etliches wichtige Neue in der Physil kam von FERDINAND BRAUN (F. HARS 1999), der 1850 in Fulda als Sohn eine Aktuars am Landgericht Fulda geboren wurde Er studierte in Marburg, in Berlin vor allem bei QUNICKE, seinem Doktorvater H. HELMHOLTZ, ließ sich auch für die Lehrerlaufbahn prüfen und angesichts der Unsicherheiten in der Universitätslaufbahn übernahm BRAUN im Herbst 1874 die "neugeschaffene Stelle für Mathematik und Naturkunde" an der Thomasschule in Leipzig (S. 29), mit 20 Stunden Lehrtätigkeit in der Woche. BRAUN beschrieb **1874** die unerwartete Feststellung, daß bei Leitfähigkeitsuntersuchungen an "Schwefelmetallen", worunter er Metall-Schwefel-Verbindungen wie Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz, Fahlglanz u. a. verstand, je nach Richtung des durch Kristalle oder Stücke dieser Körper hindurchgehender Strom unterschiedlich leiten, mit einem Unterschied bis 30%, die '**unipolare** Leitung'. Fehler an den Kontakten oder andere Fehler glaubte BRAUN ausschließen zu können. Eine Erklärung des Grundes für diesen unterschiedlichen Widerstand in den beiden Richtungen

gab es damals nicht. Aber es war erste, damals kaum weiterverfolgte Hinweis auf **Halbleiter** (I. MANDELSTAM et al. 1928). HERWIG hatte über wesentlich kleinere Unterschiede, zwischen 1/3000 und 1/20000 je nach Richtung, Intensität und Dauer des Stromes ebenfalls 1874 bei Eisen-und Stahlstäben berichtet und das ließ BRAUN die eigenen Beobachtungen mitteilen. BRAUN (F. HARS 1999, S. 48/49) stellte auch fest, daß der Effekt der unipolaren Leitung zunahm, je länger der elektrische Strom auf das System wirkte, also '**Nachwirkung**' bestand.

In dieser Zeit gab BRAUN auch im Volksbildungsverein einen Kurs in Physik und veröffentlichte sein einziges größeres Buch, 'Der junge Mathematiker und Naurforscher' (F. HARS 1999, S. 31). BRAUN, der also im Titel junge Frauen ausklammerte, wollte auch klarmachen "wie durch alle Zweige der Naturerkenntnis sich Zahlengesetzmäßigkeiten hindurchziehen" (zit. S. 31). 1877 folgte BRAUN einem Ruf nach Marburg auf eine als Extraordinariat "neu errichtete Professor für theoretische Physik" (S. 38), 'theoretisch', und alle Physikordinariate waren damals noch solche der Experimentalphysik (S. 38). 1880 konnte er als Nachfolger von RÖNTGEN an Universität Straßburg wechseln. 1883, im Alter von 33 Jahren, wurde BRAUN Orinarius an der Polytechnischen Schule Karlsruhe (S. 63), 1885 Ordinarius in Tübingen (S. 69).

Im Dezember 1947 brachten JOHN BARDEEN, WILLIAM BRADFORD SHOCKLEY und WALTER HOUSER BRATTAIN den ersten **Transistor** auf. 1956 erhielten sie den Nobelpreis für Physik.

## Photovoltaik

In der zweiten Hälfte des 20. Jh, wurde die Umwandlung von Licht, von Sonnenlicht, in elektrischen Strom eine wichtige Variante der Elektrizitätsversorgung, die **Photovoltaik** (W. HOFFMANN 2014, bes. S. 21, 24). Dazu dienen vor allem die **1954** in den **USA erfundenen** die **Silizium-Solarzellen**, -Module In den 1960-er-Jahren versorgten Solarzellen **Satelliten** mit Elektriziät. In den 1970-er-Jahren waren die Solarmodule wenige Quadrazentimeter groß und wurden benutzt auf **Taschenrechnern** und anderen kleinen Geräten. Viel größere Solarzellen kamen. In den 1980-er-Jahren entstanden in den USA die ersten Großkraftwerke auf der Grundlage der Photovoltaik. In Deutschland gab es 1991 bis 1994 das '1000-Dächer-Programm' für an das Netz angeschlossene Photovoltaik. und es entstatden etwa 2500 Anlagen. Die starke Verringerung der Dicke der Solarzellen, die 'Waf-wedicke' von O,7 auf O.15 mm, das Gewicht pro dm von 28 auf 6 g verringern. Und dazu die Preisreduktion ließ auch unter Berücksichtigung der Befestigungen die grauen Solarmodule auf vielen Dächern zum gewohnten Anblick werden. Für

flächengrüße Anlagen von Solarzellen **fehlt vielerorts der Raum**. Wüstengebiete sollen ihn bieten.

### Laser und Lasertechnik

Ein in ihrer Bedeutung für etwa die Atmosphären-Überwachung (O. REITEBUCH et. al 2014) wichige Technik wurde der Laser, zuerst der Rubin-Laser, über der Erfinder THEODORE MAIMAN, der mit seinem Assistenten CHARLES ASAWA zusammengearbeitet hattem im April **1960** in der Zeitschrift 'Nature' berichtete. Erst am 14. November 1967 nahm MAIMAN ein USA-Patent (Wikipipedia 2019)

## Materie unter Extrembedingungen: Tiefste Kälte, hohe Temperaturen und sehr hoher Druck

### Extrembedingungen - im Laboratorium und nicht in der Natur der menschenbewohnten Erdoberfläche

Anliegen der Physik und das nicht zuletzt im Dienste der Chemie war auch die Erzeugung von **auf der Erdoberfläche nicht vorhandenen Bedingungen**, so Erzeugung sehr hoher oder sehr niedriger Temperaturen, wie im späten 19. Jh. bei DEWAR, oder stark veränderter Druckverhältnisse, und die Messung der **Materialparameter**, der veränderten Stoff-Eigenschaften, **unter diesen Bedingungen**. Erhöhung oder Erniedrigung von Temperatur und/oder Druck führte nicht nur zu einer stufenweisen Änderung von Materialeigenschaften, sondern ab bestimmter Werte auch zu grundlegenden Veränderungen. Begonnen mit der Vakuum-Forschung im 17. Jh., konnten die im Laboratorium hergestellten so andersartigen Bedingungen Aufschluß geben über Verhältnisse im Weltall, auf anderen Himmelskörpern, in deren Inneren, auch im Inneren der Erde.

Den Bereich **hoher Temperaturen**, bis etwa 3500°C, hatte MOISSAN mit seinem "elektrischen Ofen" erschlossen, **tiefe Kälte** unter anderen DEWAR, **höheren Druck** verschiedene Experimentalforscher. Was hohe Temperaturen betrifft, so wurden durch Atombomben oder gar Wasserstoff-Bomben später natürlich noch ganz andere exzessive Temperaturen erreicht.

Was die Existenz chemischer Verbindungen betrifft, so gibt es oberhalb 600°C keine "organische Chemie" mehr, da die organischen Verbindungen doch recht hitzeemp-

findlich sind. Mit **steigender Temperatur** wird die Chemie "einfacher", zerfallen viele Verbindungen, gibt es also "**thermische Dissoziation**". Gewiß gibt es unter den nicht so extremen Bedingungen auch Synthesen bei Temperatur-Erhöhung. Bei extremeren Temperaturen werden die Außenelektronen abgesprengt, gibt es nur noch Ionen, mit viel weniger Elektronen, kommt man zum "Plasma"-Zustand der Materie.

Waren Verfahren gefunden worden, um so außergewöhnliche Bedingungen im Laboratorium zu erzeugen, so bestimmte dann erst einmal die **Forschungs-Methode die Forschung,** das heißt, man suchte mit den Verfahren zu erfahren, was irgend zu erfahren war. Dabei wurden dann auch **ganz neue, unerwartete Eigenschaften der Substanzen und Effekte** festgestellt, die wiederum theoretische Durchdringung anregten. Auf dem Wege über eine aufregende neue Methode wurde also Erkenntnis großartig erweitert. So wie es einst auch die ersten Benutzer von Mikroskopen, die "Mikroskopiker" getan hatten. Für den Kältephysiker KAMERLINGH ONNES wird von der Überzeugung berichtet, daß außer wenigen Ausnahmen **das Experiment allein zu neuen Entdeckungen** von profunder Bedeutung führen kann.

## Tiefe Kälte und die Entdeckung der Supraleitung

In der schon im späten 19. Jh. etwa durch DEWAR aufgenommenen Erzeugung tiefer Temperaturen und der Untersuchung der dabei auftretenden Stoff-Eigenschaften wurden noch einmal vertieft durch den niederländischen Physiker HEIKE KAMERLINGH ONNES (F. G. D. 1927, auch Meilensteine in Naturwissenschaft und Technik in YouTube) mit seinem "**Kältelaboratorium" in Leiden**. Geboren am 21. September 1853 als Sohn eines Dachziegelfabrikanten in Groningen in den nördlichen Niederlanden, studierte er an der dortigen Universität und auch bei BUNSEN in Heidelberg. Einige Zeit lang Assistent in Delft, wurde KAMERLINGH ONNES 1882, 29 Jahre alt, Professor der Experimentalphysik und Meteorologie an der Universität Leiden. VAN DER WAALS, sein Lehrer, hatte ihn für die Thermodynamik eingenommen und auch die theoretische Grundlage für seine Verflüssigungserfolge geliefert. Um 1904 hatte KAMERLINGH ONNES größere Mengen von flüssiger Luft, flüssigem Stickstoff, flüssigem Sauerstoff zur Verfügung und besaß, vollendet um 1906. die Technik für die **Verflüssigung von Wasserstoff**. Dem folgte, am 10. Juli **1908**, die namentlich bei den "Fachgenossen" (P. ZEEMAN 1917) und darüber hinaus Aufsehen erregende **Verflüssigung des Helium**. Unter Normaldruck siedet flüssiges Helium bei 4 bis 4,2 K, durch Erniedrigung des Drucks ließ der Siedepunkt auf unter 2 K "absenken" und wurde ein bisher unzugänglicher Temperatur bereich experimentell zugänglich (R. P.

HUEBENER 2011, S. 14). Erreicht wurde schließlich eine Temperatur von 0,9 K über dem absoluten Nullpunkt. Wer bei so tiefen Temperaturen forschen wollte, wie MARIE CURIE, gingen für einige Zeit nach Leiden, das damit so etwas wie ein internationales Laboratorium wurde (S. JORDA 2008). NERNST sollte dann das niemals mögliche volle Erreichen des absoluten Nullpunktes verkünden. **Helium** zu **verflüssigen** gelang dann erst **wieder 1923** in Toronto, 1925 unter WALTHER MEIßNER in der Berliner Technischen Reichsanstalt, wobei MEIßNER das Helium, schließlich etwa 700 l Gas, aus der Luft gewinnen mußte, da ihm anderweitig keines zur Verfügung gestellt wurde (R. P. HUEBENER 2011, S. 15).

Eine so nicht erwartete Entdeckung bei Stoffen, damals Metall, bei sehr tiefer Temperatur durch KAMERLINGH ONNES war **1911** die der **Supraleitung**/superconductivity, die gewaltige Verminderung der elektrischen Leitfähigkeit bestimmter Substanzen bei sehr tiefen Temperaturen, und zwar nicht allmählich abnehmend, sndern plötzlich, bei einer **Sprungtemperatur.** Es wurde zuerst gefunden an **Quecksilber.** Es war bisher daran gedacht worden, daß wegen der Elektrizitäts-Leitung in Metallen durch Elektronen nahe dem Nullpunkt wegen der dann eventuellen Unbeweglichkeit der Elektronen die Elektrizitätsleitung nahezu aufhört. In stark abgekühlten Proben von Metallen galt es das nicht vorhersagbare Ergebnis zu prüfen. Im Sommer 1911 kühlte KAMERLING ONNES mit Mitarbeitern eine bei Quecksilber durch mehrfache Destillation bei diesem Metall in hochreiner Form gewinnbare Probe in einer u-förmigen Glaskapillare immer tiefer und bei 4.2 K fiel der elektrische Widerstand auf einen "unmessbar kleinen Wert" (S. 14). Dieses Phänomen der Supraleitung wurde hier in Leiden dann auch bei bei, Zinn, Indium, Thallium gefunden, wobei das dafür nötige Unterschreiten einer kritischen Temperatur Tc bei den verschiedenen Materialien sich als unterschiedlich erwies (S. 14), Der schon angedachten Verwendung der Supraleitung für den so ziemlich verlustfreien Transport in Kabeln zeigte sich bald entgegen, daß ein **Magnetfeld** die Supraleitung reduziert und oberhalb eines materialabhängigen kritischen Magnetfeldes ganz **verschwinden läßt**, abhängig auch von der Richtung des Magnetfeldes (M. PÄSLER 1960), und so wirkt auch das magnetische Eigenfeld eines stromdurchflossenen Leiters (R. P. HUEBENER 2011, S. 15). Supraleitung war wie Halbleitung ein zunächst rätselhaftes, nach Erklärungen regelrecht schreiendes Phänomen. Feststellung der Umstände und Eigenschaften mußten weiterhelfen. Der als ein "first gentleman of European science" eingeschätzte, 1926 am 26 Februar gestorbene KAMERLINGH ONNES hatte 1913 den Nobelpreis für Physik erhalten.

**Kältelaboratorien** entstanden nach dem in Leiden unter Sir JOHN CUNNINGHAM McLENNAN 1923 in Toronto/Canada sowie 1927 ein drittes in Deutschland an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin unter WALTHER

MEIßNER (F. X. EDER et al. 1983, R. P. HUEBENER 2011, S. 15, H. SCHUBERT 1990). Der 1882 geborene MEIßNER hatte an der Universität Berlin Physik und Mathematik studiert, bei PLANCK 1905 promoviert und war 1908 in die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eingetreten. In dem Kältelaboratorium untersuchte MEIßNER mit seinen Mitarbeitern eine Vielzahl von Stoffen auf mögliche Supraleitung und man fand 1928 als ein erstes weiteres solches Element **Tantal**, dann die Supraleitung bei Titan, Thorium, Niobium und Vanadium, bei Verbindungen wie CuS, NbC, VN. 1933 fand man die Magnetfeldverdrängung bei der Supraleitung. Als der den Nationalsozialisten nahestehende STARK die Leitung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt erhielt zog es MEIßNER vor, einem Ruf an die Technische Hochschule München zu folgen und hier wurde auch ein neues Kältelaboratorium eingerichtet.

In den USA hat "allen voran" B. T. MATTHIAS (J. KÖHLER 2001) in den 1960er und 1970er-Jahren nach Substanzen mit ebenfalls Supraleitung gesucht, dabei "Tausende metallischer Oxide, Nitride, Carbide und auch zahlreiche Boride hergestellt, dotiert und auf Supraleitung getestet ..." Der große Erfolg blieb aus. In den USA wurden dann keine "öffentlichen Forschungsgelder" hierfür "mehr vergeben:" Die Überrschung kam **1986** mit J. G. BEDNORZ und dem Schweizer K. ALEXANDER MÜLLER mit dem supraleitenden Oxycuprat, mit einer kritischen Temperatur oberhalb 130 K. also weit oberhalb jenen Temperaturen, bei denen einst Supraleitung gefunden wurde, BEDNORZ und K. A. MÜLLER erhielten 1987 den Physik-Nobelpreis. Die weitere Suche erbrachte andere keramische Höhertemperatur-Supraleiter. Keramische Stoffe sind bei Normaltemperatur Nichtleiter, leiten also erst bei sehr tiefen Temperaturen. Um 1970 waren etwa 350 verschiedene supraleitende Substanzen ermittelt (R. P. HUEBENER 2011, S. 16). Bis 2003 wurden für Leistungen zur Supraleitung 10 Nobelpreise verliehen (S. 20).

Kommerzielle Anwendung etwa **in der Medizin** mit "supraleitenden Magnetspulen für die Magnet-Resonanz-Tomographie oder Kernspin-Tomographie (S. 19).

Das Phänomen der Supraleitung war zuerst in der Erklärung nur als Theorie zugänglich. Gab es bei den Temperaruren für Supraleitung eine Vereinigung der Elektronen, von denen man eher erwartet hatte, daß sie ihre Beweglichkeit und damit elektrische Leitfähigkeit einbüßen? (Meilensteine in Naturwissenschaft und Technik YouTube).

## Sehr hoher Druck

Hatten DEWAR, KAMERLINGH-ONNES und andere Materie unter so tiefen Temperaturen wie möglich untersucht, so gingen andere an die Feststellung der Materie-Eigenschaften unter möglichst hohem Druck heran, hatten ebenfalls zahlreiche Vorgänger und nun auch großartige weitere Erkenntnisse.

Führend in der Untersuchung von Materialien unter hohem Druck waren zunächst die französische Schule unter JAMES BASSET, dann namentlich die in den USA unter PERCY WILLIAMS BRIDGMAN (H. T. HALL 1958, E. C. KEMBLE et al. 1970, A. E. LINDH 1946 /1948, A. E. MOYER 1981, D. M. NEWITT 1962). Der 1882 in Cambdrige/Massachusetts geborene BRIDGMAN studierte hier, war großartiger Student, und wurde hier instructor, 1913 assistant professor, 1919 Professor. Gegenüber früheren Experimentatoren, die gegen 3.000 Atmosphären erzielt hatte, kam BRIDGMAN mit seinen neuen Apparaturen auf 20.000, ja später **bis etwa 400.000 at**. Ein ganzes **Universum von neuen Möglichkeiten** eröffnete sich, wenn auch nicht gefahrlos (A. SELLA 2010). Unter hohem Druck maß BRIDGMAN bei den verschiedenen Substanzen Kompressibilität, elektrischen Widerstand, Elastizität, Schmelzen, Thermoelektrizität, Wärmeleitung, fand die Umwandlung von Mineralien und das wiederum interessierte die Geologen, welche die Entstehung von Mineralien und Gesteinen in verschiedenen Erdtiefen geklärt wünschten, um ihre Bildung einzuschätzen. Neue und unerwartete Phänomene erschienen unter den hohen Drücken. Die Elektronen des Cäsium etwa erleiden bei einem gewissen Übergangsdruck eine Neuarrangierung. BRIDGMAN äußerte sich auch zu allgemeinen Fragen der Wissenschaft und Logik. Er hoffte auf eine intellektuelle Meisterung der Probleme der Welt und der Menschheit, der Mensch als Meister seines Schicksals. Liberal denkend verschloß er seine Laboratorien ab dem frühen Jahr 1939 vor Besuchern aus totalitären Staaten. Er verfaßte ein Schreiben, um es unerwünschten Besuchern auszuhändigen, in dem es etwa hieß: "In particular, the totalitarian states do not recognize that the free cultivation of scientific knowledge for ts own sake is a worth end of human endeavor, but have commandeered the scientific activities of their citizens to serve their own purposes." BRIDGMAN erhielt 1946 den Nobelpreis für Physik. Wegen leidensvollem Knochenkrebs beging er 1961 Suizid.

## Der "Plasma"-ein anderer Zustand der Materie - Zustand auf den Fixsternen und auf 'unserer' Sonne

Erst im späteren 20. Jh. konnten man jenem Zustand nähertreten, der bei sehr hohen Temperaturen, so auf heißen Himmelskörpern, erreicht wird, und bei dem

die Materie als stark ionisiertes Gas vorliegt und aus nur noch elektrisch geladenen Teilchen besteht, sich im Zustand des "**Plasma**".befindet. Das hat nichts zu tun mit dem 'Protoplasma' der Lebewesen. Für die Physik erfand den Terminus "Plasma" IRVING LANGMUIR 1928 (L. BIERMANN 1961). Atomkerne und Elektronen sind zu einem beträchtlichen Teil getrennt, jedenfalls trennen sich von den Atomkernen viel mehr Elektronen als bei den Ionen unter irdischen Bedingungen. Die positiven und die negativen Ladungen der Ionen und der Elektronen kompensieren sich im Großen näherungsweise. Mit der Erforschung des Plasma wurde vieles aufgeklärt, was vorher unerklärt blieb, es entstand eine eigene **Plasmaphysik**. Solches Plasma entsteht in der Welt des **Menschen** in sehr begrenztem Maße bei elektrischen Entladungen und in Lichtbögen. **Auf der Erde** ist die Materie **in der Natu**r im Plasmazustand in Sekundenbruchteilen in Blitzen (D. A. GURNETT et al 2005, S. 2), was bei Kugelblitzen ein klein wenig länger vorhält. Im Plasmazustand sind die **Aurores**, die **Aurora**, das so oft bewunderte und in seiner Ursache als rätselhaft erscheinende 'Nordlicht', in nur den höheren Breiten, hervorgerufen durch die Atmosphäre verändernde energiereiche Elektronen und Ionen, und der Plasmazustand besimmt auch Ionosphäre und Magnetosphäre. Aber im **Weltall,** mit all den selbstleuchtenden Fixsternen, sind 99% der Materie der sichtbaren Welt im Plasmazustand (S. 2). Die Spektrallinien zeigen etwa die hohen Ionisationszustände beim Eisen, das in der inneren Sonnenkorona 9 bzw. 13 von seinen normalerweise 26 Elektronen verloren hat (L. BIERMANN 1961). Eine Chemie im klassischen Sinne gibt es im Plasma gar nicht. Auf heißen Himmelskörpern im Plasmazustand finden aber kernchemische Reaktionen statt. Soll in technischer Apparatur eine Kernverschmelzung stattfinden, setzte das Plasma voraus.

## Temperatur- (und Druckbereiche) mit ihren verschiedenen Vorgängen in ihnen

**Chemische Vorgänge**, wie sie der Chemiker erforscht, sind **gebunden an** das Verhalten nur der den Atomkern umkreisenden **Elektronen**, vor allem der Außenelektronen, wodurch chemische Bindung oder auch Lösung stattfindet. Der Atomkern bleibt davon unberührt. Der Temperaturbereich, in dem **Lebenserscheinungen** auftreten können, ist noch weitaus enger als jener der im engeren Sinne chemischen Phänomene, nach oben bei den meisten Lebewesen geknüpft an die Denaturierung der Eiweiße und der Nukleotide, welche nicht einmal die chemische Bindung zerstören muß und und unter 80° und 100° reversibel sein kann. Es gibt niedere Lebewesen, so unter den **Archaeen**/Archaebakterien, die an heißen Quellen leben und gibt auch Leben an untermeerischer Heißluft .

# Technische und industrielle Entwicklungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

## Grundsätzliches zu technischen Entwicklungen

Zahlreiche technische Entwicklungen waren Ergebnis von naturwissenschaftlichen Entdeckungen. Manche Entwicklungen kamen von Ingenieuren und kamen zustande bei neuartiger Organisation der Produktion.

Rationalisierung durch Transportbänder wurde in Fleischkonservenfabriken und in Schlachthöfen in Chicago um 1880 eingeführt. Für die Automobilherstellung hat HENRY FORD in den USA die **Technologie der Fertigung rationalisiert** und damit das Vorbild der Rationalisierung von Produktionsverfahren geliefert. FORD war am 30. Juli 1863 in Springswell township geboren worden, besuchte nur einfache Schulen, entfaltete aber frühes Geschick für mechanische Dinge und konnte in Detroit in den Maschinenbau eintreten. Seit 1890 hatte FORD an Gasmotoren gearbeitet. Im Frühjahr 1893 lief sein erstes Automobil, das noch wie ein Bauernwägelchen aussah. Die ersten Automobilbauer dachten zunächst an teure Wagen, die man Reichen verkaufen konnte, und, wie FORD vermerkte (S. 53): "Selbst 1910 und 1911 galt jeder Autobesitzer noch für einen reichen Mann, der geschröpft zu werden verdiente." FORD aber wollte in seinem Unternahmen das billige Auto für viele herstellen. Wie er bemerkte (S. 25): "Während sich die meisten Fabrikanten eher zu einer Änderung des Produktes als ihrer Produktionsmethoden entschließen, gingen wir den gerade entgegengesetzten Weg." Durch eine genaue Arbeitsplatzanalyse wurden die Einzeltätigkeiten an den Arbeitsplätzen ermittelt und durch die dadurch mögliche Zerlegung der Arbeitsgänge, die jedem einzelnen Arbeiter immer nur denselben Handgriff an einem Fließband zumutete, konnte die Produktivität wesentlich gesteigert werden. Es begann 1913 mit einer Montagebahn bei der Zusammensetzung der Schwungradmagneten. Bei der Motorenzusammensetzung fand man einmal 48 Einzelarbeitsgänge. Von den 7882 Verrichtungen bei der Autoherstellung, die man einmal festgestellt hatte, mußten 949 als Schwerarbeit für kräftige Männer gelten, 3338 waren für Männer mit normal entwickelter Körperkraft geeignet, 3595 konnten ohne nennenswerte körperliche Anstrengung durchgeführt werden. Derjenige, der eine Mutter einer Schraube aufbringt, schraubte sie nicht fest - das unternahm bereits der nächste. 95 Prozent der Leute konnten ungelernt sein, "müssen einen einzigen Handgriff erlernen, den auch der dümmste sich in zwei Tagen aneignen kann" (S. 104). Aller Transport in den Werkhallen wurde auf ein Minimum zu senken versucht. Mußten einst 15 Mann pro Tag ein Auto herstellen, ließ sich das auf 9 Mann pro Wagen und noch weiter senken. Arbeitslosigkeit fürchtete FORD nicht, die mehr leistenden Arbeiter

"hörten nur auf, unproduktiv zu sein" (S. 198). FORD überlegte auch (S. 66): "Die schönsten Dinge in der Welt sind solche, die jedes Gewichtsüberschusses enthoben sind." Auch Schmutzecken in den Werkhallen wurden wegen möglicher negativer Auswirkung nicht geduldet. Etwa 700 Mann wirkten allein für die Säuberung und das Putzen. Geachtet wurde auch auf "Sauberkeit" der einzelnen im Privatleben. Schließlich sollten vom Lohn eher Autos als alkoholische Getränke gekauft werden. Untersucht wurde, in welcher Geschwindigkeit das Fließband bewegt werden kann. Die Beseitigung der vom Käufer nicht verschuldeten Mängel an den verkauften Autos sah FORD als Angelegenheit des Werkes gegenüber dem Kunden. Möglichst jedes der einmal 5000 Teile eines Automobils sollte jederzeit und unabhängig von den anderen Teilen ersetzt werden können - was im Maschinenbau schon nach 1800 angestrebt wurde. FORD wollte aber auch die einzelnen Abteilungen in Unkenntnis von den anderen lassen, da zu viel Kameradschaftlichkeit zur wechselseitigen Deckung von Fehlern führe. Die große Monotonie der Arbeit des einzelnen und auch die patriarchalisch-bevormundende Führung der Arbeiter bei aller Akzeptanz für Verbesserungsvorschläge von unten führten auch zu Kritik, ja Ablehnung des FORD-Systems. FORD glaubte jedoch festgestellt zu haben (S. 121): "Der Durchschnittsarbeiter wünscht sich - leider - eine Arbeit, bei der er sich weder körperlich noch vor allem geistig anzustrengen braucht." Im Jahre 1923 wurden bei FORD 2 Millionen Autos hergestellt.

Trotz und sogar wegen aller technischen Fortschritte brach 1928 eine jahrelange, viele Staaten der Erde erfassende **Wirtschaftskrise** mit Massenelend herein. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt brachte offenbar nicht von allein wachsenden Wohlstand und wachsende Lebenssicherheit für immer mehr Menschen. Technische Entwicklung und allgemeiner Menschheitsfortschritt schienen voneinander abgekoppelt zu sein. Führende Intellektuelle, namentlich in England, dachten über die Folgen von Wissenschaft und Technik nach. Sozialismus erschien vielen als Lösung. Zunehmend hatten sich in Europa Diktaturen etabliert, in Deutschland 1933 die unter HITLER. Das Ergebnis waren schließlich über 50 Millionen Tote im Zweiten Weltkrieg. Wissenschaft und Technik hatten zu dem bisher unübertroffenen Zerstörungswerk maßgeblich beigetragen. Die forcierte Rüstung ließ die Kapazitäten der Industrie auf neue Höhen treiben. In Deutschland lieferte allein die Firma von KARL MAYBACH (v. SEHERR-THOß 1990) unter anderem an das Heer 140.000 Motoren.

Und das Makabre: Weder der Erste noch der ganze Städte ausradierende Zweite Weltkrieg hielten Wissenschaft und Technik im Weltmaßstab auf, und selbst die **Technisierung der Haushalte** schritt vielerorts voran, bald **nach dem Kriege** sogar **beschleunigt**. Der Pflanzenzüchter KLAUS HAHLBROCK sah rückschauend (2009, S. 82): "Wie schnell die Wirtschaft der westliche Industri-

eländer und Japans das angestrebte Ziel der Marktsättigung erreichen und in welchem Übermaß die einmal in Gang gesetzte Wachstumsautomatik der Konsumgüterindustrie von der Bedarfsdeckung zu den Überredungs- und Reklamekünsten der Bedarfsweckung übergehen würde, hatte wohl kaum jemand vorausgesehen – schon gar nicht auf dem Agrarsektor." Ging damals politisch gewollt wegen der Auseinandersetzung zwischen West und Ost, während die Eliten in anderen Zeiten die Völker einfach nicht fürchteten und alles dem Selbstlauf überließen? Aber die Kaufkraft und damit die Kaufmöglichkeit blieb ungeheuer unterschiedlich!

## Vakuumtechnik - Pumpen

Ein hohes **Vakuum** ist für verschiedenste Forschungsbereiche, etwa die Kathodenstrahlröhren, und technische Dinge erforderlich, und Fortschritte in der Technik der **Pumpen** (E. RUTHERFORD 1936) für ein immer besseres Vakuum waren Voraussetzung für Fortschritte in diesen Bereichen. Von AUGUST JOSEPH IGNAZ TOEPLER, Chemiedozent an der Landwirtschaftliche Akademie in Poppelsdorf, stammt die nach ihm benannte viel benutzte einfache Barometerluftpumpe ohne Hähne, Ventile und schädlichen Raum. Zum Auspumpen eines Rezipienten von 6 Litern auf 3 mal 10 -5 Torr waren mehr als 5 Stunden Schwerarbeit durch fortgesetztes Heben und Senken von Quecksilber nötig. Als großer Fortschritt erschien die auf dem Fallen von Quecksilber, Wasser oder anderen Flüsigkeiten in eine Röhe beruhende Vakuum-Pumpe von HERMANN SPRENGEL (K R WEBB 1965). JAMES DEWAR hat Aktivkohle zur Absorbierung möglichst letzter Gasreste benutzt. Neuartige Prinzipien für die Herstellung von Hochvakua wandte WOLFGANG GAEDE an. Als Assistent in Freiburg hatte er Versuche aufgeben müssen, weil ein dafür nötiges Vakuum nicht hergestellt werden konnte. Er erkannte, daß nicht Kolben, Ventile und Räderwerk, sondern "die in der kinetischen Gastheorie behandelten Bewegungsgesetze der Gase selbst" (F. WOLF 1968) die Lösung bringen. Er entwickelte die "Molekularpumpe", dann die "Diffusionspumpe", die "Wälzpumpe". Ab 1919 war GAEDE Physik-Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Seine Pumpen wurden von der Firma LEYBOLDs Nachfolger serienmäßig hergestellt, bis 1930 über 17.000 Stück für wissenschaftliche Laboratorien und Industrie in alle Welt geliefert. Durch die Hochvakuumtechnik wurden viele Entdeckungen und technische Geräte überhaupt erst möglich, vom Serienbau von Glühlampen über Photozellen zu Röntgenröhren, war also Grundlage für neue Industriezweige. In der nationalsozialistischen Zeit wurde GAEDE zwangsweise zur Ruhe gesetzt, arbeitete aber in seinem Privatlaboratorium weiter.

## Weitere technische Errungenschaften im Zusammenhang besonders mit Elektrizität

Große Fortschritte gab es auch mit dem beweglichen Film, dem **'Kino**'. Den **Tonfilm** erfand das Erfinderteam "Triergon" HANS VOGT, JOSEPH MASOLLE, JOSEPH ENGL in Berlin (H. VOGT 1964). Bei einer ersten Laboratoriumsvorführung eines kurzen Tonfilms am 26. Februar 1921 zitierte eines Sprecherin "Sah ein Knab' ein Röslein stehn." Je nach Tonstärke trägt der Film am Rande eine unterschiedlich geschwärzte Tonspur, die durchstrahlt unterschiedlich viel Licht durchließ und das über Stromschwankungen in Ton verwandelte.

Den **Bildtelegrafen** erfand 1904 ARTHUR KORN. Das Bild wurde über einen Glaszylinder gespannt, ein Lichtpunkt tastete den sich in Schraubenlinie drehenden Zylinder ab und je nach Schwärze der jeweils beleuchteten Bildstelle fiel mehr oder weniger Licht in den Zylinder, wo es auf eine Selenzelle gelenkt in Stromschwankungen verwandelt wurde (W. CONRAD 1967). Im Jahre 1883 fand der Student PAUL NIPKOW eine brauchbare mechanische Abtast- und Wiedergabemöglichkeit für **Television**. Mit Hilfe der Braunschen Röhre haben JOHN LOGIE BAIRD ab 1926 und MANFRED VON ARDENNE 1930 die Möglichkeit von Fernsehen vorgeführt. Ein richtiges Fernsehprogramm übermittelte dreimal in der Woche der Sender "Paul Nipkow" 1935 in Berlin. Eine erste Fernsehaufnahmekamera, das "Ikonoskop", entwickelte in den USA der 1919 nach dorthin gegangene russische Elektroingenieur WLADIMIR KOSMA ZWORYKIN. Während des Zweiten Weltkrieges rückten die USA an die Spitze der Television, hatten 1949 etwa 2,5 Millionen Empfänger, 1952 17 Mill., 1956 38 Mill., bei 496 Fernsehstationen. Nach 1950 folgten andere Länder in der Television nach. Die Sendungen gelten zu Recht intellektuellen Menschen oft als simpel und primitiv, aber Radio wie Fernsehen haben in ferne Gegenden eine vorher nicht mögliche Weltkenntnis gebracht, Manipulationen eingeschlossen. Durch das Fernsehen hat sich die geistige Haltung vieler Menschen stark gewandelt. In Industriebetrieben konnten über Fernsehapparate die einzelnen Betriebsteile von einer Zentrale aus überwacht werden.

# Zum weiteren "Umsturz im Weltbild der Physik" - und auch der Chemie

Teilweise im Zusammenhang mit anderen Gebieten der Physik, etwa der Erforschung der Radioaktivität und der Atomkernprozesse, teilweise gesondert davon, wurden ab dem Ende des 19. Jh. und namentlich ab 1905 so neue Gesichtspunk-

te zur Erklärung der Welterscheinungen eingeführt, daß von einem "Umsturz im Weltbild der Physik" zu sprechen war. Das zu einer Zeit, als auch von Physikern gemeint wurde, daß die Physik eine in den Grundzügen abgeschlossene Wissenschaft ist. Andererseits gelten solche grundlegenden Sätze wie der von der "Erhaltung der Energie" weiterhin und die neuen Erkenntnisse wurden ebenso als Erweiterung des bisherigen physikalischen Weltbildes gesehen (W. RENTSCHLER 1966).

Ein erster, zunächst als solcher nicht verstandener Einbruch in die seinerzeitige Physik stammt von MAX PLANCK bei seiner Untersuchung der Strahlung im schwarzen Körper. PLANCK (W. GERLACH 1976, A. HERMANN 1972) wurde am 23. April 1858 in Kiel geboren. PLANCK studierte in München und Berlin, wurde in München 1880 Privatdozent, 1883 a.o. Professor für theoretische Physik in Kiel, 1889 als Nachfolger seines Lehrers KIRCHHOFF Ordinarius in Berlin. Sein Sohn ERWIN, Staatssekretät, wurde nach dem Attentat auf HITLER am 20. Juli 1944 wegen angeblichem Mitwissen hingerichtet. Das Kriegsende erlebte PLANCK unter zuletzt primitivsten Bedingungen im Dorfe Rogätz nördlich von Magdeburg an der Elbe, mußte nach dem Abbrennens seines Notquartiers sogar im Freien leben (A. PEIPER 1969, S. 19). Der befreundete Physiker ROBERT POHL in Göttingen konnte einen ihm bekannten Astronomen in der amerikanischen Besatzungsmacht veranlassen, PLANCK und seine Frau im Auto nach Göttingen zu holen, wo er bei Verwandten unterkam. Als einziger noch lebender ehemaliger Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft konnte er von der Generalverwaltung dieser Gesellschaft gewonnen werden, sich in einem Brief an die noch bestehenden Institute zu wenden, nach außen hin das Amt des Präsidenten zu übernehmen und den noch in England internierten OTTO HAHN für die künftige Präsidentschaft zu gewinnen.

PLANCKs große, in das 19. Jh. zurückgehende Leistung für die Physik war, daß er fand, daß ein hohler schwarzer Körper konstanter Temperatur Strahlung nur in diskreten Energieelementen abgibt, "gequantelt" (W. GERLACH 1976). Später wurde mit der gequantelten Energieabgabe die Abgabe der Lichtenergie bei Atomen erklärt.

Besonders tiefgreifend für eine neue Physik wirkten die Gedanken von ALBERT EINSTEIN, der so etwas wie der Prototyp der neuen Physik wurde, der "große Weise unserer Zeit" (A.v. MURALT 1979), durch den auch PLANCKs Ideen erst in vollem Umfang geschätzt werden konnten. EINSTEIN wurde am 14. März 1879 in Ulm geboren. Ein Jahr danach zog die Familie nach München, wo vom Vater und dessen Bruder gehofft wurde, mit dem Aufbau eines kleinen elektromechanischen Betriebes wirtschaftlich Glück zu haben. Aber das mißlang, und ALBERT EINSTEIN blieb in München bei einer befreundeten Familie, als die Eltern nach Mailand übersiedelten. Der Schulunterricht am Münchener Luitpold-Gymnasium

behagte ihm nicht und, wohl wegen seiner Fragen, meinte ein Lehrer, daß EINSTEINs bloße Anwesenheit in der Schulklasse den Respekt für den Lehrer bei den Mitschülern herabsetzt. EINSTEIN ging zunächst zu seinen Eltern, konnte dann die Aufnahmeprüfung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich nicht bestehen. EINSTEIN war dann ein Jahr auf der Kantonsschule in Aarau. Hier hat ihn ein Lehrer in sein Haus aufgenommen und gefördert. Im Herbst 1896 trat der 17-jährige EINSTEIN in die Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich ein. Sein Fachlehrer in Mathematik, HERMANN MINKOWSKI, beurteilte EINSTEIN damals als "Faulpelz". EINSTEIN erwarb 1900 nach 4 Jahren das Fachlehrerpatent für Physik. Nach manchen Bemühungen für eine andere Laufbahn fand er 1902 eine Stellung am Patentamt in Bern, wo er bis zum 6. Juli 1909 verblieb. Mit seiner Stellung am Patentamt heiratete er die Kommilitonin MILEVA MARIC. Die Arbeit am Patentamt war für EINSTEINs Denkweise offensichtlich nicht ohne Bedeutung, hatte er doch aus eingereichten Projekten das Wesentliche, das eventuell Neue heruáusfinden (J. A. WHEELER 1979). Im Jahre 1907 konnte sich EINSTEIN, der durch die Arbeiten von 1905 schon weitberühmt war, an der Universität Bern habilitieren und hielt, vor 3 und dann 4 Hörern, Lehrveranstaltungen. Im Jahre 1909 wurde er als 30-Jähriger zur 350-Jahrfeiner der Universität Bern einer der Ehrendoktoren. Im Jahre 1909 wurde EINSTEIN Extraordinarius am Physikalischen Institut der Universität Zürich. Nach einer 18 Monate dauernden Stellung an der deutschen Universität in Prag, ging EINSTEIN noch einmal nach Zürich. Im Jahre 1914 folgte EINSTEIN einem Ruf zu ganz exzellenten Bedingungen als Mitglied an die Preußische Akademie der Wissenschaften in Berlin. Manche Physiker und auch antisemitische Kreise begannen nach dem Ende des Ersten Weltkrieges Hetze gegen den auch als Pazifisten bekannten EINSTEIN. Seine Stellung konnten sie damals nicht grundlegend untergraben. Anfang 1933 war EINSTEIN in den USA. Er blieb dort. In Princeton wurde EINSTEIN am neugegründeten Institut for Advanced Studies eine Forschungsstätte eingerichtet. In einem Brief unterrichtete er den USA-Präsidenten FRANKLIN DELANO ROOSEVELT über die Möglichkeit einer Atombombe. Nach 1945 trat er für den Frieden ein. Als einen Wunsch hatte EINSTEIN einmal geäußert, Leuchtturmwärter zu sein, um fern allem Getriebe der Menschen ungestört nachdenken zu können - vielleicht eine etwas einseitige Sicht auf die Tätigkeit eines Leuchtturmwärters. EINSTEIN starb am 18. April 1955 in Princeton. Seine Asche wurde gemäß seinem hinterlassenen Wunsch in alle Winde zerstreut, sein Gehirn konserviert.

In EINSTEINs Wunderjahr 1905 erschien zuerst seine Arbeit über die **quantenhafte Natur des Lichts**, es also aus diskreten Teilchen besteht und deshalb beim Auftreffen auf Metalle die schon bekannte photoelektrische Wirkung erzielt, die um so größer sein muß, je höher die Frequenz der Strahlung ist. Elf Jahre später hat ROBERT MILLIKAN das experimentell bewiesen. Für die Brownsche Bewegung

ermittelte EINSTEIN in einer zweiten Arbeit von 1905 mathematisch die Existenz von Partikeln der Flüssigkeit, welche die sichtbare Bewegung der suspendierten Teilchen hervorrufen. Aus der offensichtlichen Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in jeder Richtung entwickelte er neue Vorstellungen über die Bewegung, die **Spezielle Relativitätstheorie**. In einer vierten und namentlich fünften Arbeit von 1905 begründete EINSTEIN den Zusammenhang von Masse und Energie, mit der berühmten Formel **E = m c2**. In dieser Formel wird machmal als die Spitze von EINSTEINs Arbeit gesehen. Die Formel verdeutlich, daß selbst sehr geringe Massen bei entsprechender Geschwindigkeit, immer die Lichtgeschwindigkeit hoch 2, eine große Energiemenge enthalten.

Die Relativitätstheorie entwickelte er zur Allgemeinen Relativitätstheorie weiter, **1915**, welche die Gravitation einbezog, die 'Schöpfung' des Einzelmenschen EINSTEIN (M. BARTELMANN 2015). Eine dazu mit führende Beobachtung war die Periheldrehung der Merkurbahn, "einzige damals bekannt Abweichung der Newtonschen Gravitationstheorie (S. 27). Eine Voraussage der neuen EINSTEINschen Theorie war, daß die Lichtstrahlen im Umfeld der Sonne wegen deren Masse, in deren Gravitationsfeld, geringfügig abgelenkt werden. Wenn NEWTON Licht als Korpuskeln ansah, dann wäre übrigens eine Ablenkung auch schon denkbar gewesen (T. SAUER 2015, S. 45). Aber nun war es Teil einer neuen, der EINSTEINschen Theorie. Der junge Berliner Astronom ERWIN FREUNDLICH brachte EINSTEIN bei dessen Besuch in Berlin am 22. April 1912 darauf, daß man die Lichtablenkung bei einer Sonnenfinsternis bei Sternen ganz nah am Sonnenrand im Vergleich mit deren Orten ferner der Sonne müßte feststellen können (T. SAUER 2015, S. 45). Frühere Fotos von Sonnenfinsternissen waren zu unscharfMitten im Ersten Weltkrieg hatte 1916 der englische Astronom EDDINGTON eine Kopie von EINSTEINs Gedanken dazu erhalten. EDDINGTON setzte sich mit dem königlichen Astronomen FRANK DYSON in Verbindung, um bei der nächsten Sonnenfinsternis die Messungen durchzuführen und eine vollständige Sonnenfinsternis war für den 29. Mai 1919 angesagt. Von England wurden zwei Expeditionen ausgesandt, die eine nach Sobral in Brasilien und die andere auf die Insel Principe außerhalb der Westküste von Afrika. Auf den erhaltenen Fotografien verglichen EDDINGTON und Mitarbeiter die dieselben Sternbilder ohne Sonnenfinsternis und diese, zur Finsternis in Sonnennähe stehenden, während derselben. Es fand sich eine Ablenkung der Lichtstrahlen um 1,7 Bogensekunden. Das bedeutete zwar kein 100%ig sicheres, aber doch insgesamt gut akzeptierbares Ergebnis (M. KRAMER et al. 2015, S. 31). Am 6. November 1919 verkündete das J. J. THOMSON auf der Sitzung der Royal Society und nannte EINSTEINs Werk als eine der größten, wenn nicht die größte Errungenschaft in der Geschichte des menschlichen Forschens (A. VON MURALT 1979, S. 564). Ein Wissenschaftler in Deutschland hatte damit das Ansehen des geschlagenen Landes wenigstens auf einem Gebiet wiederhergestellt.

Zu Anfang des 21. Jh. ließ sich auch feststellen: "Die Krümmung der Raumzeit durch die Masse der Sonne ... verlängert auch die Laufzeit elektromagnetischer Wellen (M. KRAMER et al. 2015, S. 31).

# Entdeckung und Erforschung der Radioaktivität und des Atombaus

# Die natürliche Radioaktivität

## Entdeckung und erste Erforschung der Radioaktivität

Die Radioaktivität, eine zunächst bei schweren chemischen Elementen nachgewiesene "**Strahlung**", wurde **1896** von HENRI BECQUEREL entdeckt (u. a. L. BADASH 1965, F. FRAUNBERGER et al. 1984, O. LODGE 1912, W. SCHÜTTMANN 1987). BECQUEREL war Glied einer bedeutenden Gelehrtendynastie, die 110 Jahre lang die Direktoren des Pariser Musée stellte. Sein Großvater war ANTOINE CESAR BECQUEREL, sein Vater EDMOND BECQUEREL, der sich viel mit Fluoreszenz beschäftigt hatte. HENRI BECQUEREL setzte das fort, veröffentlichte zwischen 1883 und 1896 20 Arbeiten über Fluoreszenz und die Entdeckung der Radioaktivität war durch seine Fluoreszenz-Forschungen bedingt.

Ausgangspunkt für BECQUERELs Untersuchungen war eine fehelerhafte Einschätzung der Herkunft und des Wesens der Röntgenstrahlen, letztlich eine sich bals als falsch herausstellende Hypothese. Kurz nachdem RÖNTGENs Entdeckung in Paris bekannt geworden war, berichtete JULES HENRI POINCARE am 20. Januar 1896 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften darüber und hielt, auf BECQUERELs Anfrage, den leuchtenden Punkt auf dem Glas der Kathodenstrahlröhre für die Quelle der von RÖNTGEN gefundenen Strahlung. Es wurde überlegt, ob nicht auch von anderer fluoreszierender Substanz eine Strahlung ausgeht (W. GERLACH 1976, J. J. THOMSON 1910). BECQUEREL setzte deshalb zur Erzeugung von Fluoreszenz fluoreszierende Stoffe dem Sonnenlicht aus und bewahrte sie anschließend nahe lichtdicht umhüllten Fotoplatten auf, die bei von der fluoreszierenden Substanz ausgehender Strahlung hätten verändert werden müssen. Die Fotoplatten zeigten, wenn entwickelt, jedoch keine Spuren einer Strahleneinwirkung. Von den durch BECQUEREL geprüften fluoreszierenden Substanzen ging also, wie die intakt gebliebenen Fotoplatten nahelegten, keine Eigenstrahlung aus. BECQUEREL besaß in seiner Sammlung zur Fluoreszenz geeigneter Substanzen auch ein Uransalz, Uran-Kalium-Sulfat, mit dem er ebenfalls weitere Fluoreszenz

-Untersuchungen durchführen wollte. Wegen Mangel an Sonne konnte BECQUEREL es am 26. und 27. Februar 1896 nicht zum Fluoreszieren bringen. Er entwickelte aber dennoch in der Nähe umhüllt aufbewahrte Fotoplatten. Hier gab es ein anderes Ergebnis als bei den zur Fluoreszenz gebrachten anderen Substanzen: Die Fotoplatten waren geschwärzt. Ein nicht zur Fluoreszenz gebrachtes und somit **nicht** zur vermeintlichen Emission von Röntgenstrahlen **angeregtes Uransalz** sandte also eine offensichtlich von Fluoreszenz unabhängige, **eigenständige Strahlung** aus, nachweisbar unabhängig von vorangehender Sonneneinwirkung.

BECQUEREL berichtete über seine Entdeckung am 2. März 1896 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften. Das "Wesen" dieser "Becquerel-Strahlung" (E. R. LANKESTER 1907), wie man zunächst sagte, erschien so rätselhaft, wie das der Röntgenstrahlung. "Strahlen", unbekannte "Strahlung" - die Physik stand im Banne von Strahlen-Entdeckungen und manche erwarteten noch anderes dieser Art. '**Strahlen' - Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, Kanalstrahlen, nun Radioaktive Strahlen** und **1911 auch 'kosmische Strahlen'** - und dann das Schwenken, daß hier **materielle Teilchen** bestehen, Elektronen, Alphateilchen, Betateilchen - und noch später die Vereinigung von Strahlung und Teilchen.

Im Mai 1896 demonstrierte BECQUEREL, daß **reines Uran** nicht nur auch strahlt, sondern etwa 4-mal stärker als das vorher untersuchte "potassium uranyl sulphate" (W. H. BROCK 2008). Das Uran als solches war wohl Ursache der Strahlung. **Radioaktivität**, so wurde deutlich, ist an bestimmte **Atome** gebunden **unabhängig von deren Verbindung oder Mischung** mit den Atomen von anderen Elementen. Nicht mit Rein-Uran 235, mit dessen Oxid wurden viel später Brennstäbe und Atombomben gefüllt.

Etliche Jahre vorher hatte übrigens NIEPCE DE SAINT-VICTOR schon festgestellt, daß mit einer Lösung von Urannitrat imprägniertes Papier eine Fotoplatte beeinflußt, aber das wurde nicht weiterverfolgt (J. J. THOMSON 1910, S. 24) - wie eben mancher Befund in der Forschung nicht weiterverfolgt wurde. BECQUEREL war bei aller Überraschung seines Befundes sicherlich mental vorbereitet gewesen (L. BADASH 1965), Überraschendes im Zusammenhang von Fluoreszenz und Fotoplatten zu beachten.

Man muß fragen: Wäre die Radioaktivität irgendwie bald auf eine andere Weise gefunden worden als auf dem fast wunderbar wirkenden, seltsamen und von einem Zufall bestimmten Wege wie bei BECQUEREL? Der mit Physik-Geschichte viel befaßte Physiker WALTHER GERLACH meinte 1970 (S. 497): "Welch anderer Zufall, welche rationale Überlegung sonst zur Entdeckung der Uranstrahlung hätte führen können - für eine Antwort auf diese Frage vermag ich keinen Anhaltspunkt zu sehen." Und GERLACH zitiert KEPLER: "Die Wege, welche den Verstand zur

Erkenntnis der Wunder der Natur führen, sind fast noch wunderbarer als die Dinge selbst."

## Radioaktivität - neu entdecktes Phänomen in der Materie - erste Erfahrung mit ihren Eigenschaften

Die Forschung zur Radioaktivität galt zuerst der Strahlung. Die Termini "Becquerel-Strahlen", "l'activite´radianate", "l'activite´Becquerel" wurden durch die CURIEs im Juli 1898 ersetzt durch "Radioactiviy", "Radioaktvität". Der Begriff setzte sich durch.

Die Auffindung der Radioaktivtität auch bei weiteren Elementen und der auf ihr aufbauenden Folge-Entdeckungen wie die der Röntgenstrahlen erschienen als solche **unvorhergesehenen Überraschungen,** daß man wie im 16. Jh. angesichts der immer neuen Entdeckungen wieder meinen konnte, daß es Dinge zwischen Himmel und Erde gibt, von denen die Menschen noch keine Ahnung haben. Forschung, und gerade in der manchen als abgeschlossen geltenden Physik: das lohnte sich klar weiterhin! "Neuland" war inoch vorhanden. J. J. THOMSON sagte in seiner President Address auf der 79. Versammlung der British Assoiciation for the Advancement of Science in Winnipeg in Kanada Ende August 1909 (1910, S. 29) über die Radioaktivität: "It has quite dispelled the pessimistic feeling, not uncommon at that time, that all the interesting things had been discovered."

Bald wurde erkannt, daß Radioaktivität als ein für das Verständnis der Materie ungeheuer wichtiges Phänomen ist. In London wurde durch Sir ERNST CASSEL und Lord IVEAGH ein Radium-Institute unter der Schirmherrschaft des englischen Königs gegründet. Die Radioaktivität bewies, daß sogar wichtige, **grundlegende Naturerscheinungen bisher noch unbekannt geblieben waren.** Die Radioaktivität erschloß in einer Zeit, in der kaum noch neue grundlegende Entdeckungen erwarten wurden und sogar von einem Abschluß der Physik gesprochen worden war, ganz neue Einsichten.

Erforscht wurden nun **Eigenschaften**, **Wirkungen, Vorkommen** der radioaktiven Strahlung (G. VON HEVESY 1929). BECQUEREL fand als eine wichtige und für die weitere Erforschung wichtige Eigenschaft der radioaktiven Strahlen, daß **Metallfolien** die radioaktive Strahlung **absorbieren**. Waren dünne Platten aus Aluminium oder Kupfer zwischen eine Uran-Verbindung und ein Elektroskop gestellt, gab es in dem Elektroskop keine Anzeige, drangen die Strahlen also nicht durch die Metallfolien bis zum Elektroskop vor.

Zu Unterschieden in der Verteilung von Radioaktivität in verschiedenen Gestei-

nen fand RAYLEIGH, daß saure Eruptivgesteine mehr Radioakvität als basische aufweisen und Sedimente einen geringeren Gehalt haben.

## Energie der Atome - erste und frühe Überlegungen

1903 fand PIERRE CURIE die **Wärme**-Erzeugung von **Radium** (W. H. BROCK 2008). Die große Geschwindigkeit der einzelnen radioaktiven Partikel wies auf eine große in den Atomen steckende Energie hin, viel gewaltiger als etwa der "Wärmeinhalt", und "hat uns", wie W. NERNST 1921 (S. 2) schrieb, "mit Energiequellen von einer Mächtigkeit bekannt gemacht, von denen wir früher keine Vorstellung hatten." Radium gibt so viel Wärme ab, daß es in einer Stunde eine Wassermenge von seinem eigenen Gewicht vom Gefrierpunkt zum Siedepunkt anhebt. Die von den radioaktiven Atomen freigesetzten Energiemengen hatten mit der bei exothermen chemischen Reaktionen auftretenden Energie nichts zu tun. Die Geschwindigkeit der fortgeschleuderten Teilchen oder Strahlen beim radioaktiven Zerfall sowie die Wärmebildung zeigten aiso eine **sehr große Energie** – wobei die Winzigkeit der Teilchen bedacht werden muß! Noch war "Atomenergie" in Menschenhand auf diese winzigen Teilchen beschränkt. Sowohl das **Energie-Erhaltungsgesetz** resp. der Einheit von Ruhemasse und Energie, E = mc2 sowie das **Coulombsche Gesetz** erwiesen sich auch im atomaren Bereich als gültig und das wurde auch den Berechnungen zugrundegelegt. Manchmal war gemeint worden, daß diese Energie-Freisetzung mit dem Satz von der Erhaltung der Energie nicht vereinbar ist. Auf jeden Fall war einzusehen, daß **zu den bekannten Energieformen eine weitere**, bisher unbekannte Art von Energie, die der radioaktiven Atome, bekannt geworden war. Es wurde bewußt, daß im Falle der Möglichkeit, daß nicht lediglich einzelne Atome spontan zerfallen, sondern die Energie von vielen radioaktiven Atomen gleichzeitig freigesetzt werden könnte, gewaltige Energiemengen frei werden müßten. W. RAMSAY (1912, S. 15) überlegte 1911 auf der 80. Versammlung der British Association in Portsmouth, daß man vielleicht einmal eine Art "Katalysator" entdeckt, der den langsamen Zerfall der radioaktiven Elemente beschleunigt. Dann wäre der Menschheit ausreichend Energie verfügbar.

## Wirkung radioaktiver Strahlung auf Lebewesen

Im Jahre 1900 berichteten die deutschen WALKHOFF und GIESEL (E. CURIE 1938, S. 232 ff.) über physiologische Wirkungen der Radioaktivität. PIERRE CURIE setzte einen seiner Arme einem getragenen radioaktiven Präparat aus und es erschienen Rötungen und Verbrennungserscheinungen. Vorher hatten die CURIEs schon Schuppenbildungen an ihren Händen gespürt. H. BECQUEREL trug

ohne Versuchsabsicht eine Glastube mit wenig Radium in einer Westentasche und es zeigten sich, 1901, ebenfalls Verbrennungen. Unter den Biologen haben OSKAR HERTWIG und, ab 1911, seine auch zu Professoren aufgestiegenen Kinder GÜNTER und PAULA HERTWIG (S. GERSTENGARBE 2012) die Wirkung radioaktiver Strahlung auf Keimzellen des Spulwurms und später auch Säugetieren wie Mäusen und Ratten untersucht und Schädigungen festgestellt. Es erschien die Gefahr der Schädigung der Erbsubstanz. Radioaktivität erschien für das Leben als ein überall mehr oder weniger vorkommender neu erkannte **Umweltfaktor**.

## Nachweis-Methoden der Radioaktivität

Menschliche Sinnesorgane reagieren auf die radioaktive Strahlung direkt nicht, jedoch wird die Haut bei höherer Dosis und längerer Einwirkung gerötet, verbrannt, entstehen bei längerer Einwirkung Carcinome. Die von radioaktiven Körpern ausgehende Strahlung mußte aus **verschiedenen Wirkungen erschlossen** und so erforscht werden. Die radioaktiven Körper mußen in mehr oder großer Nähe der Nachweisapparaturen sein,

War diese Strahlung zuerst nachgewiesen worden durch **Schwärzung** von ihr ausgesetzten **Fotoplatten**, so fand BECQUEREL bald, am 7. März 1896 , daß radioaktive Strahlung **Luft** leitend macht, also eine **Ionisierungswirkung** hat. Gleichartig geladene und deshalb voneinander abgespreizte Plättchen eines **Elektroskops** zusammenfallen. Das "Elektroskop", eines der ältesten Instrumente der alten Elektrizitätsforschung, wurde damit noch einmal als Meßinstrument wichtig, als erstes Gerät zum Nachweis von Radioaktivität. OTTO HAHN beschrieb in Erinnerungen (1948, S. 69) über seine frühen Radioaktivitäts-Forschungen: "Unsere Beta- und Gamma-Strahlen-Elektroskope stellten wir uns her aus einer größeren Konserven- oder sonstigen Blechdose, auf die eine kleinere Tabaks- oder Zigarrendose aufgesetzt war. Die Isolation des Blättchenträgers geschah mit Schwefel, denn Bernstein hatten wir damals noch nicht." GIESEL beobachtete die **Zersetzung von Wasser** durch radioaktive Salze (TH. J. TRENN 19).

Im Jahre 1899 untersuchte BECQUEREL, wie die von Uransalzen ausgehende radioaktive Strahlen auf andere fluoreszierende Substanzen wirkt. **Sidotblende**, aus dem nach dem französischen Chemiker THEÓDORE SIDOT benannter, von ihm 1866 als phosphorezierend gefundenes Mineral **Zinksulfid**/ZnS. mit Spuren von Mangan oder Kupfer. W. CROOKES (W. H. BROCK 2008) benutzte dann die Sidotblende zum Nachweis von Alpha-Strahlen in einem von ihm **Spinthariskop** genannten Instrument. Im März **1903** hatte CROOKES mit einer Lupe gefunden, daß Alpha-Strahlen auf der Sidotblende kurz aufblitzende Lichtpünktchen hervorrufen. ELSTER und GEITEL fanden dasselbe am 27. März 1903. Die ein-

zelnen Blitze legten nahe, wie E. REGENER nachwies (J. RIEDHAMMER 1950, S. 302), daß jeder auf ein auftreffendes Partikel des radioaktiven Zerfalls zurückgeht. Zunächst wurden nur die Alpha-Teilchen und Protonen erfaßt, da die Elektronen, die Betastrahlung, zu wenig Energie für die Erzeugung eines sichtbaren Lichtblitzes besaßen. Im Spinthariskop ließen sich die **einzelnen** auftreffenden Teilchen der radioaktiven Strahlung nicht nur beobachten, sondern bei nicht zu großer Häufigkeit auch zählen, vom geübten Auge aber nicht mehr als 50 Teilchen pro Minute und diese Beobachtung verlangte völlige Dunkelheit (J. RIEDHAMMER 1950).. Es ließ sich so die Strahlungs-**Aktivität** der untersuchten Substanzen quantitativ abschätzen. Für die andere Strahlenkomponente (W. H. BROCK 2008), die Beta-Strahlen, erwies sich der Fluoreszenz-Nachweis mit **Barium-Platin-Cyanid** als geeignet - so wie es f+r die bei den aus Elektronen bestehenden Kathodenstrahlen gedient hatte.

Die CURIEs hatten zur Feststellung der radioaktiven Strahlung auf die Leitfähigkeit der Luft in Verbindung mit einem Piezokristall (B. CERANSKI 2017) gesetzt.

Nachweis radioaktiver Teilchen auch im Alltag wurde besser als mit dem Spinthariskop möglich durch das um 1908 und dann **1911** von RUTHERFORD und HANS GEIGER (O. HAXEL 1982, J. RIEDHAMMER 1950, T. J. TRENN 1972a) in Cambridge konstruierte "**Zählrohr**" / Geiger Counter. Die Ansprechbarkeit war zunächst gering.

Das Zählrohr wurde **1913** verbessert zum Geigerschen Spitzenzähler auch mit Nachweis der wesentlich weniger stark ionisierenden Betastrahlen, weiterentwickelt mit WALTER MÜLLER um 1928 in Kiel. HANS GEIGER, war der 1882 in Neustadt an der Weinstraße geborener Sohn eines Gymnasiallehrers und dann Sanskritforschers, studierte in Erlangen, kam 1912 aus England von RUTHERFORD nach Deutschland zurück, wirkte an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, diente 1914 bei der Artillerie, wurde 1925 Professor in Kiel, 1929 in Tübingen, 1936 an der Technischen Hochschule Berlin. Das Zählrohr ist eine gasgefüllte Röhre, in der durch eindringende subatomare Partikel Ionen erzeugt und durch die angelegte Spannung zu der aus einem im Inneren befindlichen Draht bestehenden Anode angezogen werden, was für eine Millisekunde einen Knackton auslöst. Eine Dokumentierung war allein durch Hören nicht möglich. GEIGER erkannte auch die Verwendbarkeit des Zählrohres für die Untersuchung der kosmischen Höhenstrahlung. MÜLLER war gerade promoviert und beklagte sich etwa an seine Eltern über seine nicht ausreichende Würdigung (P. HEERING 2017, S. 51).

Zu einem der wichtigsten und beeindruckendsten Instrumente zur Beobachtung der Bahn von Partikeln der radioaktiver "Strahlung" wurde die von CHARLES THOMSON REES WILSON erfundene **"Nebelkammer"** (cloud chamber) (G.

L' E. TURNER 1976 , C. T. R. WILSON 1927, 1965) von **1910 / 1911**. Als sich WILSON im September 1894 einige Zeit im Obervatorium auf dem höchsten schottischen Berge, dem 1343 m hohen Ben Nevis, aufhielt, war er von den wechselnden Wolkenbildungen so fasziniert, daß er 1895 Experimente zur Wolkenentstehung durchführte. Ein mit staubfreiem Wasserdampf oder später auch anderen Gasen übergesättigtes Gefäß wurde plötzlich abgekühlt. In die so ganz kurz, nur hunderstel Sekunden wirksame Nebelkammer (W. KOLHÖRSTER 1937, S. 218) wurden zuerst X- (Röntgen-) Strahlen, später Ultraviolett-Licht gesandt. Längs der Strahlenbahnen bildeten sich dann Tröpchen dann nur in der ganz kurzen Zeit sichtbare Kondensstreifen hervorgerufen durch die längs der Strahlenbahnen erzeugten Ionen. Im Spätjahr 1910 konstruierte WILSON eine verbesserte Nebelkammer, die auf neue Weise beleuchtet wurde und mit einer Einrichtung zum Fotografieren gekoppelt war. Im März 1911 konnte WILSON die Bahnen von in die Kammer getretenen und rasch dahinfliegenden Alpha-Teilchen sichtbar machen, auch fotografieren, zunächst sehr unvollkommen. Magneten lenkten die Teilchen ab und an ihren Bahnen waren sie zu identifizieren. Mit der WILSONschen Nebelkammer gelangen wichtige Entdeckungen über die Radioaktivität und wurde die "Kosmische Strahlung" untersucht. RUTHERFORD sprach von "the most original and wonderful instrument in scientific history". WILSON erhielt 1927 den Physik-Nobelpreis.

Um die Darstellung der Untersuchung der radioaktiven Strahlung zusammenhängend abzuschließen: DONALD GLASER (1961), USA, Physik-Nobelpreisträger 1960, erfand **1952** die "**Blasenkammer**" (bubble chamber), in der anstelle von Tröpfchen in einem unterkühlten Gas die Partikel Blasen in einer überhitzten Flüssigkeit hervorriefen. Als solche Flüssigkeit war zuerst Diäthyläther benutzt worden, der sich bei 130°C und 1 at im Zustand der Überhitzung halten ließ. Die Blasenkammer arbeitete etwa 1000mal rascher als die Nebelkammer, ließ ebenfalls die Spuren fotografieren.

Zum Nachweis radioaktiver Teilchen gab es also (C. F. POWELL 1951):

1. Auslösemechanismen, mit denen einzelne Teilchen **kurz vermerkt**, aber ihr Erscheinen nicht festgehalten werden konnte: Spinthariskop, Geiger-Müller-Zählrohr,
2. dann Methoden, bei denen die **Bahnen fotografisch "festgehalten"** wurden. Die mit der Elementarteilchenforschung befaßten Institute hatten schließlich pro Jahr Millionen von Photographien zur Verfügung, die man mustern und mit Koordinatengenauigkeiten von der Größenordnung von 1 Mikron auf dem Film vermessen konnte (D. A. GLASER 1961). Problem wurde, die "Ereignisse so schnell aufzufinden und zu vermessen, wie Blasenkammer und Beschleuniger sie produzieren können" (S. 559). Mit Menschen allein, mit die Fotos begutachtenden Personen, vielfach Frauen, war das nicht mehr zu bewerkstelligen.

Ein empfindlicheres Gerät für die Erfassung von **schwacher Radioaktivität** entwickelte, **1955**, der Schweizter Geophysiker HANS OESCHGER (Wikipedia 2018, Internet).

## Frage nach der Ursache der radioaktiven Strahlung

## Angenommene äußere Ursachen für die Entstehung radioaktiver Strahlung

Gefragt wurde nach möglichen Ursachen der radioaktiven Strahlung, der "Becquerel-Strahlung". Es **entsprach dem üblichen** und bewährten **kausalen Denken in der Physik** und den Naturwissenschaften überhaupt, daß für das Zustandekommen der Radioaktivität, der radioaktiven Strahlung, **äußere Ursachen** gesucht wurden. BECQUEREL sah in der Radioaktivität einen Fall von sehr lang dauernder Phosphoreszenz (L. BADASH 1966), wonach also die radioaktiven Elemente wenigstens vor langer, eben vielleicht gar sehr lange zurückliegender Zeit einmal Licht, womöglich Sonnenlicht, ausgesetzt gewesen waren und deswegen nun die radioaktiven Strahlen abgaben. Lange im Dunkeln aufbewahrte Uransalze zeigten die Strahlung aber unverändert, Die Phosphoreszenz mußte also sehr lange fortbestehen, zumal die Pechblende mit ihren strahlenden Elementen tief aus der Erde geholt wurde und nicht ersichtlich war, wann sie in lange lange zurückliegenden erdgeschichtlichen Zeiten Licht empfangen haben sollte. CROOKES meinte, daß Uran die sich rasch bewegenden Luftmoleküle aufnimmt und deren Energie abgibt, das Uran damit so etwas wie ein MAXWELLscher Dämon ist. Die CURIEs dachten zeitweilig an eine unbekannte, den Röntgenstrahlen ähnliche, aber stärkere Strahlung aus dem Weltall als Verursacher der radioaktiven Strahlung, die damit eine Sekundärstrahlung der ansonsten nicht erkennbaren Ätherstrahlung wäre. Nur gewisse Elemente, die mit hohem Atomgewicht, Uran und Thor(ium), sollten diese Strahlung aus dem Weltall absorbieren und diese in "secundäre, photographisch und auf Gase ionisirend wirkende" Strahlung verwandeln. Für das von den CURIEs nachgewiesene Polonium (W. MARCKWALD 1902) wurde einmal angenommen, daß wenigstens dieses seine radioaktive Strahlung durch das mit ihm vorkommende Radium erhält, also nur manche strahlenden Elemente, also etwa Radium, Spontanstrahler sind.

### Äußere Ursachen für die radioaktive Strahlung erschienen als unwahrscheinlich - Spontanzerfall der radioaktiven Atome

Radioaktive Elemente und festgestellt vor allem an gasförmigen Emanationen verändern zwar ihre Strahlung, aber wie alle kommenden Untersuchungen erga-

ben nicht durch Außeneinwirkungen, sondern durch Umwandlung in andere und bis zum Blei ebenfalls radioaktive Elemente. Erst die später gefundene Induzierung von Radioaktivität durch radioaktive Strahlung brachte da einen neuen Gesichtspunkt, eben die Auslösung von Radioaktivität bei nichtradioaktiven Elementen durch radioaktve Strahlung.

Wie ELSTER und GEITEL (1898) feststellten änderte sich bei einem eingeschlossenen Uran-Präparat durch Erhöhung oder Erniedrigung des Druckes oder durch Temperatur und selbst im Vakuum die Strahlung nicht, war also von solchen Faktoren unbeeinflußt. ELSTER und GEITEL stiegen, **1898**, bei Clausthal im Oberharz, also von Wolfenbüttel nicht weit entfernt, **hinab in** den Schacht einer Bergwerkes bis in **Tiefen**, wohin man ein Vordringen der von den CURIEs angenommen ätherischen Weltallstrahlung als Auslöser für Radioaktivität ausschloß (R. POHL 1924). ELSTER und GEITEL verglichen tief unter Tage die Strahlung eines mitgenommenen radioaktiven Präparates mit dessen Strahlung an der Erdoberfläche, das heißt "die Electricitätszerstreuung" als der Strahlungsnachweis" vom Uranpecherz" bestand unter einer Gesteinsschicht von 300 m Dicke noch im gleichen Maasse" fort "wie an der Erdoberfläche" (S. 739). Es fehlte jeder Unterschied in Strahlung von Uranpecherz über Tage und in der Tiefe. Unbeeinflußt blieb die radioaktive Strahlung auch durch tiefe Temperatur, bis auf – 200° C, wie etwa P. CURIE feststellte und 1903 CROOKES und DEWAR in flüssiger Luft (.

Die radioaktive Strahlung hatte offensichtlich **keine äußere Ursache**, Radioaktivität äußerte eine von außen, auch **von der Sonne unabhängige Energie.** Radioaktivität erfolgte **spontan.** ELSTER und GEITEL überlegten, daß im Atom eines radioaktiven Elementes eine Energiefreisetzung stattfindet wie wenn eine instabile chemische Verbindung unter Energieabgabe in eine stabile übergeht (zit. b. W. GERLACH 1971).

Ein Problem war zunächst, warum das natürliche Uranpecherz von Joachimsthal besonders kräftige radioaktive Strahlung, "Becquerelstrahlen", aussendet als das "regulinische Uranmetall" (J. ELSTER und H. GEITEL 1898), d. h. als Uran allein. Hier setzten ja die CURIEs an und suchten nach stärker strahlenden Elementen in der Pechblende, und das erfolgreich mit der Darstellung von Polonium und Radium. Und radioaktive Strahlung entstieg, wie schon dargestellt, auch dem Erdboden – offensichtlich an ein Gas oder mehrere Gase gebunden.

## Akausalität der Radioaktivität - "Umsturz" im Weltbild der Physik

Nur immer einzelne Atome in der millionenfachen Masse der zunächst und lange weiterbestehenden war vom Zerfall betroffen. Der Atomzerfall erschien als **akausaler Prozeß**. Ja, wie es PASCUAL JORDAN etwa 1930 (S. 105) formulierte: "Die Natur selber hat sich bezüglich der atomaren Einzelprozesse nicht im voraus festgelegt." Oder wie JORDAN 1954 (S. 145) schrieb: "Aber wenn wir unsere Beobachtung derart verschärfen, daß wir in der ungeheuren Menge beteiligter Atome die einzelnen Individuen sehen, dann erkennen wir überall das Eintreten freier Einzelentscheidungen, welche naturgesetzlich nicht vorausbestimmt sind." EINSTEIN konnte sich dieser Vorstellung von Akausalität nicht anschließen. Die materialistische Naturauffassung schien für JORDAN, seit 1929 ordentlicher Professor für theoretische Physik in Rostock, widerlegt zu sein. Damit Religion bewiesen zu sehen war sicherlich so wenig nötig wie des Denkers JORDAN Eintritt 1933 in die NSDAP und später in die SA. Immherin konnte JORDAN 1944 VON LAUE an der Berliner Universität beerben. Seit 1953 war JORDAN Ordinarius für theoretische Physik in Hamburg.

**Nötige Einfügung: Begriff 'Isotop**/Mehrzahl: **Isotope'**

Der Begriff **'Isotop'** erscheint erst später, aber in der Notwendigkeit, auch hier davon zu sprechen, soll er kurz schon vorgestellt werden: Zahlreiche Elemente lassen sich mit gegenüber bisher viel feiner Methode, der Massenspektoskopie, in gew**ichtsmäßig etwas verschiedene Atomarten** auftrennen, die Isotope, die im Periodensystem 'am gleichen = iso' Platz Befindlichen, die sich in ihren chemischen Eigenschaften so gut wie nicht unterscheiden, also bei den schon langem durchgeführten chemischen Reaktionen nicht bemerkbar waren. Bei den Isotopen wird die zu ihnen gehörende Atommasse/Atomgewicht so angeführt wie die nun bei vielen Elemente nur summarische Atommasse bisher. Beim **Uran** sprach man zunächst, also O. HAHN (1925, S. 17) von Uran I und Uran II, wobei das Uran II zu 2% im Uran I vorhanden sein sollte, und für das 'Mischelement' von Uran I und Uran II wurde ein Atomgewicht von 237, 92 ermittelt (S. 17).

## Weitere schon bekannte Elemente erweisen sich als radioaktiv - vorher unbekannte radioaktive Elemente werden gefunden - Entdeckung und Erforschung weiterer natürlich vorkommender radioaktiver chemischer Elemente - der Weg zur Radiochemie

**Uran wie Thorium** waren keine unbekannten Substanzen gewesen. Das zum Glasfärben benutzte Uran war unbekannt in seiner Radioaktvität nur als Farbmittel gewonnen worden. Uransalze dienten etwa als Porzellanfarben. Für die Gasglühstrümpfe massenhaft verwendet wurde das aus Monazitsand Thorium ein schon viel benutztes Metall, gewonnen etwa aus dem Monazitsand,

an Stränden Indiens, Malaysias und Brasiliens gewonnene

gewonnene Element **Thorium.** Niemand ahnte vor 1896 bei Uran und Thorium etwas von Strahlung und Elementenumwandlung. Das Uran war als "strahlendes", radioaktives Element, strahlend auch in seinen Verbindungen, erwiesen, in der Pechblende und dem 'Chalcolith', dem Kupferuranylphosphat. Frage war, ob es das einzige Element mit einer solchen Strahlung ist. Die erleichterten Nachweismethoden mußten die Auffindung eventueller weiterer radioaktiver Elemente ergeben, Die ganze Welt wurde regelrecht auf ihre Radioaktivität getestet, ein regelrechtes 'Monitoring' eingeleitet.

**Thorium** als radioaktiv fanden unabhängig voneinander **1898** GERHARD CARL SCHMIDT (J. J. THOMSON 1910), seit 1908 Physik-Professor in Münster, und MARIE CURIE in Paris. SCHMIDT berichtete darüber am 4. Februar 1898 in Berlin. Frau CURIE veröffentlichte ihren Befund am 12. April (R. KUHN 1951). War aber nun Thorium in seiner Gesamtheit radiaktiv oder nur ein Teil (s. a. O. HAHN 1907). Diese Frage galt auch für die anderen radioaktiven Elemente. Und führte bei weiterer Forschung zu den unterschiedlich aktiven Isotopen, etwa beim Uran. Thorium wurde am Ende des 20. Jh. wegen seiner Radioaktivität außer in den Monazitsand abbauenden Ländern verworfen (R. MELCHER et al. 2013, S. 41).

Noch vor der isolierung von Polonium und Radium hat als weiteres neues radioaktives, im Atomgewicht über dem Blei liegendes Element im Jahre **1899** bei den CURIEs ANDRÉ DEBIERNE das **Actinium**, **Ac** (E. CURIE 1938, J. J. THOMSON 1910) festgestellt. Unabhängig gelang das 1902 GIESEL. GIESEL arbeitete als Prokurist in der Braunschweiger Chinin-Fabrik und war, neben seinem Beruf, der erste auf dem Gebiet der Radioaktivität tätige deutsche Forscher. Er stand in Verbindung mit den auch in der Erforschung der Radioaktivität tätigen Lehrern

ELSTER und GEITEL im benachbarten Wolfenbüttel. GIESEL wurde wie manche Erforscher der Radioaktivität krebskrank und starb 1927, jedoch immerhin 75 Jahre alt, an Lungenkarzinom. Actinium folgte dem Niederschlag mit Schwefelwasserstoff. In der Natur gibt es das Isotop 227 A. Angenommen wurde ein Protaktinium, das zum Aktinium führt (s. O. HAHN 1921, S. 1131). In Grammengen konnte sehr viel später durch Bestrahlung von 226 Ra mit Neutronen das langlebige 227 Ac erzeugt werden. Bekannt wurden von Ac 23 Isotope.

Systematische Intersuchungen von Erzproben unternahm BOLTWOOD (L. BADASH 1970, bes. S.258) und ein Student bei ihm hatte die Entdeckung von Actinium knapp verfehlt.

Die Umwandlungsprodukte der radioaktiven Elemente, selbst Elemente, wurden ein Arbeitsgebiet bedeutender Chemiker Die radioaktiven Elemente konnten auch in noch unwägbaren Mengen im Verfolgen ihrer Strahlung bestimmten Fraktionen **im chemischen Analysengang** zugeordnet werden, waren **gekoppel**t **mit** bestimmten **Verbindungen bekannter, nachweisbarer Elemente**, mit denen sie sich niederschlugen, standen im Periodensytem wohl mit ihnen in einer Gruppe, etwa bei den Erdalkalimetallen. Stand zunächst die Strahlung im Mittelpunkt der Forschung zur Radioaktivität, der Strahlung Stärke, ihre Wirkung auf Materie, ihr Nachweis, so kam mit den CURIEs, mit HAHN, SODDY, GIESEL, BOLTWOOD, McCOY die Erforschung der 'strahlenden' Substanzen, der radioaktiven Elemente, kam es zur **Radiochemie** (L. BADASH 1970, S.257), ein von SODDY geprägter Ausdruck, eine Chemie der radioaktive Erscheinungen zeigenden Substanzen.

.

Klar waren die Dinge etwa beim Thorium zunächst keineswegs, wenn O. HAHN 1907 (S. 1462) schreibt, "daß das Thorium selbst wohl keine Strahlen aussende und die Aktivität des gewöhnlichen Thoriums nur vom Radiothor und dessen Zerfallsprodukten herrühre", also von vornherein 2 unterschiedliche Thoriumsubstanzen bestehen und nur eine radioaktiv ist? ELSTER und GEITEL (O. HAHN 1907, S. 146) hätten "aus gewöhnlichem Thorium eine geringe Menge eines Oxyds" hergestellt, "das konstant etwa zwolfmal so aktiv war, als gewöhnliches Thoroxyd", also Radiothor angereichert. Bei Thoriumnitrat fand BOLTWOOD höhere Aktivität, weil Radiothor vielleicht verstärtkt vom Thorium angetrennt wurde. Verwunderung erregte dann, daß die Radioaktivität erst einmal absank und der Wert dann ziemlich lange so blieb, um dann wieder anzusteigen. Es deuteten sich die zeitlich verfolgbaren Umwandlungsvorgänge, die man aber nicht recht verstand. Gefunden wurde zunehmend, welches Element kam von welchem, gehörte in eine der 3 "großen Reihen der radioaktiver Stoffe" (O. HAHN 1921, S. 1131).



Abbildung 1628: CURIE-Haus Warschau.

## Die Entdeckung des Polonium und des stark radioaktiven Radium

Das größte Aufsehen erregte die Entdeckung des starken Strahlers **Radium**, das mit Uran-Mineralien verknüpft gefunden wurde. Aus Polen war nach Paris gekommen die an Bildung und Wissenschaft so hoch interessierte MARIE SKLODOWSKA, die im Juli 1895 den französischen Physiker PIERRE CURIE heiratete und dadurch in Paris in einer gesicherte wissenschaftliche Stellung kam..

Frau CURIE (E. CURIE 1938), die sich einem neuartigen Forschungsthema schon wegen ihrer Doktorarbeit widmen wollte, ging da voran und ihr Gatte besorgte aus der ihm zugänglichen Sammlung die verschiedensten Minerale. **Testinstrument** war für Frau CURIE zuerst das **Goldblatt-Elektroskop**.

Das **Mineral Pechblende** enthielt, wie lange bekannt, Uran, und dieses war radioaktiv, auch in seinen Verbindungen. MARIE CURIE fand, daß Uranpecherz, 'Pechblende', stärker strahlt als dem Urangehalt nach der Fall sein dürfte, und zwar die Pechblende aus dem Gebiet um St. Joachimsthal am Südhang des Erzgebirges im nördlichen Böhmen strahlte etwa 4-mal stärker. Es waren also außer dem Uran weitere, und zwar stärker strahlende Bestandteile in der Pechblende zu erwarten. Die Ehegatten PIERRE CURIE und seine Frau (E. CURIE 1938, F. WEIGEL 1977) wiesen **1898** in der E´cole de Physique in Paris zusammen mit dem die

analytischen Methoden beherrschen GUSTAVE BÉMONT nach, daß sich in der aus der Pechblende isolierten Erdalakali-Fraktion eine sehr stark radioaktive Substanz befinden mußte. Ein von DEMARÇAY aufgenommenes Emissionsspektrum zeigte eine neue Spektrallinie im Ultraviolett. Das erste dieser Elemente, Begleiter des Elementes Wismut (N. B. MIKHEEV 1978), wurde von Frau CURIE im April 1898 nachgewiesen und von ihr nach ihrem vom Zarenreich annektiertem Heimatland **Polonium** genannt. Polonium war **das erste zunächst nur auf Grund seiner Radioaktivität nachwiesene bisher unbekannte Element**. Es wurde zunächst jedoch manchmal noch als Wismut-Abart angesprochen. Im Dezember **1898** kam man zu den noch stärker strahlendem **Radium**. Nun ging es darum, die nur in geringen Spuren und den bisherigen chemischen Analysen der Pechblende durch die Mineralogen entgangenen Elemente zu isolieren, sie, wenn auch in Spuren, 'präparativ darzustellen'. Große Mengen an Material waren zu verarbeiten. Mehr als bisher jemals in der wissenschaftlichen Forschung für die Darstellung eines neuen chemischen Elementes. Es war wie bei der späteren Hormonforschung.Die von BÉMONT benutzte Methode war die '**fraktionierte Kristallisation** (B.CERANSKIN 2017, S. 50), die AUER VON WELSBACH zu Isolierung der Seltenen Erden entwickelt hatte.

Die österreichische Bergwerksverwaltung stellte auf Anraten der Wiener Akademie der Wissenschaften den nur den Transportpreis zahlenden CURIEs mehrere Tonnen des vom Uran bereits befreiten Rückstandes der Uranerzgewinnung von St. Joachimsthal zur Verfügung. Aus 1 Tonne Pechblende gewannen die CURIEs schließlich eine winzige Probe von etwa 1/7 g eines kristallinen farblosen Salzes, dessen Radioaktvität etwa 1.800.000-mal die von BECQUERELs Uranprobe übertraf (R. LANKESTER 1907), Dieses Salz war das Chlorid eines neuen metallischen Elementes, eben des **Radium**, dessen Atomgewicht zu 225 bestimmt wurde und das sich gemäß seinem chemischem Verhalten bei den Erdalkalimetallen hinter dem Barium einordnen ließ. Der Gehalt an Radium in einer Tonne Pechblende betrug ein zehnmillionstel Prozent, also weniger als sich Gold in Meerwasser befindet. Mit einem Anteil von vielleicht 1/100 hatten die CURIEs zuerst gerechnet. Das stark strahlende Radium wurde zum Prototyp eines "strahlenden", also radioaktiven chemischen Elementes. Die CURIES besaßen jedoch anfangs nicht genug von dem Radiumchlorid, um die Gewinnung des reinen Metalls daraus zu wagen. An Spektrallinien wurden 6 helle Linien und 3 schwächere im sichtbaren Teil des Spektrums und 3 intensive Linien im ultravioletten Bereich gefunden. Bei einer Vorlesung in Paris fiel PIERRE CURIE das kleine Glasgefäß mit der Radiumchloridprobe aus der Hand und zerbrach. Jedes radioaktive Staubpartikel wurde aber wieder eingesammelt, gelöst und erneut kristallisiert, und nur sehr wenig ging verloren. Ein sehr empfindliches Elektrometer konnte die Anwesenheit von 1/500 000 der Menge nachweisen, die ein Spektroskop mit Spuren von Ra-

dium in der Flamme zeigte. CURIE und DEBIERNE konnten nach Elektrolyse eine winzige Menge Radium 1910 gewinnen und beschrieben es als silberweißes Metall mit einem Schmelzpunkt von 700°C (F. WEIGEL 1977). Auch winzige Stückchen phosphoreszierten bläulich, bei einem Nachtbesuch in ihrem 'Hangar' ein zauberhafter Anblick (E. CURIE 1938, S. 209). Der **Zusammenhang zum Uran** wurde deutlich aus "der Konstanz des Verhältnisses von Uran zu Radium in den verschiedensten Mineralien", woraus man "auf deren genetische Beziehung schließen konnte" (O. HAHN 1907, S. 1463), also die Herkunft des Radium aus dem Uran, **was** also noch **zu klären war.**

Unabhängig von den CURIEs fand das Radium FRIEDRICH GIESEL in der zweiten Jahreshälfte 1898, wobei er also einen radioaktiven Stoff angereichert hatte und nach der Lektüre der CURIEschen Veröffentlichung im Dezember 1898 als Radium betrachten durfte (B. CERANSKY 2017, S.50).

Radium wurde als erstes wegen seiner Radioaktivität wenigstens in Verbindung, als Sulfat, in "größeren" und dabei immer noch winzigen Mengen auch für praktische Zwecke, für Leuchtfarben und in der **Medizin** zur Tumorheilung, gewonnen wurde. Das ließ den Preis ansteigen. In Deutschland gewann man hochwertige Radiumsalze GIESEL (C. KELLER 1977, TH. SCHNEIDER 1964, T. J. TRENN 1972b, ). In der Braunschweiger Fabrik stellte GIESEL die ersten radioaktiven Leuchtmassen handelsmäßig her. Radium in Spuren zu Salzen wie Zinksulfid beigemischt, regte das Salz zur Fluoreszenz an.

Namentlich für medizinische Zwecke und Leuchtfarben hatte man bis 1928 (O. HAHN) auf der Welt mehrere 100 g Radium hergestellt und könnten im damaligen belgischen Kongo-Staat aus den dortigen Uran-Erzen mehrere Gramm pro Monat gewonnen werden.

In der Medizin trat an die Stelle des Radium später das 60Cobalt. Außer den beiden in der Natur vorkommenden Isotopen 226Ra und 228Ra wurden noch 22 weitere Radium-Isotope bekannt.

1903 erhielten HENRI BECQUEREL und PIERRE und MARIE CURIE den Nobelpreis für Physik, wobei die erkannte hohe und durch chemische Umsetzungen nicht erklärbare Wärmeabstrahlung für den Physikpreis zugrunde lag (B. CERANSKI 2017, S. 50). PIEERE CURIE starb am 18 April 1908 mit 48 Jahren nach einem Unfall durch eine Pferdedroschke. MARIE allein erhält 1911 für die Entdeckungen des Polonium, des Radium und die Darstellung des Radiums den Nobelpreis für Chemie. Manche bekritteln, daß der Preis letztlich für Routinearbeiten verliehen wurde. Wegen einer eingegangenen Beziehung mit dem verheirateten Physiker PAUL LANGEVIN wurde gegen MARIE verwitwete CURIE gewaltig gehetzt und geschmäht und ihr war deswegen der Nobelpreis fast nicht zuerkannt

worden (B. CERANSKI 2017, S. 52). Im Ersten Weltkrieg fährt MARIE CURIE, rehabiltiert, mit einem von ihr erfundenen mobilen Röntgenambulanz an die Front. 1921 reist siie, mit ihren Töchtern, und noch einmal 1929 in die USA und erhält hier Radium-Präparate zum Geschenk. In ihrem Laboratorium sind auch jene Präparate eingestellt, mit denen ihre Tochter IRE'NE und deren Gatte JOLIOT-CURIE 1933 die künstliche Radioaktivität entdecken. Am 4. Juli 1934 stirbt MARIA CURIE mit 67 Jahren.

## Aus radioaktiven Elementen entsteht neben Helium ein radiaoktives Gas, ein bisher unbekanntes radioaktives Element: "Emanation", Radon

Besondere Fragen und Erkenntnisse brachten bei radioaktiven Stoffen entstehende gasförmige Substanzen: die kleinen Mengen von Helium und die Emanationen. Die CURIEs hatten gefunden, daß Luft in der Nähe von offenen Radiumpräparaten radioaktiv wurde und Gegenstände in der Nähe Radioaktvität aufnahmen, es so etwas wie eine "induzierte Radioaktivität" zu geben schien. R. B. OWENS und RUTHERFORD bemerkten 1899, daß einiges von der Radioaktivität des Thorium und von Thorium-Verbindungen durch Luftzug hinweggeblasen werden konnte, sich auch auf Gegenständen niederschlug. Man sprach von "**Emanation**" ("emanation") (Journal of the Chemical Society, Vol. LXXVIII, 1900, S. 350 ff.). FRIEDRICH AUGUST DORN, seit 1886 Professor der Physik in Halle, fand 1900 vom Radium, also beim Uran-Zerfall abgegebene radioaktive "Emanation" (F. WEIGEL 1979), das hier "Radon" genannt wurde. DEBIERNE und GIESEL fanden ein ebensolches radioaktives Gas bei Actinium (HAHN s. 1948). Später wurde für das neue gasförmige, sich auf Gegenständen niederschlagende Element, daß also selbst keine Strahlung war, jedoch solche für kurze Zeit abgab, die Bezeichnung **Radon** allgemein verwendet. Es erwies sich als Glied des radioaktiven Zerfalls, nicht als Ergebnis radioaktiver Induktion. Hier wurde deutlich: Es entstanden **aus radioaktiven Elementen also andere radioaktive Elemente**. SODDY will schließlich gerufen haben: "Rutherford, this is transformation" (zit. bei M. SUTTON 2006, S. 52).

RUTHERFORD und SODDY konnten 1900 die Radium- und Thorium-Emanation bei – 130° C mit Wasserstoff vermengt, auch kondensieren, was für ihre Natur als Substanz sprach. Entwich Wasserstoff bei -130°C wirkte er auf ein Elektroskop nicht, wohl aber Wasserstoff über -130°C, also jetzt mit Emanation gemengt. "Emanation"/Radon war Zerfallsprodukt, das nicht als Strahlung gelten durfte (L. MEITNER 1952), Es zeigte sich im Verhalten als "Gas, welches selbst strahlende Eigenschaften besitzt" (W. RAMSAY 1903, S. 22), mußte damit gelten als

Forschungsgegenstand der Chemiker. Radon erwies sich als Edelgas, ließ sich auch verflüssigen. Es bringt Glas zum Leuchten.

Die "Emanation" aus den verschiedenen radioaktiven Metallen und als chemisch dieselbe Substanz anzusehen, hielt eine weitere Überraschung bereit: Für das Radon der Uran-Zerfallsreihe, später Radon-222, konnte später eine Halbwertszeit von 3.823 Tagen festgestellt werden. Das Radon vom Thorium, Radon- 220 zeigte eine Halbwertszeit von 51.5 Sekunden, für Radon von Actinium, Radon-219, von 3.92 Sekunden. Wenn das Radon der verschiedenen Herkunft als chemisch gleichartig angesehen wurde, dann gab es doch verschiedene Arten dieses Elementes. Das führte mit zu der Vorstellung von den Isotopen. RAMSAY sah 1903 (S. 23) die verschiedenen Eigenschaften der Emanation von Radium und Thorium noch als die für "zwei total verschiedene Substanzen", welche nur die Gemeinsamkeit besitzen, "Strahlungen auszusenden", aber auch chemisch indifferent der "Argongruppe" anzugehören. Bekannt wurden schließlich 27 Radon-Isotope.

Daß die radioaktiven Partikel, also etwa Alphastrahlen, auch unmittelbar, also nicht durch ein abgegebenes Gas, andere Elemente radioaktiv machen könne, wurde später auch gefunden (s. künstliche Radioaktivität).

**Helium**, also Ergebnis der Alpha-Strahlung, als Helium-Kerne die Strahlung selbst, ist neben dem Radon ein zweites Gas, das radioaktiven Elementen entstammte. Als gesättigtes Helium war es nicht wie Radon radioaktiv. Man mußte das auch erst einmal erkennen, s. RAMSAY 1903 (S. 27): Frisch "bereitete Emanation zeigt kein Heliumspektrum", das war aber nach 3 Tagen nachweisbar, wurde "immer stärker und stärker, während zugleich das Spektrum der Emanation schwächer wird." Die Emanation verwandelte sich offensichtlich in Helium. Helium war aber, wie noch zu erkennen war, Ergebnis nur der ausgesandten Alpha-Strahlung.

## Auch Kalium wird als radioaktiv erkannt - später als ein Isotop von Kalium

In manchen chemischen Elementen gibt es nicht-radioaktive und radioaltive Isotope. Das wurde deutlich für Kalium. Es gibt auch, später gefunden, ein radioaktives Kohlenstoff-Isotop, C 14, und zwar gibt es das in der Natur, in der Atmospäre.

War Radioaktivität einmal nachgewiesen, so wurden gemäß dem unausgesprochenen Forschungsprogramm "Wo überall noch?" die verschiedensten Elemente oder ihre Verbindungen auf solche radioaktive Strahlung geprüft. Bei dieser systematischen Überprüfung fand 1906 NORMAN ROBERT CAMPBELL (1906 - 1908 a,

b, 1908 – 1910, I. FALCONER 2004) mit A. WOOD, damals im Cavendish Laboratory in Cambridge/England, die Radioaktivität bei **Kalium und Rubidium,** etwa im Kaliumsulfat. Die Radioaktivität zeigte sich auch bei Kalium-Salzen unterschiedlichster Herkunft. Auch wurde ausgeschlossen, daß die Radioaktivität des Kalium mit dem photoelektrischen Effekt zu tun hatte. So mußte anerkannt werden, daß Kalium spontane Radioaktivität aufwies. Die Strahlung war bei Kalium sehr durchdringend. Rubidium erwies sich als schwächer aktiv. Im Unterschied zu den radioaktiven schweren Elementen fand sich kein ebenfalls radioaktives Zerfallsprodukt, gingen also radioaktives Kalium und Rubidium nicht in eine radioaktive Zerfallsreihe ein. CAMPBELL, der bald in das Forschungslaboratorium der General Electric Company eintrat, wurde dann vor allem auch Wissenschaftsphilosoph (J. NICHOLAS 1971). Das Kalium verwandelt sich in Argon, und es wird angenommen, daß wegen der Entstehung aus dem Kalium in der Erdgeschichte das Edelgas Argon so viel reichlicher, 1%, im Vergleich zu den anderen Edelgasen in der Atmosphäre vorhanden ist.

## Verbreitung von Radioaktivität in der Natur

**In der Natur**, im Erdboden, in der Atmosphäre, in Kellern, eigentlich bald **überall** wurde schwache Radioaktivität und damit die offensichtlich weite Verbreitung radioaktiver Elemente wenigstens in geringer Menge nachgewiesen, zuerst vor allem von ELSTER und GEITEL, in England von Lord RAYLEIGH, publiziert 1906. Radioaktivität galt als Ursache der natürlichen Ionisation von Gasen (I. FALCONER 2004). Im Juni 1902 hatten unabhängig voneinander schon J. J. THOMSON in Cambridge und POCHETTINO und SELLA in Rom entdeckt, daß Luft beim Durchleiten durch manches Wasser stark leitend wird (C. ENGLER et al. 1907). THOMSON führte dieses Leitendwerden der Luft noch auf die mechanische Wirkung der Bewegung durch das Wasser zurück, während die Italiener auf die Radio-Emanation schlossen. Auf Radioaktivität mußte so für das Trinkwasser von Rom geschlossen werden.

Die seinerzeitigen **Methoden zur Feststellung der Radioaktivität** etwa **in Wasser** waren noch recht umständlich, was die große Erleichterung der Feststellung von Radioaktivität durch das Geiger-Müller-Zählrohr verdeutlicht. Man hat vorher zum Beispiel Luft durch radioaktives Wasser geleitet und den Grad der Leitfähigkeit vor und nach dem Durchleiten mittels des Elektroskops bestimmt. Es wurde auch das Wasser gekocht und das aus dem Wasser entstiegene emanationshaltige Gas auf seine Leitfähigkeit geprüft.

Die nahezu Allgegenwart von Radioaktivität konnte erklär werden durch das beim radioaktiven Zerfall entstehende, selbst radioaktive Gas **Radon**. Es ist relativ

schwer ist, dringt namentlich in Räume in Bodennähe ein. Das erklärte die Befunde von ELSTER und GEITEL, daß bei sinkendem Barometerdruck mehr Radioaktivität aufweisendes Gas der Erde entströmt als bei hohem und aus dem Boden abgesaugte Luft gegenüber Luft aus der Atmosphäre höher radioaktiv ist (E. v. SCHWEIDLER 1915). Das wurde erwiesen für die Elemente der Uran-"Familie" dann auch für die der Thorium-Familie (J. JOLY 1924). Weite Verbreitung von Radioaktvitität fanden ELSTER und GEITEL auch in Heilquellen (R. POHL 1924). CARL ENGLER und H. SIEVEKING (1907) untersuchten systematisch die Radioaktivität zahlreicher Heilquellen in Südwest-Deutschland, Österreich, Italien. Am aktivsten erschien die Murgquelle von Baden-Baden. Hohe Radioaktivität stand im Zusammenhang mit Barium, und Radium wird ja mit Barium ausgeschieden. Es wurde nach einer Gewinnung radioaktiver Stoffe aus den Quellwässern gestrebt, und aus 1 Kilogramm Schlamm einer Quelle wurde "ein stark selbstleuchtendes Präparat von Radium-Bariumbromid" (S. 22 / 23, im Orig. fett) gewonnen, in dem das Radum natürlich nicht als solches gewonnen werden konnte. Offenes stehendes und fließendes Wasser, auch das des Meeres, erwies sich als wenig oder gar nicht aktiv.

Zumindestens geringe Radioaktivität wurde noch von manchem chemischen Element gemeldet, von Silber, Kupfer oder Platin, also auch bei Elementen leichter als Blei, ja auch von Elementen im Glas. Es wurde erörtert, ob nicht doch viele Stoffe selbst schwach strahlen, es gar die Eigenschaft aller Materie wäre, Becquerel-Strahlen auszusenden oder ob winzige Spuren radioaktiver Elemente weit verbreitet sind. CAMPBELL wies eine wenn auch schwache Radioaktivität für **Kalium** nach.

## Führende Erforscher der radioaktiven Phänomene: RUTHERFORD und SODDY

ERNEST RUTHERFORD (M. OLIPHANT 1987, J. M. THOMAS 2008)) wurde am 30. August 1871 wurde er nahe der Stadt Nelson auf der Südinsel von Neuseeland als 4. von 12 Kindern und 2. Sohn eines Stellmachers aus Schottland geboren. Der Vater arbeitete auch als Landwirt, Leinenerzeuger und Sägemüller. Ein schweres Kindheitserlebnis war das Ertrinken einiger Brüder bei einem Bootsausflug auf dem Meer. Der früh belesene ERNEST RUTHERFORD erhielt ein Stipendium für das Nelson College auf der Südinsel Neuseelands und dann für das Canterbury College in Christchurch, der Hauptstadt der Südinsel Neuseelands. Mit einem weiteren Stipendium konnte er ab 1895 in Cambridge in England studieren und das namentlich bei J. J. THOMSON im Cavendish-Laboratorium. Hier untersuchte er die Ionisationswirkung von Röntgenstrahlen, gewann also Kennt-

nis und Erfahrung in der Erforschung von Strahlen. In **Montreal** in Kanada war unterdessen die McGill-Universität durch einen reichen Förderer, Sir WILLIAM MacDONALD, großzügig ausgestattet worden, auch das physikalische Institut. Hierher kam RUTHERFORD 1898 als Professor. An das chemische Institut der McGill University war 1900 der Chemiker FREDERICK SODDY von Oxford berufen worden, und mit ihm sowie BERTRAM BORDEN BOLTWOOD und dem Deutschen OTTO HAHN trat RUTHERFORD in erfolgreiche Zusammenarbeit. An der Universität in **Manchester** in England verzichtete der reiche ARTHUR SCHUSTER, ein Jude, angesichts RUTHERFORDs Erfolge auf seine Langworthy-Professur für Physik, sodaß 1907 RUTHERFORD auf diesen Lehrstuhl berufen wurde. SCHUSTER arbeitete nun für die Royal Soeciety. In Manchester war der Deutsche GEIGER einer von RUTHERFORDs Mitarbeitern. RUTHERFORD erhielt 1908 den Nobelpreis für Chemie. Im Jahre 1919 wurde RUTHERFORD in **Cambridge** / England **Leiter des Cavendish Laboratory**. Nach einer Nabelbruchoperation ist RUTHERFORD am 19. Oktober 1937 gestorben. RÖNTGEN und andere seiner Zeitgenossen, auch BECQUEREL, waren noch Einzelforscher, die ihre Tätigkeit nicht unmittelbar mit anderen teilten. RUTHERFORD im Cavendish Laboratory stand einem Team bedeutender Forscher vor, die miteinander in Kontakt standen und selbst auch bedeutsame Untersuchungen durchführten. COCKCROFT und WALTON forschten mit schon aufwendigen Geräten über die Beschleunigung von Elementarteilchen.

RUTHERFORDs umfassendes Werk wurde mit dem von FARADAY verglichen, der einen beträchtlichen Teil der Grunderscheinungen der Elektrizität erkannt hatte und viele weitere Untersuchungen anregte. Ebenso war RUTHERFORD die entscheidende Person in der **Erschließung eines ganzen Gebietes**, nämlich der Radioaktivität. RUTHERFORDs Interesse galt dem Faktischen und den daraus abzuleitenden eher qualitativen Theorien. Gerade durch RUTHERFORD geschah die **Zusammenfügung** der verschiedenen im Zusammenhang mit Radioaktivität bekannt gewordenen Phänomene zu einem Gesamtbild. Vieles war schon in Montreal geleistet worden. Die Neuseeländer nennen sich spöttisch nach ihrem Nationalvogel Kiwi auch "Kiwis". Neuseeland bekundet noch heute seinen Stolz auf ihren bisher größten "Kiwi" und der Hörsaal in Christchurch, in dem er studierte, blieb im alten Stil zugänglich, beeindruckend mit seinem dunklen Holz.

Die Ausarbeitung der chemischen Seite der Radioaktivität geschah neben RUTHERFORD vor allem durch SODDY (M. SUTTON 2006, TH. J. TRENN 1975). Geboren am 2. September 1877 in Eastbourne in England, als Sohn eines Londoner Kaufmanns, verlor der spätere Chemiker im Alter von 18 Monaten seine Mutter und wurde von einer Halbschwester aufgezogen. SODDY blieb lebenslang eine scheue und eigenwillige Persönlichkeit. SODDY studierte Chemie in Oxford, wo

er auch noch nach dem Studium verblieb, bis er 1900 als Demonstrator an der McGill University in Montreal in Kanada eintrat und hier mit RUTHERFORD arbeitete. Nach 1902 war SODDY unter RAMSAY am University College in London tätig. 1904 wurde SODDY lecturer an der Universität Glasgow und hatte dann in den Jahren 1914 bis 1919 den Lehrstuhl für Chemie an der schottischen Universität Aberdeen inne, 1919 wurde er auf den Lehrstuhl für Chemie an der Universität Oxford gerufen, wobei er mit Kollegen nicht immer gut auskam. Der Erste Weltkrieg erschütterte ihn, namentlich auch der Tod des jungen erfolgreichen Physikers MOSELEY, und er suchte danach, daß die Erfolge der Wissenschaft sich für die auch nach 1928 wirtschaftlich schwer erschütterte Gesellschaft nutzbringend anwenden ließen. Er schrieb über die "Social Relations of Science", so 1938. Im Jahre 1921 hatte SODDY den Nobelpreis für Chemie erhalten und war dann nicht mehr physiaklisch-chemisch tätig. Am 22. September 1956 in Brighton gestorben, erlebte SODDY also noch den Beginn des von ihm im Unterschied zu dem allerdings 1937 gestorbenen und daran zweifelnden RUTHERFORD vorhergesagten '**Nuklearzeitalters**'.

## Verschiedene Komponenten in der radioaktiven "Strahlung"

Die radioaktive Strahlung, wie sie von den verschiedenen radioaktiven Elementen ausgesandt wurde, durchdrang Folien unterschiedlicher Dicke sehr unterschiedlich stark. RUTHERFORD formulierte die Existenz von 2 Strahlenarten, zwei Komponenten der "radioaktiven Strahlung". Aus der Größe der Ablenkung der Alpha- und Beta-Strahlen resp. ihrer Teilchen im Magnetfeld ließen sich Masse, Ladung und Geschwindigkeit eines Teilchens bestimmen.

Die weniger durchdringende, dennoch stärker ionisierende Strahlung, die nur durch starke Magnete abgelenkt werden konnte, nannte RUTHERFORD **Alpha-Strahlung**. RUTHERFORD konnte die **Alpha-**Strahlung **mit Heliumkernen identifizieren**. Im Juli 1903 hatten RAMSAY (s. W. RAMSAY 1912, S. 12) in London und der mit ihm in Verbindung getretene und ihn zu seinen Untersuchungen anregende SODDY seine und RUTHERFORDs Voraussage, daß **Radium ständig Helium produziert**, bestätigt. RAMSAY etwa hatte Spuren von Radiumverbindungen in zugeschmolzener Glasröhre aufbewahrt und das ständig neu gebildete Helium ließ sich auch in geringster Menge an dem durch elektrische Entladungen erzeugbaren **charakteristischen Spektrum** nachweisen. Wurde das Helium entfernt, wurde es neugebildet. Helium ist stabil.

Nicht nur das die Strahlung aussendende Atom änderte sich offensichtlich, daß radioaktive Atom gab im Falle der Alpha-Strahlung auch offensichtlich Atome resp. Ionen, hier Helium, ab. Was die Abgabe von Helium-Kernen, also Alphateilchen,

bettrifft: es war nur wenig, was von einem Atom abgegeben wurde. Man konnte von einer Veränderung sprechen, schon 'Zerfall' sagte zu viel. Das bloß zur Unterscheidung von "Spaltung".

Die andere, weniger ionisierende, jedoch stärker durchdringende und von Magneten leicht ablenkbare Komponente erhielt die Bezeichnung **Beta-Strahlen**. Die **Betastrahlen** erwiesen sich als **Elektronen**, hier Elektronen, die auch aus dem Atominneren kommten sollten.

Als 3. kam durch P. VILLARD (W. GENTNER 1959 / 2006) schließlich hinzu eine extrem kurzwellige **elektromagnetische** Strahlung, **Gamma-Strahlung** genannt. Sie war vergleichbar, wie es bald schien, der Röntgen-Strahlung, nur noch kurzwelliger.

In der Pechblende oder überhaupt einem Uran- oder Thorium-Mineral strahlt manches in seiner Weise, strahlt jedes gebliebene Glied der Zerfallsreihe. Bei den isolierten radioaktiven Elementen (resp. Isotopen) zeigte sich, daß abgesehen von der Gamma-Strahlung ein Element nur eine von den beiden Strahlenarten, **Alphastrahler oder Betastrahler**, absondert Und beide dieser Strahlungen enthalten auch sehr unterschiedliche Energie, und das erwies sich als spezifisch für die Elementen, resp. Isotope. Und aus der Energie etwa der Alphstrahlen wurde manches auf die Verhältnisse etwa im Kern gezogen.

## Spontane Umwandlung der Atome in die anderer, wenn auch benachbarter Atome - Spontane natürliche Umwandlung der Elemente

Gab ein Atom mit **Alphastrahlung** einen **Helium-Kern** ab oder, bei der **Betastrahlung** ein **Elektron**, dann konnte das Atom kaum das bisherige Atom bleiben, auch wenn es zunächst noch nicht das Bild von den Atomen mit Kern und Elektronen gab. Aber die Schlußfolgerung war dennoch, daß bei der radioaktiven Strahlung eine Umwandlung der Atome, eine Bildung von oft ebenfalls radioaktiven Stoffen, sich vom Ausgangsmaterial unterscheidenden Substanzen, stattfinden muß. Diese Schlußfolgerung zogen RUTHERFORD und SODDY (s. 1919). zuerst festgestellt bei **Thorium**. RUTHERFORD (L. BADASH 19, 1966) und SODDY formulierten **1902** die **Theorie vom Selbstzerfall**, vom '**Spontanzerfall' der radioaktiven Atome**, ergänzt durch die Annahme einer **dabei** erfolgenden **Umwandlung** der "Strahlung" aussendenden Atome in andersartige Atom, und zwar vom Atom eines bestimmten radioaktiven Elementes aus in das Atom eines bestimmten anderen radioaktiven Elementes. Das war eine weitere ganz große Entdeckung in der Erforschung der Radioaktivität, mit einer "revolutionary new

interpretation" (L. BADASH1970, S. 258). Sir WILLIAM RAMSAY und SODDY am University College in London fanden, in welcher Menge eine bestimmte Menge Radium Heliums produzierte (L. BADASH 1989, S, 82). Entwich aus einem Gestein kein Helium, mußte seine wohl ausschließlich aus dem radioaktiven Zerfall in einem einst neu gebildeten Minerals stammenden Menge Helium mit dem Alter zunehmen und konnte so das Alter eines Gesteins abschätzen lassen und ebenso wuchs mit der Alter der Gehalt an Blei (S. 82). Es ergab sich eine Umwandlungs-, eine '**Zerfallsreihe**'. In ihr hatte jedes Element eine **Muttersubstanz**, "aus der es entsteht, und muß selbst wieder in ein anderes Produkt zerfallen" (O. HAHN 1921, S. 1139). Man sprach von '**radiogenen**', durch Radioaktivität entstandenen Elementen. Der größte Teil der für dessen Radioaktivität zuständigen Komponenten ließ sich abtrennen, allein durch einen Luftzug das radioaktive Gas **Radon**. Wurde nach dem Verfliegen des Radon das Thorium in einem abgeschlossenen Raum aufbewahrt, nahm wegen offensichtlicher Nachbildung der Komponenten, namentlich auch des Radon, die Radioaktvität wieder zu. Das Gas Radon ist im Unterschied zu dem bei der Alpha-Strahlung gebildeten Helium radioaktiv, zerfällt also in andere radioaktive Komponenten, solche, die, wenn man sie in wägbarer Menge hätte, nicht gasförmig sind. Eine unter Normalbedingungen gasförmige Substanz lieferte also nicht gasförmige Komponenten, nach etlicher Zeit sogar stabiles Blei. Ein radioaktives Atom **zerfällt,** mußte man annehmen , irgendwann offensichtlich **spontan**, auch unabhängig von der bisherigen Zeit seines Bestehens, "independent of its age" (J. J. THOMSON 1909 / 1910, S. 25). Daß der radioaktive **Zerfall** über verschiedene Stufen schließlich als **Endprodukt** beim nichtradioaktiven **Blei** endet hatte auf Grund von Mineralanalysen 1905 B. B. BOLTWOOD (TH. W. RICHARDS et al. 1914) wahrscheinlich gemacht. Schon früher war in Analysen festgestellt worden, daß in seinem natürlichen Erzen **Uran stets mit Blei verknüpft** ist (L. BADASH 1970, S. 359). Wo Uran ist, ist Blei. Bei Uran-Mineralien gleichen geologischen Alters erwies sich der Bleigehalt dem Urangehalt proportional. Verglich man verschieden alte Uran-Mineralien, war der Bleigehalt mit zunehmenden Alter proportional höher, erklärbar aus dem im Verlaufe der Zeit zunehmend zerfallenen Uran.

Wichig in der Erforschung der 'Zerfallsreihen' war BERTRAM BORDEN BOLTWOOD (L. BADASH 1970), der erste führende Erforscher der Radioaktivität in den USA. Geboren am 27. Juli 1870 in Amherst in Massachusetts. Früh verlor er seinen in Yale gebildeten Vater, konnte unter der Erziehung durch die Mutter Privatschulen besuchen, dann 1889 die Yale's Sheffield Scientific School. Zwei Jahre lang war BOLTWOOD dann an der Universität in München, ging wieder nach Yale, verbrachte 1896 ein Semester bei WILHELM OSTWALD in Leipzig. Wieder in Yale empfing er den Ph. D. Er richtete dann ein privates Laboratorium als beratender Chemiker ein, kehrte danach für sein weiteres Leben nach Yale zurück. Nur

1909/1910 verbrachte er bei RUTHERFORD an der Universität von Manchester. Mehr bessere Zeiten wechselten mit solchen von Depression, und am 14/15 August 1927 beging BOLTWOOD Suizid.

BOLTWOOD brachte das Verstehen der **Zerfallsreihe des Urans**. Und mit RUTHERFORD fand 1905 BOLTWOOD (L. BADASH 1970, S. 260), daß Actinium sich dem Uran ähnlich verhält, aber nicht wie das Radium der Uran-Reihe angehört. In die **Thorium-Reihe** gehört das von HAHN 1907 entdeckte Mesothorium (S. 260) und das nicht mehr radioaktive Endprodukt dieser Reihe war ein **anderes Blei-Isotop** als das der Uranreihe (L. BADASH 1989, S. 83). **3 Zerfallsreihen** wurden dabei ausgemacht, bis kurz vor den Ersten Weltkrieg:

1. die **Uran-Radium-Reihe**, 2. die **Thorium-Reihe.** 3. die **Actinium-Reihe**, wobei aus dem Actinium ein Uran und aus diesem wieder Actinium entstand, die **Uran-Actinium-Zerfallsreihe**, und für das Actinium wurde eine Muttersubstanz gefunden, das Protactinum, ein eigenes Element, Um 1925 (O. HAHN 1925, S. 18) wurde angenommen, "daß die Aktiniumreihe durch einen dualen Zerfall entweder des Uran I oder wahrscheinlich des Uran II entsteht, daß sich 97% der betreffenden Uranatome in die Glieder der Radiumreihe, 3% in die der Aktiniumreihe umwandeln."

## Immer mehr gefunden zu den Zerfallsreihen - Die Zerfallsprodukte - immer deutlicher und immer mehr erschlossen

Die bei der Radioaktivität entstehenden neuen Produkte waren abgesehen vom schließlich entstandeen Blei selbst radioaktiv, zerfielen also ihrerseits. Ausgehend von offensichtlichen Anfangsgliedern wie Uran und Thorium folgten beim Zerfall eine Reihe weiterer ebenfalls radioaktiver Substanzen, wobei es sich um eine zwar auch verzweigte, aber bestimmte Reihenfolge im Auftreten der Folgeprodukte handelte. Die zunächst für Strahlung als zuständig angesehene Physik erfaßte auch die Radioaktivität. Mit der Feststellung des Auftretens neuer radioaktiver Substanzen wurde Radioaktivität auch eine Angelegenheit der Chemie, wurde Gegenstand der Analytik von Chemikern (L. MEITNER 1952).

Die radioaktiven Folgeprodukte der 'Muttersubstanzen' waren nicht in wägbaren Mengen darzustellen. Sie zu unterscheiden mußte die Strahlung dienen. Die Geschwindigkeit der emittierten Strahlen erwies sich um so höher, je rascher eine radioaktive Substanz zerfiel. Nachdem einst Spektrallinien dazu gedient hatten, die Existenz noch unbekannter, noch nicht dargestellter Elementes zu ermitteln, geschah solche Elementenermittlung nun durch radioaktive Merkmale. Wie SODDY 1919 ausführte, konnte im Spinthariskop aus dem Aufblitzen auf der Sidotblende

der Zerfall eines einzigen Atoms nachgewiesen werden, aber für die als empfindlich geltende Spektroskopie waren als Minimum wenigstens 3 mal 1012 Atome notwendig.

Die durch ihre Strahlung nachgewiesenen Substanzen konnten an bestimmte Trägersubstanzen gebunden werden. Die Bindung von Radium an Barium ließ dieses bei den Erdalkalimetallen einordnen.

Nach RUTHERFORD und anderen haben namentlich OTTO HAHN (1948) und die im Herbst 1907 aus Wien in sein Institut hinzugestoßene LISE MEITNER im Institut für Chemie in Berlin-Dahlem Zerfallsprodukte nachgewiesen.

Zu dem schon öfters genannten HAHN: Dieser war am 8. März 1879 in Frankfurt a. M. als Sohn eines Glasers geboren worden. HAHN studierte Chemie in Marburg und München. In Marburg hat HAHN bei dem Chemiker ZINCKE 1901 in organischer Chemie promoviert. Er sollte dann eine Stellung in der Industrie erhalten, sich wegen vorgesehener Auslandseinsätze aber noch eingehender mit der englischen Sprache vertraut machen. Auf Empfehlung seines Doktorvaters ZINCKE konnte HAHN 1904 in London in das Laboratorium von RAMSAY eintreten. Hier wurde er beauftragt, aus einem Bairumsalz mittels der CURIEschen Methode Radium abzutrennen. Dabei fand HAHN in dem nicht nur Radium, sondern auch Umwandlungsprodukte der Thorium-Reihe enthielt, die "Emanation" des Thorium, das er "Radiothor" nannte. Sich auf dem Gebiet weiterzubilden ging HAHN 1905 zu RUTHERFORD in Montreal (Kanada) und hatte Erfolge bei der Entdeckung radioaktiver Elemente. Seit 1906 in Berlin, leitete er ab 1911 die kleine Abteilung für Radiochemie am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem.

Die "Emanation" war schon als Zerfallsprodukt bekannt – trat bei allen 3 Reihen auf.

HAHN entdeckte etwa gleichzeitig mit BOLTWOOD die Muttersubstanz des Radium, das er Ionium nannte, das den Reaktionen des Thorium folgt und Radium und Mesothor I wiesen ein gleiches Verhalten auf (L. MEITNER 1952).1918 fanden HAHN (1928) und MEITNER sowie unabhängig von ihnen SODDY und J. A. CRANSTON das Element mit der Ordnungszahl 91, das **Protactinium**, aus dem Actinium entsteht. Ausgezeichnet durch relativ hohe Beständigkeit, also lange Halbwertszeit von 12.000 Jahren, Homologes des Tantal, ist Protactinium in Uran-Mineralien auch in dem Chemiker zugänglichen Mengen vorhanden. Bei der Aufbereitung von etwa 10 kg Rückständen der Uran- und Radium-Fabrikation durch HAHN und MEITNER war Protactinium auch gefunden worden, und durch Entgegenkommen der Wiener Akademie konnten dann gegen 200 kg 'Rückrückstände' verwertet werden. Bei einem Tsotop, Uran Z, also ebenfalls Ordnungszahl 91, ein Beta-Strahler, fand sich dagegen eine Halbwertszeit von 6,7 Stunden

Bei der Alphastrahlen-Aussendung gab es für das aussendende Atom einen **Rückstoß** und so sammelten sich diese Atome an einer Seite eines Präparates, was die Abtrennung erleichterte (L: MEITNER 1952).

Die festgestellten Zerfallsprodukte erhielten eigenständige Namen, Uran X2, RaC, RaD, ThC, ActC usw. Es entstand durch die Radiochemiker für die von ihnen bei den radioaktiven Zerfallsprozessen ermittelten Substanzen eine eigene Nomenklatur. Durch FAJANS und SODDY konnten diese Substanzen um 1913 in das Periodensystem der Elemente eingeordnet werden. Manche waren eigenständige Elemente, also mit eigener Ordnungszahl. Andere dieser Substanzen erwiesen sich als Isotope von teilweise schon benannten Elementen. Später wurden die Namen der Substanzen der Radiochemiker durch jene der bestehenden Chemie ersetzt (F. PANETH 1916). Etwa Radium F, Thorium A, Aktinium C2 erwiesen sich chemisch als dasselbe Element, als Polonium. In den drei Zerfallsreihen treten die in chemischer Hinsicht gleichen Elemente auf, Radium, Wismut, Polonium, Radon vor allem. Radium war ein Zwischenprodukt aller drei Zerfallsreihen, aber mit jeweils unterschiedlicher Zerfalls-, also Halbwertszeit.

Im Jahre 1914 berichteten GEORG VON HEVESY und FRIEDRICH A. PANETH, daß ihnen dank der großen im Institut für Radiumforschung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien zur Verfügung stehenden Radium-Mengen gelang, die aus 1 g Radium entstandene Emanation in einem zugeschmolzenen Quarzgefäß aufzubewahren, nach etlichen Wochen das Zerfallsprodukt zu untersuchen und das entstandene "Radium D oder dessen Superoxid in sichtbaren Beschlägen von nahezu 1/200 mg Gewicht zu erhalten und zu untersuchen" (S. 2785). Das Radium D erwies sich als mit Blei identisch, aber war ein selbst radioaktives Blei. Ein radioaktives Zerfallsprodukt war als chemisch identifizierbare Substanz faßbar geworden.

Debattiert wurde, ob auch Elemente mit niedrigerem Atom sich zersetzen.

Im Jahre 1921 stellte O. HAHN (S. 1131) fest: "Seit der Auffindung des Protaktiniums, der Muttersubstanz des Aktiniums, sind in den drei großen Reihen radioaktiver Stoffe keine Lücken mehr vorhanden, und es kann als ausgeschlossen gelten, daß man noch neue aktive Stoffe finden wird, die sich in direkter Folge in eine der obigen Reihen einfügen lassen." Aber noch gibt auch Kenntnislücken, so "ob die Aktiniumprodukte überhaupt durch einen seitlichen Zerfall sich aus der gewöhnlichen Uranreihe abspalten oder aber, ob man für den Ursprung des Aktiniums ein neues Uran-Isotop, etwa Aktino-uran, annehmen soll" (S. 1131).

## Die Halbwertszeit

RUTHERFORD wies nach, daß in einer Probe einer radioaktiver Substanz, erkennbar besonders an den Emanationen, die auch bei kleiner Menge noch aus sehr sehr vielen Atomen besteht, in einer Zeiteinheit immer in die gleiche Zahl von Atomen 'zerfällt', also in das nächste Glied einer Zerfallsreihe umwandelt, nachweisbar an der Veränderung der radioaktiven Strahlung der einzelnen Substanzen. Keine Außeneinwirkung, kein Eintritt in einer chemische Verbindung konnte das wie schon anderwärts festgestellt beeinflussen. Nach einer bestimmten Zeitperiode war die Hälfte von einer Probe bestimmter radioaktiver Atome zerfallen. Diese **Halbwertszeit**, ein auf SODDY (oder P. CURIE? s. Internet) zurückgehender Begriff, erwies sich als für jede radioaktive Atomart spezifisch, ist Charakteristikum einer jeden radioaktiven Atomart. Die verschiedenen **radioaktiven Isotope** desselben Elementes besitzen **unterschiedliche Halbwertszeit**. So bei den Uran-Isotopen 238, 235. Aus der jede Sekunde abgegebenen Zahl von Alphateilchen aus Radium schloß RUTHERFORD auf eine Halbwertszeit von 2.600 Jahren, mehrfach 1905 und 1906 korrigiert und später festgestellt auf 1.620 Jahre (L. BADASH 1989, S. 82). Der damals junge Geologe ARTHUR HOLMES etwa argumentierte, daß, wenn eine Halbwertszeit für kurzlebige radioaktive Substanzen gilt, eine Halbwertszeit auch für langlebige radioaktive Substanzen wie das Uran anzunehmen wäre. Für das einzelne Atom ist natürlich nicht anzugeben, wann es zerfällt. Für ein einzelnes Atom eines radioaktiven Elementes wird die Halbwertszeit zur Wahrscheinlichkeit seiner Lebensdauer. Der 'Zerfall', zur nächsten Substanz in der Zerfallsreihe, kann eben im nächsten Moment geschehen oder nach langer Zeit. Bei der Halbwertszeit geht es nicht um das einzelne Atom, sondern um eine Masse von ihnen, und eine solche besteht auch, wenn in einem Mineral radioaktive Komponenten nur eine winzige Minderheit sind. Kein offensichtlicher Grund war zu finden, warum bestimmte Atome jetzt zerfallen, andere später, viele weitere noch lange nicht. Manche dachten an eine noch unbekannte Ursache für den Zerfall im Inneren der Atome. Und die Halbwertszeit der verschiedenen radioaktiven Elemente erschienen rätselhaft unterschiedlich, also ein Atom von Radium hatte eine viel höhere Chance nach einer bestimmten Zeit zu zerfallen als ein Atom von Uran. Und welche Elemente oder radioaktiven Isotope waren vielleicht schon aus der irdischen Isotopentafel verschwunden? Transurane? Und wie und warum waren auch sie entstanden. Die Gegebenheiten der Natur vielfach im Abbau, im Vereinfachen, Wenn nicht radioaktive Induzierung andere radioaktive Isotope schuf. Manche sahen wie für den Zerfall der Atome insgesamt das Kausalitätsdenken der bisherigen Naturwissenschaften versagen, aber bei einer ausreichend großen Zahl von nebeneinanderliegenden radioaktiven Atomen, und sehr viele mußten es ja sein, zerfiel in der Zeiteinheit eine gleiche Zahl. BOLTWOOD (A. F. KOVARIK 1929) suchte

die Halbwertszeit aus dem Gleichgewicht/equilibrium der Produkte im Mineral zu ermitteln. Auf eine 'billion' Teile von Uran fanden RUTHERFORD und BOLTWOOD in fast allen Gesteinen 380 Teile von Radium (L. BADASH 1989, S. 82). Radium, welches dann auch 'zerfiel#

## Später, in den 1930-er-Jahren, neue Befunde zur Entstehung von Radioaktivität - Radioaktivität durch Radioaktivität

**Später** wurde durchaus festgestellt, daß **künstliche Radioaktivtität**, radioaktive Strahlung durch Zerfallsprodukte der Radioaktivität, erzeugt wird und von nahezu jedem chemischen Element radioaktive Isotope hergestellt werden können. Für das Polonium in der Natur, für das es MARCKWALD 1902 erörterte, ließ sich das nicht ermitteln. Kam aber durchaus wieder die **Frage: 'Wer' war offenbarer wirklich spontaner radioaktiver "Strahler"?** VON HEVESY, schon war er als Jude vcn Freiburg nach Kopenhagen gegangen, diskutierte das 1935 für das natürliche radioaktive Kalium. Er überlegte (S. 583): "Zu einer Zeit, als die Elemente in einer dazu geeigneten Stelle des Weltraums der Einwirkung von Neutronen und dergleichen ausgesetzt waren, befanden sich im Gemisch der Grundstoffe auch alle die Atomarten, die wir heute im Laboratorium künstlich herstellen können" – auch als radioaktive. Als im Weltall die Elemente in einer "preterrestrischen" Phase nicht mehr den künstliche Radioaktivität bewirkenden Partikeln ausgesetzt waren, verschwand mit der Zeit, gemäß ihrer Halbwertszeit, die Radioaktivität der meisten Elemente, "allein die Lebensdauer des 40 K", Kalium, "und 80 Rb", Rubidium, "genügte, nebst der des Urans und Thoriums, um diese Atomarten noch nach der Zeitspanne von Tausenden von Millionen Jahren antreffen zu können." Die "natürliche Radioaktivtiät" von Elementen auf der Erde war also dann doch ein induziertes und vergängliches Phänomen.

Man möchte hinzufügen: Fast unvorstellbar: was vor Milliarden von Jahren auf Materie einwirkte bewirkt noch Milliarden Jahre später, daß immer wieder und in völlig faßbarer Weise Atome zerfallen.

## Das sich erneuernde Bild von den Atomen

J. J. THOMSON hatte das Zustandekommen der radioaktiven Strahlung zunächst nur auf eine Umgruppierung von Bestandteilen im Inneren der Atome zurückgeführt. Damit wurde die innere Stabilität der Atome zwar schon in Frage gestellt, aber

noch blieben die Bestandteile beisammen. Mit der Anerkennung des Spontanzerfalls der radioaktiven Atome unter Abgabe von Heliumkernen und Elektronen jedoch mußte eine Umwandlung der Atome in andere verknüpft sein. **Atome**, die "Unteilbaren", erwiesen sich bei Abgabe von Teilchen also als **teilbar** nicht im Sinne von Halbierung, sondern wenigstens im Sinne einer Abgabe eines kleinen Teils ihrer Bestandteile (iconoclastic theory, transformation, transmutation, disintegration) (T. J. TRENN 19) unter Umwandlung de strahlenden Atome. J. J. THOMSON gab 1909 (1910, S. 25) die Metapher, daß "the radiations are a kind of swan's song emitted by the atoms when they pass from one form to another; ..." Atome, die Teilchen abgeben, erwiesen sich demnach "noch sehr komplizierte Systeme", "deren Bestandteile erst die wirklich einfachsten Bausteine der Materie vorstellen" (L. MEITNER 1927, S. 370). Ob die abgegebenen Teilchen nun die letzten der Materie sind, war allerdings noch keineswegs für alle Zeiten ausgemacht. Die radioaktiven Teilchen stammten offenbar jedesmal aus einem einzigen Atom, waren also Zeugnisse für die reale Existenz der Atome. Jede Nebelspur in der Wilson-Kammer ging damit auf ein einziges Atom zurück. Die Physiker, die sich gegenüber der atomistischen Vorstellung eher reserviert verhalten hatten, während "die Handhabung der Atome und Moleküle des Chemikers tägliche Übung" war, konnten mit "physikalischen Methoden" bald tiefer in das Innere der Atome dringen und dem Chemiker Auskunft geben über das Wesen des Atoms. Wie MAX BORN 1920 (S. 213) bemerkte. "Den Spekulationen der Chemiker über den Aufbau der Atome und die zwischen ihnen wirkenden Valenzkräfte haftet ziemlich viel Willkür an", schrieb dann weiter, "da sie sich in der Hauptsache auf die eine Betätigungsart der Atomkräfte, die chemische Bindung, stützen." Nunmehr wurden ganz neue Dinge über das Atom gefunden. Betrachtete man die Strahlung bevorzugt als aus Partikeln bestehend, dann schien nach der Auffassung von LODGE die Chemie, die Lehre von den Substanzen beherrschend aufzutreten und er sprach von einer Chemisierung der Physik. Jedenfalls gingen Chemie und Physik wohl enge Verbindung ein.

## Skepsis und Akzeptanz der neuen Auffassungen vom Atom

Skeptisch gegenüber der Theorie von der Elementenumwandlung blieben in England seinerzeit etwa Lord KELVIN, der führende Chemieingenieur ARMSTRONG, in Deutschland C. WINKLER. Die Atomtheorie überhaupt wollte der auf seinen Gebieten führende französische Chemiker HENRY LE CHATELIER (C. H. DESCH 1938) nicht als gültig akzeptieren. Bei anderen Forschern wurden die aus der Radioaktivität abgeleiteten neuen Vorstellungen über die Atome rasch anerkannt, so von LODGE. L. BADASH (1966) meinte einmal, daß die Physiker nach der Entdeckung der Radioaktivität ohnehin auf alle möglichen weiteren

Überraschungen gefaßt waren und durch die Entdeckung der Elektronen die Zusammensetzung der Atome aus einfacheren Bestandteilen erwartet wurde. In den führenden Laboratorien, in denen die radioaktiven Erscheinungen erforscht wurden, etwa in Cambridge und Manchester, geschah nach BOHRs (1932, S. 353) Erinnerung "almost every day the disclosure of hitherto hidden features of nature."

## Aus den Kathodenstrahlen und namentlich der Radioaktivität abgeleitete erste Vorstellungen (RUTHERFORD) vom Atombau - der Weg zum Atommodell 1911

Aus der Ausbreitung der als winzige Partikel, als Elektronen, erkannten Kathodenstrahlen schloß schon LENARD 1903, daß ein Atom nur zu einem verschwindend kleinen Teil mit undurchdringlicher Materie erfüllt ist. Jedes materielle Atom beanspruche einen gewissen Raum, in den ein anderes Atom nicht eindringen kann. Die Ausbreitung der von LENARD als aus "Quanten" zusammengesetzten Kathodenstrahlen bezeugten andererseits die vielen freien Zwischenräume, durch welche die Kathodenstrahlen in mit Atomen erfüllter Materie hindurchdringen.

Der Entdecker der Elektronen, J. J. THOMSON (1905 - 1907), der weiterhin von "corpuscles" sprach, leitete aus den Elektronen etwa 1905 ebenfalls Vorstellungen über eine Zusammensetzung der Atome ab, ja fand Wege, die Zahl der Elektronen in den Atomen der verschiedenen Elemente abzuschätzen (N. BOHR 1932). Daß die Elektronen eine viel kleinere Masse als das leichtete Atom, jenes des Wasserstoff, haben, gab ihm die Vorstellung, daß die Elektronen, "these corpuscles", einen Bestandteil des Atoms bilden müßten, also nicht Atome selbst sind. An eine Zusammensetzung der Atome nur aus Elektronen wurde auch einmal gedacht. Da die Elektronen alle negative Ladung tragen, müßten sie sich gegenseitig abstoßen. Wäre das Atom eine Ansammlung solcher "corpuscles", müßte etwas positiv Geladenes sie zusammenhalten. Sind die "corpuscles" die Ziegelsteine ("bricks") des Atoms, müßte ein Mörtel ("mortar"), eine positive elektrische Ladung, hinzutreten. Über die positive elektrische Ladung und ihre eventuellen Träger wäre aber weniger bekannt und niemals wurde positive elektrische Ladung verbunden mit Massen unterhalb der Masse eines Atoms gefunden, also etwa positive Partikel von der Masse der Elektronen. Positive Ladung tritt auf beim Abgang der Elektronen. Letzteres geschieht etwa bei der Bildung von Ionen. THOMSON mochte sich der Ansicht von Lord KELVIN anschließen, daß in dem Atom eine gleichförmig mit positiver Elektrizität gefüllte Sphäre existiert. Die "corpuscles" wären in dieser "Sphäre" verteilt ("immersed").

Auch, daß aus dem Inneren von Atomen Partikel ausgesandt wurden, legte nahe, daß Atome aus etlichen verschiedenen Bausteinen bestehen. Allerdings wurde auch bezweifelt, und nicht ohne Grund, daß die bei der radioaktiven Strahlung ausgesandten Partikel notwendigerweise so schon im Atom vorgebildet sein mußten.

Daß die Atome einen "Bau" haben, eine "Struktur" besitzen, ihrerseits zusammengesetzt sind, wurde nach THOMSON im Cavendish-Laboratorium in Cambridge / England vor allem durch RUTHERFORD deutlich. Damit entsprach, was nicht oft hervorgehoben wurde, das Atom **nicht mehr jenem einst gefaßten Atom-Begriff**, wonach ein Atom ein nicht mehr teilbarer Bestandteil der Materie ist. Das Atom, so zeigten die Befunde am Anfang des 20. Jh., war im Unterschied zu wenigstens zeitweiligen Auffassungen von WILHELM OSTWALD, offensichtlich real, aber sind nicht das, was einmal definiert wurde. Von "**Atombau**" zu sprechen, bemerkte W. KOSSEL (1947, S. 137), ist "**ein innerer Widerspruch**", denn der einst von Philosophen geschaffene Begriff "Atom" sollte die letzten, unteilbaren, ja als punktförmig gedachten Bausteine der Materie fassen. Atome erschienen nun zunehmend in einer Zusammensetzung, in einer Struktur, einer 'Konstitution', wie man sie chemischen Molekülen zuschrieb und bei ihnen zunehmend aufzuklären versucht hatte. Daß Atome irgendwie teilbar sind, hatte allerdings im frühen 19. Jh. schon PROUT vorausgesetzt, wenn er Atome alle aus Wasserstoff-Atomen aufgebaut annahm. Nun mochten andere Teilchen die Grundbausteine der Materie sein. Aber in den 20-er Jahren des 20. Jh. wurden auch die Elektronen nicht mehr als unbegwegliche ruhende Massen gesehen.

## RUTHERFORDs Atommodell

Unter RUTHERFORD in Manchester fanden HANS GEIGER und dann vor allem der Doktoran ERNEST MARSDEN (L. BADASH 2004, C. A. FLEMING 1981, E. HAXEL 1982) **1909**, daß manchmal, aber eben nur manchmal, es lag bei etwa 1%, ein Alpha-Partikel beim Auftreffen auf eine dünne Goldfolie zurückgestoßen wurde. Untersuchungen mit anderen Metallen zeigten, daß die Zahl der zurückgestoßenen Partikel mit dem Atomgewicht des beschossenen Metalls wuchs. Es schien, daß die Alpha-Teilchen von einem wie sie selbst positiv geladenen Punkt in dem Metall abgestoßen wurden. Andererseits drangen jedoch viele Alpha-Partikel Substanzen durch eine beschossene Materie eine gewisse Weite hindurch. RUTHERFORD (s. a. 1920, 1929) deutete das **1911** mit der Vorstellung, daß **alle positive Ladung in einem Atom in einem Zentrum zusammengeballt** ist. Das Alphateilchen bewegt sich also in den Atomen oft weithin hindurch und nur manchmal, aber eben nur manchmal, fliegen sie so nahe an einen ebenfalls positiv geladenen Atomkern

heran, daß sie eine elektrostatische Abstoßung erfahren. Der größte Teil des Atoms wäre also leerer Raum, in dem die Alpha-Teilchen ungehindert dahinsausen.. Inmitten des Atoms, im Zentrum offenbar, umrundet von der Wolke der noch viel winzigeren Elektronen, aber befindet sich ein positiv geladener **Kern** (**nucleus**), dem ein Alpha-Teilchen bei seinem Flug nur selten nahekommt, aber bisweilen doch. Es fand sich ein systematischer Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht der Streusubstanz und der Zahl der gestreuten Alphateilchen. Der Unterschied von Atom und Molekül konnte in neuer Weise definiert werden, indem ein Atom dadurch ausgezeichnet ist, daß es einen einzigen Atomkern enthält (N. BOHR 1932). Die Nukleartheorie, die Atomkern-Theorie, wurde als die Kulmination, die Krönung von RUTHERFORDs langjährigem Werk über die Alpha-Strahlen oder -Partikel gesehen (J. CHADWICK 1937, S. 749). Für die anzunehmenden einzelnen Kernbestandteile, die in ihrer Summe die positve Ladung eines Kerns ausmachen, prägte RUTHERFORD den Terminus "**proton**". Während von den Elektronen mit Sicherheit angenommen wurde, daß sie immer gleich sind, meinte BORN aber etwa 1920 (S. 213), daß es "bisher noch nicht gelungen" ist, die "positiv geladenen Teilchen" auf ein einziges Urteilchen zurückzuführen, aber der Wasserstoffkern galt doch bald als dafür in Frage kommend. RUTHERFORD war von Neuseeland nach England gekommen. MARSDEN (PRIESTLEY 2006) ging 1915 nach Neuseeland, wo er nach einer Physik-Professur in Wellington ab 1922 maßgeblich die Wissenschaft und besonders auch Institutionen für deren Anwendung in der Landwirtschaft aufbaute.

Erschlossen wird in den folgenden Jahren zunächst namentlich die **Elektronenhülle**, aus den Spektrallinien, währenddessen der Atomkern auch für die mathematische Theorie zunächst das Rätsel blieb. Durch Unterschiede in der Größe des Nucleus, der neben den Protonen offenbar auch Elektronen enthält, unterschieden sich die Elemente, ausgezeichnet schon lange durch ihr Atomgewicht. Daß die Zahl der Elektronen in einem Atom, das nach außen elektrisch neutral ist, gleich der Atomnummer (Ordnungszahl) ist, begründete, aufbauend auf J. J. THOMSON, VAN DEN BROEK.

Waren Elektronen, äußere, vom übrigen Atom, dem Kern mit einer mehr oder großen bei ihm verbleibenden Zahl von Elektronen abgetrennt, dann wurde von '**Atomrümpfen**' (F. SEEL 1970, S. 26) gesprochen. Solche sollten bei den Ionen in Lösung vorliegen und auch bei den Metallen, bei denen abgesonderte Elektronen als zwischen den von äußeren Elektronen befreiten Metallatomrümpfen umherschwirren. In festen Salzen, die keine Elektrizitästleiter sind, blieben die Ionen im Gitter. Vieles in der Chemie geschieht nicht mit Atomen, sondern mit 'Atomrümpfen'.

## Aus dem Atombau abgeleitete allgemeine Vorstellung über Elementenumwandlung beim radioaktiven Zerfall - 1913

Mit der Aufklärung der Atomstruktur, der Erfassung des Atomkerns durch die RUTHERFORD-Schule, konnten KASIMIR FAJANS und unabhängig von ihm SODDY 1913 als allgemeine Gesetzmäßigkeit formulieren, daß die Aussendung von Alphastrahlen, also von Heliumkernen, die aus vermutlich einzelnen Atomen stammen mußten, das betroffene Atom im Periodensystem der chemischen Elemente wegen des Verlustes von Bestandteilen des Atomkernes um zwei Plätze nach den leichteren Elementen rücken läßt, also damit in das Atom eines zwei Stellen nach links im Periodensystem stehenden Elementes sich umbildete. Betastrahlung, also Elektronen-Aussendung aus dem Atomkern, verschob das Atom um einen Platz zu den schwereren Elementen. Daraus waren auch die Zwischenglieder als voraussehbar abzuleiten. Als Problem erschien, warum die Atome gerade Heliumkerne abgaben, nicht Atomkerne vom Wasserstoff, der schließlich als der Bestandteil aller Atome vermutet worden war (K. FAJANS 1913 b). Ebenfalls war Problem, warum Elektronen aus dem Atomkern ausgesandt werden und wie sie darin enthalten sind. Die vollständigen "Verschiebungssätze" veröffentlichte FAJANS am 15. Februar 1913. SODDY reichte sein Manuskript am 18. Februar 1913 ein.

FAJANS (J. HURWIC 2000), dem also abgesehen von einigen früheren Andeutungen von SODDY bei den Verschiebungssätzen im wesentlichen die Priorität gebührt, war am 27. Mai 1887 in Warschau geborener jüdischer Pole. Er studierte in Leipzig, Heidelberg, Zürich, Manchester und wirkte 1911 bis 1917 an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Ab 1917 baute er das Institut für Physikalische Chemie in München auf und war dessen Direktor. Auch FAJANS mußte 1933 emigrieren, war von 1936 bis 1957 Professor in den USA in Ann Arbor, der Universität des USA-Staates Michigan, seit 1942 USA-Bürger. Er starb dort am 18. Mai 1975. FAJANS hat berichtet, daß ihm der Gedanke der Regelmäßigkeit der radioaktiven Verschiebungen am 23. November 1912 in einer Aufführung der Oper "Tristan und Isolde" von RICHARD WAGNER kam. "Germanischer" konnte ja ein Hintergrund kaum sein, damit einem polnischen Juden ein großartiger Gedanke kam!

Das elementare Atom war also die kleinste Menge, welche die Qualitäten eines elementaren Stoffes noch zu tragen vermag" (K. L. WOLF 1954, S. 179). Die "subatomaren", also unter der Atomgröße liegenden Bestandteile waren Einheiten für sich und bildeten die Atome der Elemente erst in ihrer Kombination. **Atome schienen real zu sein. Aber sie verloren ihre vorher angenommene Stellung als nicht weiter auflösbare niedrigste Einheiten der Materie**. Die realen Atome waren nicht mehr "unteilbar", der Name "a-tomos", un-teilbar, verlor seinen Sinn.

Mit der genaueren Kenntnis der Umbildung der Atome verschiedener Elemente in anderer erhob sich die Frage nach der **"Evolution" der Elemente** auseinander auf neuer Grundlage, auch die von solchen mit höherem Atomgewicht aus leichteren (R. LANKESTER 1907, S. 13). Schon N. LOCKYER hatte einmal darauf hingewiesen, daß in den Spektren der als jünger geltenden Sterne sich die leichteren Elemente finden, in den älteren die schwereren, die durch Aufbau entstanden wären (L. BADASH 1966).

## Die 'Sprache' der Spektren. Das weitergeführte Atommodell: BOHR, 1913

Die Eigenschaften der Atome wurden erschlossen **aus den Spektren**, welche die Atome der verschiedenen Elemente aussenden, und mit deren immer eingehender erschlossenen **Feinstruktur** immer neue Erkenntnisse gewonnen wurden..Begründet wurde ein erstes aufsehenerregendes aus der Spektrenauswertung gewonnenes Atommodell von dem Dänen NIELS BOHN, zuerst vorgestellt vor allem in 3 Veröffentlichungen mit insgesamt 20 Druckseiten **1913** (A. SCHIRRMACHER 2013).

NIELS BOHR (A. SCHIRRMACHER 2013, C. F. VON WEIZSÄCKER 1985) wurde geboren am 7. Oktober 1885 als Sohn eines Professors der Physiologie an der Universität Kopenhagen, hatte er ab Herbst 1903 Physik in Kopenhagen studiert, promovierte 1911 über die Elektronentheorie der Metalle. In Dänemark bekannt war er auch als Fußballspieler. In England 1911 Gast zuerst bei J. J. THOMSON in Cambridge, wechselte er bald zu RUTHERFORD in Manchester. BOHRs späteres eigenes Institut in Kopenhagen wurde ein Zentrum der Atomtheorie und der Quantentheorie. Von der Mutter her "Halbjude", floh BOHR wegen Bedrohung 1943 nach Schweden, flog nach England und wirkte in den USA mit beim Atombombenbau. Noch 1945 nach Dänemark zurückgekehrt, starb er hier am 18. September 1962. In Manchester war BOHR von RUTHERFORDs Atommodell fasziniert. Es gelang ihm bald, es zu erweitern. Von Eindruck auf BOHR waren Vorstellungen von JOHN WILLIAM NICHOLSON (U. HOYER 1982), wonach die Elektronen in Kreisen um den Kern ziehen und diskret ihre Energie verlieren, was die Sternspektren erklären würde. Entgegen klassischen Vorstellungen ließ BOHR in seinem Atomodell von 1913 die Elektronen zu mehreren, auf vom Kern unterschiedlich entfernten Bahn kreisen. Man sprach vom "**Rutherford-Bohrschen Atommodell**". Andere, Chemiker, stellten die Elektronen zunächst ruhend in die Ecken eines das Atom verkörpernden Würfels, der ja 8 Ecken hat und in jede ein Elektron aufnehmen kann. Die Radioaktvität war, was BOHR hervorhob, nur ein Phänomen des Atomkerns, während die chemischen und auch

physikalische Eigenschaften, von letzterem namentlich die Emission von sichtbarem Licht, von **Elektronen** abhängen. Diese umkreisen den Kern, bis auf das Wasserstoff-Atom jeweils zu mehreren, und die Elektronen befinden sich auf bestimmten **Bahnen** in verschiedener Entfernung vom Atomkern. Sie befinden sich auf einer bestimmten **Energiestufe**. Die Elektronen können nur auf solchen ausgezeichneten, 'erlaubten', Bahnen laufen. Die Elekteonen konnten aud eine andere, meistens eine bebachbarte Bahn springen. Die Energiedifferenz zwischen zwei benachbarten Bahnen sollte dabei so groß sein wie das von PLANCK postulierte Energiequantum. Nur in diesen Sprüngen konnte Energie aufgenommen und abgegeben werden. Durch Energiezufuhr werden die Elektronen auf eine höhere Bahnen gehoben. Beim Herbsinken auf eine dem Atomkern nähere Bahn geben sie Energie als Licht ab, und zwar diskret, in jedem Atom pro herabgesunkenem Elektron als ein Lichtquant. Bei den Massen von Atomen in einerm Stück Kupfer oder anderem Metall erscheint also ausreichend Licht bestimmter Energiestufe. BOHR (u. a. 1923) hatte also die RUTHERFORDsche Atomvorstellung mit dem PLANCKschen Wirkungsquantum vereint. Das emittierte Licht war dann etwa grünlichgelb bei Kupfer, kräftig gelb bei Natrium, gelbrün bei Barium. Wie die Licht-Emission sollte durch die Bahnen der Elektronen in verschiedener Entfernung vom Kern auch die Licht-Absorption erklärt werden. Ein Atom eines bestimmten Elementes im Gaszustand kann nur Licht einer ganz bestimmten Frequenz nicht nur senden, sondern auch empfangen. Durch Energieaufnahme gelangt ein Elektron auf eine weiter außen gelegene Bahn. Bei Abgabe von Energie, von Licht, fällt es auf eine weiter innen gelegene Bahn zurück. Problem beim BOHRschen Atommodell war, daß nach den Gesetzen der Elektrodynamik eine sich bewegende elektrische Ladung wie es das kreisende Elektron darstellte, ständig elektromagnetische Wellen ausstrahlen und damit Energie verlieren müßte. Auf die Anerkennung dieses Postulats mußte beim BOHRschen Atommodell verzichtet werden. Mit der Deutung der Elektronenbahnen aus den Spektrallinien war umgekehrt endlich auch die Entstehung der **Spektrallinien** eine wenigstens hypothetische Erklärung gefunden. **Die Röntgenspektren** waren zurückzuführen auf den Wechsel der Elektronen auf dem Atomkern nahen, also inneren Schalen, namentlich auch der allerinnersten, gesättigt aus 2 Elektronen bestehenden Schale. **Die chemischen Reaktionen** mußten von den äußeren **Elektronen** bedingt werden.

BOHR ging zunächst von der Realität kleinster "materieller" Teilchen aus. BOHRs Atommodell wurde sofort aufgegriffen von ARNOLD SOMMERFELD, der es mathematisch durchdrang. Es gelang die Entschlüsselung der Feinstruktur der Spektrallinien des Wasserstoffs und die Erklärung anderer physikalischer Effekte. SOMMERFELD (U. BENZ 1972) war am 5. Dezember 1868 in Königsberg geboren. Er erhielt 1906 den Lehrstuhl für Theoretische Physik in München, wo sich zahlreiche Schüler einfanden, welche die "Sommerfeld-Schule" bildeten und von denen etliche

bald selbst bedeutende Physiker wurden. Die Gedanken EINSTEINs griff SOMMERFELD 1907 auf und wurde einer ihrer wortgewaltigen Vorkämpfer. Andere Physiker griffen in die Diskussionen bald ein. Die 1913 begründete Methode des Elektronenstoßes von FRANCK und GUSTAV HERTZ war die "unmittelbarste, von theoretischen Elementen freieste Prüfung der Bohrschen Ideen" (A. SOMMERFELD 1919, S. 401). Aus einem Glühdraht ausgetretene Elektronen erhalten eine bestimmte Geschwindigkeit, fallen in Quecksilberdampf von geringem Druck und bei der Spanung von 4,9 Volt erscheint das Aufleuchten der Quecksilber-Linie lambda = 2537, die der Energie des zugeführten Elektrons entspricht.

Die von ihm weiterentwickelten Gedanken BOHRs und die anderer Physiker faßte SOMMERFELD 1919 in dem berühmten und noch in zahlreichen Auflagen und Übersetzungen erschienenem Werke "Atombau und Spektrallinien" zusammen. Im Vorwort heißt es:"Was wir heute aus der Sprache der Spektren heraus hören ist eine wirkliche Sphärenmusik des Atoms, ein Zusammenklingen ganzzahliger Verhältnisse, eine bei aller Mannigfaltigkeit zunehmende Ordnung und Harmonie." SOMMERFELD "baute" das Bohrsche Atommodell "zu einem System aus, mit dem sich die Feinstruktur der Spektren und der Schalenaufbau der Atomhülle - wenn nicht erklären, so doch quantitativ sehr genau beschreiben ließen" (M. ECKERT 2018, S. 58). BOHR war von Kreisbahnen der Elektronen um den Atomkern ausgegangen, SOMMERFELD konnte es mit seiner 'Feinstukturkonstante' genauer beschreiben (M. ECKERT 2018, S. 58), im Wasserstoff-Spektrum im Sinne der Kepler-Bahnen (S. 59).

1928/1929 hatte SOMERFELD eine Weltreise unternommen. Unter der HITLER-Regierung wurde SOMMERFELD 1935 aus politischen Gründen emeritiert. Im Frühjahr 1951 wurde er Opfer eines Verkehrsunfalls, an dessen Folgen er am 26. April 1951 starb.

Mit der Erkenntnis von den zwei Atombestandteilen, den vermuteten Protonen des Kerns und den Elektronen war deutlich, daß "die verschiedenen Atome ... nicht mehr jedes eine Welt für sich" sind, "ohne Brücke zu einem anderen Atom, sondern sie sind alle aus demselben zwei Elementarbausteinen, Wasserstoffkernen und Elektronen, aufgebaut und die verschiedenen Eigenschaften der chemischen Stoffe sind nur durch die wechselnde Zahl und Anordnung der elementaren Bausteine bedingt" (L. MEITNER 1927, S. 372). Das war nicht ganz PROUTs Hypothese vom Aufbau aller Atome aus Wasserstoffatomen, aber die Protonen waren doch Wasserstoffkerne, und es gab doch viel weniger verschiedene Grundbausteine der Materie als in der Chemie lange Zeit angenommen werden mußte. Da das Atom nach außen elektrisch neutral ist, aber andererseits das hauptsächlich auf den Kern zurückzuführende Atomgewicht abgesehen von normalem Wasserstoff höher ist als der Zahl der Protonen, ermittelt durch die Kernladungszahl, und die Beta-Strahlen

aus dem Atomkern herausgeschleuderte Elektronen sind, so wurde bald angenommen, daß sich auch im Inneren des Atomkerns Elektronen befinden, eingebaut in den Kern, unabhängig von den außen kreisenden Elektronen. Damit werden positiven Ladungen etlicher Kernbestandteile im Kern neutralisiert. Selbständige neutrale Kernbestandteile wurden 1932 gesondert erhalten und als "Neutronen" bezeichnet. Wandelte sich ein radioaktives Atom durch Alpha-oder Beta-Strahlung in das Atom eines anderen Elementes um, dann wurden, wie es FRITZ HABER (1926 a, S. 405) formulierte, die bisherigen "Elemente" "ein Widerspruch" in sich, denn: "Ineinander überführbar aber sind nur die Substanzen, die aus den gleichen Sorten von Materie sich aufbauen", und diese wären dann das Elementare. Nur die "Gewöhnung" an die Elementenlehre der Chemiker habe zugelassen, "daß im letzten Hintergrunde der stofflichen Welt eine Vielgestaltigkeit von Grundstoffen stehen sollte, die alle einheitlich sind und nichts miteinander gemein haben", eine wunderliche Auffassung - im neuen Lichte.

Warum die ausgeschleuderten Alpha-Strahlen Helium-Kerne sind, regte auch zu Überlegungen an, wobei etwa diskutiert wurde, ob schon im Kern die Wasserstoffkerne zu einzelnen Helium-Kernen vereinigt sind. "Offenbar", überlegte M. BORN (1920) und überlegte etwa L. MEITNER (1928, S. 374), "stellt der Heliumkern eine sehr stabile Verbindung der Wasserstoffkerne dar." Etwa 1923 (L. MEITNER, S. 11) war die bei der **Fusion** von Wasserstoff-Kernen zu denen von Helium-Kernen entstehende hohe Energie bekannt, und "Nimmt man nun an, daß unter gewissen Umständen eine Bildung von Helium aus Wasserstoff vor sich gehen kann, so wird dabei eine ganz außerdordentlich große Energie erzeugt, und diese Energie würde ausreichen, um die Sonne mehrere tausend Millionen Jahre in ihrem jetzigen Strahlungszustand zu erhalten." An Helium hatte RUTHERFORD keine Atomveränderung vornehmen können.

Als eine ganz wichtige unveränderliche Eigenschaft der Elementarteilchen wurde der **Spin** (Internet, so Wikipedia 2019), die Eigendrehung, entdeckt durch WOLFGANG PAULI 1925 beim Elektron und das die feinere Aufspaltung vieler Spektrallinien erklärt. 1928 kam die Entdeckung des Spins beim Proton. Der Spin wurde auch Forschungsgegenstand von OTTO STERN.

Die **von Physikern entwickelten Atommodelle** fanden ihre **Anerkennung und Nutzung auch in der Chemie**, so sehr man zeitweise auch getrennt vorangegangen war und ging. Hatten die Chemiker sich mit immer neuen Überlegungen und Methoden bemüht, die Konstitution der Moleküle aufzuklären, so ermittelten nun die Atomphysiker die Konstitution der Atome, und HABER stellte 1926 (b, S. 850) etwas kühn fest: "Wir haben innerhalb weniger Jahre gelernt, uns im Innern der Atome nahezu ebenso gut zurechtzufinden wie früher in der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen, deren letzte unteilbare Bestandteile die Atome zu

sein schienen." Da die Elektronen auf feststehenden Bahnen um ein Zentrum, den Kern, kreisten. so wurde **Analogie zum Sonnensystem** nicht nur als Metapher, sondern etwa bei PETER DEBYE (A. SCHIRRMACHER 2013, S. 44 ff.) und HABER bis zu einem gewissen Grade als Realität gesehen. "Aus den unzerlegbaren Atomen sind Sonnensysteme geworden", schrieb HABER (1926, S. 850), "bei denen Atombruchstücke um einen Atomkern umlaufen, wie die Planeten im Sonnensystem um die Sonne." Von dieser Analogie von Sonnensystem und Atom, von der auch BOHR gesprochen hatte, mußte jedoch bald wieder Abschied genommen werden. Trotz der "Analogie" bestehe doch "eine Wesensverschiedenheit zwischen einem Atom und einem Planetensystem", meinte BOHR (1923, S. 608) in seiner Rede anläßlich der Verleihung des Nobelpreises für Physik an ihn im Dezember 1922. Das Sonnensystem habe eine Geschichte, etwa die Länge eines Jahres hängt von der durch die Geschichte bestimmten Stellung der Erde im Sonnensystem ab. Gleichartig dagegen bleibt das Atom, die "bestimmten unveränderlichen Eigenschaften der Elemente fordern nämlich, daß der Zustand eines Atoms durch äußere Einwirkungen nicht bleibende Veränderungen erleiden kann." Die so genau vermessenen Spektrallinien sind stoffabhängig konstant. Auch HABER (S. 850) bemerkte etwa, daß die "Systeme" der Atome "einfacher sind" als "unser Sonnensystem", weil die umlaufenden Gebilde nicht wie der Mars, die Venus, die Erde ungleiche Maße haben, sondern alle übereinstimmend gleiche Elementarteilchen der Elektrizität ... darstellen." Man muß ergänzen: Die Planeten kreisen auf ihrer Bahn allein, im Unterschied zu den Elektronen, die HABER mit "Planetenschwärmen" verglich: auch fallen die Planeten nicht auf tiefere Bahnen zurück oder werden aus ihrer Bahn auf eine höhere herausgehoben unter Energieabgabe oder -aufnahme. Makrokosmos und Mikroskosmos ließen sich nicht im Sinne früherer Zeiten vereinen. Das Atommodell war etwas anderes als das Sonnensystem.

Nicht indem die Atomphysik eine Analogie für das Planetensystem lieferte beflügelte sie die Astronomie, sondern weil entscheidende Vorgänge in und auf Himmelskörpern und im Kosmos überhaupt verstehbar wurden.

Mit dem Atommodell und seinen Erweiterungen konnten, nach BOHRs Worten (1932, S. 368) "all regularities in the periodic table down to the finest features" erklärt werden. Daß im Periodensystem in etlichen Fällen benachbart stehende Elemente, etwa die der Eisen- und der Platin-Gruppe (-Triade) und namentlich der noch um 1913 teilweise sehr schwer trennbaren Seltenen Erden ähnlich waren, daß Elemente namentlich der Nebengruppen eine sehr wechselnde Wertigkeit erkennen ließen, konnte erklärt werden durch die Auffüllung nicht der äußersten Elektronenschale, sondern der nächstinneren, auf jeden erklärt aus dem Atommodell .

Mit dem **BOHRschen Atommodell** und der Auswertung durch SOMMER-

FELD war ein **wichtiger Schritt auf dem Wege zur Kenntnis der Atome** erzielt worden, aber bis zur Gegenwart kamen immer neue Einsichten hinzu. Das Bohrsche Atommodell war nur eine Zwischenlösung, ein Modell, so sehr die gebastelten Modelle im Schulunterricht fast Endgültigkeit vermitteln.

Das Elektron ist nicht nur festes Teilchen, ist auch Welle und sein Ort nicht genau zu bestimmen, wie es die **HEISENBERGsche Unbestimmtheitsrelation** ausdrückt. Der Bereich, in dem sich ein Elektron am wahrscheinlichten aufhält ist ein **Orbital**, zeigt, wie sich die Elektronen in einer Atomhülle verteilen**.** Mit der Oribitalvorstellung konnten manche Eigenheiten chemischer Verbindungen (M. J. S. DEWAR 1965/1970,S. 118/119) geklärt werden.

Noch war man entfernt von den **Riesenbeschleunigern**, mit denen **die Materie**, die Atomwelt, **immer weiter geteilt** wurde.

## Zurückführen, Erklären - 'Reduktionismus'

Mit dem Atommodell, mit den Elektronenschalen, mit dem Spin, mit den Orbitalen, mit den immer besser verstehbaren Eigenschaften der Elektronen im Atom, wurden nun die **Eigenschaften der Substanzen, namentlich der Elemente**, und ihre Reaktionen und Verbindungen, nicht auf Atome als Ganzes, sondern **auf Einzelbestandteile**, die Atomhülle, Einzeleigenschaften der Atome, eben etwa die Elektronen-Schalen zurückgeführt oder auf die Orbitalen (M. J. S. DEWAR 1965/1970, S. 118 - 120) oder auf Eigenschaften in den Molekülen. Die Bindunsgkräfte zwiachen derselben Gruppe des Periodensysten lassen mit wachsendem Atomgewicht der gebundenen Atome nach, so, weil sich die ausgedehnten und stärker verästelten Orbitale schwerer Atome nicht so überlappen. Wasserstoffbrückenbindungen bilden nur die Elemente der ersten Periode, und führen zu sehr starken zwischenmolekularen Anziehungskräften, was zu einem hohen, was zu seinem hohen, mit wachsendem Molekulargeiwicht steigendem Siedepunkt, außer bei Ammoniak/NH3, Wasser/H2O, Fluorwasserstoff/HF mit ihrem hohen Siedepunkt. Die Wasserstoffatome in dem bei Normaltemperatur gasförmigen Schwefelwasserstoff/H2S haben einen weiteren Abstand als die des Wasser und Wasser ist bei Normaltemperatur flüssig, der in seiner Formel H2S so ähnliche Schwefelwasserstoff aber ist gasförmig - und das forderte eine Erklärung heraus. Es wurden so gut wie alle **besonderen Eigenschaften des Wassers auf seine Moleküleigenschaften zurückgeführt** (U. KAATZE 2017), so besonders auf die **Wasserstoffbrückenbindungen** zwischen den Wassermolekülen, auch auf die Dipolbildung - und "erst durch das Zusammentreffen mehrerer, im Einzelnen oft unscheibarer Eigenschaften des Moleküls" (S. 47) kam zustande, was Wasser so auszeichnet. Wasser ist der "Stoff mit den meisten bekannten Anomalien" (S.

41) ... "so "die hohe Schmelz- und Siedetemperatur bei Normaldruck", tritt in der Natur an der Erdoberfläche fest, flüssig und gasförmig auf, die Dichte nimmt beim Übergang von Eis zu 'Wasser' "um mehr" als 8% zu und das Eis schwimmt auf dem Wasser und die Dichte steigt dann weiter bis zum Erreichen von 4°C (S. 42). Die Eigenschaften des Wassers bestimmen auch seine besondere Rolle in **Lebewesen** und in deren **Umwelt,** so dem bei Frost noch langem Flüssigbleiben unter der Eisdecke und so dem möglichen Überleben etwa von Fischen in der Tiefe. Ökologie in der Natur - ohne Chemie bleibt vieles nur lückenhaft verständlich.

**'Zurückführen"** - bezeichnet auch als **Reduktionismus** - ist ein **wesentliches Bestreben aller Naturwissenschaft** gewesen und besteht weiter. Das betraf dann auch der **Eigenschaften von Lebewesen auf die chemischen Vorgänge in ihnen**, namentlich in ihren Zellen und Zellbestandteilen, "zurückzuführen", zu 'erklären'. Einzelne Historiker würden gern die Vorgänge in der Menschengeschichte auf die psychischen Eigenschaften der handelnden Personen, auf deren Gehirnstruktur zurcükführen - was aber noch gewaltig hapert. Der Reduktionismus hat seine Geschichte. Biologen haben sich **manchmal** von ihm abgewandt und nicht zurückführbare **Eigengesetzlichkeit bei Lebewesen** betont, wobei eine völlige Lösung von chemischen Grundlage nicht möglich war, jedoch bei deren Komplexität eben manches gegenüber den chemischen Dingen ganz Neues hinzutritt, 'Fulguration'(fulgo = Blitz, 'Emergenz' bei anderen.

## Das Gleichbleiben des radioaktiven Zerfalls über die Zeiten in ihrer Auswertung - Pleochroitische Höfe

Die wohl anzunehmende Feststellung, daß der **radioaktive Zerfall** der radioaktiven Elemente, sofern sie noch bestehen, **über die Zeiten gleich bleibt**, ist eine der wichtigsten **Prämissen** für viele Fragen in verschiedenen Wissensgebieten. Nur dieser Prämisse, dieser angenommenen Voraussetzung wegen ist erdgeschichtliche Zeitbestimmung als richtig anzusehen. Für das Gleichbleiben des radioaktiven Zerfalls spricht die **Unbeeinflußbarkeit der radioaktiven Vorgänge** in einer Masse radioaktiver Atome in ihren Vorkommen.

Rings um bestimmte Mineralien, dunkle Glimmer, also 'Biotit'. zu den Zirkonen zu stellen, in denen sich auch schon nicht mehr nachweisbare mikroskopische Einschlüsse radioaktiver Kristalle befinden, gibt es im Dünnschliff unter dem Mikroskop zu sehen eine konzentrische Verdunkelung des Glimmers, "Halos" oder "**pleochrotische Höfe**", auch Radiohalos oder Emanationshöfe, haloes, genannt. Mineralogen haben diese "pleochroitischen Höfe" in ihren durch das Mikroskop vergrößerten Gesteinsdünnschliffen gesehen, und die **Erklärung** kam von dem mit

Radioaktivität befaßten Geologen JOLY (1924; L. MEITNER 1023). Die pleochroitischen Höfe sind zurückzuführen auf die ständig Bestrahlung mit Alpha-Teilchen der eingeschlossen radioaktiven Mineralkörnchen über die Jahrmillionen. Die Mineralogen hatten in diesen dunklen Ringgebilden zunächst winzige organische Einschlüsse vermutet, da sie bei starkem Erhitzen vergehen (J. JOLY 1924, S. 899). Diese pleochroitischen Höfe sind immer alt und oft sehr alt und fehlen in jüngeren Gesteinen (J. JOLY 1924, S. 902), sind so Zeugnis auch weit zurückliegender Radioaktivität. Nachfolgende Alphastrahlen können sie auch wieder auslöschen (S. 904). Aber wie HOLMES u. a. 1947 aufzeigte: "in den ältesten archäischen Gneisen und in den jüngsten Tiefengesteinen" haben die pleochroitischen Höfe "die gleiche Schärfe und die gleichen Verhältnisse der Radien und der Schalendicke", woraus sich das **Konstant-Bleiben der Zerfallsgeschwindigkeit** dieser radioaktiven Elemente über die Erdgeschichte ergibt (n. S. VON BUBNOFF 1954, S. 122).

**Radioaktivititität und ihre Wärmelieferung in der Erdkruste und neue Schlußfolgerungen über die Geschehnisse auf der Erde**

Die Entstehung von Wärme beim Zerfall der weit verbreiteten radioaktiven Atome brachte **neue Vorstellungen über den Energiehaushalt in der Erde und im Kosmos**. Lieferte der ständige radioaktive Zerfall in der Erdkruste ständig **Wärme**, dann mußte die Abkühlung der Erde gegenüber dem Weltall wenigstens beträchtlich verzögert worden sein. Damit war Lord KELVINs Hypothese widerlegt (A. HOLMES 1931), daß wegen ihrer Abkühlung gegenüber dem Weltall die Erde nur ein viel geringeres Alter besaß, als nach der langsamen Umbildung der Erdkruste im Sinne des Aktualismus LYELLs und für angenommene langsame Evolution der Organismen im Sinne DARWINs zu erwarten war. Lord KELVIN hatte mit nur etwa 18 Millionen Jahren für die Erdgeschichte nach dem Beginn der Abkühlung gerechnet. Physiker, ausgestattet mit mathematischen Formeln, galten vielen als vertrauenswürdiger als Geologen und Biologen und Lord KELVIN fand daher bei vielen Anerkennung. Und DARWINs Theorie wurde von vielen ohnehin gehaßt. Es war auch hier RUTHERFORD (J. M. THOMAS 2008), der **1907** bei einem Vortrag in Kanada auf die Widerlegung der Annahme von Lord KELVIN verwies. KELVIN hatte eine entscheidende Wärmequelle, eben die Radioaktivität, gar nicht gekannt, hatte sie somit in seine Behauptungen nicht einbeziehen können. Es wurde dann sogar gemeint (L. MEITNER 1923), daß im Falle die radioaktiven Elemente Uran und Thorium im tiefen Erdinneren genau so verbreitet wären wie an der Erdoberfläche, dann die Erde angsichts des Zerfalls viel wärmer sein müßte. Aber nach den Tiefen der Erde schien der Gehalt an radioaktiven Elementen abzunehmen, sie also sich in der Erdkrustenentwicklung in den oberen Regionen häuften. Meteore, die man aus dem Inneren von Himmelskörpern kommen sollten,

wurden als radium-frei festgestellt und hätten dann ein Analogon zum Erdinneren sein können.

Hatte es keine Abkühlung der Erdkruste gegeben oder - eventuell - nur eine verzögerte - dann war eine viel viel längere Dauer der geologisch erfaßbaren Erdkruste möglich gewesen, erhielten Evolutionsbiologie und Erdgeschichtsforschung eine neue Grundlage, konnte das Bild von der **Entwicklung der Erde und des Lebens** ganz anders, ja **neu begründet** werden. Dann war die von DARWIN angenommene langsame Evolution und die dann auf Mutationen zurückgeführte nach 1900 annehmbar. Dann konnte es einen sich in Jahrmillionen abspielenden dauernden Gesteinskreislauf geben, wie es vor allem W. NIEUWENKAMP (1965) ausbaute. Dann war die Umbildung der gesamten Atmosphäre unter dem Einfluß der Sauerstoff-Ausscheidung der grünen, also Chlorophyll tragenden Organismen, also der Blau'algen' und grünen Pflanzen, möglich gewesen.

## Absolute erdgeschichtliche Zeitmessung

Es mußte auf Grund der durch die Radioaktivität entstehenden Wärme nicht nur unbestimmt mit langen, langen Zeiträumen gerechnet werden, sondern der offensichtlich im Zeitverlauf in der Halbwertszeit gleichbleibende Zerfall der Komponenten einer Zerfallsreihe ergab eine vorher ungeahnte Möglichkeit, Aussagen über das Alter bestimmter, radioaktive Elemente enthaltender Mineralien, etwa solche mit Uran, und damit über das **absolute Alter der Erde**, über die realen Jahrmillionen der Vergangenheit, gewinnen (S. F. MASON 1991). **Die** bisherigen eher **spekulativen "Jahrmillionen"** der Erdgeschichtsforscher **erhielten Gestalt**. Die Problematik war, ob sowohl die Muttersubstanz wie ihre Zerfallsprodukte seit der Erstbildung eines Minerals noch vollständig erhalten waren (K. R.MEHNERT 1965, S. 115). Helium war gasförmig und gerade sein Entweichen denkbar. Waren die radioaktiven Zerfallsprodukte in einem Mineral seit seiner Bildung noch vollständig enthalten, konnte unter Beachtung der Halbwertszeiten aus dem Verhältnis von noch vorhandenem radioaktiven Ausgangs-Element und den entstandenen Zerfallsprodukten, dem inaktiven Blei oder dem gar noch eingeschlossenen Helium, das Alter des Minerals bestimmt werden.

## Zu was führt der radioaktive Zerfall? - Von der Irreversibilität des Schicksals der radioaktiven Elemente

Der **Zerfall** aller radioaktiven Substanzen führte, über mehr oder weniger zahlreiche Zwischenstufen, **zu** stabilen elementaren Substanzen, **stabilen Isotopen** (W.

GENTNER 1948) und diese verwandelten sich offenbar **nicht in die Ausgangsprodukte** zurück. Auch die später erhaltenen künstlichen radioaktiven Isotope zerfielen in stabile Substanzen. Man konnte auch mit dem Selektionsgedanken spielen: Was zerfiel, war eben das, was nicht lebensfähig ist und ausgemerzt wurde – wenn allerdings auch nicht durch 'Kampf ums Dasein':

Zerfallen die radioaktiven Elemente, mußte ihre **Menge** in der Erdkruste **abnehmen**, hatte ihre Menge in der Erdgeschichte schon stark abgenommen (J. JOLY 1924). Es mußte die Frage kommen, wieso bei einer angenommenen gleichsam "ewigen" Dauer der "Welt" nicht alle schweren radioaktiven Elemente und auch radioaktive Isotope leichterer Elemente längst zerfallen sind. Irgendwann mußte das radioaktive Zerfallen einmal begonnen haben. Es ließ sich nach einem **Anfang der Welt** fragen, der **mit dem Zerfallsbeginn einsetzte** (W. NERNST 1921). Irgendwo lag wenigstens für den erfaßbaren Raum ein Beginn, ein Beginn des Zerfallens. Irgendwann zu einem durchaus mehr oder weniger bestimmbaren Zeitpunkt mußten sich die radioaktiven Elemente gebildet haben. Als einer der ersten hat 1907 und 1911 der 1884 in Brünn geborene und über Leipzig und andere Orte schließlich in den USA wirkende katholische ARTHUR ERICH HAAS abgeleitet, daß es keine Ewigkeit für die Welt geben könne, nicht nur wegend des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik, sondern eben auch wegen der begrenzten Existenz der radioaktiven Elemente, und Radioaktivität wurde damit erstnals auch auf kosmologische Überlegungen angewandt (Wikipedia).

**Die Radioaktivität verwies** also auf eine **Geschichte, eine Evolution** auch der chemischen Elemente. Waren, fragte etwa RUTHERFORD (s. W. J. VERNADSKY 1930, S. 240), die heutigen stabilen Elemente nur die Reste der einst einzigen bestehenden radioaktiven Elemente. Ja, **manche radioaktiven instabilen Elemente resp. Isotope** mußten namentlich bei kurzer Halbwertszeit **schon verschwunden** sein, ebenso vielleicht verschwunden sogar Elemente schwerer als Uran. Aber verschwunden auch das mitten im Periodensystem stehende Technecium. Entstanden aus radioaktiven Elementen immer wieder dieselben stabilen Elemente, so mußte deren Menge an der Erdoberfläche zunehmen. Das mußte oder konnte wenigstens gelten für das Argon (W. VON ENGELHARDT 1959), das aus einem radioaktiven Kalium-Isotop entsteht. Es gab also infolge der radioaktiven Zerfallsprozesse kontinuierliche Abnahme und kontinuierliche Zunahme bestimmter Elemente wenigstens an der Erdoberfläche, wo radioaktive Atome nachgewiesen waren. Chemische Elemente waren offensichtlich so wenig vom "Aussterben" ausgeschlossen wie Tiere und Pflanzen. Später "künstlich" hergestellte Isotope und gar Elemente mochten auch solche sein, die es einmal von Natur aus auf der Erde gab oder noch gegenwärtig im All gibt. Diskutiert wurde auch, ob vielleicht alle Elemente, also alle Atome, einem Zerfall unterliegen könne, nur so schwach

und si selten, daß der Nachweis noch nicht glückte (W. J. VERNADSKY 1930, S. 240).

Wenn überall Zerfall festgestellt wurde, so mußte, wenn es im Weltall in Ewigkeit weitergehen sollte, aber wohl auch "Synthese" geben, Synthese von schwereren Elementen aus leichteren. Aus dem Uran etwa konnte man später schwerere Elemente erzeugen, 'Transurane' - damit war also ein Rücklauf bis zu gewissem Grade 'künstlich' möglich. Manches in der Geschichte des Weltalls Verlorene, hier schwere Elemente, konnte – viel später – also, in geringen Mengen, im Laboratorium der Chemiker auch wiederhergestellt werden. Das war für die Organismen großenteils bisher unmöglich, aber wurde in Einzelfällen, wie beim Mammut, durchaus angestrebt, auch wenn der Zoo mit lebenden Dinosauerien noch Utopie ist.

Die Naturgesetze sollten wie eben die des radioaktiven Zerfalls nach verbreiteter und nicht widerlegbarer Auffassung zeitlose Gültigkeit besitzen. Das Wirken dieser Gesetze konnte jedoch zu Veränderungen führen, brachte bei durchaus bestehender Gültigkeit physikalischer Gesetze die **historische Komponente** in die Welt der physikalischen Erscheinungen.

Eine Erklärung schien sich anzudeuten über das lange bestehende Rätsel der offenbar ungebrochenen, Milliardenjahre währenden Energieabgabe etwa durch Licht- und Wärmestrahlung durch die Sonne und die Fixsterne. HERSCHEL hatte einst von der Unmöglichkeit gesprochen, sich die Aufrechterhaltung des ungeheuren Feuerbrandes der Sonne vorzustellen. Die Chemie bot keine Analogie. Etwa CARL ENGLER überlegte 1911 vor der 83. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsruhe, daß die Energie der **Sonne** radioaktivem Zerfall, möglichweise von auf der Erde unbekannten radioaktiven Stoffen, entspringen mag. Energie beim Zerfall irdischer radioaktiver Stoffe erschien damit als so etwas wie "Sonne" direkt auf der Erde. EDDINGTON legte 1926 dar, daß der innerste Teil der Sonne etwa 20 Millionen Grad heiß ist, dort die Atome des Wasserstoff und des Helium in Elektronen und Atomkerne zerfallen sind.

Schon vor der Entdeckung der Radioaktivität war spekuliert worden, etwa bei CROOKES, daß die einfachen Elemente am Anfang gestanden und sich die mit höherem Atomgewicht aus ihnen gebildet haben (C. SCHMIDT 1918). Dem einseitigen Zerfall der schweren Elemente mochten dann andere, seinerzeit noch unbekannte **aufbauende Vorgänge** gegenüberstehen. Angenommene Synthese von Atomkernen, "**Nukleosynthese**" (nucleosynthesis), und damit verbundene Energieabgabe, angefangen beim Wasserstoff, ließ den Beginn und den Aufbau der Welt auch in dieser Richtung neu sehen. Überlegungen dazu bot 1919 der französische Physiker JEAN PERRIN, gemäß dem die Umwandlung von Wasserstoff in schwerere Elemente die Primärquelle der Sonnen- und überhaupt Sternenenergie ist, was

EDDINGTON ebenfalls meinte (S. F. MASON 1991). Radioaktivität erschien gar als Ausscheidung von Atomen, die sich zwar auch gebildet hatten, aber nicht Stabilität für dauernden Bestand besaßen, also aus einer "Evolution" der Atome ausschieden. Der Zerfall von Atomkernen sollte gegenüber den in den Fixsternen angenommenen Prozessen der Nukleosynthese im gesamten Weltgeschehen sogar der seltenere und weniger bedeutende Vorgang sein. Erst F. VON WEIZSÄCKER und HANS BETHE gewannen in den 1930er-Jahren ein plausibles Bild der Vorgänge in den Gestirnen (O. KLEIN 1968).

## Die von radioaktiven Substanzen ausgesandte Strahlung - spezifisch

Die Alphastrahlen wiesen nach etlichen Angaben eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 20.000 km pro Sekunde auf.

Dann wurde festgestellt, daß die Geschwindigkeit dieser Partikel resp. Strahlung, Alpha- wie Beta-Strahlen, und ihre Ablenkung im Magnetfeld, der verschiedenen radioaktiven Substanzen nicht gleich ist, ja **etwa jede Alpha-strahlende Substanz** Alpha-Strahlen **einheitlicher Geschwindigkeit und einheitlicher Reichweite** aussendet (K. PHILIPP 1926). Die ausgesandte Strahlung ist eine **stoff-(atom)-spezifische** Eigenschaft, mit ihr kann man auch die Substanzen in unwägbaren Mengen identifizieren. WILLIAM HENRY BRAGG (n. L. MEITNER 1926) berichtete 1904 von der stoff-spezifischen Anfangs-Energie und damit Geschwindigkeit der **Alpha-Strahlen**, deren Reichweite dann mitbestimmt wird von der Natur der durchlaufenen Substanz. Alpha-Strahlen einheitlicher Gesachwindigkeit durchlaufen in demselben Medium die gleiche Strecke. In Luft von normalem Druck und 15° C durchliefen die Alpha-Strahlen des Radium 3,39 cm. L. MEITNER berichtete etwa 1926 über die unterschiedliche Reichweite und Geschwindigkeit homogen erscheinder **Beta-Strahlen**, und nach der WILSONschen Nebel-Methode war die Bahn einzelner Beta-Strahlen zu verfolgen, nachzuweisen. 1927 schrieb MEITNER von über 7 verschiedenen Geschwindigkeiten der Beta-Strahlen. Manche wiesen fast die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Licht auf, übertrafen damit die Geschwindigkeit, der ebenfalls aus Elektronen bestehenden Kathodenstrahlen in der Kathodenstrahlröhre. Da die Beta-Strahlen aus den gegenüber den Alpha-Strahlen viel winzigeren Elektronen bestehen wurden sie auf ihrer ionisierenden Bahn auch oft abgelenkt.

## Sehr energiereiche Strahlung aus dem Weltall: Kosmische Strahlung

**Ionisierung** von **Luft-Bestandteilen**, die Existenz von Ionen, also elektrisch geladnen Teilchen in der Luft, wurde nach der Entdeckung der Radioaktivität allein auf diese zurückgeführt. Mit der Entfernung vom Erdboden mit seinen radioaktiven Bestandteilen war wegen der nur wenigen Teilchen der gasförmigen radioaktiven und schweren Emanation in der Luft eine Abnahme der radioaktiven Strahlung in der Höhe erwartet worden und wurde auf Türmen auch festgestellt. Schon seit der Entwicklung der Elektroskope resp. Elektrometer gab es das Rätsel ihrer selbsttätigen Entladung, also dem Zusammenfallen der infolge gleichartiger Ladung in einem Glasgefäß isoliert beweglich angebrachten, voneinander wegspreizenden Metallfolien. Ionisierung der Luft im Glasgefäß führte wegen elektrischer Entladung zum Zusammenfallen der Metallstreifen, Ionisierung etwa durch die Gefäßwand dringende radioaktive Strahlung. ELSTER, GEITEL, CH. TH. R. WILSON (W. KOLHÖRSTER 1937, S. 220) fanden auch bei sehr gut gegen radioaktive Strahlung isolierten Elektroskopen trotz Füllung mit von radioaktiven Substanzen frei gemachter Luft stets eine gewisse Leitfähigkeit, am Tage bei Sonnenschein wie in der Nacht, und etwa WILSON (G. L.'E. TURNER 1976) dachte an eine ferne, gar außerirdische Strahlenquelle großer Durchdringungsfähigkeit als Ursache. Auch THEODOR WULF fand 1910 auf dem 300 m hohen Eiffelturm in Paris eine Abnahme der Luft-Ionisation, jedoch geringer als erwartet. Fahrten im Freiluftballon brachten unterschiedliche Ergebnisse. Wichtig wurden dann ab 1911 Aufstiege des österreichischen Physikers VICTOR HESS (V. HESS 1912, 1936, J. MAYERHÖFER 1972, H. PLEIJEL 1937, R. STEINMAURER 1962), der in Wien Mitglied der Gruppe um FRANZ EXNER war, die sich mit der Ionisation in der Atmosphäre befaßte. Von Wien aus unternahm HESS 10 Aufstiege im Ballon, ausgestattet mit dem entsprechenden Nachweisgerät, einer luftdichten Ionisationskammer. Er wurde 1911 einmal im Ballon bis weit nach Böhmen abgetrieben. Bis etwa 150 m Höhe und meist auch weiter über dem Erdboden nahm ionisierende Strahlung ab, weiter nach oben, ab 1500 m, nahm sie wieder zu. Gewißheit brachte der erfolgreichste Aufstieg am 7. August 1912 (R. STEINMAURER 1962). Der Ballon konnte zu einem Volumen von 1680 Kubikmeter ausgedehnt werden, faßte 3 Personen. Nach dem Aufstieg in Aussig (Usti nad Labem) wurde der Ballon nach Norden getrieben erreichte 5000 m Seehöhe. Die Zunahme der Strahlung wurde mit 3 Apparaten unabhängig voneinander verfolgt. HESS und seine zwei Begleiter landeten mit ihrem Ballon um 12.15 Uhr mittags auf einer sandigen Wiese etwa 50 km östlich von Berlin, erhielten von einem Landbesitzer Landungshilfe und gastliche Aufnahme. Mit dem Nachtschnellzug fuhren sie von Berlin nach Wien zurück. Der außerterrestrische Ursprung der festgestellten Strahlung erschien nun-

mehr als erwiesen und diese auch nicht auf die Sonne zurückzuführende Strahlung zunächst '**Höhenstrahlung**' und später **kosmische Strahlung**/cosmic radiation genannt. Außer dem erfreuenden Licht der Sonne und Wärme- und UV-Strahlen wurde die Atmosphäre der Erde also auch von einer weiteren und nicht von der Sonne kommenden und sehr energiereichen, durchdringenden Strahlung bombardiert, ein wesentliches **Phänomen des Kosmos**, eine für die Verhältnisse der Erde im Weltall wichtige Erkenntnis.

Ab 1912 folgten von Halle/Saale aus Ballonaufstiege von WERNER KOLHÖRSTER (S. FLÜGGE 1979), Assistent am Physikalischen Institut der Universität Halle, der auch die geeignetere Nachweisapparatur erfand. 1913 fand er in 9000 m Höhe eine 50-mal stärkere Ionisation als am Boden. Wichtig war die Feststellung, daß es eine Abnahme der Intensität der Strahlung nach dem Boden hin gab, weil eine **Absorption in der Atmosphäre** staatfindet, was das Durchdringen etlicher auch sehr energiereicher Parikel nicht ausschloß. Nachgewiesen wurde seit 1927 die Strahlung auch mittels des Geiger-Müller-Zählrohres und durch SKOBELZYN mittels der Nebelkammer (W. KOHLHÖRSTER 1927, S. 223). KOLHÖRSTER hatte noch ein wechselndes Schicksal, war auf Militärmission in Konstantinopel, arbeitete zeitweise auch als Gymnasiallehrer, wurde 1935 Professor in Berlin, starb 1946 einige Wochen nach einem Motorradunfall. In Hochgebirgsobservatorien, so auf dem Jungfraujoch und auf der Zugspitze, auf See, in unbemannten Ballonen, nach 1945 mit Raketen und künstlichen Satelliten, wurde die Strahlung verfolgt, ihre Spuren fotografisch festgehalten. Selbst meterdicke Bleischichten konnte die se Strahlung durchschlagen. In einer Seetiefe von 500 m war sie nachzuweisen. KOLHÖRSTER ermittelte in einem Salzbergwerk bei Staßfurt, daß es bei dieser Strahlung wie bei der Radioaktivität keinen Unterschied zwischen Tag und Nacht gibt. Es gibt auch keine Beeinflussung durch eine Sonnenfinsternis. Es erscheint nur eine geringe Variation während der täglichen Rotation der Erde. Wie sich erwies, erreicht die aus dem Weltalle kommende Primästrahlung die Erdoberfläche nur zu einem geringen Teil, da sie durch Kernkollisionen beim Auftreffen auf Moleküle der Luftbestandteile **Sekundärstrahlung** auslöst. Diese ist immer noch sehr energiereich. Was war diese 'Höhenstrahlung'?

Der bedeutende USA-Pysiker R. A. MILLIKAN war gegenüber der 'Höhenstrahlung' zuerst sehr skeptisch bis ablehnend, konnte sie nicht ebenfalls nachweisen (W. KOLHÖRSTER 1937, S. 222). MILLIKAN gab ihr nach auch der Feststellung auch durch ihn **1925 die bleibende Bezeichnung "Cosmic Rays"**. Für MILLIKAN bestand die aus dem Weltall eintreffende primäre Strahlung ihrer Natur aus elektromagnetischen Wellen. ARTHUR HOLLY COMPTON (S. K. ALLISON 1965, R. H. STUEWER 1981) nahm auf seinen zahlreichen Reisen auch aus anderen Gründen eine Ionisationskammer mit und er wie auch andere untersuchten

die Intensität der kosmischen Strahlung in verschiedenen Breiten – man könnte es vergleichen mit der Feststellung der magnetischen Deklination und Inklination an verschiedensten Orten der Erde. Für die kosmische Strahlung fand sich ein "**Breiten-Effekt**" (latidude effect). Zu den Polen hin nahm die Strahlung zu, nach dem Äquator hin ab. Wegen der Ablenkung der "Strahlung" im magnetischen Feld der Erde schloß COMPTON; daß wenigstens ein beträchtlicher Teil des kosmischen Strahlung **aus geladenen Partikeln**, aus Teilchen besteht, Ergebnis einer 1929 geführten heftigen Kontroverse. Eine neue Methode der Untersuchung fanden der in Heidelberg als Gast weilende KOLHÖRSTER mit BOTHE (H. MAIER-LEIBNITZ 1985, S. 409) in der **Koinzidenz-Methode**. Sie ordneten zwei Zählrohre übereinander an und stellten zwischen sie eine Bleifolie. Trotzdem lieferte auftreffende Kosmische Strahlung gleichzeitigen Nachweis in beiden Zählrohren. War die Kosmische Strahlung bisher als eine energiereiche Gamma-Strahlung betrachtet worden, so wies sie augenscheinlich eine viel größere Energie auf, über 100 Millionen Elektronenvolt, und mußte aus Partikeln bestehen. Es wurden Protonen, schwere Atomkerne und Elektronen auch nachgewiesen, die jedenfalls seinerzeit einzige bekannte Teilchenstrahlung aus dem Weltraum (CHR. EPSTEIN 2006, S. 226). Die Bewegungsgeschwindigkeit der Teilchen ist größer als die von Licht innerhalb von Luft (S. 29). Bei Gammastrahlung werden deren Photonen werden in Magnetfeldern nicht abgekenkt (S. 130)

Die aus dem Kosmos eintreffenden hochenergetischen weicheren und härteren Partikel trafen offensichtlich gleichmäßig aus allen Richtungen auf die Obergrenze der Atmosphäre und es gab dann je nach Richtung des Einfalls in der Atmosphäre unterschiedliche Absorption. Die senkrecht zum Erdboden stürzenden hatten den kürzesten Weg und damit Erdboden noch die größte Energie. Da der Einfall der Teilchen der 'kosmischen Strahlung' vom Magnetfeld der Erde und dieses auch vom 'Sonnenwird' beeinflußt wird, waren Veränderung in der auf die Erde treffenden kosmischen Strahlung gegeben. Auch der Luftdruck und damit die jeweilige Höhe der Luftsäule beeinflußten in geringfügigem Maße, mit welcher Energie die Kosmische Strahlung am Erdboden erschien. Gefragt wurde, ob die nachweisbare kosmische Strahlung jene ist, die an der äußeren Atmosphäre eintraf, oder sekundärer Natur, verursacht durch eine primäre Strahlung elektromagnetischer Art. BOTHE und KOHLHÖRSTER neigten zu der Ansicht, daß die Partikel die der primären Strahlung auch die der festgestellten sind , da sie alle in gleicher Weise durchdringen (P. S. EPSTEIN 1930, S, 658), in übereinander gestellten Geiger-Müller-Zählrohren gleichzeitig Ereignisse angezeigt wurden (CHR: EPSTEIN 2006; S. 26).

Aber durch Zerstörung der Kerne der Luftbestandteile lösten die Partikel der kosmischen Strahlung aus diesen Bestandteile heraus, verursachten also '**Sekundäraffekte**'

mit weiträumiger Streuung der Sekundärpartikel, '**Kaskaden**' oder "**Schauer**", 1933 entdeckt mittels einer dünnen Bleiplatte und theoretisch unterschiedlich gedeutet (D. C. CASSIDY 1979). 1938 installierte PIERRE AUGER (u. a. Internet) auf dem Jungfraujoch in der Schweiz in einem weiteren **Koinzidenzexperiment** 2 Detektoren, Nachweisgeräte also nicht übereinander, sondern in einigen 100 Meter Entfernung voneinander auf. Zahlreiche Teilchen trafen auf den horizontal voneinander entfernt stehenden Geräten gleichzeitig ein. Das ließ auf eine Vielzahl von durch eine einzige energiereiche Partikel aus dem All ausgelöste Sekundärteilchen schließen, als 'Luft-Schauer' bezeichnet. Man sprach dann auch von 'Auger Schauer'. AUGER hatte internationale hohe Posten inne, war 1948 - 1960 Direktor des science department der UNESO, 1964 - 1967 director-general der European Space and Research Organization.

Wichtigstes Kennzeichen der Partikel der Kosmischen Strahlung war ihre **enorme Energie**, ihre weder von der Strahlung vom radioaktiven Zerfall auf der Erde noch lange in Beschleunigungs-Apparaturen erreichbare Geschwindigkeit. Man hatte es also mit Teilchen zu tun, die mit solcher Energie jedenfalls damals nur die Natur bereitstellte, Partikel der kosmischen Strahlung riefen als also Effekte hervor, die man zunächst im Laboratorium nicht nachahmen konnte. Die Koinzidenz-Versuche und auch die 'Auger-Schauer' hatten davon eine Vorstellung gegeben.

Offen blieb die **Frage nach dem Urspungsort** oder dem Ursprungsorten der Kosmischen Strahlen, weil ihre Ablenkung das nicht erkennen ließ (CHR. EPSTEIN 2006, K. MANNHEIM 2013), die Frage nach dem, was sie im All **so stark beschleunigte.** Die Partikel der Kosmischen Strahlung konnten, wie deutlich wurde, nur einer fernen Energiequelle stammen, nicht etwa von der Sonne, sondern '**extragalaktisch'er**, etwa von Überresten von Supernovae (CHR. EPSTEIN 2006, S. 28, 32), aus noch unbekannten Prozessen (S. 34). Es erschien der Terminus "**Hochenergie-Physik**". Die Kosmischen Strahlen erschloß neue Bereiche der Materie. Es gab ein neues "Fenster ins Weltall". Es fand sich **Wechselwirkung** der kosmischen Teilchen mit Teilchen der Erdumgebung, ergab sich das Bild von einem **Universum, in dem verschiedene Teilchen' miteinander** zur **Wechselwirkung kommen**. Es werden den Atomen in der Lufthülle nicht nur Elektronen weggerissen, also die Luft ionisiert, sondern auch Atomkerne waren offensichtlich betroffen. Und es wurde schon 1937 diskutiert, bei KOLHÖRSTER (S. 130), ob es gar 'Kernexplosionen' im Kleinsen gibt, gemeint die Zerspaltung einzelner Atomkerne der Luft-Moleküle. Waren die Partikel teilweise überschwere Atomkerne, viel schwerer als die Atomkerne von Uran?

Durch die Partikel der Kosmischen 'Strahlung' erzeugt oder gar schon in ihr enthalten wurden **neue Elementarteilchen** als real nachgewiesen, gefunden das **Positron** und später **Mesonen**. Aber es erschienen auch Partikel mit höherem

Atomgewicht, Atomkerne bis Ordnungszahl 80 (C. KELLER 1973). Da im Beobachtungszeitraum von 1911/1912 bis seinerzeit 1937 (W. KOLHÖRSTER 1937, S. 224) keine Veränderung der Stärke der Kosmischen Strahlung festgestellt werden konnte, waren sie wohl nicht das Ergebnis von einem kurzfristigen kosmischen Ereignis. Von einer Super-Nova? Es war also zweifelhaft, ob zu gewissen Zeiten vielleicht höhere Stärke der Kosmischen Strahlung die Mutationsrate von Organismen beeinflußt haben sollte und Anstoß zu neuen Formen in der Evolution gab, wie es der Paläontologe SCHINDEWOLF für möglich hielt. In größere Höhen aufsteigende Menschen mußten auf jeden Fall an Schutz vor der Strahlung denken.

Das alles veranlaßte die weitere eingehende Erforschung der kosmischen Strahlung. Das geschah auch während des Zweiten Weltkrieges in Berlin, ob in der Technischen Hochschule unter GEIGER und anderen, wo man auch den Terminus "Kosmische Ultrastrahlung" benutzte, und am Physikalischen Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Dahlem, wo unter HEISENBERG Vorträge über 'Kosmische Strahlung' gehalten wurden. In England nahm eine führende Stellung in dieser Forschung PATRICK MAYNARD STUART BLACKETT ein, der Physik-Nobelpreisträger von 1948, Mit OCCHIALINI verwendete BLACKETT eine Wilson-Kammer, die automatisch dann fotografierte, wenn Partikel eintrafen. Des weiteren erhielt 1950 den Physik-Nobelpreis der u. a. für seine photographischen Methoden beim Studium der Nuklearprozesse und damit auch der Kosmischen Strahlung sich auszeichnende CECIL FRANK POWELL. Zur Erforschung der Kosmischen Strahlung ließ er unbemannte Ballons aus Polyäthylen von bis 37 m Gesamtlänge zu Horizontalflügen in 30 km Höhe aufsteigen (C. F. POWELL 1951).

In **großer Ferne des Weltalls** entstehen Dinge, die **für das Leben auf der Erde** mit **entscheidend** sind und der Schutz vor der kosmischen Strahlung durch die Ozonschicht der Stratosphäre und die Ablenkung der kosmischen Strahlung durch das Magnetfeld sind ständig zu verfolgen.

Bei der Beschleunigung fanden sich durchaus Supernovae-Überreste als "effektive Teilchenbeschleuniger", aber ihr Anteil zur Beschleunigung beträgt nur einige Prozent, "zu niedrig für die Aufrechterhaltung der beobachteten Gesamtintensität (so 2013, s. K. MANNHEI 2013, bes. S. 19).

## Elementarteilchen und Atomkern im Bild der Atomphyik bis in die 30er-Jahre des 20. Jahrhunderts

Aus all diesen und weiteren Befunden und theoretischen Erkenntnissen schälte sich ein systematisierbares **Bild von den Bestandteilen der Materie** heraus

(E. LANGE 1965), das nach 1950 weiter korrigiert wurde.

Ein Atommodell hatte vor RUTHERFORD und BOHR übrigens schon 1903 der japanische Physiker HANTARO NAGAOKA entworfen, Japans bedeutendster Physiker vor der Quantenmechanik.

Es erschienen dann, nach dem seinerzeitigen, schon in den 30-er-Jahren des 20. Jh. erweiterten Bild, als Elementarteilchen die **Elektronen**, die **Protonen** und später dazu die **Neutronen**, die aber als aus Proton und Elektron zusammengesetzt erschienen. Die Protonen und Neutronen sind die **Nukleonen**. Die Nukleonen, je nach ihrer Zahl, bilden die Atomkerne, die bei den einzelnen chemischen Elemten unterschiedlichen **Nuklide**. Die **Atome** bestehen aus Nuklid (also aus Protonen und Neutronen) und die auf Bahnen sie umkreisenden Elektronen - so jedenfalls das seinerzeitige Bild, die Elektronen noch nicht als auch Wellen gesehen. Erschienen in einem Atom Überschuß oder Unterschuß eines Elektrons oder weniger Elektronen, namentlich auf der äußersten Bahn, führt das zu den elektrisch geladenen **Ionen** oder auch den durch Elektronen zusammengehaltenen **Molekül**en oder Molekel. Letztere, in ihrer verschiedenen Kombination, wohl über 1 Millionen, sind der Gegenstand der schon lange bestehenden Chemie i. e. S., die es mit den aus vielen gleichartigen Molekülen bestehenden chemischen **Verbindungen** zu tun hat, die wiederum in **Kristallen** nicht als einzelne Moleküle bestehen, sondern hier aus in einem Raumgitter angeordneten Atomen. Manche Moleküle bestehen nur aus einer Atom-Art, so Cl2, H2 usw., dazu traten bei vielen Gasen Assoziationen. Edelgase bestehen aus einzelnen Atomen.

RUTHERFORD hatte den im Atom offensichtlich zentralen **Atomkern** als nachgwiesen postuliert. Was war der Atomkern? Bei dem einfachen Atomkern des Wasserstoffs vielleicht ein positives Elektron - wie RUTHERFORD sich einmal geäußert hat (W. D. HARKINS et al, 1915). Der **Atomkern** wurde zuerst nicht recht differenziert gesehen. Hier versuchte zuerst Namentlich der USA-Chemiker WILLIAM DRAPER HARKINS (R. S. MULLIKAN 1975) suchte den Atomkern theoretisch zu erfassen und aus dem eben nur indirekt bekannten Atombau inbsgesamt und dem Atomkern die Eigenschaften der Elemente zu erklären. Da viele radionaktive Elemente resp. Isotope Helium-Kerne in Gestalt von Alphastrahlen, aussenden, vermutete HARKINS (1915) im Atomkern fester zusammenhaltende Helium-Kerne, Alpha-Partkel, die dann als Alpha-Strahlen abgegegeben werden, gemäß: "The hydrogen first forms helium, and this becomes a secondary unit of fundamental importance ..." (1917, S. 856) in den auf Helium folgenden Elementen. Damit schien dann auch erklärt, daß Elemente mit geradzahliger Atommasse häufiger auftreten als solche mit ungeradzahligen.

Um 1915 war bekannt, daß die Atome oberhalb Wasserstoff nicht ein Gewicht

vom Vielfachen eines Wasserstoff-Atoms aufwiesen, sondern es einen **Massenverlust** von etwa 0,77% gab, wie RUTHERFORD, HARKINS und andere feststellten. Später wurde die bei der Verschmelzung von Wasserstoff-Atomen zu Helium durch den Massenverlust freigesetzten Energiemengen in der "Wasserstoff-Bombe" 'genutzt.

## Kenntnisse über die Atome der verschiedenen Elemente durch die Röntgenstrahlung

Gab das Spektrum, dessen Linien, im optischen Bereich Auskunft über die äußeren Elektronen und deren Schalen, so wurde mit den Röntgenspektren "das Problem des Atoms an seiner Wurzel erfaßt" (Vorwort zur ersten Auflage von A. SOMMERFELD 1919).

Für die Kenntnis der chemischen Elemente wurde wichtig die Erkenntnis, daß jedes Element durch die von ihm bei geeigneter Erregung ausgesandten Röntgenstrahlen charakterisiert werden kann. Grundlegende Forschungen hierzu leisteten zuerst namentlich CHARLES GLOVER BARKLA, HENRY GWYN JEFFREYS MOSELEY, der Schwede MANNE SIEGBAHN (s. u. a. 1917, 1926). Ehe man die Wellenlängen der Röntgenstrahlen bestimmen konnte, wurden sie nach ihrer unterschiedlichen Durchdringungsfähigkeit charakterisiert, wobei die Absorbierbarkeit in Aluminium als Maß diente. Festgestellt wurden zunächst Strahlen der Sekundärstrahlung, jene, die an einer Platte eines bestimmten Elementes entstehen, das von Röntgenstrahlen, Primärstrahlen, aus einer Kathodenstrahlröhre kommen. Dann wurde die in der Kathodenstrahlröhre primär erzeugte Röntgenstrahlung an Kristallen auf ihre Wellenlänge untersucht. BARKLA entdeckte 1908 die Abhängigkeit zwischen der Röntgenstrahlung von dem Element, das sie zerstreute, was ihm zeugte von der Abhängigkeit von der Zahl der Elektronen im Atom eines Elementes und dessen Platz im Periodensystem. BARKLA sprach von der für ein Element "charakteristischen Strahlung", deren Wellenlänge er allerdings noch nicht messen konnte. BARKLA war Physik-Nobelpreisträger von 1917.

MOSELEY, der einer Wissenschaftlerfamilie entstammte und in Manchester bei RUTHERFORD arbeitete, untersuchte **die von den verschiedenen chemischen Elementen unabhängig von der ihrer Existenz in einer chemischen Bindung ausgesandte Röntgenfrequenz.** Röntgenstrahlen entstehen, wenn Kathodenstrahlen auf ein Hindernis stoßen, eine Antikathode, und als Antikathode wurden die verschiedenen zu untersuchenden Elemente in der Kathodenstrahlröhre eingesetzt. MOSELEY fand 1913 / 1914, daß die Elemente mit zunehmender Ordnungszahl im Periodensystem in ihrem Röntgenspektrum auch

wenige Linien aussenden, die sich mit der Ordnungszahl des Elementes gesetzmäßig etwas verschieben, und zwar mit wachsender Atomnummer zu abnehmender Wellenlänge, ohne daß aber diese Abfolge der Röntgenstrahlfrequenz immer dem Anstieg des Atomgewichts und damit der im wesentlichen im Periodensystem bestehenden Abfolge entspricht. Nicht so sehr durch das Atomgewicht, die 'Masse', sondern durch die mit der positiven Ladung des Atomkerns zusammenhängenden Linien, namentlich eine, konnte der Platz eines chemischen Elementes festgstellt werden**,** war also **eine nicht** nur **an das Atomgewicht und nur an das Periodensystem gebundene gesetzmäßige Abfolge der Elemente entdeckt** worden, auch **unabhängig von der Abfolge im Periodensystem**. Die Anordnung der Elemente nach dem Atomgewicht hatte zum Periodensystem geführt. Aber nun war für eine gesetzmäßig erscheinenden Abfolge der Elemente ein weiteres Kriterium deutlich. Es "machen" "die Schwingungszahlen der ausgesandten Röntgenlichtspektrallinien nicht die Periodizität des periodischen "Systems" immer mit, sondern steigen gleichmäßig durch das ganze System hin" an, und zwar steigt die Ordnungszahl mit der Quadardwurzel aus der Schwingungszahl an" (E. ZIMMER 1942, S. 137). In der durch ihre Röntgenstrahlung bestimmten Folge der Elemente war keine Umstellung von zwei benachbarten Elementen nötig, wie sie in einigen Fällen im Periodensystem erfolgen mußte, wenn in ihren Eigenschaften verwandte Elemente untereinander stehen sollten. Ansonsten, also bei fast allen Elementen, liefen Atomgewicht und Röntgenstrahlung liefen parallel (W. D. HARKINS et al. 1915). Für die 14 Elemente der so ähnlichen **Seltenen Erden** war im Periodensystem eigentlich nur ein Platz für ein Element frei gewesen, wo man sie zähneknirschend alle hineinstopfen mußte. Mit MOSELEYs Feststtellung über die Röntgenlinien war deutlich, daß zwischen Lanthan und Hafnium genau 14 Elemente hineinpaßten und mußten die Vorstellungen über die Elektronenschalen eben geändert werden (N. N. GREENWOOD et al. 1990, S. 1572). Die sich in der Periodiziät äußernden Eigenschaften der verwandten Elementen waren an die äußeren Elektronenschalen gebunden, die Röntgenstrahlen an tiefere Schalen. Es wurde nunmehr deutlich, daß das Periodensystem weitgehend vollständig bekannt war, mit wenigen Lücken, auch für die Chemiker eine wichtige Angelegenheit. Bei den teilweise schwer trennbaren und deshalb auch in einigen Fällen bezweifelten Seltenen Erden konnten mit dem MOSELEYschen Gesetz die Existenz weiterer zu suchender Elemente gesichert werden.

Ein Elektron des Kathodenstrahls, wie sich erklären ließ, erregt ein Röntgenquant.

MOSELEY, noch nicht 28 Jahre alt, fiel am 10. August 1915 im Krieg gegen die Türkei auf der Halbinsel Gallipoli. RUTHERFORD schrieb 1925 (S. 317) in Erinnerung an MOSELEY: "It is rare in the history of science that so young a man has achieved so much." Gewiß blieb die Reihenfolge der Elemente im Periodensystem

auch auf der Grundlage des MOSELEYschen Gesetzes bis auf wenige Fälle bestehen, aber es gab doch nun ein sicheres Kriterium für eine begründete Reihenfolge. In den Fällen, wo zwei nebeneinanderstehende Elemente wegen der Ähnlichkeit mit Elementen darüber und darunter ausgetauscht waren, bei Kalium und Argon, bei Nickel und Kobalt, schon bei MENDELEJEW bei Tellur und Jod, bestätigte die durch das Moseleyschesche Gesetz festgestellte Ordnungszahl die Richtigkeit des Platztausches. Hatten die Seltenen Erde das Periodensystem so unterbrochen, daß ihre genaue Anzahl offenbleiben mußte, konnte MOSELEY nachweisen, daß 16 Elemente zwischen Barium und Tantal liegen müssen.

SIEGBAHN, der für seine Arbeiten über Röntgenspektroskopie 1924 den Nobelpreis für Physik erhielt, war am 3. Dezember 1886 geboren, war seit 1917 Professor der Physik in Uppsala, erhielt 1924 den Nobelpreis für Physik, wurde 1937 Professor der Physik in Stockholm und Direktor des Nobelinstituts für Physik der Schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm, von wo er 1975 zurücktrat und am 26. September 1978 starb.

Durch WALTER KOSSEL, der 1916 schon grundlegende Gedanken über das Zustandekommen der chemischen Bindung gegeben hatte, wurde die bei allen Elementen abgesehen von der leichten Verschiebung der grundlegenden Linien so ähnlichen Röntgenstrahlung auf die innerste Elektronenschale zurückgeführt (M. SIEGBAHN 1917), etwas, da SIEGBAHN weiterführte. Die Röntgenlinien konnten auf die Elektronen nahe dem Kern zurückgeführt werden. Diese Kernnähe der für die Röntgenstrahlung zuständigen Elektronen erklärte den viel einfacheren Bau der Röntgenspektren und die viel größere Ähnlichkeit der Röntgenspektren der verschiedenen Elemente gegenüber den auf die äußeren Elektronen zurückzuführenden optischen Spektren, wo, wie BOHR (1923, S. 613) etwa 1922 es sah, "die Kräfte, welche die Elektronen aufeinander ausüben, von derselben Größenordnung sind wie die Anziehung des Kernes, und wo deshalb das genauere Wechselspiel der Elektronen im Atom eine entsprechende Rolle spielt." Die Röntgenspektren dagegen variierten gleichmäßig mit der Atomnummer.

Die Röntgenlinien werden etwa abgegeben, wenn sich der freie Platz im allerinnersten Elektronenring, dem K-Ring, befindet und ein Elektron aus dem nächstinneren Ring hineinspringt oder auch an anderen Stellen in den inneren Ringen Elektronensprünge vollziehen. Mit wachsender Kernladungszahl, wurde gesehen, werden die Elektronen immer fester an den Kern angebunden und die Frequenz der Röntgenstrahlen immer größer (M. BORN 1920).

## Das Konzept von den "Isotopen"

Schon etliche Jahre vor der Entdeckung der Radioaktivität war untersucht worden, ob alle Proben eines Elementes von unterschiedlichen Orten gleiches Atomgewicht besitzen. Bei Kupferproben aus Deutschland und vom Lake Superior in Nordamerika wurde etwa 1887 genau identisches Atomgewicht nachgewiesen (TH. W. RICHARDS et al. 1914). Ebensowenig gab es Differenzen bei Calcium verschiedener Herkunft. Auf Anregung von FAJANS, damals in Karlsruhe, wurde 1913 Blei verschiedener radioaktiver Herkunft gesammelt. Da in Karlsruhe die genaue Atomgewichtsbestimmung nicht durchführbar war, reiste FAJANS' Doktorand LEMBERT (J. HURWIC 2000) in die USA zu dem für Atomgewichte führenden THEODORE W. RICHARDS (1914) und wurden ab Herbst 1913 Blei-Proben auf ihr Atomgewicht untersucht. Sämtliches aus radioaktiven Mineralien stammendes Blei wies ein etwas geringeres Atomgewicht als das des gewöhnlichen Blei auf, eine Diskrepanz bis zu 0,75 Einheiten (S. 451). Blei war also je nach Herkunft nicht immer Blei mit ganz genau demselben Atomgewicht, obwohl alles Blei andererseits identische chemische und spektroskopische Eigenschaften aufwies. Noch schloß RICHARDS vorsichtig, nur auf die "qualitative Übereinstimmung mit den Forderungen der Theorie von FAJANS und SODDY aufmerksam" zu machen (S. 451). RICHARDS aber meinte auch, daß das Studium der Atomgewichte sich "nicht als weniger, sondern vielmehr noch bedeutungsvoller als früher" erweist (S. 448). RICHARDS wurde 1915 Chemie-Nobelpreisträger.

Beim radioaktiven Zerfall entstehende Elemente ließen sich teilweise mit analytisch-chemischen Trennungsmethoden nicht trennen, so Radium B und Blei, Mesothorium von Radium, Ionium von Thorium (G. v. HEVESY et al. 1915). Die verschiedenen Atomarten eines Elementes galten seinerzeit **unterschieden nur** in der Atommasse/Atomgewicht, also **gravimetrisch**. Bei Elementen mit **Radioaktivität** fanden sich Unterschiede, die jedoch **nicht** auch ihr **chemischen Eigenschaften** betrafen, SODDY nannte **1913** die gemäß seinem Konzept von 1910 / 1911 unterschiedlichen Atomarten desselben Elementes "**Isotope**" (isotopes). Das heißt der Begriff soll geprägt worden sein 1913 bei einer dinner party durch die schottische Ärztin und Schriftstellerin MARGARET TODD (M. SUTTON 2006) und SODDY griff publizierend den Begriff auf, wohl mit Genehmigung der Schöpferin. Gefunden wurden später auch weitere **Isotopen-Effekte**.

Feine Unterschiede fanden sich in den Molekül**spektren** der Isotope desselben Elemente. Das führte 1931 zum Nachweis des "schweren Wasserstoffs", des Deuterium bei UREY, (G. M. MURPHY 1964). Bei Blei schien es sich bei den Spektrallinien in ganz geringem Maße ebenso zu sein, gemäß W. D.HARKINS et al. 1920), und das sollte bedingt werden durch Einfluß der Kernmasse auf die Elektronen, was

wiederum zu Überlegungen über die den Kern umkreisenden Elektronen anregte. Auch die durch die Elektronen bedingten chemischen Eigenschaften waren also in den Isotopen desselben Elementes nicht unbedingt ganz gleichartig.

Die großartige Methode der Trennung der Isotope desselben Elementes wurde die **Massenspektroskopie**, ab 1913.

In der Erforschungsgeschichte kannte man zunächst Isotope bei radioaktiven Elementen, "Stoffe, die man getrennt in der Natur vorgefunden und an ihrem verschiedenen radioaktiven Verhalten als verschieden erkannt hatte" bevor man entdeckte, "daß sie sich in chemischer Beziehung in keiner nachweisbaren Weise unterscheiden" und "einmal miteinander gemischt nicht wieder getrennt werden können" (F. PANETH 1920, S. 340). Die Isotope desselben Elementes besitzen gleiche Kernladung – und die damit in Übereinstimmung stehende Zahl der Elektronen bedingt die chemischen Eigenschaften. Das "Atomgewicht", dem von den Chemikern für die chemischen Eigenschaften immer die größte Bedeutung beigemessen wurde, trotz weniger Umstellungen im Periodensystem, war also nicht allein und nicht einmal ganz vordergründig maßgebend, sondern war nur Folge der Zahl der Kernbestanteile und damit auch der Elektonen-Zahl. Wegen des wenn auch geringen unterschiedlichen Atomgewichts der Isotope mußten sich die Atome der verschiedenen Isotope desselben Elementes aber in der Zahl von offenbar neutralen, aber noch unbekannten Kernbestandteilen unterscheiden. Nur wegen des gravimetrischen Unterschiedes, also auf der geringen Atomgewichts, war auf eine Trennung der isotopen Atome desselben Elementes zu hoffen, etwa mittels Zentrifugieren (VON HEVESY 1915, S. 91).

SODDY hatte **Isotope auch bei nicht-radioaktiven Elementen** erwartet, und sie wurden in der Tat **bei zahlreichen Elementen gefunden**, Isotopie also als verbreitetes Phänomen erwiesen.

J. J. THOMSON fand eine Methode, die Massen der Kanalstrahlteilchen und damit also die Massen der als Kanalstrahlen in Kathodenstrahlröhren erzeugten Elemente festzustellen. Er fand auch ein **erstes nichtradioaktives Isotop**, **bei Neon**.

Die Fülle der natürlich vorkommenden Isotope zahlreicher Elemente, 212 von den 287 in der Natur nachgewiesenen Nukliden (Atomkerne), wies FRANCIS WILLIAM ASTON (H. G. SÖDERBAUM 1923) **ab 1913** nach. ASTON war am 1. September 1877 bei Birmingham geboren worden, studierte Chemie und ging zur Physik. Er wurde 1910 Assistent bei J. J. THOMSON in Cambridge. Nach dem Ersten Weltkrieg wies ASTON mit dem von ihm konstruierten **Massenspektrographen** in der **Massenspektroskopie** genannten Methode zahlreiche Isotope bei anderen Elementen nach. ASTON war Nobelpreisträger für Chemie 1922. Er

starb am 20. November 1945. Massenspektroskope / Massenspektrometer wurden hochempfindliche Instrumente. Ein bestes hatte schließlich der seit 1938 an der Minnesota University wirkende ALFRED O. C. NIER (Wikipedia, Internet z.B. Minnesota Inventors Hall of Fame), sein Instrument "a unique window on the atomic world."

Mit der Feststellung von Isotopen bei zahlreichen Elementen mußte die Vorstellung von den 92 "Grundstoffen" also erheblich modifiziert werden. Es war deutlich: "Es gibt mehr Arten von Atomen als Elemente" (F. PANETH 1916, S. 198). Elemente erschienen nunmehr als **Gemische** aus verschiedenen **Atom"arten"**, zwar nahestehenden, aber doch etwas unterschiedlichen Atomgewichts. Die aus mehreren Atomarten zusammengesetzten Gemische besitzen kein ganzahliges Atomgewicht. Die Isotope weisen ein nahezu ganzzahliges Atomgewicht auf, was auf den Aufbau der Atome aus den gleichen Grundbausteinen, Protonen und offenbar neutralen, den Protonen im Gewicht ganz nahestehenden Kernbestandteilen. Als aus Isotopen bestehend erwiesen sich die Edelgase Neon, Krypton, Xenon, erwiesen sich das schon lange durch sein so gar nicht ganzzahliges Atomgewicht von fast 35,5 aufgefallene Chlor, das Brom. Lithium, Kalium, Rubidium, Bor, Silicium, Zinn, Selen, Calcium, Quecksilber. Die Atommasse, das Atom"gewicht" hörte damit auf, entscheidendes immerwiederkehrendes Merkmal eines Elementes zu sein. Als einheitlich, nur aus einem Isotop bestehend, sah seinerzeit ASTON Helium, Fluor (19,00), Jod, Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff (14,008), Phosphor, Arsen, Natrium, Caesium, aber das mußte bei etlichen dieser Elemente bald geändert werden, etwa bei Sauerstoff und Kohlenstoff auch in der Natur. Es wurde debattiert, ob jedes Isotop als ein eigenes "Element" bezeichnet werden sollten und im Gewicht nahe beeinander befindliche Isotope besser als ein "Elementtypus" anzusehen sind, wie es FAJANS wollte, dem Chlor mit seinen Isotopen kein Element mehr sein sollte (F. PANETH 1920). Was chemisch identische Eigenschaften aufweist abgesehen von Differenzen im Atomgewicht und physikalischen Trennungsmöglichkeiten wie Diffusion sollte gemäß F. PANETH etwa 1916 und 1920 aber zu einem "Element" gerechnet werden, ein Vorschlag, der sich durchsetzte. "Zwei Elemente" hatte PANETH 1916 (S. 183) definiert, "werden mit demselben Namen bezeichnet, wenn sie, einmal miteinander gemischt, durch kein chemisches Verfahren wieder getrennt werden können" - womit sie also vom Gesichtspunkt der Chemie aus nicht mehr 2 chemische Elemente sind. Auch bei Pflanzen behielte man die Arten bei auch bei der Auffindung von mehreren Unterarten innerhalb von Arten (S. 193).

Zu der Erforschung der Isotope und der dabei angewandten Methoden meinte F. PANETH 1930 (S. 973) auf der 91. Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Königsberg: "Der Chemiker alter Schule mag es bedauern, daß auf seinem ureigensten Gebiet Fremdlinge nun ganz neue Methoden der Forschung

eingesetzt haben, wird aber diesen Prozeß nicht aufhalten können."

Von den als stabil anzusehenden **81 Elementen** muß im Universum **wenigstens 1 stabiles Isotop** bestehen. Oft neben instabilen, also radioaktiven Isotopen. **Instabil** sind in allen ihren Isotopen, wenn auch zum Teil wie bei Uran mit langer Zerfallszeit, die Elemente mit einer Ordnungszahl größer als 83, also über dem Bismut/Wismut, und, mitten im Periodensystem die in der irdischen Natur schon so gut wie verschwundenen Elemente Technetium = 43 und Promethium = 61 (M. BINNEWIES et al. 2015, S. 164). Andere radioaktiven, also instabilen Isotope bestehen bei manchen Elementen, woher immer auch die Radioaktivität vielleicht induziert kam, siehe Kalium. Das alles führt auch zu der Frage nach der "Entstehung der chemischen Elemente" nach dem 'Urknall'.

## Trennung der Isotope eines Elementes - in der Natur und künstlich

Die **Zusammensetzung** eines **aus** zwei oder mehr **natürlichen stabilen Isotopen** bestehenden Elementes erschien **zunächst** mit Ausnahme von Blei mit seiner Herkunft aus radioaktiven schweren Elementen als an allen Orten ihres Vorkommens in der Natur quantitiv **gleich** sein. Chlor sollte also **überall** in der gleichen Proportion aus seinen stabilen Isotopen bestehen. Das wurde etwa auf die volle Durchmischung der Elemente in der Urerde zurückgeführt, welche nicht mehr rückgängig zu machen war. Noch 1954 betonte K. L. WOLF (S. 84): "Trotz des immerwährenden Stoffumsatzes, der sich auf der Erde und im Weltallunter unter den verschiedensten Bedingungen vollzog und vollzieht, ist also offenbar kaum einmal eine auch nur teilweise Entmischung eingetreten." Damit wurde nahegelegt daß die Isotopen-Trennung nicht auf einfachen, in der Natur verbreiteten Verfahren beruhen kann. In den 1930-er-Jahren wurden außer für die schon bekannten Unterschiede bei Blei-Vorkommen auch bei anderen Elementen **Unterschiede in den Atomgewichten bei verschiedenen Vorkommen in der Natur gefunden**. Das war bedingt durch die Verbesserung der Massenspektroskopie. MALCOLM DOLE (Wikipedia 2011) fand 1936, wie auch WOLF dann wußte, daß von den beiden stabilen Sauerstoff-Atomen die O-18 in der Atmosphäre etwas reichlicher vertreten ist als das im Wasser etwas reichlichere O-16. Man spricht sogar vom Dole.Effekt. Er wurde mit den Vorgängen in der Vegetation erklärbar. NIER fand Unterschiede im Vorkommen von C-12 und C-13 in den C-Verbindungen in der Natur. Vom 'Committee on Atomic Weights" der 'American Chemical Society' wurde 1952 (E. WICHERS) über kleine Differenzen im Atomgewicht von Schwefel in verschiedenen natürlichen Vorkommen berichtet und "a range of" plus/minus "0.003 ... attached" (S. 2448). Auch für das einst mitgeteilte Atomgewicht vieler

Elemente in der Natur gilt nun, daß das Atomgewicht **keine** "Naturkonstante" (T. B. COPLEN et al. 2011) ist. Das unterschiedliche Vorkommen von **stabilen Isotopen desselben Elementes in der Natur** wird nunmehr eingehend erforscht (T. SCHMIDT 2011). Selbst im Regen an der Küste und dem aus den weggetriebenen Wolken im Binnenland wurden kleine Unterschiede in den die Wassertropfen zusammensetzenden Isotopen von H, also H2 oder Deuterium und am Ende auch O gefunden.

Namentlich um 1920 gab es in den USA wie auch bei HEVESY in Europa große Bemühungen **Isotope** desselben Elementes **in größeren Mengen zu trennen** oder sie wenigstens getrennt anzureichern **als** es **der Massenspektroskop** mit seinen Minimengen zustandebrachte. Der Weg hierzu mußte sein die Ausnutzung der physikalischen, das heißt der Gewichtseigenschaften der Isotope eines Elementes (W. D. HARKINS 1920, ... et al. 1921, R. S. MULLIKAN and W. D. HARKINS 1922, R. S. MULLIKAN 1922), was nur stufenweise möglich ist. Neben der Technik der Trennung wurde auch die Theorie erarbeitet. Methoden der Trennung von Isotopen der durch gleiches chemisches Verhalten ausgezeichneten Isotope des gleichen Elementes in größeren Mengen, also nicht nur im Massenspektrographen, erforderte an die physikalischen Unterschiede. so die Massenzahl, anknüpfende **physikalische Verfahren**. Bei nahezu gleichem Gewicht der Isotope, also besonders bei den schweren Elementen, war die Trennung aufwendig. Diese Elemente mußten **in gasförmige Verbindungen, Dämpfe oder lösliche Verbindungen überführt** werden und es mußten die in den Molekülen enthaltenen Isotope desselben Elementes versucht werden zu trennen durch etwa **mehr- oder vielfache Diffusion,** in Hitze oder unter Druck (R. S. MULLIKEN 1922 b)**, Verdunstung / Evaporation** - bei Quecksilber (R. S. MULLIKEN et al. 1922 a), **unterschiedliche Löslichkeit** und damit Ausfällung.

Bei dem **gasförmigen Neon**, wurde um 1916 durch THOMSON von Trennungserfolgen dieser Art berichtet. 1921 berichtete WILLIAM D. HARKINS (1921), USA, von Trennung von Isotopen des **Chlors als Salzsäure-Dämpfe**, mittels Tonröhren. Das so auffällig ungeradzahlige, aber als gut bestimmt geltende Atomgewicht des Chlors von nahezu 35, 5 hatte von vornherein die Existenz von Isotopen nahegelegt und damit die Versuche gerade bei Chlor angeregt.

## Isotope in der Natur

Die Zahl nachgewiesener "Isotope" und auch Isomere wurde 1916 mit 120 (F. PANETH), 1971 mit etwa 1000 angegeben (L. E. STRONG 1971), unter Einbeziehung der instabilen, der radioaktiven. Manche Isotope gibt es wenigsten auch in der Natur, andere werden vorwiegend oder ausschließlich in Kernreaktoren er-

zeugt. Gerade bei den radioaktiven Elementen wurden zahlreiche Isotope gefunden, bei Radium kannte man schließlich 24 (F. WEIGEL 1977), bei Actinium 23 (C. KELLER 1977), beim Polonium mehr als 30 (N. B. MIKHEEV 1978), beim unter Normalbedingungen gasförmigen Radon 27 (F. WEIGEL 1978). Natürliches Uran weist die Isotope U-238 zu 99,2739% auf, U-235 zu 0,7205%, ganz wenig vom U-238 nachgelieferten U-234 (C. KELLER 1973), wobei dieser Prozentgehalt sich normalerweise in allen Uran-Vorkommen findet.

Die **Nomenklatur** der nun zahlreichen bekannten Nuklide, Isotope der Elemente, gab 1923 unter Benutzung von Vorschlägen von FAJANS (J. HURWIC 2000) die "Internationale Union für reine und angewandte Chemie" (IUPAC) in einer Isotopentafel. Die Massenzahl befand sich rechts oberhalb des Elementensymbols, also beispielsweise Cl35 und Cl37. Das wurde 1957 geändert, als links oben vor dem Elementensymbol die Massenzahl, links unten die Atomnummer (Z) erscheint, z. B. 32S, 16S. Rechts steht oben die Ionenladung, unten das ein zweiatomiges Ion.

Zur Verteilung der Elemente in der Erde gehörte, daß man zunächst zu der Auffassung kam, daß außer Blei **Elemente mit zwei oder mehreren natürlichen Isotopen an allen Orten ihres Vorkommens** im allgemeinen **dieselbe Isotopen-Mischung** aufwiesen, die jeweils möglichen Nachweisverfahren der Atommassen / Atomgewichte vorausgesetzt. In der frühen Erde mußte also eine so starke Durchmischung der Substanzen stattgefunden haben, daß eine Trennung der Isotope desselben Elementes ausblieb, was für gasförmige oder flüssige Substanzen verständlich sein mag. Quecksilber etwa zeigte in allen Mineralien dieselbe Dichte. Die Isotope, schloß 1923 (S. 1513) VON HEVESY, müssen sich zu jener Zeit vermischt haben, "als das Erdmaterial noch im flüssigen oder gasförmigen Zustand war und dann infolge ihrer chemischen Untrennbarkeit während der zahlreichen Vorgänge der Mineralbildung sich streng Gefolgschaft leisteten." Die Technik, die nun Isotope desselben Elementes trennen wollte, stand vor keiner leichten Aufgabe.

Aber diese Auffassung von der gleichen Isotopen-Zusammensetzung der Elemente mußte zunehmend korrigiert werden. Es gibt **Trennung auch stabiler Isotope**, namentlich **bei biologischen, physiologischen Vorgängen.** Aber nicht nur dort. Darauf beruht sogar die Ermittlung einstiger Bedingungen auf der Erde.

In der Natur, **in der** irdischen **Atmosphäre**, wurden 1929 (a, b) in Berkeley / Californien durch WILLIAM FRANCIS GIAUQUE und H. L. JOHNSTON zwei **Sauerstoff-Isotope**, **17 O und 18 O**, an Hand ihrer schwachen Banden im Spektrum nachgewiesen. In der Atmosphäre erschienen die 17 O und 18 O-Atome in den zweiatomigen O2-Molekülen verbunden mit einem 'normalen' Sauerstoff-Atom 16 O. Auf 1250 O2-Moleküle, wurde 1929 (b) geschätzt, sollte ein Molekül mit ei-

nem 17 O-Atom vorhanden sein. Diese Sauerstoff-Isotope mußten im Laboratorium auch bei den Kollisionen zwischen Alpha-Partikeln und Stickstoff aufgetreten sein und waren in der Atmosphäre wohl auch als durch die kosmische Strahlung entstanden zu vermuten. Unterschiede im Gehalt der Sauerstoff-Isotope fand UREY zwischen den aus bestimmten Belemniten stammenden **Kalkablagerungen** und dem heutigen **freien Ozeanwasser**. Diese Unterschiede wurden als abhängig von der Temperatur gefunden. Also ließ sich aus dem Gehalt an Sauerstoff-Isotopen in den fossilen Mollusken-Schalen auf die Temperatur im Ozeangebiet ihrer ferne zurückliegenden Lebenszeit schließen.

Ständige Neuentstehung in der Hochatmosphäre, gilt für den instabilen **Kohlenstoff 14**, der in lebende Gewächse ständig neu eintritt, aber nach deren Absterben in ihnen nur noch abnimmt, weniger wird. Das kann zur Altersbestimmgung dienen.

Für stabile Isotope in der Natur gründete CARL WILHELM CORRENS (Wikipedia) 1959 in Göttingen das "Zentrallabor für die Geochemie stabiler Isotope". In neuerer Zeit wurde systematisch nach der Trennung stabiler Isotope bei natürlichen Vorgängen gefahndet, so bei TORSTEN SCHMIDT (2011) in Duisburg-Essen. Die Aufnahme von CO2 mit 13C oder 12C durch die Stomata weist bei C3- und C4-Pflanzen geringe, aber nachweisbare Unterschiede auf. In vorgeschichtlichen Gefäßen fand sich an Unterschieden in 13C und 14C eine mögliche Unterscheidung von Wiederkäuer- und Schweine-Fett. Unterscheiden ließ sich Coffein aus der Natur oder aus der Synthese, Testosteron aus dem eigenen Körper oder durch Synthese. Der Nachweis der Testosterin-Herkunft erlaubt Nachweis von Doping. Unterschiede soll es auch geben im Gehalt an normalem oder schweren Wasserstoff bei Wasser in Niederschlägen an der Küste oder tief im Binnenland oder im höheren Gebirge.

## Ein besonders wichtiges Isotop in der Natur: Das Schwere Wasser, das Deuterium. 1932

Einen Höhepunkt in der Gewinnung nicht-radioaktiver Isotope bedeutete die Gewinnung des "Schweren Wassers", von Atomen des **Deuterium**, von Atomen mit dem doppelten Atomgewicht des normalen H-Atoms durch HAROLD UREY, publiziert, mit Mitarbeitern, nach langen Forschungen im Januar **1932** (a, s. auch b, 1935). Der Begriff "Schweres Wasser" sollte nicht mißverstanden werden, denn es handelt sich um "schwere" Wasserstoff-Atome, mit der doppelten Atommasse der normalen Wasserstoff-Atome. Die "schweren" Wasserstoff-Atome können nicht nur statt H in Wasser H2O eingebaut werden, mit dadurch schwerer werdenden

Molekülen, sondern auch in andere Verbdindungen, wenn diese denn Wasserstoff enthalten können.

Geboren am 29. April 1893, studierte UREY (K. P. COHEN et al. 1983) in Berkeley und arbeitete auch bei BOHR in Kopenhagen. Nachdem er an der John Hopkins University in Baltimore und an der Columbia University in New York gelehrt hatte, ging er nach Chicgao und war bis 1981, als er am 5. Januar starb, an der Universität in san Diego in Californien.

Begonnen hatte UREY Forschungen zum schweren Wasser resp. schweren Wasserstoff in den 1920er-Jahren, als er flüssigen Wasserstoff destillierte, bei etwa – 250°C und Deuterium dabei konzentrierte. Die Idee der Isotopen-Konzentration wäre ihm im August 1931 gekommen. Etwa auf 5000 normale Wasserstoff-Atome, UREY nannte 1932 (a) 4500, kommt ein Deuterium-Atom (W. PALMER 1934 / 1935). Wegen des großen Gewichtsunterschiedes von normalem Wasserstoff und Deuterium war eine leichtere Trennung als bei Isotopen mit recht nahestehenden Atomgewichten zu erwarten und sie wurde auch möglich. Auch ein Teil der Wasser-Moleküle enthält Deuterium und vor allem auch hier ist die Trennung nicht so schwer, und zwar möglich durch elektrischen Strom.

Im Juli 1933 stellte LEWIS mit seinem Team in Berkeley in Californien nahezu reines **schweres Wasser** her (R. E. KOHLER 1973, W. PALMER 1934 / 1935). Für "Schweres Wasser" wurde ein Gefrierpunkt von + 3,8°C ermittelt, es fand sich als viskoser als normales Wasser, löste Salze schwerer. Deuterium war schwerer als normales H in Verbindungen einführbar. LEWIS visierte eine neue Chemie von Deuterium-Verbindungen an. Um 1935 erwartete der Norsk Hyxdro Concern in der Produktionsstätte in Rjukan in Norwegen eine Erzeugung von 1/2 kg pro Tag. Schweres Wasser wurde einige Jahre später als eine der Schlüsselsubstanzen für Atomreaktoren angesehen, bevor dann Graphit als Neutronen-Bremser/ - Moderator eingeführt wurde. Der Kampf um das "schwere Wasser", dem in Norwegen, zwischen Deutschland und den Westmächten gehört zu den dramatischen Ereignissen im Zweiten Weltkrieg.

UREY hatte 1934 den Nobelpreis für Chemie erhalten und wurde, wenn auch ein kapitalismus-kritischer Mann (1938), eine der Schlüsselfiguren in der Entwicklung der Kernwaffen .Er war später auch an Erörterungen über die Verteilung der Elemente in der Erde, die Lebens- und Erdgeschichte und zur Kosmochemie entscheidend mit beteiligt. Es hieß von ihm: "he had a keen observational sense, perhaps originating in his training as a biologist; he had the chemist's awareness of the complexities of nature and the physicist's ability to apply theory and seek fundamental understanding" (K. P. COHEN et al. 1983, S. 649). Fast wird man an die Universalgelehrten des 17. Jh. erinnert – die als aktive Forscher ja nun auch

nicht "allround" waren.

**Weitere Technik der Trennung von Isotopen desselben Elementes**

Auf Überlegungen anderer zurückgehend hat KLAUS CLUSIUS (K. SCHLEICH 1963) das auf der Thermodiffusion aufbauende "**Trennrohr**" entwickelt. CLUSIUS, der 1903 in Breslau geborene Arztsohn, hatte an der Breslauer Technischen Hochschule studiert, kam nach dem Extraordinariat in Würzburg 1936 auf den Münchener Lehrstuhl, den FAJANS innehatte, der als Jude emigrieren mußte. Der eine fähige Mann verdrängte den anderen fähigen Forscher, statt Geld für beide wurde der Krieg vorbereitet. Das Trennrohr fand seine Bewährungsprobe, als **1939** die bisher vergeblich versuchte weitere **Trennung der Chlor-Isotope** gelang. München war weitgehend zerstört, CLUSIUS folgte 1947 auf den Physik-Lehrstuhl an der Universität Zürich. Er starb 1963.

1939 wurde in der Preußischen Akademie der Wissenschaften berichtet, daß **Zinksulfat** in wäßriger Lösung sich in geringen Mengen nach den 3 Isotopen Zn 64, Zn 66, Zn 68 von oben nach unten in der Sedimentation getrennt hatten, "eine nahe der Fehlergrenze liegende Verschiebung der Konzentrationsverhältnisse in der erwarteten Ricchtung eingetreten sei" (H. KORSCHING et al. 1939, S.2).

**Uran** wurde später in Fluoride überführt und diese, im Gewicht der Uran-Atome nur wenig unterschieden, aufwendig getrennt, um das spaltbare Uran 235 in ausreichender Menge zu erhalten.

So wie Gase verschiedener Elemente vom Durchgang durch ein feinporöses Platinblech oder Tonröhren wegen ihrer unterschiedlichen Austrittsgeschwindigkeit wenigstens in kleinen Mengen getrennt werden können, so gilt das auch für Isotope desselben Elementes im Gaszustand. Ein einmaliger Durchgang trennt allerdings nur wenig. **In faßbaren Mengen** konnten dann gasförmige Isotope desselben Elementes getrennt werden durch ein auf GUSTAV HERTZ zurückgehendes Verfahren, mit dem BARWICH in einem 48-stufigen Apparat quantitativ 20 Neon und 22 Neon trennte (K. L. WOLF 1954).

sotopen-Trennung, bei Uran-Verbindungen, in gasförmigem Zustand, war unterdessen, vor 1945 in den USA, zu einem auch mit hohen Kosten angestrebten Ziel geworden, zur Verwirklichung der Atomwaffen,

## Atombau und Molekülbau zur Erklärung der Eigenschaften der Stoffe

Es gehört zu den bedeutenden **Charakterzügen der Naturwissenschaften** des **20** und **21. Jh**., aus den Vorstellungen über das Atom und die Moleküle zu versuchen, die Eigenschaften der Stoffe, ob Elemente oder Verbindungen, **abzuleiten**, auf 'Ursachen' zurückzuführen, ob **chemische Eigenschaften** wie die Verbindungsfähigkeit mit anderen Substanzen und die Reaktionsfähigkeit ihnen gegenüber oder **phyikalische Eigenschaften** wie Lichtabstrahlung, Lichtreflexion, also Farbe, ebenso Farblosigkeit oder Metallglanz, Siedepunkt, Schmelzpunkt, Viskosität, Mischbarkeit bei Flüssigkeiten, Verflüssigung von Gasen abzuleiten - und selbst für das Wissen des normalen Chemielernenden wurde im 20. und fortgeführt im 21. Jh. vieles erreicht (s. z.B. G. KICKELBICK 2016), was hier nur angedeutet werden kann.

## Chemische Bindung erklärt aus dem Atombau - Ionenbindung, Homöopolare Bindung, Koordinationsbindung und weitere

Die Atommodelle veranlaßten, die chemische Bindung zwischen den Atomen, die Valenz, aus dem Atombau zu erklären, auf das Verhalten der Elektronen auf der äußersten und auch der nächstinneren Elektronenhülle zurückführen. Das bedeutete für die Erklärung chemischer Vorgänge einen gewaltigen Fortschritt, ja eine brauchbare Erklärung der chemischen Bindung überhaupt. Der ins 18. Jh. zurückgehende Begriff der **Affinität** beschrieb ein **Phänomen**, und das bedurfte einer **Intepretation**. zurückgehend in die Tiefen der Materie, gebunden an Kenntnisse über die Atome, wie sie erst das 20. Jh. brachte. **Nach dem Phänomenalen**, der Kenntnis der verschiedenen Substanzen und Substanzgruppen, **nun das Kausale**, die Erklärung. gebunden an gewisse Einsicht in die Mikro'welt'. Das Äußere, das Makroskopische, erscheint als funktionell bedingt durch das Ultramikroskopische und in seiner Kleinheit jedenfall für lange nur indirekt Erfaßbare. Als etwa LINUS PAULING (s. 1970/1988, Preface) 1947 die 1. Auflage seines Buches 'General Chemistry' veröffentlichte, stellte er sich das Ziel, "to simplify the teaching of general chemistry by the correlation of the facts of descriptive chemistry, the observed properties of substances, to as great an extent as possible with theoretical principles, especially the theory of atomic and molecular structure." In weiteren Auflagen dieses Buches wurde das beibehalten und ausgedehnt.

Was die bei den meisten Elementen wechselnden oder auch bevorzugt auftreten-

den "Valenzen" physikalisch sind, wurde öfters zu enträtsteln gesucht, so bei RICHARD ABEGG (1904, 1906). Die Unterschiede in der "Polarität" der Verbindungen, so die auffällige Stabilität vieler organischer Verbindungen (1899) im Unterschied zum Ionenzerfall der anorganischen, deuteten auf Unterschiede in der Valenz hin, und ABEGG unterschied 1906 (S. 309) einerseits die "**heteropolare**" Bindung bei den in Ionen zerfallenden und und bezeichnete als " "**homöopolar**" solche Elemente, deren polare Natur einander sehr nahe steht und die sich von Atom zu Atom verbinden. 1904 hat ABEGG auch schon gemeint, daß "jedes Element besitzt sowohl eine positive wie eine negative Maxiamalvalenz, die sich stets zur Zahl 8 summieren, und zwar entspricht die erstere der Gruppennummer" (S. 343), also bei den Alkalimetallen der Valenz, Erdalkalimetalle 2 usw. Es hänge "von der polaren Natur seiner Verbindungsgenossen ab", ob "ein Element seine positive oder negative Elektrovalenz betätigt." R. ABEGG wirkte an der Universität Breslau, ab 1909 als Ordinarius, kam aber schon am 3. April 1910 bei einem Unfall mit einem Heißluftballon in Pommern 59-jährig ums Leben (Wikipedia 2018).

HELMHOLTZ hatte schon 1881 ausgeprochen, daß die Ionen gesättigte Verbindungen der Atome mit positiven oder, auf der anderen Seite, von negativen Elektronen sind, also Elektronenverlust und Elektronenüberschuß die Ionen, die sich wechselseitig im Gleichgewicht halten, ausmachen. Kurz nach der Entdeckung des Elektrons 1897 wurde weiter spekuliert, die Bindung zwischen Atomen auf den Elektronentransfer zwischen Atomen zurückzuführen (C. J. BALLHAUSEN 1979), so durch THOMSON.. 1904 (S. 380) wagte ABEGG nur zu schließen: "Jedenfalls wird aber die Elektronenforschung bei der Lichtung des Rätsels der Valenz und des periodischen Systems, wie die Erforschung der radioaktiven Stoffe lehrt, wesentlich beteiligt sein." Entscheidendes Konzept wurde, den Atomen das Bestreben zuzuschreiben, als Elektronen-Außenschale die eines Edelgases zu erwerben, also 8 Elektronen oder, bei Wasserstoff gemäß den 2 Außenelektronen des Helium 2 Außenelektronen - wie es das BOHRsche Atommodell nahelegte.

**Eine einheitliche Erklärung für alle Formen des Zusammenhalts zwischen Atomen oder Molekülen fand sich nicht.** Es war immer wieder umzulernen und neu zu lernen, eine Herausforderung auch für jeden, der Chemie lehrte. Manche der Erklärungen für verschiedene Bindungen und Moleküleigeschaften betrafen zumindestens auch wie schon die ursprüngliche Ionenlehre **biochemisch wichtige Substanzen** (s. a. H. HENNIG 2002, S. 37 ff.) so die Nucleinsäuren oder Proteinstrukturen, für die der nur der phänomenalen Biochemie zugewandte Biochemiker keine zureichende Erklärung hatte, die er nur hinnehmen konnte.

## Heteropolare Bindung, Ionen-Bindung - KOSSEL

In Deutschland war es WALTER KOSSEL (G. B. KAUFFMAN 1973, A. UNSÖLD 1957), der 1916 die Auffassung veröffentlichte, daß eine stabile, den Edelgasen entsprechende Außenschale mit 8 Elekttronen erreicht wird, indem ein Elektron oder mehrere Elektronen von einem anderen abgegeben oder von diesem aufgenommen werden, in der Zahl zur Herstellung einer 8-er-Außenschale. Gab etwa ein Alkalimetall das eine Außenelektron ab, besaß die darunterliegende Schale eine Edelgas-Schale. Bei einem Halogen wurde eine Edelgas-Schale als Außenschale ausgebildet durch Aufnahme eines Elektrons zu den 7 der bisherigen Außenschale. Verlust eines Elektrons bedeutete eine negative elektrische Ladung, Aufnahme eines Elektrons Entstehung einer positiven elektrischen Ladung. So entstanden negativ und positiv geladene Ionen, die zusammenhielten, in einer "**heteropolaren" oder Ionen-Bindung**. WALTER KOSSEL war der Sohn des Biochemikers ALBRECHT KOSSEL, promovierte bei LENARD in Heidelberg und war dann in München, übernahm 1921 das Ordinariat für theoretische Physik in Kiel, folgte 1932 einem Ruf als Experimentalphysiker an die Technische Hochschule in Danzig, wirkte ab 1947 in Tübingen. Sein Hauptforschungsgebiet war später die Röntgenstrahl-Analyse von Kristallen, auch deren Aufbauen.

Bei den **Boranen**, den Bor-Wasserstoff-Verbindungen, stieß die Oktett-Theorie ebenfalls an ihre Grenzen und waren andere Erklärungen nötig (G. SÜß-FINK 1986).

## Homöopolare Bindung - LEWIS

Ebenfalls 1916 erklärte in den USA GILBERT NEWTON LEWIS (C. J. HILDEBRAND 1958, R. E. KOHLER 1973) die Bindung von Atomen durch das Verhalten der Außenelektronen, was er lange nur in Gesprächen geäußert hatte. Die Außenelektronen sollten bei den Verbindungen, die nicht in Ionen zerfallen, nicht völlig von einem Atom zu einem anderen übergehen, sondern es sollten sich zwischen den sich verbindenen Atomen gemeinsame Elektronenpaare befinden. Sie hielten damit die Atome durch eine "**homöopolare" Bindung** zusammen. Das traf namentlich für organische, also "nonpolare" Substanzen zu, deren Bindung zu erklären das Ziel von LEWIS war. Bei LEWIS 1916 sind die 8 Elektronen einer stabilen Außenschale nicht auf einer Kreisbahn angeordnet. Er zeichnete sie an die 8 Ecken eines hypothetisch die Gestalt eines Atomes wiedergebenden Würfels. LEWIS sprach vom "The Cubical Atom". Noch immer hatte der Chemiker LEWIS eine vom Physiker wie BOHR abweichende eigenständige Vorstellung vom Atom. LEWIS' erste Vorstellungen über die Valenz gehen bis in das Jahr 1902 zurück. Der 1875

geborene LEWIS hatte nach dem Studium an der Harvard University etwa ein Jahr bei OSTWALD und NERNST in Deutschland verbracht, war dann am MIT tätig. Er fiel durch manche Außenseiter-Theorie auf. LEWIS isolierte nach dessen Entdeckung durch UREY schweres Wasser und starb hier in Berkeley 1946.

Fortgeführt wurden die Gedanken über die Atomstruktur von chemischer Seite gegenüber den die chemischen Eigenschaften nicht so interessierenden Physiker 1919 durch LANGMUIR (1929), der auch erklärte: "the theory of valence recently advanced by G. N. Lewis seems to offer by far the most satisfactory picture of the mechanism of chemical combination that has yet been suggested" (zit. bei C. J. HILDEBRAND 1958, S. 219). Der alte Traum der Chemiker, **die Eigenschaften der chemischen Elemente, die Gründe für die Entstehung ganz bestimmter Verbindungen aus den Atomen und Molekülen zu erklären**, schien erreicht oder wenigstens absehbar, wenigsten als annehmbare Hypothese. Von seinen eigenen Vorstellunge meinte LANGMUIR (1919, S. 931): "The theory of atomic structure ... not only explains in a satisfactory manner the general properties and relationships of all the elements, but also gives a theory of the formation and structure of compounds which agrees excellently with the facts."

In den Arbeiten dieser und folgender Chemiker wurde auf höhere Mathematik verzichtet, wurden also qualitativ Vorstellungen über das Wesen der chemischen Bindung und die Besonderheiten der in Ionen zerfallenden und die nicht in Ionen zerfallenden Verbindungen ausgebildet.

Als KOSSEL 1920 auf der XXV. Hauptversammlung der Bunsengesellschaft seine Ansichten vorstellte, wies sie etwa NERNST zurück (W. WALTER at al. 1975).

Als wichtiger Beweis für die in Schalen angeordneten Elektronen und namentlich für die Zahl der Außenelektronen erschien die **Ionisationsenergie**, die aufzuwendende Arbeit, ein Elektron aus dem Atomverband zu lösen. Bei den Edelgasen benötigte man zur Lösung des ersten Elektrons hohe Energie. Ihre Schale war eben stabil. Bei den Alkalimetallen ließ sich das erste Elektron leicht abtrennen. Es war einsam auf der Außenschale. Bei den Alkalimetallen mit höherer Ordnungszahl nahm die Energie für die Abtrennung des ersten Elektrons zunehmend ab – es bewegte sich eben mit steigendem Atomgewicht weiter vom Kern entfernt. Bei den Alkalimetallen ein zweites Elektronen abzutrennen, was einen Eingriff in die anzunehmende zweite Schale bedeutete, war schon viel aufwendiger, wobei die Ionisationsenergie mit steigender Ordnungszahl abnahm. Bei den Erdalkalimetallen ließ sich ähnlichdes feststellen. Bei den Elementen mit mehr als 4 Elektronen auf der Außenschale waren die Erscheinungen nicht mehr deutlich.

LEWIS veröffentlichte 1923 die Schrift "Valence and the structure of atoms and

molecules". Ausgebaut auf der Grundlage der Quantenphysik wurde dieses Konzept der "homöopolare Bindung", der Existenz von Elektronenpaaren zwischen den Atomen, 1927 durch WALTER HEITLER (N. MOTT 1982) und FRITZ LONDON 1927 in Zürich. Die Doppelbindung erklärte auf quantenmechanischer Grundlage E. HÜCKEL 1930.

## Neue Vorstellungen über zunächst vor allem zahlreiche anorganische Verbindungen: Koordinations-, Komplex-Verbindungen: ALFRED WERNER

Die Koordinationschemie mit ihren neuen andersartigen Formeln war eine der ga**nz großen Leistungen in der Chemie** schon des endenden 19. Jh. und wurde ein **bis heute immer weiter ausgebautes Gebiet** zunächst vor allem der anorganischen Verbindungen und hat ihre immsense Bedeutung nie verloren.

Schon vor der Formulierung der Bindungsformen bei KOSSEL und LEWIS, noch vor dem Ausgang des 19. Jh., war die **koordinative, die Komplexbindung** gefunden worden. Es handelt sich um ganz neue Vorstellungen über als bisher nicht ganz verstehbar angesehene Verbindungen, zuerst vorgetragen durch ALFRED WERNER. WERNER (U. WANAGER 1967) WERNER durchlebte dabei Erfolg und Tragik. Am 12. Dezember 1866 war er in Mülhausen im Elsaß geboren worden, studierte ab 1885 an der Technischen Hochschule Karlsruhe, dann am Eidgenössischen Polytechnikum Zürich, ging, mit auch nach der Einverleibung des Elsaß in das Deutsche Kaiserreich verbliebener französischer Sympathie, noch nach Paris. Sein bedeutender Lehrer war der bis 1893 in Zürich wirkende ARTHUR HANTZSCH (Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft IX, 1927, Nr. 4., S. 62 ff.), mit dem er die Arbeit '

Die Anordnung der Moleküle in stickstoffhaltigen Molekülen' veröffentlichte- Im Nachdenken über Ungereimtheiten der Valenzlehre und namentlich über die Verbindungen "zweiter" Ordnung, erwachte er nach eigener Mitteilung, über die Dinge schon länger bewegt, einmal 1892 gegen zwei Uhr nachts mit seinen Vorstellungen aus dem Schlaf, setzte sich an den Schreibtisch und hatte bis gegen 17 Uhr am Nachmittag seine Vorstellungen skizziert. Jahre der Ausarbeitung und der Experimente folgten. An der Universität Zürich wurde WERNER im Herbst 1893 außerordentlicher Professor, 1895 Ordinarius., erhielt 1913 den Nobelpreis für Chemie. WERNER aber litt schon seit längerem an Kopfschmerzen, offensichtlich wegen Arterioskelrose. Er wurde auch Alkoholiker. Wie es heißt: Den etliche Jahre vorher noch gefeierten Mann verhöhnten die Studenten in den Vorlesungen. Er starb am 15. November 1919, noch nicht einmal 54 Jahre alt .

Wie WERNER, **ab 1893** in seinem "Beitrag zur Konstitution anorganischer Verbindungen" darlegte, gibt es nicht nur die **Hauptvalenzen**, "unteilbare Einzelkräfte", mit denen KEKULÉ allein rechnete. Atome konnten auch "**Nebenvalenzen**" entfalten (W. KOSSEL 1921). Um Metallatome werden auch bei schon geschehener Bindung der Hauptvalenzen weitere negative Ionen oder neutrale Moleküle durch "Nebenvalenzen" gebunden. Die **Metallatome** erscheinen dann **als "Centrumatom"**, als "Kern". Die um den "Kern" ungeachtet dessen sonstiger Betätigung von Hauptvalenzen durch Nebenvalenzen gebundenen Molekülgruppen werden heute als '**Liganden**" bezeichnet, schienen dem Kern sogar näher gerückt als die durch die Hauptvalenzen gebundenen Ionen. Bei etwa Kaliumplatinchlorid K2PtCl6 (M. BERGMANN 1926) ist Platin das negative Ion, das unabhängig davon umgeben ist von 6 Cl-Atomen, und heteropolar bindet + Kalium. WERNER (1902) (P. PFEIFFER 1920) wurde damit der Schöpfer der Chemie der **Koordinations-** oder **Komplex-Verbindungen**, der **Koordinationschemie**, die der schon im Absterben gesehenen anorganischen Chemie neuen Auftrieb gab und **eine Fülle von Verbindungen neu sehen und viele schaffen ließ**. Auch auf organische Verbindungen dehnte sich diese Koordinationschemie dann aus. Wie es bei WERNER (und A. MIOLATTI) 1893 (S. 34 / 35) heißt: "Abweichend von früheren Auffassungen hat sich die Ansicht entwickelt, dass der Zusammenhalt zweier Atome nicht notwendigermaßen durch die Absättigung einer sogenannten Valenzeinheit bedingt wird, sondern dass mit einem Atom mehr Atome in direkter Bindung stehen können als nach der Valenzzahl derselben zu erwarten wäre." Bisher als Anhang an die Formel geschriebenes "Kristallwasser" oder lose an die Formel angehängtes Ammonium, Ammin, NH4, sollte nunmehr als Teil der Verbindung betrachtet werden, wenn auch gebunden in eigener Weise, an ein zentrales Atom, oft das eines Metalls. Und Leitfähigkeitsmessungen bestätigten: Die Bindungsstärke zwischen Zentralatom und Liganden ist den kovalenten bzw. ionischen Verbindungen (s. d.) vergleichbar (H. HENNIG 2002, S. 35). Das **Zentralatom mit seinen Liganden bildet ein gemeinsames Ion**, dem bei Lösung in Wasser die andere Komponente als eigenes Ion gegenübersteht. Etwa Chlor als Eisenchlorid FeCl3 verbindet sich mit Chlorammonium/Ammoniumchlorid 3 NH4Cl. wobei dann eben nicht FeCl3.3NH4Cl nebeneinander zu stehen haben. Die bisherige Schreibweise etwa von (CoCl2) - (OH2)6, in der das OH als Anhängsel erschien, war zu ersetzen durch Co(OH2)6++ + Cl-, Cl-. OH war also auch am "Centrumatom" gebunden, eben durch Nebenvalenzen. Viele der nunmehr neu gedeuteten Substanzen galten bisher als Doppelsalze. KEKULÉ hatte von "Molekülverbindungen gesprochen - also Verbindungen von Molekülen miteinander. Das Salz K2SO4, NiSO4, 6H2O wurde nun geschrieben K2+(Ni(H2O)6++(SO4 –)2.

Der Tetraminkupfer(II)Komplex, nunmehr (Cu(NH3)4++ geschrieben, war schon 1597 von LIBAVIUS beobachtet worden, als dieser eine Lösung von Löschkalk,

Ca(OH) und Salmiak, NH4Cl auf die Kupfer-Zinn-Legierung Bronze schüttet und Blaufärbung auftrat (L. H. GADE 1998). Das zuerst eine Substanz oder ein chemischer Vorgang bekannt wurde und eine Erklärung später, hier naturgemäß viel später, geschah, war in der Chemie nicht ungewöhnlich - bei LIBAVIUS war an eine Erklärung nicht zu denken. Als Komplex-Verbindung erwies sich auch das schon lange bekannte Berliner Blau. Auch der **Hexacynoferrat (II)-Komplex, (Fe(CN)6+,** der dem Gelben Blutlaugensalz zugrundeliegt.

Es gibt Salze, in denen eine stöchiometrisch feststehende, durch Wärme austreibbare Menge Wasser gebunden erscheint und bei denen dabei eine Zersetzung des ganzen Moleküls eintreten, die **Salzhydrate.** Man sprach von **Kristallwasser,** das man früher in der Formel schwer unterbringen konnte. Das durch Wärme austreibbare und das Salz dabei nicht generell verändernde Kristallwasser, etwa bei Gips CaSO4 + 2H2O, wurde deswegen extra geschrieben, da in der Formel CaSO4 alle Valenzen abgesättigt erschienen, also zusätzliches H2O sich bei der bisherigen Betrachtungsweise nicht einbeziehen ließ, es nicht deutlich war, in welchem Verhältnis es zum wasserfreien CaSO4 stand. Aus **Gips** entsteht durch Austreiben dieses "Kristallwasser"Anhydrit, CaSO4 ohne Kristallwasser. Beim Anrühren mit Wasser nimmt der Anhydrit eine bestimmte Menge Wasser willig wieder auf, unter Volumenvergrößerung, dabei durchaus fest erstarrend, ein **Hydratisierung** (F. SEEL 1970, S. 94) genanter Prozeß. Im festen weißen Gips ist von Kristallwasser nichts zu spüren. Auf dieser Grundlage lassen sich Haken in eine Wand "eingipsen". "Gipsmörtel" war schon lange bekannt. In der Natur, in Ablagerungen etwa des Zechsteins, gibt es etwa am Harzrand sowohl Anhydrit wie den oft welligen Gips.

Komplexverbindungen besitzen **eigene, spezifische Eigenschaften**. Es gibt, etwa bei Aquaeisen- und Aquakupfer- und bei Cobalt-Komplexionen die Möglichkeit des **Ligandenaustausches**, entweder durch einfache "**Zugabe anderer Liganden**", oder in anderen Fällen nur bei gleichzeitiger Temperaturerhöhung, besonders wenn sich, was also möglich ist, die Koordinationszahl ändert (H. FOLLMANN et al. 1997, S. 107). Die Stabilität der Komplexe ist unterschiedlich (S. 109). Wasserfrei ist Kupfersulfat weiß, mit zugeführtem Wasser wird es zum blauen Kupfersulfat-Pentahydrat, mit 5 H2O. Die Zugabe von Salzsäure ersetzt die 4 Wassermoleküle im Kupfersulfat-Pentahydrat durch Chlorid-, führt zu dem intensivgrünen Cu(Cl4)–. Die Zugabe von Ammoniakwasser verdrängt die H2O-Anteile und gibt das intensiv violett gefärbte ammoniakalische Cu(NH3)4-Ion. **Ammoniakalisches Kupferhydroxid** löst etwa Zellulose, **von praktischer Bedeutung** für die Herstellung einer speziellen Kunstseide (s. d.).

**Derselbe Ligand,** so H2O, kann auch **in unterschiedlicher Menge** vorhanden sein. Die Wassermoleküle, **H2O,** der **Aquo-Komplex**, lagern sich je nach

Salz resp. Metall in unterschiedlicher Zahl an die Ionen im Kristall an, lockern damit die Bindung. Ohne Kristallwasser oder **mit** Kristallwasser gibt für dasselbe Salz, etwa Natriumcarbonat, etwas **unterschiedliche Eigenschaften**, etwa in der Löslichkeit im Wasser (H. SCHMIDKUNZ 2011) oder auch Farbänderungen und andere Eigenschaften. Je nach Wassergehalt ändern **Cobalt-Aquakomplexionen** ihre Farbe - was schon lange bekannt war. Aus wäßriger Lösung kristallisiertes Cobaltchlorid/CoCl2 - 6H2O besitzt also das Hexa-Aquakomplexion (Co(H2O)6 2+, und ist rosafarben. Es gibt 50° Wasser ab und mit (H2O)2 oder nur H2O im Komplexion wird es tiefblau und bei 175° C gibt es wasserfreies blaues CoCl2. Durch Feuchtigkeitsaufnahme wird es rosa. im Trockenschrank wieder blau, als CoCl2.Wasseraufnahme und Wasserabgabe sind reversibel, die Verbindungen können als Feuchtigkeitsindikatoren dienen. 5%ige Cobaltchloridlösung kann als rosafarbenem Papier als nahezu unsichtbare Schriftzüge bildende 'Geheimtinte' dienen, die sich beim Erwärmen blau färbt (H. FOLLMANN et L. 1997, S. 107).

**Jede Verbindung mit mehr als 2 Komponenten** kann als Komplexverbindunge aufgefaßt werden. Die Schwefelsäure SO4+ galt als Molekül-Ion, aber wird nun als Komplexverbindung von S6+ mit 4 O2- Ionen aufgefaßt, ein negativ geladener Komplex, dem sich ein Kation zuordnent, H2(SO4). Die analytische Chemie ist vordergründig Komplexxchemie (F. SEEL 1970, S. 92). Niederschläge, wie sie etwa bei analytischen Untersuchungen anfallen, so der bei Zugabe von HCl zum gut löslichen Silbernitrat/AgNO3 ausfallende schwarze Niederschlag von Silberchlorid/AgCl löst sich bei Zugabe von Ammmoniak/NH3 infolge des relativ beständigen Kmplexions Ag(NH3)2 + (F. SEEL 1970, S. 92), was wiederum eine Feststellung für das Silbernitrat ist. Durch die gegenseitige Verdrängung der Komplexbildner oder auch Zusatz etwa des Komplexbildners Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) läßt sich fast jeder Schwermetallniederschlag in eine lösliche Komplexverbindung überführen (H. SCHMIDKUNZ 2012). Mit den Komplexverbindungen, den vielen bewußt erzeugten, ließ sich also eine große Menge von Substanzen erzeugen, wurden auch organische Verbindungen wie Hämoglobin deutbar. Gibt man zu unter Energieaufwand wasserfrei gemachten Salzen wieder Wasser, sofern sie eben Kristallwasser aufnehmen, wird Wärme freigesetzt. Wie beim Verrühren von Anhydrit zu Gips. Oder bei Calciumchlorid-Hexahydrat, das mit recht hohem Energieaufwand wasserfrei gemacht bei Wasserzugabe recht hohe Temperaturen ergibt, auch über 100°C und so, als wasserfreies Calciumchlorid-Hexahydrat, als Wärmespeicher dienen kann (H. SCHMIDTKUNZ 2010), bei dem durch Wasserzugabe läßt sich die Wärme wiedergewinnen.

Die Zahl der durch Nebenvalenzen festgehaltenen Molekülen oder Ionen, der "Liganden", erwies sich bei den einzelnen Metallionen als unterschiedlich, konnte auch 12 betragen, und wurde gefunden als abhängig von der Raumkonfigura-

tion. Die Vorstellungen der Stereochemie wurden damit auch auf die anorganischen Metallkomplex-Verbindungen übertragen (P. WALDEN 1925). Da organische Chemiker zuerst über die Raumstruktur von Molekülen nachgedacht hatten, war WERNER in Korrespondenz mit EMIL FISCHER getreten.

Nach MAX BERGMANN (1926) war mit der Vorstellung von den Koordinationsformeln die bisherige Molekülvorstellung obsolet geworden und seine Ausführungen zeigen, wie man mit den neuen Vorstellungen ringt. BERGMANN möchte die beiden Gruppen in einer Koordinationsverbindung, also 1. Zentralatom mit Liganden und 2. andererseits das entgegengesetzte Ion "Individualgruppen" nennen (S. 2975), die das bilden, was man bisher auch 'Molekül' nannte, in Kristallen ohnehin nicht so vorhanden. Es "fällt der Begriff der Individualgruppe nicht mit dem Molekülbegriff zusammen. Die Individualgruppen sind die charakteristischen Bausteine der verschiedenen chemischen Stoffindividuen" (S. 2976). Zentralatom mit Liganden bleiben etwa in Lösung in Wasser beisammen, während der andere Bestandteil ein eigenes Ion bildet. Zentralatom und Liganden erscheinen also in eigener Weise fest miteinander verbunden. Etwa im Falle von Kaliumplatinchlorid K2PtCl6, seinen Kristallen, ist eben "jedes Platinatom mit sechs Chloratomen (in erster Sphäre) verbunden ... dagegen jedes Platinatom mit je zwei Kaliumatomen nur indirekt (in zweiter Sphäre) ... weil diese Bindung ionogen Charakter aufweist" (S. 2974). "Wir konstatieren", heißt es S. 2975 weiter, "also das Vorhandensein von zwei in ihrem Verhalten verschiedenen Bindungsarten. von denen die eine den Wechsel des Aggregatzustandes beim Auflösen überdauert", nämlich Zentralatom und Liganden, "während die andere beim Übergang vom festen Zustand zur wäßrigen Lösung durch das Lösungsmittel gesprengt wird, so daß aus dem Ionen-Gitter des Kaliumplatinchlorids die Einzel-Ionen zum Vorschein kommen." BERGMANN hoffte, mit seinen Vorstellungen über die Struktur der "komlexen Kohlenhydrate und ... Proteine" Auskunft zu erlangen. Das war noch nicht Polymer-Vorstellung.

Am Ende des 20. Jh. wurden die Komplexverbindungen zu den **supramolekularen** Verbindungen gezählt (C. SCHMUCK 2012, S. 979), eben wegen ihres Hervorgehens aus 2 Molekülen.

Noch lange und immer wieder beschäftigte bedeutende Chemiker, wie denn nun die **koordinative Bindung**, die zwischen Zentralatomen und Liganden, zustandekommt, **was sie ist**, nur elektrostatische Wechselwirkung oder anderes (N. N. GREENWOOD et al. 1990, S. 1194/1195). Die **Farbänderungen** bei der Bildung von Komplexverbindungen, wie bei dem Umschlag des weißen Kupfersulfat bei Wasserzugabe in blau, kann wenigstens "zum Teil" erklärt werden durch die Beeinflussung der Elektronenhülle des Zentralatoms durch die Liganden.

**Mit** Hilfe der **Röntgenstrukturanalyse** hat 1922 PAUL SCHERRER an der Komplexverbindung Kaliumhexachloroplatinat nachgewiesen, daß "das von A. WERNER mit geistigem Auge geschaute und chemisch indirekt bewiesene Oktaëder-Modell real ist, die 6 Chlor-Atome liegen um das zentrale Platin-Atom in oktaëdrischer Anordnung" (R. SCHWARZ 1959, S. 83). Das läßt überlegen, **was an Feinstruktur** in der Natur allein **aus makroskopischen Eigenschaften abgeleitet** werden kann, etwa auch über die Erbfaktoren, die Gene, die zuerst aus der Weitergabe von Merkmalen, aus Mutanten, ermittelt wurden, ehe sie in ihrer chemischen Konstitution aufgeklärt werden konnten, wie eben durch Röntgenstruktruanalyse direkt die Struktur der Komplexverbindungen..

Hatte WERNER zu den Hauptvalenzen, die KEKULÉ allein für gegeben hielt, die Nebenvalenzen auch in anorganische Verbindungen eingeführt, so wurde für die Polymeren, also Stärke, Zellulose, Proteine, durch STAUDINGER für dem Zusammenhalt der Monomeren, der Einzelmoleküle, wieder mit Hauptvalenzen gerechnet, was bisherige Vorstellungen über losere Bindungen der Monomeren ablöste und die Makromolekülchemie begründete. Paradigmenwechsel in der Chemie? Es wechselte immer wieder so manches und war für bestimmte Stoffe unterschiedlich.

Gewaltig - der Ausdruck ist hier angebracht - war die Ausdehnung der Komplexchemie, die Schaffung von Koordinationsverbindungen, und das gilt noch im 21. Jh. Um 1965 wurde gesagt, daß die Komplex-Verbindungen "das Arbeitsgebiet der größten Zahl anorganischer Chemiker" ist und "Täglich werden neue Substanzen dieser Art hergestellt" (E. THILO 1965, S. 72). PCl5 konnte eine normale Verbindung , aber auch, in salzartiger Form, die Komplexverbindung (PCL6)- (PCl4)+ sein. Immer mehr erweitert wurde auch die Kenntnis darüber, was alles **noch 'Ligand' sein konnte**. Vieles davon wurde in der Gewässerchemie geklärt (L. SIGG et al. 1996, S. 219). Als Ligand mit Bindung an Metall-Ionen fanden sich Aminosäuren, Essigsäure, Phenole, auch makromolekulare wie Kohlenhydrate und Proteine, die Humin- und Fulvinsäuren. An den Humin- und Fulvonsäuren gibt es zahlreiche 'funktionelle Gruppen', die als "Liganden wirken können". Komplexbildung gibt es auch an der Oberfläche von **in wäßriger Lösung schwebenden Partikeln** (S. 236).

Die Komplex-Verbindungen sind etwas **anderes** als die **Doppelsalzen**, etwa Dolomit CaCO3/MgCO3, bei denen die Ionen getrennt dissoziieren, also nicht Zentralatom mit Liganden vorhanden sind.

## Bindung von Metallen zu Metallen - Legierungen

Wurde die Elektriziätsleitung in Gasen durch die Elektronen erklärt, so waren **Metalle** für **Elektrizitäts**- und Wärme-**Leitung** - immer viel hervorstechender gewesen und konnten auch verschiedene Metalle zu Legierungen/alloys in wechselnder Zusammensetzung zusammentreten, gab es also keine Stöchiometrie. Hatten Elektronen auch hier etwas zu bewirken? Für die **Metalle**, zu denen die meisten Elemente gehören, postulierten 1900 PAUL DRUDE (J. NAVARRO 2012, S. 102) und dann H. A. LORENTZ vollkommen **freie Elektronen**, die sich zwischen den Atomen bewegen können, also jedenfalls eine gewisse Anzahl frei beweglicher Elektronen (H. FRÖHLICH 1936). DRUDE sprach von einer Art 'Gas-See' der Elektronen. Die Elektronen konnten sich gemäß J. J. THOMSON (J. NAVARRO 2012, S.102) in den Hohlräumen der porören Struktur der Metalle frei bewegen wie gemäß der kinetischen Theorie die Partikel in einem Gas. Ein äußerers elektrische Feld wirkte auf die Elektronen. Wie die Partikel in einem Gase sollten die Elektronen im Metalle auch miteinander kollidieren und solche Kollision wa**r** abhängig von der Partikelzahl, der Elektronen, **und das konnte erklären die unterschiedliche spezifische Leitfähigkeit der verschiedenen Metalle**.

Die freien Elektronen sollten auch die Bindung der Metallatome im Metallkristall bewirken. WOLFGANG PAULI hat im Rahmen der modernen Physik als erster das Problem der Metallelektronen aufgegriffen und A. SOMMERFELD, F. BLOCH untersuchten das systematisch.

## Nomenklatur von anorganischen Verbindungen

Weitere Vorschläge zur **Nomenklatur anorganischer Verbindungen** lieferte später ALFRED STOCK, der empfahl, bei verschiedenwertigen chemischen Elementen in Formeln hinter dieses in römischen Ziffern die jeweils vorliegende Wertigkeit zu schreiben, so Phosphor (III)-chlorid, Fe (II)-oxid, Fe( III)-oxid, und von STOCK stammen auch die Bezeichnungen "Silane", "Borane", "Siloxane".

## Neue Formeln wegen der Partikularen Valenzen – HUGO KAUFFMANN

Unter Benutzung der Teilung der Valenzen, der Partailvalenzen, wollte KAUFFMANN (u. a. 1913, 1917), auch ein jüdischer Chemiker, eine erweiterte Formelsprache entwickeln, in der die Formeln mehr über die Beziehungen der einzelnen Atome in einem Molekül zueinander aussagen sollten. In der Formel HNO3 für die

Salpetersäure käme das Verhältnis des einen H-Atom zu den 3 O-Atomen nicht zum Ausdruck. Jedes der 3 O-Atome zöge aber einen dritten Teil der Valenz des H-Atoms an sich, also alle 3 O-Atome beteiligten sich gleich am H, "zwingen" dem H. die Teilung seiner Valenz auf. Das wäre "das ausschlaggebende Moment für die Säurenatur" des Stoffes, seine elektrolytische Dissoziation (S. 20). KAUFFMANNs Formeln wurden aber so kompliziert, daß man sie schon angesichts neuer Gesichtspunkte für die chemische Bindung nach 1917 nicht annahm. Mit den "zersplitternden" Valenzen suchte also der Chemiker, KAUFFMANN, eine Erklärung für verschiedene Vorgänge zu finden, mit eigener Einbeziehung der Elektronen: "Valenzzersplitterungen sind zersplitterte elektrische Wirkungen, also Schwächungen der an den Elektronen tätigen Kräfte und Lockerungen des Verbandes" (S. 23).

## Erklärung von Molekül-Eigenschaften mit dem Dipolmoment

Etwa mit dem **Dipolmoment** von Molekülen konnten weitere **Eigenschaften** erklärbar werden (H. FOLLMANN et al. 1997, G. KICKELBICK 2016, S. 95). Ein Dipol entsteht, ein 'Dipolmoment' ist vorhanden, wenn in Ionen und Molekülen Elektronen ungleich verteilt sind (H. FOLLMANN et al. 1997, S. 28), so bei Bindungen zwischen "Atomen unterschiedlicher Elektronegativität, wie H an Stickstoff, Sauerstoff oder Halogen, oder O an Kohlenstoff, nicht aber in der Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindung (C-H)." Das Waser-Molekül weist einen Bindungswinkel von 105° auf, und "das Sauerstoffatom" stellt "den Schwerpunkt ngeativer Ladung", und das wirkt sich bei in Wasser vorhandenen Ionen oder Molekülen stark aus (S 28). In Wasser als Lösungsmittel für andere polare Stoffe, wie Alkohole oder Ammoniak, herrschen Dipolkräfe. Die Lösungsmitteldipole, also die des Wassers, bilden eine Hülle um in ihm gelöste Ionen, sie werden im Wasser '**hydratisiert**', in sonstigen polaren Lösungsmitteln werden die Ionen durch Ionen-Dipol-Kräfte '**solvatisier**t' (S. 28). In einem äußeren elektrischen Feld können, bei Atomen oder Molekülen, auch bei "symmetrischen Teilchen ohne permanenten Dipolsmoment" die Elektronenhüllen polarisiert, also verschoben werden, wird ein Dipol 'induziert', und das besonders bei schweren Elementen mit "großen Elektronenhüllen" wie bei Jod, oder Molekülen mit Mehrfachbindung" (S. 29). So kommt es auch "zwischen allen Molekülen", auch bei Edelgasen, zu schwachen Anziehungskräften, 'van der Waalssche Kräfte'. Licht fiel auch auf die Wasserstoffbrückenbindung (S. 29).

Die **VAN DER WAALsche Bindung** wird zurückgeführt auf "schwache elektrostatische Bindungskräfte ... auch zwischen elektrisch neutralen Molekülen", durch infolge von Elektronenbewegung induzierte Dipole (H. HENNIG 2002, S, 38), Die Van der Waalsche Bindung ist leicht zu öffnen und zu knüpfen.

## Die weitere Neuentdeckung: die Wasserstoffbrückenbindung

An elektronegative Atome wie Bor, Fluor, Sauerstoff, Stickstoff bindet sich Wasserstoff, **zwischen Molekülen/intramolekular** oder innerhalb/intramolekular von Molekülen (H. HENNIG 2002, S. 37). Die Wasserstoffbrückenbindung führt zu sehr starken zwischenmolekularen Anziehungskräften (M. J. S. DEWAR 1965/1970, S. 120), bei relativ niedriger Bindungsenergie, ist "leicht geknüpft und gespalten", ist von großer Bedeutung für die Dynamik biochemischer Strukturen", hat "erstrangige Bedeutung für die Feinabstufung bestimmter räumlicher Anordnungen und Reaktionsmerkmale" (H. HENNIG 2002, S. 37). Das gilt für Proteine und bei Nucleinsäuren z. B. für die Aufspaltung der DNA-Doppelstränge zum Ablesen der genetischen Information. "Intramolekulare Wasserstoffbrückenbindung führen zu" '**Molekülassoziationen**'. Das wird gesehen für etwa Ammoniak/NH3, Wasser/H2O, Fluorwasserstoff/HF, die einen hohen Siedepunkt haben (Siedepunktanomalie) im Vergleich zu in ihrer Zusammensetzung ähnlichen, bei Raumtemperatur gasförmigen Verbindungen wie Schwefelwasserstoff/H2S oder Salzsäure/HCl (H. HENNIG 2002, S. 37) - wieder Beispiele für die Erklärung des Phänomenalen, etwa der Siedetemperatur, aus dem Molekularen.

## Chemie im engeren Sinne und Kernchemie

Chemische Bindung erschien als Eigenschaft des Verhaltens der äußeren Elektronen, der äußeren Elektronenhüllen, ein Gegenstand vor allem der Physik. Chemie erschien damit fast **als Spezialgebiet der Atomphysik**. Der Chemie schien ihre im 17./18. Jh. erworbene eigenständige Stellung wieder verlorenzugehen. Auf jeden Fall erschien die scharfe Unterscheidung von Chemie und Physik durch die Erkentnisse der Atomphysik im Verschwinden (N. BOHR 1932). Wenn man die Veränderungen von Atomkernen als eher chemische Materieveränderungen sah, dann konnte davon gesprochen werden, daß sich die Chemie in neuem Sinne als "**Kernchemie**" gewaltiges Terrain hinzuerobert hatte. Zahlreichen normalen Chemikern blieben die Dinge noch ziemlich fremd. Noch 1936 (S. 429) hieß es in der Zeitschrift "Angewandte Chemie": "Infolge der beträchtlichen, mathematisch-physikalischen Schwierigkeiten, die dem Chemiker hierbei im Wege stehen, haben wir heute den eigenartigen Zustand, daß die Physik im Zuge des Ausbaues der Quantentheorie eine große Anzahl von Aussagen über die Kräfte zwischen Atomen und Molekülen gemacht hat, die für die Chemie von einschneidender Wichtigkeit sind, die aber die Mehrzahl der Chemiker zusammenhanglos und daher ohne tieferes Verständnis für ihren Wert und für ihr Gewicht hinnehmen müssen, ohne in der Lage zu sein, sie nutzbringend zu verwerten."

Weiter ausgearbeitet wurde die Theorie der chemischen Bindung durch LINUS PAULING, Verfassser des führenden Buches "The Nature of the Chemical Bond" von 1939. PAULING (J. D. DUNITZ 1997), der auch in der Biochemie noch an bedeutenden Entdeckungen beteiligt war, wurde manchmal als der größte Chemiker seines Jahrhunderts, als der neben EINSTEIN am meisten genannte Wissenschaftler des 20. Jh. betrachtet. PAULINGs wirkte mit letztlich Erfolg für die Einstellung der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre und zu seinem Nobelpreis für Chemie 1954 erhielt er 1962 auch den Friedensnobelpreis, war damit der bisher einzige Nobelpreisträger, der zwei ungeteilte Nobelpreise erhielt. Geboren wurde PAULING am 28. Feburar 1901 in Portland in Oregon. Der Vater war deutscher Einwanderer. Ohne Schulabschluß studierte der schon als Schüler an vielem interessierte PAULING ab 1917 am Oregon Agricultural College in Corvallis, arbeitete beim Straßenbau, wurde nach den Ferien aber Instruktor für qualitative Analyse an dem College. Er mußte sich hier selbständig eifrig weiterbilden. Als graduate student trat PAULING 1922 in das damals noch bescheidene California Institute of Technology, das "Caltech", wo er mehr als 40 Jahre verblieb, in einer zwischenzeitlich gewaltig aufstrebenden Institution. Er verbrachte in einem Europa-Jahr auch einige Zeit bei SOMMERFELD in München, war in Kopenhagen und Zürich. PAULING starb am 19. August 1994 auf seiner Ranch in Big Sur in Kalifornien.

Namentlich durch PAULING ließ sich, wie M. F. PERUTZ zusammenfaßte (1995, S. 669), die Chemie "von einem mehr oder weniger phänomenologischen Fach in eine fest auf strukturelle und quantenmechanische Prinzipien begründete Wissenschaft" verwandeln, wurde es möglich, "daß die empirischen Kenntnisse der Eigenschaften der Materie mit der Zeit durch deren Molekularstrukturen ihre Erklärung finden würden" (zit. S. 665). Wie PAULING ausführte (etwa 1973, S. 35): "... dank der Kenntnis der Elektronenstrukturen von Atomen" ist es "möglich geworden, das umfangreiche Tatsachenmaterial der Chemie nach einleuctenden Gesichtspunkten übersichtlich zu ordnen. ... Dem Chemiestudenten wird der Weg zur Beherrschung seines Faches viel leichter werden, wenn er zuerst den Atombau richtig verstehen lernt." PAULING (in C. MEAD et al. 2001) deutete etwa auch die Art der Bindung der 4 Eisen-Atome im Hämoglobin und den Interaktionen zwischen ihnen bei der Bindung von Sauerstoff.

Weitere Beiträge zu diesen Dingen lieferten auch Chemiker (s. d.).

## Atom- und sonstige Partikel-Theorie nach der Mitte der 20-er Jahre des 20. Jahrhunderts

Mit WERNER HEISENBERG und anderen wurde auf Anschaulichkeit verzichtet. Die Elektronen verschwanden als anschauliche Gebilde, gar kleine planetenähnliche Partikel. Es sollte keine Möglichkeit mehr geben, etwas darüber auszusagen, wie ein Atom eigentlich ausieht. Wie BOHR von der subatomaren Welt meinte. Das ging hinaus über die mit anderen Menschen besprechbaren realen Erfahrungen, von der die sprachlichen Ausdrucksmittel geprägt sind (G. S. STENT 1975, S. 1055). DE BROGLIE bemerkte die Analogie zwischen stehenden Wellen und den sogenannten Quantenzahlen aus dem Bohrschen Atommodell. Die stationären Elektronenbahnen erschienen als so etwas Ähnliches wie stehende Wellen. ERWIN SCHRÖDINGER (A. ZARTL 1997) griff das auf und beschrieb es in seinen Wellengleichungen, in seiner **Wellenmechanik.** SCHRÖDINGER war Wiener, einziges Kind des Eigentümers einer Wachstuch-und Linolfabrik und wuchs in Wohlstand auf. Er studierte ab Herbst 1906 an der Universität Wien, war beeindruckt von dem im Ersten Weltkrieg 1915 gefallenen FRITZ HASENÖHRL. SCHRÖDINGER übernahm nach Positionen in Jena, Stuttgart, Breslau 1922 den Lehrstuhl für Theoretische Physik an der Universität Zürich, kam 1927 auf den Lehrstuhl PLANCKs an der Universität Berlin. 1933 demissionierte er, ging zunächst nach Oxford, wurde 1938 Professor in Graz. Nach Entzug der Lehrbefugnis 1938 floh er nach Rom und übersiedelte dann nach der irischen Hauptstadt Dublin an das dortige Institute for Advanced Studies. Der irische Premierminister DE VALERA war selbst ein bedeutender Mathematiker. Im Jahre 1956 übernahm SCHRÖDINGER eine extra für ihn, SCHRÖDINGER, eingerichtete Lehrkanzel an der Universität Wien, war aber schon krank und starb, seit 1958 im Ruhestand, am 4. Januar 1961.

Noch 1928 schrieb LISE MEITNER (S. 372), daß beim radioaktiven Zerfall nur die Gamma-Strahlen "Strahlen sind im Sinne der Licht- und Röntgenstrahlen, also Schwingungserscheinungen oder Wellenstrahlen ... hingegen" die Alpha- und Beta-Strahlen "winzig kleine materielle Teilchen" und durch ihre große Geschwindigkeit, mit der sie ausgeschleudert werden "den Charakter von Strahlen vortäuschen."

Den experimentellen Nachweis der Wellennatur eines Elektronenstrahles hatten ARTHUR HOLLY COMPTON (S. K. ALLISON 1965, R. H. STUEWER 1981, zusammen mit C. T. R. WILSON 1927 Physik-Noblepreis-Träger, wies nach, daß X-"Strahlen" und Gamma-Strahlen auch Teilchen.Natur besitzen. COMPTON, neben MILLIKAN einer der führenden US-amerikanischen Physiker der Zeit, war am 10. September 1892 als Sohn eines Philsophie-Professors in einer religiösen Familie in Wooster / Ohio geboren worden, studierte in Princeton, arbeitete auch bei RUTHERFORD in Cambridge / England, ging 1923 an die Universität von

Chicago. In besonderem Maße war COMPTON am Bau der Plutonium-Bombe beteiligt. Er starb am 15. März 1862.

1927 erbrachten die amerikanischen Physiker CLINTON JOSEPH DAVISSON und LESTER HALBERT GERMER in den Bell Laboratories den Nachweis, daß ein Elektronen-Strahl durch einen einzelnen großen Nickel-Kristall gestreut wurde wie X-Strahlen und das die Streuung mit den durch DE BROGLIE vorgegebenen Erwartungen übereinstimmte.

Ein Zentrum der Quantenphysik und Quantenchemie war Göttingen geworden, wo MAX BORN (W. HEISENBERG 1970) wirkte. Der am 11. Dezember 1882 geborene BORN, Sohn eines Medizin-Professors in Breslau, studierte in Göttingen, erhielt 1915 ein Extraordinariat in Berlin, 1919 eine Professur in Frankfurt am Main, 1921 in Göttingen. Im Jahre 1933 mußte er wie sein Freund JAMES FRANCK emigrieren, erhielt eine Dozentur in Cambridge in England, 1935 die Tait-Professur für Naturphilosophie in Edinburgh. Im Jahre 1953 emeritiert ließ er sich in Bad Pyrmont nieder. Er wandete sich neben anderen Physiker-Kollegen gegen die Gefahr der Auslöschung der Menschheit in einem Atomkrieg. BORN starb am 5. Januar 1970 in Göttingen.

### Wirkung energiereicher Strahlung auf lebende Substanz

Radioaktivität induzierte ebenso wie Röntgenstrahlung und teilweise auch das UV-Licht **Mutationen**, was, 1927 für Röntgenstrahlen bewiesen, Gefahr nicht nur für gegenwärtige Menschenkinder, sondern auch für zukünftige bedeutete.

## Umwandlung von Atomkernen durch Außeneinwirkung - "Künstliche" Atomumwandlung. - Kernchemie

### Erste künstliche Kernumwandlung

Bisher bekannte Kernveränderungen geschah augenscheinlich nur spontan, bei der offenbar unbeeinflußbaren natürlichen Radioaktivität.

RUTHERFORD (1937) aber entdeckte **1919** eine erste **Umwandlung von Atomkernen** durch von außen an einen Atomkern herantretende und offensichtlich in ihn eintretende Partikel. Das die Umwandlung bewirkende Partikel, Helium-Kerne,

also Alpha-Teilchen, war Produkt natürlicher Radioaktivität. Stickstoff (7N14), bei dem sonst kein Spontanzerfall bekannt war, befand sich in einer Wilsonschen Nebelkammer. In diese eindringende Alpha-Teilchen flogen fast alle wie durch einen leeren Raum. An einigen Stellen aber erschienen die Spuren der Alpha-Teilchen scharf abgebogen und von diesen Stellen aus zeigten sich Bahnspuren von Protonen, also Wasserstoffkernen. Stammten diese Wasserstoffkerne aus den Stickstoffatomen, mußten aus diesen durch den Protonen-Verlust Sauerstoff-O-Atome (17 O) entstanden sein. Die wenigen Spuren, und nur solche sah man, verwiesen darauf, daß die Menge der zertrümmerten Atomkerne außerordentlich gering war. Die von 1 Gramm Radium abgebenen Alpha-Strahlen könnten im Laufe eines Jahres nur einige Zehntausendstel Kubikmillimeter Stickstoff zertrümmern. An irgendwelche Erzeugung von chemisch faßbaren neuen Atomen aus Atomen war noch nicht zu denken.

RAMSAY und einige andere sahen das zweitweilig anders und es wurde gar davon gesprochen, daß Goldmachen das auf der Goldbasis bestehende Weltwährungssystem gefährden könnte (W. H. BROCK 2008).

Aber auf Atome treffbare Partikel konnten, so war andeutungsweise deutlich geworden, Atome, und zwar deren Kerne, verändern, und damit aus Elementen andere Elemente entstehen lassen. Umwandlung von Atomkernen, damit Umwandlung von Elementen – damit begann eine neue Art von Chemie, falls der Ausdruck "Chemie" noch angewandt werden sollte, wie jedoch bald geschah. Nicht Elektronen der äußersten Hülle gingen von einem Atom zur Hülle eines anderen oder wurden beiden Atomen gemeinsam beim Intaktbleiben des Atomkernes und der inneren Elektronenhüllen, sondern in den Kernen geschah eine Veränderung in der Zusammensetzung. Das wurde die "**Kernchemie**", ein den Begriff "Radiochemie" ablösender Terminus..

Ab 1932 folgte hierzu eine Entdeckung auf die andere, wobei sich die verschiedenen Entdeckungen gut ergänzten. OTTO HAHN schrieb in Erinnerungen (1948, S. 74): "Ein neues Zeitalter der Kernforschung wurde damit eingeleitet. Das Zeitalter der künstlichen Elementverwandlung und der künstlichen Radioelemente löste das der natürlichen Radioaktivität ab."

In Fixsternen erschien Kernchemie als die dort vor sich gehende Chemie. Es gab nun sogar die Hoffnung, gar auf. Reaktionen, auf Synthese von Atomkernen miteinander, auf Nukleonensynthese.

Die auf den Außenelektronen beruhende irdische Chemie, die bisherige normale Chemie der Chemiker, mußte im Weltall viel weniger vorhanden sein als die "Kernchemie". "Normale Chemie" mußte sich als begrenzt erweisen auf abgekühlte Himmelskörper oder –systeme. Sie wurde also zu einem Sonderfall der "Chemie",

der Stoff-Umwandlung, während die Kernchemie, bisher eher die Absurdität, die im Weltall verbreitetere Chemie ist .

RUTHERFORD sprach trotz der sehr geringen Mengen für die Umwandlung seinerzeit von der "Newer Alchemy", in Anlehnung an die in der Alchemie erhoffte Umwandlung von Metallen in andere, die 'Transmutation'. Jedoch besaßen die Alchemisten nicht die neuzeitliche Elementen-Vorstellung und bei den 4 alten Elementen kamen die Metalle nicht vor, was dem Begriff der "Newer Alchemy" nur eine sehr übertragene Bedeutung zukommen läßt.

RUTHERFORDs Entdeckung öffnete auch den Blick für **Element-Umwandlungen in der Natur** anders als bei radioaktiven Elementen. Das war etwa die geringfügige Bildung von C14 aus dem Stickstoff der Atomosphäre durch die Neutronen der Kosmischen Strahlung.

## Neue Elementar-Partikel bei kernchemischen Prozessen oder aus dem Weltall

Für neu aufgefundene 'Elementarteilchen' mußte offen bleiben, ob sie in Atomkernen vorgebildet sind oder wie sie, wenn nicht, entstehen. Dazu traten Partikel aus dem Weltall, in den Kosmischen Strahlen. Woher? Wodurch?

Schon bei der künstlichen Kernumwandlung traten auch Partikel auf, die bei der spontanen radioaktiven Atomumwandlung in der irdischen Natur vorkommender radioaktiver Elemente nicht gefunden worden waren. Bei RUTHERFORDs Stickstoff-Umwandlung waren Protonen abgegeben worden, aber bei der natürlichen Radioaktivität traten solche Protonen nicht auf, sondern Helium-Kerne.

Schon früh wurde zeitweise auf auch in größerem Maßstab durchführbare Elementen-Umwandlungen gehofft. Schon vor RUTHERFORD hatte etwa RAMSAY (F. HABER 1926) Alpha-Strahlen auf wäßrige Lösungen verschiedener Substanzen einwirken lassen und wollte anschließend neugebildete Elemente, besonders Neon und Lithium, nachgewiesen haben, was sich jedoch in der Folgezeit nicht bestätigen ließ. RUTHERFORD war also der erste, der einen Atomkern-Umwandlung feststellte.

Schienen die Atome nach ersten Annahmen aus 2 Grundbausteinen zu bestehen, Elektronen und Protonen, so wurden in den 30er Jahren bei "künstlichen Elementen" und in der kosmischen Strahlung **weitere subatomare Teilchen** gefunden, komplizierten das Bild der Materie und es erstand erneut die Frage, was nun die letzten elementaren Teilchen sind (O. R. FRISCH 1981). **Auch die "künstlichen**

**Kernumwandlungen" entstehenden Teilchen** konnten **für Beschießungsversuche** verwendet werden und **veränderten,** vor allem wenn beschleunigt, in der Tat ebenfalls Atomkerne. Allen voran bei diesen neuartigen Partikeln steht das **Neutron**. Zunehmend, mit höherer Energie, lieferten die Beschleunigungsmaschinen auch Teilchen, die zuerst nur in den kosmischen Strahlen oder jedenfalls durch sie hervorgerufen gefunden wurden (E. SEGRE'1959). Die Beschleunigungsmaschinen konnten also mit der Energie kosmischer Strahlung konkurrieren.

Nicht nur die Partikel als solche, in ihrer Qualität, wurden beachtet, sondern verstärkt auch **Verschiedenheiten im Energie-Inhalt der Teilchen** derselben Art, etwa der Alpha-Teilchen, die je nach ihrer Herkunft unterschiedliche Geschwindigkeit und Durchdringungsfähigkeit aufwiesen.

Aus den bei der natürlichen Radioaktivität oder bei künstlichen Kernumwandlungen auftretenden Teilchen und deren Energie-Inhalt wurde über die mögliche Zusammensetzung der Atomkerne auch im nicht angeregten Zustand spekuliert. SCHRÖDINGER etwa erörterte dabei, daß die beim radioaktiven Zerfall auftretenden festgestellten Teilchen nicht als solche im Kern vorhanden sein müßten (J. H. D. JENSEN 1964) und die bisherige darauf gezoegene Schlußfolgerung auf die Zusammensetzung der Atomkerne nicht erwiesen sei. Über die Struktur der Materie, die Atome, mußte erneut nachgedacht werden.

Zunächst wurde ein neues Elementarteilchen, das von DIRAC vorausgesagte **Positron**, durch den bei R. A. MILLIKAN in Pasadena forschenden CARL DAVID ANDERSSON am 2. August 1932 an der Bahnspur in einer Nebelkammer bei der Untersuchung der kosmischen Strahlung festgestellt, erschien also als Produkt eines außerirdischen, eines kosmischen Phänomens. Das Positron besitzt nur die Masse eines Elektrons, trägt aber im Unterschied zu diesem positive Ladung. ANDERSON wurde zusammen mit V. HESS 1936 Physik-Nobelpreisträger.

Bei der rasch erfolgenden Kollision der Positronen mit Elektronen entsteht Gamma-Strahlung, aus Gammastrahlen entstehen gelegentlich Positronen und Elektronen. Wie das Licht/Photonen hatten Elektronen, wie VICTOR DE BROGLIE schloß, auch Welleneigenschaften. Das Positron wurde dann auch **bei Kernumwandlungen** gefunden.

Das Positron legte die weiter bestätigte Einsicht nahe, daß zu jedem geladenen Teilchen eines mit der entgegengesetzten Ladung existiert, also dem positiv geladenen Proton ein negativ geladenes gegenüberstehen könnte, es außer unserer Welt mit Protonen und Elektronen eine **"Anti-Welt"** mit Antiprotonen und Positronen geben könnte (E. SEGRE'1959). Sollte beim Zusammentreffen dieser Welten eine Zerstrahlung stattfinden?

Längst können Positronen auch in irdischen Apparturen erzeugt werden und werden genutzt, festzustellen die "Konzentration von Krisrallfehlstellen" oder "das freie Volumen in amorphen Festkörpern" (CHR. HUGENSCHMIDT 2018, S. 35).

## Erste von außen bewirkte Atomumwandlungen mit künstlich beschleunigten oder auch verlangsamten Teilchen

Nachdem bei RUTHERFORD mit einem bei radioaktiver Umwandlung spontan entstehenden Teilchen mit dessen naturgegebener Geschwindigkeit eine Atomumwandlung (nuclear transformation) stattgefunden hatte, überlegte der englische Physiker JOHN DOUGLAS COCKROFT (T. E. ALLIBONE 2004), solche Partikel künstlich mit Hilfe von Elektrizität zu beschleunigen und beim Beschuß von Elementen mit solchen beschleunigten und somit weniger durch ein Atom abgebremsten Teilchen stärkere Atomkern-Veränderungen auszulösen als bei RUTHERFORD nachgewiesen wurden.

In der Folgezeit und fortgesetzt bis heute wurden immer neue **Apparate**, "**Beschleuniger**", gebaut, mit denen Partikel, zuerst besonders Alpha-Teilchen, aber auch Elektronen, gewaltig **beschleunigt** wurden. Partikel-Beschleuniger wurden die großartigen Apparaturen der modernen Physik, führten aus dem normalen Laboratorium zur "**big science**", die mit zunehmend gewaltigeren Kosten verbunden war. Damit kam als eine neue Ära der Atomforschung die **Hochenergie-Physik** und wurde die **Kernchemie** gewaltig ausgebaut. Bei den Kernprozessen fanden pro einbezogenem Atom viel größere Energie-Umsetzungen statt als bei den 'normalen' chemischen Prozessen, nur daß bei den etwa im Reagenzglas durchgeführten normalen chemischen Reaktionen zunächst mehr oder weniger gleichzeitig größere Mengen an Atomen einbezogen waren.

Eine **erste Beschleunigungsanlage** (voltage multipler) für Protonen schufen in Cambridge in England COCKROFT und ERNEST THOMAS SINTON WALTON (1932; B. PIPPARD 2004), die Nobelpreisträger für Physik 1951. Mit den beschleunigten Protonen, also Wasserstoff-Kernen, wurden Proben verschiedenster Elemente, als "targets"/Ziele, "bombardiert", Beryllium wie Bor, Kohlenstoff, Sauerstoff, Fluor, Natrium, Aluminium, Kalium, Calcium, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber, Blei, Uran. Die entstehenden Partikel wurden beobachtet durch ihre Szintilallation auf Zinksulfid und in der verbsserten Nebelkammer Das leichteste als "target metal" dienende und im April **1932** mit durch etwa 125.000 Volt beschleunigten Protonen beschossene Element war **Lithium** Von dem nach seinem Atomgewicht leichtesten Element war der Aufbau der Atomkerne nur aus wenigen Bestandteilen anzunehmen und waren Veränderungen in besonders auffälligem Maße zu

erwarten. Es entstanden aus jenen Lithium-Kernen, die ein bescheunigtes Proton aufnahmen, wie man aus den Eigenschaften der Partikel ablas 2 Alpha-Partikel und mußten 2 Helium-Kerne gebildet werden. Es kam also bei diesen Kernen zu einer "disintegration", die man, wenn der Lithiuim-Atomkern nicht aus so wenigen Partkeln besteht, fast als 'fission' betrachten konnte. Diese **"disintegration" der Lithium-Kerne** war die **erste mit künstlichen Mitteln**, mit künstlich beschleunigten Partikeln herbeigeführte **Atomkern-Umwandlung**. Die von RUTHERFORD beobachtete Kern-Umwandlung war durch natürliche, nicht irgendwie künstlich beschleunigte Partikel des radionaktiven Zerfalls geschehen.

Bei dem Protonen-Beschuß von Fluor, F19, war anzunehmen die Entstehung von ebenfalls Alpha-Teilchen und Sauerstoff / O16.

Als von Berkeley schweres Wasser in Cambridge/England eintraf, wurde um 1935 **Lithium mit Deuteronen**, den Kernen des Schweren Wassers/Deuterium, beschossen und entstanden die schnellsten bisher beobachteten Neutronen.

COCKCROFT und WALTON "bombardierten" aber auch mit den ebenfalls im Cavendish-Laboratorium in Cambrdigen entdeckten Neutronen, und zwar mit **abgebremsten Neutronen**, von denen man durch die Elektronenhüle hindurch ein besonders gutes Eindringen in einen Atomkern erwartete. Die 'Bombardierung' von Lithium-6, des selteneren in der Natur vorkommenden Lithium-Isotops, mit abgebremsten, langsamen, "thermischen", Neutronen, ließ pro Lithium-Kern einen Helium-Kern und Tritium, dem Wasserstoff mit Masse 3, entstehen. Das war eine besonders stark Energie liefernde Kernumwandlung.

COCKCROFT wurde noch maßgebend bei der Erstellung des Radar-Schildes um Großbrtiannien gegen einfliegende Flugzeuge und war Befürworter und Inaugurator für die Nutzung der Atomkraft. Er vertrat Großbritannien beim Abschluß des Vertrages über das Ende der Atomtests 1963. Gestorben ist er 1967.

Stark beschleunigte Partikel auf Atome einwirken zu lassen ermöglichte das von ERNEST ORLANDO LAWRENCE, Nobelpreisträger für Physik 1939, M. STANLEY LIVINGSTONE und NIELS E. EDLEFSEN um **1932** in Berkeley konstruierte **Cyclotron**, ein ringförmiger Beschleuniger. Ein zweites, 1936 in Tätigkeit genommenes Cyclotron wurde konstruiert, in Chicago, unter HARKINS (R. S. MULLIKAN 1975).

Auch in internationaler Zusammenarbeit wurden nach 1950 immer größere Beschleuniger gebaut und wurde die Atomphysik zu einem großen Teil Ergebnis der Beschleuniger. Unabhängig voneinander entwickelten EDWIN MATTISON McMILLAN in den USA und VLADIMIR VEKSLER in der Sowjetunion das **Synchroton**.

Was die Weiterentwicklung **der Kernchemie** betrifft, so werden um 1940 etwa 500 bekannte Umwandlungsprozesse beschrieben, und bei etwa 250 von ihnen entstanden Atomkerne, die selbst radioaktiv waren (R. FLEISCHMANN 1940). An Reaktionen gab es Austausch von Teilchen, Einfang-Reaktionen, Herausschlagen von Neutronen und, bekannt seit 1938 / 1939, Spaltungs-Reaktionen.

Bei den Kern-Reaktionen blieben die Massen der betroffenen Partikel und Atomkerne nicht gleich, was zu dem mit Energie-Freisetzung, so den Gamma-Strahlen, verbundenem "**Massendefekt**" führte. Die Massen besaß man bei vielen Isotopen aus den Untersuchungen von ASTON mit dem Massenspektrographen. Bei Atomkernen mit mittleren Massenzahlen sind die Kernbestandteile fester als bei leichteren und schwerern durch die Bindungsenergie gebunden.

Neben der Verwendung künstlich beschleunigter Teilchen blieb für Kernumwandlungs-Prozesse die Nutzung natürlich entstandener Partikel aber immer bestehen.

## Das Neutron

Das in besonderem Maße aufseheneregende unter den neuen Elementarteilchen wurde das **Neutron**, gefunden in demselben Jahr 1932, in dem COCKCROFT und WALTONs die erste Kernumwandlung mit künstlich beschleunigten Teilchen gelang. RUTHERFORD (H. PLEIGEL 1937) 1920 aus der Differenz zwischen Kernladung und Atomgewicht einen weiteren Kernbestandteil, eben das Neutron, vorausgesagt. **Das elektrisch neutrale Neutron** erschien als **geeignet, in Atomkerne hineingeschossen** zu werden und in den Atomkernen Veränderungen auszulösen.

Die Entdeckungsgeschichte des Neutron besteht aus einem Teilerfolg, einem Verkennen des richtigen Sachverhaltes, und aus der Feststellung des tatsächlichen Geschehens. Die deutschen Physiker WALTHER BOTHE (R. FLEISCHMANN 1957, H. MAIER-LEIBNITZ 1985) und HERBERT BECKER, damals an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin, "beschossen" in normalen 'Disintegrations'-Versuchen 1930 **Beryllium** und auch Bor und andere Elemente **mit Alpha-Strahlen**, also Helium-Kernen, aus natürlicher Radioaktivität von Polonium. Daraufhin erschien namentlich beim Beryllium eine bisher unbekannte schwache Strahlung, die extrem leicht in andere Stoffe eindrang, offensichtlich deren Atomkerne erreichte, also nicht abgestoßen wurde. Eigenartig erschien, daß auf Alphastrahlen-Beschuß des Beryllium eine so offensichtlich besondere, eine schwache Gamma-Strahlung, erschien. Der 1891 in Oranienburg geborene und bei PLANCK promovierte BOTHE wurde 1915 russischer Kriegsgefangener und kam nach Sibirien, lernte hier auch Russisch, heiratete 1920 in Moskau und wurde nach seiner

Rückkehr 1920 unter GEIGER Regierungsrat im Laboratorium für Radioaktivität an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Nach GEIGERs Weggang nach Kiel wurde BOTHE 1925 dessen Nachfolger. 1930 folgte BOTHE einem Ruf nach Gießen, 1932 als Nachfolger LENARDs nach Heidelberg, und wurde dann hier 1934 Direktor des Instituts für Physik am Kaiser Wilhelm-Institut für Medizinische Forschung, wo man froh war wegen der politisch unglücklichen Umstände am bisherigen LENARD-Institut. 1954 erhielt BOTHE zusammen mit BORN den Nobelpreis für Physik, gab aber trotz der Amputation eines Beines das Rauchen nicht auf und starb etwa 3 Jahre später am 10. Februar 1957 in Heidelberg, "Meister der experimentellen deutschen Kernforschung" (R. FLEISCHMANN 1957, S. 460).

Forschungen ähnlicher Art kamen von FRÉRÉRIC JOLIOT und seiner Ehefrau IRÈNE geb. CURIE und führten zur Entdeckung der 'künstlichen Radioaktivität' (s.u.).

JAMES CHADWICK (1932) im Cavendish Laboratory in Cambridge/England, also bei RUTHERFORD, fand **1932** die von BOTHE gefundene "Strahlung" **1932** als ungeladene Partikel, so schwer etwa wie Protonen, elektrisch aber neutral, eben die "**Neutronen**". BOTHE und BECKER hatten nur eine schwache Begleitstrahlung nachgewiesen, welche bei der Einwirkung von Alphastrahlung auf Beryllium neben den Neutronen abgegeben wird und die Neutronen eben damit nicht 'entdeckt', obwohl sie entstanden waren.

Neutronen können, weil die keine Ladung haben, tiefer in Materie eindringen als Röntgenstrahlen. Nicht im Besitz einer elektrischen Ladung ließen sich Neutronen nicht wie die positiv geladenen Protonen beschleunigen, wohl aber **abbremsen**, in "**Moderatoren**", wasserstoffreichen Verbindungen wie Paraffin und durch Graphit. Und Moderatoren, die Netronen abbremsen, sind 'entscheidend'"für die kontrollierte Kernspaltung" (S. TURCHETTI 2013, S. 44). Einer der führenden Erforscher der Erforschung der Moderatoren war der jüdische italienische Kernphyiker BRUNO PONTECORVO, der nach Arbeit in Kanada 1950 in die Sowjetunion ging. Er setzte auf Moderation durch Schweres Wasser.

Freie Neutronen **zerfallen** mit einer mittleren Lebendauer von etwa 900 Sekunden in ein Proton, ein Elektron und ein Elektron-Antineutrino. Als es um Neutronen-Abbremsung in einem Uran-Reaktor ging lieferte BOTHE das Ergebnis, daß Graphit für die Abbremsung ungeeigneter war als Schweres Wasser. Deshalb setzte man in Deutschland für die Freisetzung der Energie aus Uran auf Schweres Wasser und nicht wie in den USA auf Graphit. Es gab aber wesentliche Qulitätsunterschiede beim Graphit, und deshalb war nicht jeder Graphit geeignet.

Neutronen, in den Atomkernen außer dem des Wasserstoff etwa so viele wie Proto-

nen, bilden damit also die halbe Masse unserer bekannten materiellen Welt.

Auch die zu Anfang der 1930-er. Jahre bekannten Elementarteilchen, das Neutron und auch die Protonen sind wie das Atom galten schließlich nicht mehr als die letzten Einheiten der Materie. **Die Elementarteilchen immer weiter zu zerstrümmern**, das wurde ein Hauptanliegen, ein teures, der weiteren Physik **namentlich nach 1945,** und es blieb zweifelhaft wie weit man da kam – zumal jede Anschaulichkeit schon jetzt unberechtigt war und nur eher symbolische Bilder möglich waren.

Neutronen, zunächst erzeugt in der von BOTHE gefundenen und nicht erkannten Weise aus mit einem natürlichen Alpha-Strahler beschossenen Beryllium, ließ man bald auf die verschiedensten Elemente einwirken. Da es elektrisch neutral ist, mußte das Neutron durch die Elektronenhülle hindurchfliegen können und viel leichter als andere Partikel in den Atomkern eindringen. Zuerst etwa wurde das untersucht bei der Einwirkung von Neutronen auf Stickstoff (J. CHADWICK 1932). Ergebnis diese Untersuchungen wurden einige der folgenschwersten Entdeckungen in der Menschheitsgeschichte.

## Immer wieder Diskussion über die Struktur der Atomkerne

Gerade die Entdeckung der Neutronen führte zu neuen Überlegungen über den Bau der Materie. Außer beim normalen Wasserstoff mit der Masse 1 waren Neutronen in allen Atomkernen zu erwarten, die eine größere Masse aufweisen als ihrer Ordnungszahl entsprach und somit der Zahl ihrer Protonen entspricht. Protonen und Neutronen sind die "**Nukleonen**", die augenscheinlich den Atomkern aufbauen.

Mit der Auffindung und Aufklärung der Produkte der Radioaktivität wurden immer erneut Überlegungen über den Aufbau der Atome und auch spziell der Atomkerne angestellt. LISE MEITNER stellte solche Überlegungen im Zusammenhang mit ihren Forschungen über die Gamma-Strahlen an, sprach von "**Kernfiguration**" (W. GENTNER 1959 / 2006). Jeweils mit den neuen Erkenntnissen wurde in der Royal Society in London mit Opening Addresses von RUTHERFORD 1920, 1929 und nunmehr 1932 über die "Structure of Atomic Nuclei", die Struktur der Atomkerne, diskutiert. Der aus der Chemie für ein Molekül oder allenfalls das Gesamtatom mit seinen Elektronen bekannte Begriff der "**Struktur**" wurde also jetzt auch angewandt, um die **Zusammensetzung** der **Atomkerne** zu beschreiben. Es war ein wesentlicher Schritt tiefer in die Erforschung der Mikrowelt gegangen. Nicht mehr die Chemiker im engeren Sinne, sondern Physiker waren

jetzt gefragt. Die Existenz und Häufigkeit der Isotope der einzelnen Elemente, festgestellt namentlich von ASTON, die Konstanz oder Inkonstanz der Atomkerne mit Berücksichtigung der von instabilen Kernen ausgesandten Partikel mit ihrem unterschiedlichen Energie-Inhalt sowie die Gamma-Strahlen bildeten die Grundlage, Annahmen über die Struktur der Atomkerne zu treffen. 1932 (S. 736) wurde bei RUTHERFORD angenommen, daß der Atomkern eines schwereren Elementes hauptsächlich aus Alpha-Partikeln, also den beim radioaktiven Zerfall ausgesandten Helium-Kernen, und einem Gemisch von wenigen freien Protonen und Elektronen, also Elektronen im Kern, besteht. Jeweils 1 Proton und 1 Elektron sollten ein Neutron bilden.

Der Atomkern sollte eine hochkonzentrierte Struktur besitzen und die ihn zusammensetzenden Teilchen so eng aneinander gebunden sein, daß andere als die sonst bekannten Kräfte wirken. Was aber bewirkte dabei, daß manche Atomkerne stabil sind, andere mehr oder weniger rasch zerfallen? Aufschluß wurde erwartet namentlich auch von den Gamma-Strahlen, deren Entstehung noch offen war. Manche radioaktiven Kerne entsenden Alpha-Partikel mit unterschiedlicher Energie, aber Gruppen von jeweils bestimmter Energie, und das zeigte sich wiederum verbunden mit den Energien von einigen der hervorstechenden Gamma-Strahlen. Das radioaktive Thorium C beispielsweise sandte 5 verschiedene Gruppen von Alpha-Partikeln aus.

## Kräfte der Materie

An **grundlegenden Kräften** wurden jetzt angenommen: zwischen weit oder wenigstens weiter voneinander entfertnen Körpern, so zwischen Himmelskörpern, wirkte die **Gravitation**. Zwischen nahe beieinander befindliche Körpern, so zwischen Ionen, zwischen Elektronen und Atomkernen, wirkten die **elektrischen, die Coulomb-Kräfte**. Im Atomkern aber wirkten eigene **Kernkräfte**, schon geahnt, aber neu bekannt gewordene Kräfte, die, wie VICTOR F. WEIßKOPF bemerkte (1983, S. 279), mit dem Eindringen in den Atomkern um 1930 erst erkannt wurden, und die "unter gewöhnlichen Bedingungen auf der Erde nicht freigesetzt werden." Mit weiteren eigenen Worten: Die Materie besitzt Möglichkeiten, die auf der Erdoberfläche nicht verwirklicht sind. Das, und nur das, aber läßt eine andere Möglichkeit der Materie Wirklichkeit werden, nämlich Leben entstehen zu lassen.

Der 'Mensch' griff wie mit den ungewöhnlich hohen Temperaturen, sehr niedrigen Temperaturen, hohem Druck, nur in Laboratorium und Industrie erzeugten Substanzen auch mit den Kernkräften Dinge auf, die er bald in **größerem Ausmaß** 'herstellte und nutzte', **als** sie in **seiner** unmittelbaren **Umgebung**, in der seine

Evolution stattgefunden hatte, bestanden. Das von immer mehr Wissenschaftlern beschworene Ethos verlangte den verantwortungsvollen Umgang mit diesen Dingen!

## Künstliche Radioaktivität - radioaktive Isotope von in der Natur nicht-radioaktiven Elementen

Mit spontan emittierten, also nicht künstlich beschleunigten Partikeln, Alpha-Strahlen, gelang FRÉDÉRIC JOLIOT und seiner Frau IRÈNE geb. CURIE (1934, 1936) am Pariser Institut du Radium **1933** die Erzeugung eines neuen **Isotops, das selbst radioaktiv** war. Mit von Polonium ausgesandten Alpha-Strahlen wurden Aluminium, Bor, Magnesium "bombardiert". Die mit den **Alpha-Strahlen** bombardierte Aluminium-Folie gab daraufhin Positronen ab. Einmal wurde die Alpha-Strahlenquelle von dem **Aluminium** weggeschoben. Die Aluminium-Folie sandte **weiterhin Positronen** aus. Zuerst wurde der zu dieser Anzeige benutzte Geiger-Zähler als fehlerhaft angesehen. Ein neuer Geiger-Zähler zeigte aber ebenso die fortgehende Positronen-Abgabe des Aluminium an. Die Positronenabgabe des nicht mehr von Alpha-Strahlen beschossenen Aluminium sank mit einer Exponentialkurve wie beim Zerfall eines radioaktiven Elementes. Es ergab sich die Schlußfolgerung, daß durch den Beschuß mit Alpha-Teilchen die Atomkerne des Aluminium in einen anderen, einen radioaktiven Kerntyp umgewandelt worden waren. Als solcher kam in Frage 15 Phosphor30 Unter Positronenabgabe wandelte dieser Phosphor sich um in 14 Silicium30. Der umwägbare Betrag an neu entstandenem radioaktiven Material an dem Aluminium ließ sich von dem Aluminum abtrennen, denn er begleitete bei Behandlung der Aluminiumfolie mit Salzsäure den entstehenden Wasserstoff, konnte also nicht mehr Aluminium sein. Bor bildete bei Beschuß mit Alpha-Strahlung offensichtlich das radioaktive Stickstoff-Isotop 13, und dessen Radioaktivität ließ sich mit Ammoniak wegführen. Magnesium bildete Silicium 27.

Stabile chemische Elemente konnten also, zunächst in winzigen Mengen, nicht nur überhaupt in andere umgewandelt werden, sondern in manchen Fällen in solche Isotope, die ihrerseits spontan radioaktiv sind, sich also ihrerseits umbildeten, die also, wie man das nannte, "**künstliche Radioaktivität**", besitzen. Diese Isotope mußten keineswegs auch in der Natur vorkommen. Es konnten also selbst von Elementen ohne natürliche radioaktive Isotope "künstliche" radioaktive Isotope erzeugt werden und wurden von Elementen mit natürlichen Isotopen oft zahlreiche weitere künstliche, nicht in der Natur nachgewiesene Isotope erzeugt. Die Radioaktivitität der "künstlichen" radioaktiven Isotope dauerte mit unterschiedlicher und teilweise sehr lange Halbwertszeit fort, wenn die induzierende Quelle längst nicht

mehr einwirkte. Leider erschien das natürlich auch beim radioaktiven "fall out" der Kernwaffen-Explosionen. **Von zahlreichen Elementen** des Periodensystems standen schließlich **radioaktive Isotope zur Verfügung**. Hier war etwas entdeckt worden, was wiederum bestehende Vorstellungen umstürzte und von **großer auch praktischer Bedeutung** wurde, denn für Stoffwechsel-Untersuchungen im lebenden Organismus, für Messungen bei technischen Vorgängen wie bei Eingriffen in Wucherungen beim Menschen waren sie verwendbar. GENTNER, der 1935 nach einem zweieinhalbjährigem Paris-Aufenthalt bei den CURIEs zu BOTHE in **Heidelberg** gekommen war, baute dort einen Van de Graaff-Beschleuniger und mit WILHELMY und BOTHE wurde damit Lithium zum Anfang von Protonen gebrachte und sandte daraufhin eine Gamma-Strahlung aus, welche **viele radioaktive Isotope** hervorbrachte (H. MAIER-LEIBNITZ 1985, S. 413). GENTNEr wurde dann nach Freiburg berufen und wurde BOTHEs Nachfolger in Heidelberg.

Die Auffindung der "künstlichen Radioaktivität" ließ die Ursache der Radioaktivität von chemischen Elementen in der Natur neu sehen – wie etwa VON HEVESY erfaßte. Welche radioakiven Isotope in der Natur, etwa das radioaktive Kalium-Isotop, mochten anderen radioaktiven Elementen ihre Strahlung verdanken? Gab es eine primäre Radioaktivität? Gab es doch eine Kausalität für die Radioaktivität, vielleicht in ganz frühen Tagen der Bildung des Weltalls? Antworten konnten wohl nur aus Erkenntnissen über die 'Evolution' der Elemente gefunden werden. Gegenüber den radioaktiven Elementen höherer Ordnungszahl gab es bei den radioaktiven Isotopen keine langen Zerfallsreihen.

## Isotope als "tracer" bei der Untersuchung von Vorgängen und Prozessen

Sowohl nicht-radioaktive wie dann radioaktive Isotope wurden eingesetzt, um wegen des möglichen Nachweises in sehr sehr geringen Mengen ihren Weg in der Umwelt, etwa in Organismen oder technischen Anlagen zu verfolgen. Sie dienten als "**tracer**", als Spuren.

Pioniere in der Anwendung der tracer-Methode wurden GEORG (GYÖRGY) K. VON HEVESY (E. BRODA 1967, F. SZABADVÁRY 1990) sowie einige Mitarbeiter und unter diesen namentlich FRIEDRICH ADOLF PANETH. Der durch verschiedene bedeutende Entdeckungen hervorgetretene VON HEVESY war am 1. August 1885 in begüterten Verhältnissen in Budapest geboren worden, studierte in Berlin und Freiburg i. Br., arbeitete 1911 bei RUTHERFORD in Manchester und dann zusammen mit PANETH an dem von STEFAN MEYER geleiteten Insti-

tut für Radiumforschung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nach einer Zeit in Kopenhagen wurde HEVESY 1926 Professor in Freiburg i. Br. Als Jude mußte er 1934 Deutschland verlassen, ging wiederum nach Kopenhagen, floh 1942 nach Schweden, wurde Professor am Institut für Organische Chemie in Stockholm, erhielt 1943 den Nobelpreis für Chemie. Nach seiner Emeritierung nach Freiburg i. Br. zurückgekehrt starb er hier am 5. Juli 1966.

PANETH, der am 31. August 1887 in Wien geborene Sohn eines Physiologen, wirkte bis 1933 am Radium-Institut in Wien, ging wegen der aufkommenden Nazibewegung nach England und war ab 1939 Professor der Chemie in Durham. Ab 1953 leitete er ein Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. PANETH starb am 17. September 1958 in Wien.

## Nicht-radioaktive Isotope angewandt - schwierige Messung

Erster solcher tracer wurde das 1932 von UREY entdeckte 'Schwere Wasser', das **Deuterium**, und Deuterium-Atome wurden bei den Versuchen eingeführt in Wasser oder in wasserstoffhaltige Verbindungen. Bei den Untersuchungen muß in sehr genauer und nicht einfacher Weise der Deuterium-Gehalt in den Proben "durch Dichtemessungen des sorgfältig gereingten Wassers oder mit Hilfe des Massenspektrographen" (G. VON HEVESY 1952, S. 204) bestimmt werden, also war das Arbeiten mit dem Deuterium, dem nicht-radioaktiven Isotop, aufwendig. UREY unterstützte VON HEVESY (1952, S. 204) in Freiburg i. Br. An Goldfischen konnte VON HEVESY nachweisen, daß diese in Wasser mit einigem Gehalt an Deuteriumoxid im Laufe von weniger als einer Stunde ihr Wasser im Körper vollständig austauschen, also ständig neues Wasser aus ihrer Umgebung aufnehmen. Der nach den USA gegangene jüdische Chemiker SCHÖNHEIMER und RITTENBERG haben Deuterium in **Fettstoffe** eingeführt und deren raschen Einbau in solche Stoffe im Körper nachgewiesen (G. VON HEVESY 1952, S. 204). **Deuterium** wurde auf katalytischem Wege, etwa 1936 durch einen Nickel-Kieselgur-Katalysator bei über 138°C, auch **in Methan** eingeführt, also aus CH4 entstand CD4, dann gelang auch, bei 60!C niedrigerer Temperatur, der H-Austausch durch D bei C2H4 (C. KEMBALL 1959). Verfolgt wurde etwa die Bindung von Kohlenwasserstoffen auf den Oberflächen verschiedener Metalle, also die Chemisorption von Kohlenwasserstoffen auf Metall-Katalysatoren (S.260).

Angesichts des schwierigen Messens von Deuterium-markierten Verbindungen war die Anwendung von radioaktiven Isotopen, von anderen Elementen, viel leichter, um Atome in Substanzen zu markieren.

## Radioaktive tracer - ungeheuer vereinfachte Feststellung und Messung

Der ungeheure Vorteil der radioaktiven Isotope als tracer ist ihre **äußerst einfache Feststellung** mit den Methoden des Nachweises für Radioaktivität, ob mit dem Geiger-Zähler oder der der Schwärzung photographischen Materials. ihre einfache Messung. Die eingesetzten radioaktiven Isotope konnten **natürlicher Herkunft** sein, wie es zuerst ausschließlich das Fall war, wie sie VON HEVESY und PANETH um 1915 anwandten, oder nach 1935 **"künstlich" induzierte**. Ein tracer, auch der radioaktive, verhält sich chemisch nach allen Beobachtungen genauso wie die nichtradioaktive Isotope gleicher Ordnungszahl, also desselben chemischen Elementes, dem er angehört. Von immer mehr chemischen Elementen konnten radioaktive Isotope gewonnen werden, später viele im Atomreaktor. Die Möglichkeiten und die Art ihres Einsatzes waren stark bedingt von ihrer Halbwertszeit, die lang genug sein mußte, um ein radioaktives Isotop auf seinem Weg etwa im Stoffwechselgeschehen. Die Radioaktivität sollte andererseits nicht eine zu Schäden führende Höhe erreichen und. zum Schutz der Umelt vor radioaktiver Verseuchung in einer vertretbaren Zeit abklingen.

Zuerst wurde die "tracer"-Methode mit einem natürlichen radioaktiven Isotop, einem Blei-Isotop, bei der Untersuchung eines **anorganischen chemischen Austauschvorgangs** durch VON HEVESY angewandt. HEVESY untersuchte in Cambridge bei RUTHERFORD angefallenes radioaktives Blei 210. PANETH bemühte sich in Wien um die Abtrennung des radioaktiven von normalem Blei. VON HEVESY und PANETH gaben 1912 / 1913 Spuren von radioaktivem Blei in so gut wie unlösliche Blei-Salze und diese in reines oder auch in mit Schwefelwasserstoff versetztes Wasser und dort auftretende Spuren von radioaktiven Blei zeigten die immerhin bestehende recht geringe, nur chemisch nicht nachweisbare Löslichkeit solcher Bleisalze. Mit Spuren von radioaktivem Blei wurde auch nachgewiesen, daß ein "Austausch" von Blei-Atomen zwischen der in eine Bleinitrat-Lösung hineinhängenden Folie von metallischen Blei stattfindet. Auch wurde durch VON HEVESY (1915) der sich als rege herausstellende Austausch von Blei zwischen festen und flüssigen Phasen, speziell zwischen metallischem Blei und einer Bleinitrat-Lösung, zurückgeführt auf Lokalströme. Zwischen einer Bleisuperoxydfläche und einer Bleinitrat-Lösung war der Austausch nut gering. Zwischen einem Bleisalz und Bleitetraphenyl fand sich nach Feststellung von VON HEVESY und ZECHMEISTER in Budapest kein Austausch von Blei-Atomen, was auf die andersartige Bindung der Blei-Atome in wenigstens etlichen organischen Substanzen verwies. Ebenfalls in Budapest mit GYULA GROH untersuchte VON HEVESY die Selbstdiffusion der Blei-Atome im festen Blei – eine erste Anwendung der Markierungsmethode in der Metallurgie (F. SZABADVÁRY 1990). 1923 gab VON HEVESY

zur Verfolgung seines Weges radioaktives Blei in Bohnen.

**Radioaktive Isotope von in der Natur nicht radioaktiven Elementen** wurden verfügbar mit der 'künstlichen Radioaktivität' (G. von HEVESY 1952). Die dafür nötigen Neutronen zum Beschuß von Elementen wurden zuerst erzeugt in einem Präparat von Radium und Beryllium. Nach der Entwicklung der Atomreaktoren standen für zahlreiche Elemente radioaktive Isotope zur Verfügung. Der **erste angewandte künstlich erzeugte radioaktive Indikator** wurde **1935** der Radiophosphor (S. 204), **32 Phosphor,** 32 P. Der 32 P wurde erzeugt durch den beschuß von 32 Schwefel, 32 S, mit Neutronen. Unter Aussendung eines Protons entstand der 32 P. raschung sich rasch umsetzte. Bei Kaninchen wurde radioaktiver 32 Phosphor der Blutflüssigkeit zugesandt und gefunden, daß nur ein geringer Teil der Phosphats im Skelett rasch oder überhaupt ausgetauscht wird (G. VON HEVESY 1952, S. 205).

Das nicht-radioaktive Deuterium konnte durch das **radioaktive Tritium** ersetzt werden.

Radioaktive Isotope der im Stoffwechselgeschehen in den Verbidnungen wichtigsten Elemente, so des **Kohlenstoff**, mußten besonders erwünscht sein. Ein erstes nachgewiesenes radioaktives Kohlenstoff-Isotop war **Kohlenstoff 11**. Das rasche Abklingen seiner Radioaktivität, bei einer Halbwertszeit von nur 20,5 Minuten, ließ es für Stoffwechseluntersuchungen wenig geeignet sein. Ende 1940 entdeckten MARTIN KAMEN und SAMUEL RUBEN in Berkeley bei LAWRENCE den radiaoaktiven **Kohlenstoff-14**, C (J. LEHMANN 1968). KAMEN setzte eine Graphit-Probe Deuteronen von 7 bis 8 MeV aus. RUBEN verbrannte den Graphit zu Kohlendioxid, stellte daraus Calciumcarbonat her, der sich wegen des im Graphit entstandenen 14 C als radioaktiv erwies. Die Aktivität nahm auch in zwei Wochen nicht ab, ein langlebigeres C-Isotop als C 11 war anzunehmen, das C14 mit einer Halbwertszeit von etwa 5568 Jahren. C 14 schien aus Stickstoff zu entstehen. KAMEN und Mitarbeiter (H. A. BARKER 1978, S. 14) leiteten dann in 20 Liter-Flaschen verschiedene hundert Liter mit gesättigter Ammoniumnitrat-Lösung, also einer Stickstoff-Verbindung, nahe dem einen der nunmehr 2 Cyclotrone aufgestellt, Neutronen kamen in die Lösung, und er und RUBEN leiteten dann von CO2 freigemachte Luft durch die bestrahlte Lösung in Bariumhydroxyd, Ba(OH)2.. Dort erschien radioaktiv gewordenes Bariumcarbonat, BaCO3, radioaktiv wegen des in ihm eingebauten 14 C. So gelangte man endlich zu mehr C.14. 1940 kamen die USA einem Eintritt in den Krieg in Europa näher. KAMEN und RUBEN mußten sich bald kriegswichtigen Arbeiten zuwenden. RUBEN starb 1943 bei einem Unfall im Laboratorium. Wegen der Geheimhaltung aus militärischen Gründen wurde die Ursache nicht mitgeteilt. Für Stoffwechsel-Untersuchungen stand C 14 erst ab 1944 ausreichend zur Verfügung (H. A. BARKER 1978). Wegen der Hysterie des

aufkommenden Kalten Kriges verlor KAMEN seine Stelle im Radiation Laboratory wegen bekanntgewordenem Kontakten mit einem Mitarbeiter des sowjetischen Konsulats (S. 15).

In der medizinischen Diagnostik wird weithin **radioaktives Jod** benutzt, um die Jodverteilung in der **Schilddrüse** festzustellen.

## Isotope in der Natur zur Bestimmung von Alter und Umwelt-Faktoren vergangener Zeiten

Schon 1939 wurde gefunden, daß die kosmische Strahlung in namentlich der höheren Atmosphäre Neutronen entstehen läßt, die zu Stickstoff 14 führen der sich in das radioaktive Isotop **Kohlenstoff 14** verwandelt, ein schwach radioaktives Isotop des nicht radioaktiven normalen C 12. Dieser C 14 der Atmosphäre geht mit sonstigem Kohlendioxid ständig in den Stoffwechsel der lebenden Pflanze und mit der Pflanzennahrung in Tierkörper ein. Stirbt ein Lebewesen, hört der Stoffwechsel auf. Es gibt keine Neuaufnahme von CO2 , der C14-Gehalt in toten Pflanzenresten, etwa totem Holz, oder in Mumien sinkt dann ständig ab. Aus dem Verhältnis des 14 C in lebenden Organismen und erhaltenen toten Organismen-Resten läßt bis zu gewissen Grenzen das Alter der letzteren bestimmen. Diese **Radiocarbon-Datierung** wurde entwickelt von WILARD F. LIBBY (H. E. SUESS 1981), Universität Chicago und ab 1959 in Los Angeles, Chemie-Nobepreisträger von 1960. Kontrolliert werden konnte das mittels Kohlenstoff enthaltenden Reste von bekanntem Alter. Bestimmt werden können Reste namentlich der letzten Jahrtausende, die Zeit, welche die Archäologen und Historiker interessiert. Die beste Voraussetzung für die Richtigkeit der Datierungen wäre eine weitgehende Konstanz des 14 C-Gehalts in der Atmosphäre über die Zeiten hinweg. Während der Zerfall der radioaktiven Elemente und Isotope wohl über alle Zeiten hinweg gleichmäßig stattfand, steht die 14C-Entstehung unter dem Einfluß der die Hochatmosphäre erreichenden kosmischen Strahlung, die sich mit dem erdmagnetischen Feld verändert (P. J. REIMER 2012). Auch unter Einbeziehung der Baumringe, der Dendrochronologie, und der Warwen-Untersuchung muß eine "Eichung" erfolgen. Erdöl, viel viel älter, ist selbstverständlich hinsichtlich 14 C völlig inaktiv.

Mit einigen anderen fand UREY (K. P. COHEN et al. 1983), daß das **Verhältnis** der bei der Bildung von Calciumcarbonat in dieses eingebauten Sauerstoff-Isotope, des seltenen **18 O** und des häufigen **16 O**, **temperaturabhängig** ist, und das auch im Schalenmaterial von Mollusken. Aus dem Verhältnis der Sauerstoff-Isotope in Mollusken-Schalen von bestimmtem Alter läßt sich so eine Aussage über die bei ihrer Bildung im wesentlichen herrschende Temperatur treffen.

**Weitere Elementarteilchen:**

In ihrer Masse zwischen den Protonen und Elektronen liegen die **Mesonen**, die .der japanische Physiker HIDEKI YUKAWA 1935 voraussagte. ANDERSON und S. H. NEDDERMEYER fanden 1936 /1937 in der kosmischen Strahlung Zerfallsprodukte dieser, das Myon. YUKAWA, dessen Voraussage den Wert der Theorie in der Nukleonen-Forschung nahelegte, erhielt 1949 den Physik-Nobelpreis und wirkte nach einem Aufenthalt in den USA in Kyoto. Es gibt nicht nu 1 Meson, sondern solche unterschiedlicher Masse. Die Nuukleonen des Atomkerns waren also nicht sein letzten Bestandteile. Und **wie das ganze Atom** war auch der Atomkern weiter aufzuklären, zu zerlegen.

Anfang der 1960-er-Jahre entwickelten unabhängig voneinder ANDRE'PETERMANN, dieser 1963, und MURRAY GELL-MANN uns GEORGE ZWEIG die Vorstellung von **Quarks**, kleineren Bestandteilen als Protonen und Neutronen, welche zu 3 die größeren Bestandteile bilden. Die theoretisch erschlossenen Quarks konnten bisher experimentell aber nicht nachgewiesen werden (Internet 2019).

## Neutronen zur Umbildung von Atomkernen und zur Herstellung noch unbekannte Atomkerne / Elemente

Die ungeladenen **Neutronen**, so wurde rasch begriffen, dringen ohne Abstoßung in Atomkerne ein. Würden sie von einem Atomkern "eingefangen", festgehalten, würde dieser Atomkern um ein Neutron schwerer. Bei Ausstoß von Beta-Strahlen, also Elektronen, wäre also der Kern um ein Proton reicher. Er wäre zum Kern eines Elementes geworden, das eine Ordnungszahl höher steht.

Das genauer systemtisch zu untersuchen unternahm mit einem Team der italienische Atompysiker ENRICO FERMI (S. K. ALLISON 1957, E. SEGRÉ 1971). Am 29. September 1901 in Rom als Sohn eines Eisenbahnbeamten geboren, fiel FERMI schon beim Schulbesuch in Pisa durch seine Begabung auf. In Rom wollte ORSO MARIO CORBINO die Erneuerung der Physik in Italien und sandte FERMI, den er kennengelernt hatte, zu weiteren Studien ins Ausland. FERMI ging etwa zu M. BORN in Göttingen. In Rom erhielt FERMI 1927 den ersten Lehrstuhl für theoretische Physik in Italien. FERMI heiratete 1928 die Tochter eines Admirals, der Jude war. Als auch in Italien antijüdische Rassegesetze erlassen wurden, fürchtete FERMI um seine Familie. Nobelpreisträger für Physik 1938, reiste FERMI zu den Feierlichkeiten und seinem Vortrag nach Stockholm, von dort statt zurück nach Italien in die USA. Dort war FERMI entscheidend am Atombombenbau beteiligt. Er starb am 28. November 1954 erst 53 Jahre alt in Chicago an Magenkrebs, offensichtlich ein Opfer der radioaktiven Strahlung.

Die Neutronen für seine noch in Rom durchgeführten Forschungen lieferte eine Radiumverbindung in Berylliumpulver in einer Kapsel von etwa 2 cm Durchmesser. Der Atomphysiker O. R. FRISCH erinnerte sich (1981, S. 116): "Sobald das Neutron 1932 entdeckt worden war, hatte Fermi mit seinem feinen Sinn für Strategie begriffen, daß Experimente mit diesem neuen Baustein der Materie die höchste Priorität einzuräumen sei."

Vom Neutronen-Bombardement auf Uran wurden Atomkerne von Elementen schwerer als Uran erwartet, was AMALDI, D'AGOSTINO, RASETTI, SEGRÉ 1934 in Rom untersuchten.

Im Oktober 1935 fanden FERMI und Mitarbeiter, unter ihnen namentlich SEGRE, daß die Neutronen effizienter wirkten, wenn sie eine Wasserstoff enthaltende Substanz durchdringen, was eine **Verlangsamung** der **Neutronen** bewirkt (E. SEGRE 1971). Die höhere Wirksamkeit der verlangsamten, der "**thermischen**" oder "slow", **Neutronen** wurde damit erklärt, daß sie offenbar besser als schnelle Neutronen in Atomkerne eindringen und in diesen die Atomkerne verändern. Verlangsamung von Neutronen wurde etwa möglich durch das viele Wasserstoff-Atome enthaltende Paraffin. Cadmium, wo wurde auch gefunden, absorbiert "thermische Neutronen" mit außerordetnlich großem Wirkungsquerschnitt, kann also solche Neutronen unwirksam machen. .

Um 1937 hatte FERMI und seinen Mitarbeitern durch die Bestrahlung von 68 Elementen etwa 47 neue radioaktive Isotope erzeugt.

## Neue Elemente – wenn auch nicht Transurane

Immer mit dem ihm sehr ähnlichen Zirkonium verbunden wurde 1923 durch den niederländischen Physiker DIRK COSTER und GEORG VON HEVESY bei BOHR in Kopenhagen das aus dessen Atommodell vorausgesagte **Hafnium**, die Nummer 72, gefunden. Immerhin sind Zirkonium und Hafnium zwei zwar ähnliche, aber eben doch als chemische Elemente in wenigstens einigen Eigenschaften auch chemisch etwas unterscheidbar zu erwarten. Zum Beispiel als Phosphat erwies sich Hafnium noch schwerer löslich als das durch sein schwer lösliches Phosphat gegenüber anderen Elementen charakterisierte Zirkonium. Daß dem Zirkonium Hafnium beigemischt ist erklärte das Ringen des USA-Chemikers VENABLE (F. K. CAMERON 1937) um das Atomgewicht des Zirkoniums, das sich immer einmal als etwas unterschiedlich fand.

Als eines der letzten Elemente entdeckten 1925, damals an der Physikalisch-technischen Reichsanstalt Berlin, WALTER NODDACK und seine Gattin IDA, geborene TACKE (1927, 1931 a. b), das Element mit der Ordnungszahl 75, das **Rhenium** (H. REMY

1963, F. STRASSMANN 1941 b). Dieses seltene Element wurde gesucht in Mineralien, in denen auf Grund ebenfalls von 'Lücken' im Periodensystem die "Ekamangane" zu erwarten waren, in Mineralien, die Molybdän und Ruthen, Wolfram und Osmium enthalten, deren Vorkommen wiederum abgeleitet wurde aus der Vorstellung von der Abkühlung einer einst glutflüssigen und die Elemente sondernden Erde, nach den Vorstellung von GOLDSCHMIDT. Mineralien wurden aus verschiedensten Institutionen zur Verfügung gestellt, und dafür auch der Akademie der Wissenschaften in Leningrad gedankt. Ohne die bewußte Suche auf einem so vorgezeichneten Weg, also deduktiv, wäre die Auffindung, **1925**. so rasch kaum möglich gewesen. 1927 hatte man 2 mg Rheniusm. Aus 1 kg. des Minerals Columbit wurden 0,2 g Anreicherungsprodukt erhalten und 4 der zu erwartenden Linien nachgewiesen. Die Anreicherung geschah zuerst mit Mengen, die der bei Radium zu vergleichen waren, nur daß beim Rhenium keine radioaktive Strahlung Führerin sein konnte. Im Herbst 1928 begann die fabrikmäßige Gewinnung von Rhenium aus "Mansfelder Molybdänsauen" unter W. FEIT in Leopoldshall (H. WISSELMANN 1961). Bei der Untersuchung zahlreicher Mineralien aus aller Welt erwiesen sich einige Vorkommen von Molybdänglanz als verhältnismäßig stark rheniumhaltig und 1929 gelang es aus 660 kg Molybdänglanz 1 g praktisch reines Rhenium darzustellen. Mehr erhielt man aus gewissen Hüttenrückständen des Mansfelder Kupferschiefer, also einem wegen anderer Substanzen verarbeiteten Ausgangsmaterial, mit etwa 0,005% Rhenium-Gehalt und Rhenium konnte auch für Herstellung ihrer Verbindungen, ja für technische Zwecke gewonnen werden. 1931 (a) waren so "viele Kilogramm des Metalls in den Händen zahlreicher Forscher" (S. 208). Besonders beachtlich ist der Schmelzpunkt des Rheniums: **3185° C**, also höher als bei Osmium mit 3033° C., aber niedriger als Wolfram mit 3422°C. Rhenium hat 7 Valenzstufen, wobei namentlich die Valenzen 4 und 7 wichtig waren. Die NODDACKs prüften auch 60 Meteorite auf ihren Gehalt an Rhenium. Noch 1941 (F. STRASSMANN 1941, S, 493) waren keine Mineralien bekannt, die mehr als 0,001% Rhenium enthalten. Es gab daher kein Nachweisverfahren und keine "Abscheidung und Gewinnung", und kontrolliert durch röntgenographische Untersuchungen mußte das Rhenium angereichert werden.

Noch 3 Elemente, radioaktiv, von denen 2 **mitten im Periodensystem stehen**, und alle 3 keine Transurane sind, wurden erst kurz vor der Mitte des 20. Jh. allein aus 'technischen' Verfahren, aus Untersuchungen künstlicher radioaktiver Spaltprodukte, nachgewiesen. Das Element 43, das **Technetium**, wollten die NODDACKs ebenfalls gefunden haben und sprachen von Masurium. Den sicheren Nachweis erbrachte 1937 SEGRÈ.

Noch unterhalb des Uran, Nummer 87, steht in der 1. Gruppe, den Alkalimetallen, hinter dem Cäsium, gesucht als Eka.Cäsium, das von der französischen Chemike-

rin MARGUERITE PEREY 1939 nachgewiesene und 1947 benannte **Francium**. Dieses Element, das am stärksten elektropositive, bildet sich in der Uran-Actinium-Zerfallsreihe und in Uran-Mineralien in der Natur sind in der gesamten Erdkruste insgesamt nur 30 bis 50 g zu erwarten. In allerdings ebenfalls nur winzigen Spuren konnte es bei Kernreaktionen erhalten werden, beispielsweise durch Protonenbestrahlung von Thorium oder Neutronenbestrahlung von Radium. Nach dem Francium 1939 wurde 1945 die letzte Lücke im Periodischen System unterhalb des Uran geschlossen mit dem Nachweis von **Promethium**, Z = 61, erhalten in den Spaltprodukten des Plutonium (D. KAMKE 1973).

Ein Transuran fand man zunächst nicht. Aber entdeckt wurde ein im wesentlichen nur als radioaktiv gewinnbares, zu erwartendes, aber bisher nicht gefundene Element im Atomgewicht weit unter dem Uran, mit der Ordnungszahl 43, das **Technecium** (Technetium)/**Tc**, 1937 durch den italienischen Mineralogen CARLO PERRIER und dem ebenfalls seit 1936 als Direktor des Physik-Laboratorums in Palermo wirkenden EMILIO GINO SEGRÈ (Wikipedia; S. KEAN 2011). In Deutschland hatte NODDACK gemeint, sehr geringe Spuren dieses Elementes 43 in gewissen Mineralien gefunden zu haben und nannte es nach seiner ostpreußischen Heimat "Masurium" (W. GENTNER 1948). Aber das angebliche Auffinden mußte zu den Irrtümern in der Entdeckungsgeschichte von Elementen gestellt werden. SEGRÈ wußte, daß das Element 43 aus Molybdän entstehen mußte und bei einem USA-Besuch konnte er von LAWRENCE in Berkeley ein Stückchen von diesem im Zyklotron benutztes Molybdän erhalten. Durch Beschießen des Molybdän mit Deuteronen ließ sich das Elemente 43 feststellen. Alle seine Isotope sind radioaktiv. Die Entstehung des Element 43 wurde also allein **der Technik verdankt** und begründete den Namen Technetium.

In der Erdkruste kommt es nur in Spuren vor, lediglich im Zusammenhang mit zerfallendem Uran. Da es kein stabiles und kein übermäßig langlebiges Element gibt, war es also auf der Erde in ansonsten nachweisbaren Mengen nicht zu erwarten, und der Name "Technicium" verweist auf die künstliche Darstellung. Künstliche Radioaktivität erweiterte also das Periodensystem auch mittendrin, füllte eine bei 43 bestehende Lücke In Kilogramm-Mengen wird Technetium erzeugbar in Atomreaktoren. Für Therapie wird heute aus in Kernreaktoren erzeugtem Molybdän 99 ständig das Isotop Technetium 99 m erzeugt und kann wegen der raschen Umwandlung im Körper eingesetzt werden.

Der 1905 in Tivoli östlich Rom geborene SEGRE‘ wurde 1938 als Jude durch die MUSSOLINI-Regierung entlassen und ging daher in den USA, bei LAWRENCE zu demütigenden Gehaltsbedingungen. Seit 1959 mit O. CHAMBERLAIN Nobelpreisträger für Physik, wurde SEGRÈ 1974 im Alter von 69 Jahren Professor für Kenrphysik in Rom. Gestorben ist SEGRÈ 1989 in Kalifornien.

Ebenfalls künstlich erzeugt in Berkeley wurde das der Halogen-Gruppe angehörende Element **Astatine / At**, Ordnungszahl 85.

## Empfindliches Nachweisverfahren für chemische Elemente: die Neutronenaktivierungsanlayse

Das Neutronen-Bombardement verschiedener Elemente ließ auch eines der bisher empfindlichsten chemischen Nachweisverfahren für Elemente auffinden, die **Neutronenaktivierungsanlayse**. Bei BOHR in Kopenhagen ließ HILDE LEVY bei dem dort arbeitenden VON HEVESY auf von der Auer-Gesellschaft zur Verfügung gestellte Oxide der Seltenen Erden Neutronen wirken (O. R. FRISCH 1981). Wirkten Neutronen auf Dysprosium stieg die Radioaktivität und sank nach einer wohldefinierbaren Halbwertszeit wieder ab. Das wäre fast unbeachtet geblieben. Weitere Untersuchungen erwiesen, daß auch mit Neutronen beschossene andere Elemente charakteristischen Zerfallskurven aufwiesen, die auf in Spuren gebildete Isotope zurückgehen. Diese Zerfallskurven erwiesen sich als ein für jedes Element spezifisches, damit für seinen Nachweis auch in Spuren nutzbares Charakteristikum.

Zusammenfassung, bis etwa 1938: **Partikeleinwirkung auf Atome** geschah

1. durch **spontan** bei radioaktiven Elementen erzeugte Partikel bzw. Strahlung,

2. in Apparaten **beschleunigte** Partikel.

**Ergebnis**: Es wurden 1. zahlreiche **Kernreaktionen** (nuclear reactions) erzwungen

2. **künstliche Isotope** erzeugt**,**

3. schließlich neue chemische Elemente schwerer als Uran, **Transurane**, gewonnen (s. u.),

4. EINSTEINs Gleichung von der Beziehungen zwischen Energie und Masse E = m c 2 wurde bestätigt.

## Energiegewinnung in Fixsternen

Für die Energie der Fixsterne einschließlich der Sonne konnte angesichts der anzunehmenden langen Dauer der Organismenevolution die Herkunft aus der Gravitation nicht ausreichen. Atomkern-Reaktionen waren anzunehmen. 1929 schlossen ATKINSON und HOUTERMANS, daß bei der enormen Hitze im Sterninneren Kernreaktionen staatfinden müssen (H. A. BETHE 1968, S. 541). HANS BETHE

(1968; J. BERNSTEIN 1988), halbjüdischer deutscher Emigrant in den USA, und 1938 der in Deutschland verbliebene CARL FRIEDRICH VON WEIZSÄCKER erschlossen anzunehmende Vorgänge. Grundreaktion sollte die Fusion von zwei Wasserstoffprotonen sein, und das entstehende Deuterium setzte eine Kettenreaktion in Gang. BETHE fand den bei 20 Millionen Grad ablaufenden Kohlenstoff-Zyklus, mitgeteilt 1938 auf einer Konferenz in Washington.

Grundlage für die Erfassung der energieliefernden kernchemischen Reaktionen in den Sternen waren: 1. Die Feststellung der Atomteilchen und der chemischen Elemente aus der oft schwierigen **Analyse von** verschiedensten **Stern-Spektren**, qualitiv und möglichst auch quantitativ. Das war die Aufgabe von Astronomen (M. und G. BURBIDGE 1958). 2. Die Kenntnis über die ab 1933 in Teilchenbeschleunigern feststellbaren kernchemischen Reaktionen. Waren die chemischen Elemente Sternen verschiedener Gruppenzugehörigkeit bekannt, etwa Wasserstoff-Sterne und solche mit anderen Elementen, dann konnte abgeleitet werden, welche **Reaktionen** auf oder eher in den unterschiedlich heißen Gestirnen **stattfinden** (G. WALLERSTEIN 1968), wobei die einzelnen Sterne mit ihren unterschiedlichen Spektren sich meist in verschiedenen Entwicklungsstadien befinden. Was im Stern-Inneren geschieht, ist schon bei der Sonne nicht zu ermitteln. Aus der Sonne austretende Neutrinos gaben Hinweise auf Vorgänge im Inneren,

## Die unerwartete Entdeckung der Kernspaltung 1938 und die Erkenntnis einer dabei möglichen Kettenreaktion

Ganz andere Ergebnisse als FERMI fanden nach oft mühevoller Prüfung (u. a. F. KRAFFT 1988) beim Beschuß von Uran mit Neutronen 1938 in Dahlem OTTO HAHN und FRITZ STRASSMANN, nämlich die unerwartete **Kernspaltung, fission**. Nicht bloß geringe Teile des Atomkerns waren hier verändert, sondern der Kern in zwei etwa gleichschwere Hälften geteilt. Nach dem Beschuß des Uran mit Neutronen fanden sich Spuren von Barium, Ordnungszahl 56, ein radioaktives Isotop, von Barium in keiner Weise chemisch abzutrennen, und außerdem Lanthan. Barium besitzt etwa halb so schweren Atome wie das Uran, und das gilt auch für Lanthan. Eine Spaltung von Uran-Kernen durch die langsamen Neutronen schien den Physikern in Dahlem, sowohl dem dort anwesenden FLÜGGE wie auch Frau MEITNER, aus energetischen Gründen kaum möglich zu sein. Höchstens bei viel stärkerem Beschuß mit Elementarteilchen war daran zu denken. "Wenn Sie so wollen", erinnerte sich FLÜGGE (zit. b. H. SPEHL 1998, S. 159), "verdanken wir die Entdeckung der Sturheit der Chemiker, für die physikalische Argumente keine Überzeugungskraft hatten." MEITNERs Bedenken, die BOHR vertraute, veranlaßten HAHN zu immer erneuter Überprüfung des überraschenden Befundes. Er

war nicht wegzuwischen. Von einer stattgefundene **Zerspaltung** von Uran-Kernen **sprachen** dann OTTO ROBERT FRISCH (1981) und dessen Tante LISE MEITNER, als sie Weihnachten 1938 schon als jüdische Emigranten in Schweden waren, zum Fest eingeladen von Freunden in die kleine Stadt Kungälv bei Göteborg. Daß bei der Urankern-Spaltung mehr Neutronen freigesetzt als verbraucht werden, daß damit ungeheuer rasch sich verstärkend immer neue Urankerne gespalten werden müßten, die ihrerseits ebenfalls Neutronen freisetzen und so in einer größeren Uran-Menge eine gewaltige "**Kettenreaktion**" einsetzen müßte, wurde im Umkreis von O. R. FRISCH nach dessen Erinnerung (1981, S. 151) von dem Dänen CHRISTIAN MÖLLER erkannt. FRISCH hatte zuerst eingewandt, daß es dann auf der Erde keine Uranlager geben dürfte, da sie alle expodiert wären. Aber ihm wurde bald klar, daß es in einem natürlichen Erz ausreichend andere Elemente gibt, die Neutronen schlucken und deshalb hier einer Kettenreaktion des Uran vorbeugen. Würde jedoch ausreichend reines Uran zusammengestapelt, müßte eine Kettenreaktion einsetzen, ja bei Regulierung Energiegewinnung theoretisch möglich sein. HAHN und STRASSMANN veröffentlichten ihre Befunde am 6. Januar 1939 in der Zeitschrift "Die Naturwissenschaften". Noch war es für sie eine rein wissenschaftliche Entdeckung. In Deutschland hat SIEGFRIED FLÜGGE (H. SPEHL 1998) in der Zeitschrift "Naturwissenschaften" am 9. Juni 1939 über die Möglichkeit einer "Uranmaschine", also eines Reaktors, publiziert. Da bald über diese Forschungen geschwiegen wurde, mußte in anderen Staaten vermutet werden, daß in Deutschland an einer Bombe auf Uran-Basis gebaut werden könnte. FRITZ STRASSMANN hat in der Zeitschrift "Angewandte Chemie" im Mai 1941 noch einmal "Über die Spaltung schwerer Kerne" geschrieben.

Angesichts dessen, was aus dieser Entdeckung der Spaltung der Uran-Atomkerne mit Neutronen noch werden sollte, die wirkungsvollste Vernichtungswaffe der Menschheitsgeschichte, wirken die Versuchsgeräte der Entdecker fast lächerlich, scheint ihre Forschung fast lebensfern – und dennoch war sie eben von epochemachender, entsetzlicher Wirkung. Nachweis von nicht wägbarer Barium-Menge – und dann die 'Bombe'.

HAHN erhielt 1945, die ersten Atombomben waren schon explodiert, den Nobelpreis für Chemie. MEITNER, die Emigrierte, folgt Anfang Februar 1945 einer Einladung zu Vorträgen nach New York und wird, auch von Reportern umlagert, "zur Frau des Jahres" gewählt (J. LEMMERICH 2007). Sie stirbt einsam in einem Heim 1968 bei Cambridge.

In Moskau war 1939 durch die Physiker FLJOROW und PETRSCHAK (Wikipedia) auch die durch BOHR und WHEELER vorausgesagte **Spontane Spaltung** von Uran, auch 238, ohne also Neutronen-Mitwirkung, nachgewiesen worden- Zum Ausschluß vor der eventuellen Wirkung der Kosmischen Strahlung geschah das in

einem Metrotunnel. Diese Spontanspaltung besteht also neben der andere Uran-Atome betreffenden radioaktiven Strahlung.

## Uran-Spaltung in der Diskussion in verschiedenen Ländern

In die USA brachte BOHR im März 1939 die Meldung von der Uran-Spaltung durch Neuteonen an die Columbia-University in New York (S. K. ALLISON 1957). Die Nachricht von der Möglichkeit einer Kernspaltung verbreitete sich in der Welt der Physiker wie TELLER (2001, S. 142) sich erinnerte wie ein "Wildfeuer". BOHR fand, daß Uran 238 nur durch sehr schnelle Neutronen gespalten wird. Das für die technische und waffentechnische Anwendung in Frage kommende Uran 235 ist nur zu 0,7% im natürlichen Uran enthalten ist. BOHR hatte das erkannt, weil die Rate des Zerfalls durch langsame Neutronen als etwa hundertmal geringer festgestellt wurde, als bei der Zerspaltung von allen Uran-Atomen zu erwarten gewesen war. BOHR hielt wegen der offenbaren Schwierigkeit der Abtrennung von Uran-235 die praktische Nutzung der Kernspaltung für zunächst nicht möglich. Einer Gruppe von Physikern erklärte er, diese Trennung würde erfordern, das ganze Land in eine Fabrik zu verwandeln. Im Auftrag von FERMI erzeugte NIER (Wikipedia u. a.) an der Minnesota-University 1940 eine Probe von reinem U-235 und JOHN R. DUNNING an der Columbia University in New Yorl wies nach, daß dieses Isotop der Zerspaltung durch Neutronen uterliegt. Der führende deutsche Physiker HEISENBERG, bei dem auch TELLER studiert hatte, besuchte Physiker in den USA im Sommer 1940, also noch Monate vor dem Krieg mit den USA. Ein Verbleiben in den USA lehnte HEISENBERG nach der Erinnerung TELLERs (2001, S. 145) Worten mit der Bemerkung ab, daß wenn sein Bruder silberne Löffel stehlen würde, er immer noch sein Bruder wäre, er also auch zu den Deutschen unter HITLER halten müsse.

In Frankreich fanden JOLIOT, HANS VON HALBAN jr. und der 1939 zu ihnen gekommene LEW KOWARSKI (S. R. WEART 1981) heraus, daß pro gespaltenem Urankern nach ihrer damaligen Ansicht etwa 3,5 Neutronen freigesetzt werden, was später auf etwa 2,5 zu korrigieren war. Auch sie hatten damit die Möglichkeit einer **Kettenreaktion** erkannt**.** Eine solche Kettenreaktion wieder abzubrechen oder abzubremsen erfordert den Einfang der sie bewirkenden Neutronen. Noch im April 1939 konnten diese Überlegungen in der "Nature" (143, 680) publiziert werden. JOLIOT verweigerte das Unterlassen von Publikationen, solange nicht alle sich dem anschlössen. Die Gruppe, mit JEAN PERRIN, sicherten sich Hilfe von der Regierung und von Privatunternehmen zu, um darüber zu experimentieren. Es wurde gefunden, daß durch "schweres Wasser", als "Moderator" bezeichnet, Neutronen offensichtlich abbremst und die Reaktion beschleunigt. Abgebremste

Neutronen werden leichter von Uranatomen eingefangen. Sie führten begrenzte Kettenreaktionenen in einem Meiler von Uran gemischt mit Paraffin und Wasser vor. Im Mai 1940 besetzten deutsche Truppen Paris. KOWARSKI und HALBAN flohen unter Mitnahme des schweren Wassers nach England. Sie forschten dann in Cambridge, was mit zur Inangriffnahme eines Atombombenprojektes in England führte.

Die Möglichkeit einer Kettenreaktion bei der Kernspaltung hatte bald auch LEO SZILARD (B. T. FELD 1976) erfaßt, der schon 1934 über Kettenreaktionen im Zusammenhang mit Atomkernreaktionen nachgedacht hatte. Geboren in einer Budapester jüdischen Architektenfamilie, hatte er in Berlin studiert, emigirierte 1933 nach England und bald in die USA, wo er nach dem Bekanntwerden des Kernzerfalls an der Columbia University in New York die Zahl der beim Urankernzerfall freigesetzten Neutronen zu bestimmen suchte.

Ebenfalls ohne die Welt zu informieren wurde auch bei STALIN eine Atombombe entwiekelt, zunächst unter entscheidender Mitwirkung von FLJOROW (Wikipedia).

## Die Transurane werden auch gefunden – Neptunium, Plutonium und weitere

Nach der Entdeckung der Kernspaltung wurde zweifelhaft, ob beim Beschuß von Uran mit Neutronen gemäß FERMIs Erwartung schwerere Atomkerne überhaupt entstehen können (F. STRASSMANN 1941), da solche zunächst nicht nachgewiesen wurden. Im Frühjahr 1940 jedoch wiesen PHIL ABLESON und EDWIN M. MC MILLAN in Berkeley Spuren eines jenseits des Uran liegenden Elementes, also eines **Transuran**s (G. T. SEABORG 1985) nach, das sich durch eine Halbwertszeit von 2,5 Tagen auszeichnete. Das hier nachgewiesene Element 93 wurde **Neptunium**/Np genannt, in Anlehnung an den Planeten Neptun jenseits des Uranus. Erhalten worden war das Neptunium durch Beschuß von Uran mit Neutronen, um dessen Spaltung unter damals schon militärischen Erwägungen zu untersuchen.

Weitere schwere Elemente und zuerst das auch chemisch isolierbare **Plutonium** wurden namentlich unter GLENN THEODORE SEABORG (1968, 1985, D. C. HOFFMANN 2000) erhalten. SEABORG wurde von aus Schweden eingewanderten Eltern in der kleinen Bergwerksstadt Ispheming in Michigan geboren. Die Familie zog 10 Jahre später in die Nähe von Los Angeles. Nach Arbeit in verschiedenen Jobs, auch in einem Laboratorium, konnte SEABORG bei LEWIS und dem damals noch jungen Erfinder des ersten Cyclotron LAWRENCE in Berkeley stu-

dieren und wurde dort auch instructor und assistent professor. In Zusammenarbeit mit anderen wurde durch das neue 37-inch Cyclotron etliche Dutzend neue radioaktive Isotope gewonnen. Darunter war auch das Jod-131, das in der Schilddrüsen-Untersuchung und –Therapie wichtig wurde. Das Plutonium und zwar zuerst das Isotop 238, entstand beim Beschuß von Uran-238 mit Deuteronen, den Kernen des schweren Wasserstoffs. Bald fand man das Plutonium-Isotop 239, das, so wurde deutlich, beim Einfangen schneller Neutronen durch Uran-238 gebildet wird. Dieses Plutonium-239 erleidet unter dem Einfluß langsamer Neutronen wie das Uran-235 Kernspaltung / fission. Aus dem Uran 238 konnte alsoi ein **weiterer Kernbrennstoff**, eben das Plutonium-239, erzeugt werden, in einem "**Brüten"/Breeding** genannten Verfahren. Das im natürlichen Uran nur so wenig vorhandene Uran-235 konnte also durch einen weiteren erzeugbaren Kernbrennstoff stark ergänzt werden. Uran-238 blieb nötig als Neutronengeber für die Produktion des neuen Kernbrennstoff-Plutonium aus dem Uran-238. Uran-238 ist "fertile" material, Plutonium wie Uran-235 und das in ganz geringen Spuren vorkommende Uran-233 "fissile" oder "fissionable" material. Im April 1942 übersiedelte SEABORG in das Metallurgical Laboratory der Universität Chicago, um hier, wo auch der erste Uran-Reaktor entstand, die Plutonium-Produktion entscheidend mit in die Wege zu leiten. Ein Leichtwasser-Reaktor produzierte schließlich um 225 kg Plutonium pro Jahr. Bis 1985 wurde das vorher in der Natur so gut wie nicht vorhandene, jedenfalls bis unbekannte Plutonium in der Menge von Tonnen erzeugt. Damit war der Verbleib des anfallenden **hochgiftigen** Plutoniums bis ins letzte Milligramm kaum noch zu kontrollieren. Ansonsten hat Plutonium eine Halbwertszeit von etwa 24.360 Jahren, zerfällt unter Abgabe von Alpha-Teilchen in Uran-235.

SEABORG, 1946 wieder in Berkeley, und McMILLAN erhielten zusammen den Chemie-Nobelpreis 1951.

Die Suche nach weiteren Transuranen ging damals weiter, auch in der Sowjetunion. Bei den Entdeckungen folgten Americium (95), Curium (96), Berkelium (97), Californium (98), Einsteinium (99), Fermium (100), Mendelevium (101), Nobelium (102) folgten. Die Elemente 99, Einsteinium, und 100, Fermium, waren gefunden worden beim Aufarbeiten von Material, das der ersten amerikanischen Wasserstoffbomben-Explosion auf dem Eniwetok-Atoll ausgesetzt war. 10 Jahre, 1961 bis 1971, war SEABORG chairman der U.S. Atomic Energy Commission und zu deren Erfolgen zählte auch der Abschluß des Vertrages, vor allem mit der Sowjetunion, Kernwaffenrexpolsionen in der Atmosphäre und unter dem Meer zu unterlassen. Das Element 106 erhielt dann den Namen "Seaborgium", als SEABORG längst wieder in Berkeley war.

Mit dem so giftigen Plutonium und Neptunium sowie Americium und Curium wurden nach zahlreichen 'künstlichen' Isotopen und den bei den Kernwaffenversuchen

freigesetzten radioaktiven Substanzen weitere gefährliche, neuartige Substanzen auf die Erdoberfläche gebracht. Die Menschen lebten großenteils unbekümmert weiter – und was wollten sie tun, angesichts Drohungen, die sie auch bei 'Freiheit' und 'Unfreiheit' meistens nur randlich berührten.

Auch in irdischen Mineralien wie in extraterrestrischem Material wurde nun gesucht, ob wenigstens bisher nur entgangene Spuren dieser "künstlich" hergestellten **superschweren Elemente** (C. KELLER 1978) in der Natur doch vorkommen, wobei wegen der erwarteten Mehrfachneutronenemission nach solchen Neutronenspuren gefahndet wurde. Spuren des Plutonium-244 wurden nachgewiesen, also ist Uran nicht das allerletzte in der Natur vorkommende Element, wenn auch das schwerste in gewissen Mengen.

Das Periodensystem der chemischen Elemente wurde bis heute durch immer weitere künstlich erzeugte Elemente erweitert.

## Der erste Kernreaktor und der beginnende Weg zu den Kernwaffen

Ungeachtet mancher ersten Einwände zeichnete sich mit der Urankern-Spaltung eine neue Energiequelle wie vor allem eine Explosivwaffe bisher unbekannter Stärke ab. Ein bis zwei Pfund Uran 235 mußten nach FRISCHs Rechnung für eine Atombombe ausreichen. SZILARD (E. TELLER 2001) meinte, daß davon die **USA**-Regierung unter ROOSEVELT unbedingt informiert werden muß. Da SZILARD befürchten mußte, daß er ROOSEVELT zu unbekannt und unbedeutend erscheinen würde, damit dieser einen Brief von ihm zur Kenntnis nimmt, wandte er sich an den berühmteren, ihm von gemeinsamen Jahren in Berlin bekannten EINSTEIN. Letzterer unterzeichnete den von SZILARD 1939 entworfenen Brief. Unter anderem verwies SZILARD darauf, daß Deutschland den Verkauf von Uranerzen aus den von ihm okkupierten Vorkommen in Nordböhmen stoppte und der Sohn des im Außenministerium arbeitenden Diplomaten WEIZSÄCKER wäre Physiker und hätte die Sache verstanden. Ein ROOSEVELT vertrauter Mann übernahm die Übermittlung des Briefes. ROOSEVELT ernannte ein "Advisory Committee" zu Uran.

Eher noch als die USA ging **Großbritannien** an die Verwirklichung einer Atombombe. Hier hatten früh im Jahre 1940 OTTO FRISCH und RUDOLPH PEIERLS an den aus Australien stammenden und nun an der Universität Birmingham wirkenden Physiker MARCUS OLIPHANT eine Note gesandt und darin auf die Möglichkeit der Konstruktion einer "Super-bomb" verwiesen, einer solchen, die augenscheinlich nur wenig, wenige Kilogramm, an spaltbarem Uran benötigen

würde (A, BINNIE 2006). OLIPHANT vermittelte die Kenntnis Regierungskreisen. Großbritannien begann namentlich auch unter dem Rat von CHADWICK im Herbst 1941 mit die Herstellung einer Kernspaltungswaffe. Das wurde dann nach Kanada verlegt, OLIPHANT reiste 1941 zu Absprachen in die USA. 1943 wurden die britischen Bemühungen mit dem Projekt der USA vereint.

## Erste Versuche mit Kernreaktoren

Die Beherrschung der Kernspaltung von Uran zur Energiegewinnung wurde möglich wegen des unterschiedlichen **Verhaltens mancher Materialien gegenüber den Neutronen**. Guter Graphit und Schweres Wasser bremsen die Neutronen auf eine geeignetere Geschwinidigkeit, Cadmium absorbiert sie und verhindert ein Durchgehen der Reaktion, Beryllium reflektiert Neutronen.

## Suche nach der "Uranmaschine" in Deutschland

Nach Vorversuchen, etwa bei BOTHE in Heidelberg, suchte man in 3 Versuchseinrichtungen, im Physikalischen Institut Leipzig, am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Dahlem. in der Heeresforschungsstelle in Gottow bei Kummersdorf südlich von Berlin, nach einer durch Spaltung von Uran-Kernen gewinnbaren Energie, in einer "Uranmaschine" oder, wie man auch sagte, einem "Uranbrenner" (alles bei D. LEHMANN et al. 1993). Vor allem HEISENBERG, seit 1927 in Leipzig und ab 1942 an Stelle von DEBYE in Dahlem, lieferte die Berechnungen. Im August 1940 testete der auch einmal bei RUTHERFORD gewesene P.AUL HARTECK in Hamburg mit knapp 200 kg Uranoxid dessen Neutronen in Trockeneis, 15.000 kg. Die getrennte Anordnung von Kernbrennstoff und dem für die Neutronenabbremsung nötigen Modaratoren, vor allem Schweres Wasser, geschah auf verschiedenem Wege: In Leipzig, unter ROBERT DÖPEL, durch abwechselnde 7 konzentrische Schichten in einer Aluminium-Hohlkugel, in Dahlem in ebenen Schichten ebenfalls in einem Aluminiumbehälter und in Gottow Uranmetall-Quadern. In Gottow wogen die bei einem Versuche benutzten 100 Uranmetall-Würfel etwa 220 kg. 1941 lieferte die Auer-Gesellschaft metallisches Uran in Pulverform nach Leipzig, und das gab bald Selbstentzündung, zwang zur Einfüllung unter CO2-Schutzgas. Bei einem zweiten Unfall in Leipzig am 23, Juni 1942 konnte das brennende Uran nicht im Behälter gelöscht werden und die Havarie brachte für Leipzig erst einmal ein Ende. Angereichertes Uran konnte in Deutschland mittels schnellaufender, vom P. HARTECK-Team benutzten Zentrifugen erst 1944 gewonnen werden, bis 7 g, leicht angreichert.

## In den USA wird ein funktionierender Kernreaktor geschaffen

In den USA wurde unter Leitung des zunächst Regierungsaufgaben abweisend gegenüberstehenden FERMI und unter Mitwirkung von SZILARD (B. T. FELD 1976) ein erster, noch einfacher **Versuchsreaktor** unter der Tribüne des Stagg-Field-Football-Stadions der Universität **Chicago** aufgebaut, abgeschirmt von Steinquadern. Wegen möglichen Risiken wurde, wie es heißt (Internet 2017) nicht einmal der Universitätspräsident unterrichtet, man ging also durchaus ein Vabanquespiel. Die von einem Kernreaktor gelieferte Energie ist Wärme, und das hier ohne Oxydation einer Substanz.

Es war der **2. Dezember 1942**. Etwa 36 Forscher waren Zeugen, einige ausgerüstet mit einer Axt und Eimern mit Kadmiumsulfat (Internet 2017). Um 12.42 Uhr für 28 Minuten "kritisch", das heißt für Energielieferung in Gang gesetzt. Kernreaktoren sind ihrem Wesen nach "Moderatoren", "Mäßiger", in denen es darum geht, bei Fortgang einer gleichmäßigen Kernspaltung eine explosive Kettenreaktion zu vermeiden. Das "Mäßigen" ist im Reaktor das Entscheidende, wenn die Menge des spaltbaren Materials für eine Kettenreaktion erst einmal ausreicht. Die Geschwindigkeit der Neutronen war zu bremsen, um genügend Uran-235 zum Zerfall zu bringen und dabei ausreichend neue Neutronen zu erzeugen. "**Moderator**" waren im Chicagoer Reaktor 18 Tonnen Graphit, die in Ziegelform in Lagen übereinandergebaut wurden. In Löchern wurden Uran-Kügelchen eingeführt. Mit dem zuerst benutzten Graphit mißlang das Inbetriebsetzen des Reaktors. Aber SZILARD bestand darauf, es mit anders hergestellten, als erfolgreich geprüften Graphit nochmals zu versuchen. Der Erfolg gab ihm recht. Auf- und niederziehbare Stäbe aus Cadmium dienten als **Neutronenabsorber,** um die Menge der Neutronen auf etwa gleicher Zahl zu halten und überzählige Neutronen, die eine nicht beherrschbare Kettenreaktion hätten auslösen können, rasch genug abzufangen. Diese Cadmium-Stäbe müssen gut dosiert, zuverlässig schnell mehr oder weniger tief in den Reaktor eingefahren werden können. In Deutschland hatte man für einen eventuellen Reaktor als Neutronenbremse auf das schwerer erlangbare schwere Wasser gesetzt, weil man mit Graphit schlechte Erfahrungen hatte. Diese schlechten Erfahrungen waren jedoch durch Unreinheiten bedingt gewesen (E. TELLER 2001). Die Energielieferung im Versuchsreaktor soll nicht einmal ausgreicht haben, um eine Glühbirne zu erleuchten (Internet 2017).

Das **"Brennmaterial"** im Reaktor ist das **Uran-235**, also dessen Oxid. Im normalen Uran nur eher spurenhaft vorhanden, wird es in den Uran-Brennstäbe auf 3% Uran-235 angereichert. Um das **Uran-Isotop 235 vom übrigen Uran** wenigstens weitgehend **abzutrennen** mußte das Uran in eine gasförmige Verbin-

dung gebracht werden, wofür Uranhexafluorid, UF6 diente. Die Trennung dieser Moleküle mit den verschieden schweren Uran-Atomen geschah mittels vielfacher Diffusion durch poröse Metallmembranen, ein Verfahren, für das WILLARD F. LIBBY und ANTHONY TURKEVICH als Erfinder genannt werden (H. E. SUESS 1981). GUSTAV HERTZ hatte so in Deutschland Neon-Isotope getrennt, also das Verfahren bei einem anderen, leichteren Gas entwickelt. Zur Gewinnung des gasförmigen UF6 wird Uran-Oxid UO2 mit Flußsäure HF behandelt. Nach der Trennung werden dann jene U-235-reicheren dunklen Uranoxid-Kügelchen erhalten, die in den Brennstäben zu der beherrschbaren Kettenreaktion führen. Die langsamen Neutronen gehen durch das Uran-238 hindurch und reichen zur Spaltung der noch relativ wenigen U-235-Atome in dem Uranmeiler. Die Abtrennung des Uran 235 vom übrigen Uran wurde in den USA ausgearbeitet vor allem auch durch die Gruppe um UREY.

Von der friedlichen Nutzung der Kernenergie war man nach dem Zweiten Weltkrieg überzeugt, und es bedurfte schwerer Zwischenfälle, daß E. CHARGAFF 1990 (S. 39) die "jetzigen bestehenden Kernkraftwerken" als "... eigentlich im Boden festgemachte Atombomben" nannte.

## Die Atombombe wird verwirklicht

Für die "**Bombe**" wurd Uran-235 auf etwa 30% angereichert. Eine viel stärkere, aufwendigere Trennung ist hierzu nötig.

Im "**Manhattan Project**" wurde in den **USA** der Bau von **Atombomben** aufgenommen. Ab April 1943 wurden in den USA wirkende führende Physiker verschiedener Herkunft in New Mexico **bei Los Alamos** auf einem über 2000 m hoch gelegenen Plateauberg zusammengezogen, um hier, in einer neuen Siedlung, die notwendigen Berechnungen und auch Laborversuche durchzuführen (O. R. FRISCH 1981, V. WEISSKOPF 1991). Etwa ROBERT OPPENHEIMER, der Leiter, meinte, daß ohne Atombombe HITLER nicht zu schlagen wäre (E. TELLER 2001). Es wurden in Los Alamos einige der besten Köpfe der Physik und anderer Naturwissenschaften für drei Jahre zu einem bisher einmaligen Gemeinschaftsprojekt zusammengefaßt. Der Haß der Juden auf HITLER war angesichts der Ermordungen und Verfolgungen in seinem Herrschaftsbereich verständlich. Andere an der Entwicklung von Kernwaffen Beteiligte wirkten in **Chicago**.

In **Oak Ridge** (USA) wurde eine riesenhafte Anlage für die Trennung der Uran-Isotope in industriellem Maßstab errichtet. Für Kernkraftwerke galt die Anreicherung von Uran 235 auf etwa 3% im Uran als für den wirtschaftlichen Betrieb notwendig.

Im März 1941 war in Kalifornien erkannt worden, daß **Kernspaltung auch bei** dem neben Neptunium neu entdeckten **Plutonium-239** stattfinden muß und SEABORG und auch COMPTON wurden für den Bau von Atombomben von Plutonium-Basis zuständig. Bei dem Dorfe **Hanford** wurde von etwa 50.000 Arbeitern eine Anlage mit großem Kernreaktor errichtet und hier ab 1944 spaltbares Plutonium 239 erzeugt, das ebenfalls abgetrennt werden mußte (G. T. SEABORG 1968).

Mit dem Manhattan-Projekt war auch ein wissenschaftlicher Geheimdienst unter dem Tarnnamen '**Also**s' (M. WALKER 2O18) unter Leitung des aus den Niederlanden stammenden und seit 1927 in den USA tätigem Physiker SAMUEL GOUDSMIT begründet worden mit der Aufgabe, herauszufinden, was die Physiker in Deutschland über die Möglichkeit einer Atombombe wußten und was sie dachten. Nach GOUDSMITs fehlerhafter Meinung hätte man in Deutschland nicht den Unterschied zwischen einem Reaktor und einer Atombombe verstanden hätten. Als die Amerikaner 1945 in Deutschland Fuß faßten, gingen sie vermuteten Anlagen für Reaktorforschung nach, so in Haigerloch. In Deutschland war auf den Bau einer Atombau längst verzichtet worden, obwohl man gewußt hätte, wie, mit großem, ja für Hitlerdeutschland unvertretbarem Aufwand, das möglich gewesen wäre. BOHR war nach einem Gespräch mit HEISENBERG in Kopenhagen im Oktober 1941 schon darüber sehr erschrocken gewesen (SPIEGEL-Interview mit HEISENBERG). Ein Atomreaktor zur Energiegewinnung wurde anvisiert. Nach einer sich als fehlerhaft erwiesenen Messung von BOTHE in Heidelberg meinte man, man könne als Neutronenbremser nur Schweres Wasser, nicht aber Graphit, verwenden. Nach schwerem Wasser wurde durchaus durch die Deutschen getrachtet, daraus auch die Gefahr einer deutschen Atombombe abgeleitet und das durch einen Abschlag in Norwegen zu vereiteln gesucht. HEISENBERG hatte seine Versuchsanlagen für einen eventuellen Reaktor in eine Höhlung unter der Kirche von Haigerloch bei Hechingen in der Schwäbischen Alb verlagert.

Am 16. Juli 1945 wurde versuchsweise eine Plutonium-Bombe bei Alamogordo in der Wüste im südlichen New Mexico etwa 320 km südwestlich von Los Angeles zur Explosion gebracht. Im Vorfeld war man sich bewußt, daß beim Gelingen kosmische Energien und Temperaturen freigesetzt würden, "die Menschen nie zuvor erlebt hatten" (V. WEISSKOPF 1991, S. 175 ff.). Es wurde spekuliert, ob die zu erwartende Explosion nicht die gesamte Erdatmosphäre entzünden könnte. Solche Bedenken wurden beiseitegewischt, besonders vehement von TELLER, und das Risiko eingegangen. Statt der vorausgesagten Wirkung von 6000 oder 7000 Tonnen herkömmlichem Sprengstoff TNT belief sich die Wirkung auf nahezu 20.000 Tonnen. WEISSKOPF, der die Explosion miterlebte, berichtet: "... erstrahlte der Himmel unwahrscheinlich hell, als die Berge unter einem Licht zwanzigmal so stark



Abbildung 1629: Haigerloch. 2000.

wie die Mittagssonne aufglühten." Eine aufsteigende weiße Halbkugel expandierte. Erst fünfzig Sekunden später ertönte an dem 16 km entfernten Beobachtungsstandort der Physiker ein Donnern. FERMI, BETHE und WEISSKOPF fuhren 36 Stunden später mit einem Jeep zu der Explosionsstelle, wo sich der Wüstensand zu einer spiegelglatten Fläche verfestigt hatte. Die radioaktive Strahlung, die 200 Röntgen zeigte, lag noch immer gewaltig höher als erwartet worden war.

Am **6. August 1945** wurde über der unglücklichen japanischen Großstadt **Hiroshima** eine 12,5 Kilotonnen wiegende Uran-Bombe und am am 9. August eine dicke Plutonium-Bombe über Nagasaki zum Einsatz gebracht - gefolgt von einem Schreckensruf in aller Welt. Nur ein Teil der spaltbaren Uran-Atome waren bei den Bombenexplosionen tatsächlich zerspalten worden, denn das Material wurde bei der Explosion zu einem großen Teil, über 90%, zerstreut. Die potentielle Wirkung hätte also noch viel gewaltiger sein können, aber das wohl technisch nicht voll machbar.

HAHN hatte 1944 den Chemie-Nobelpreis zugesprochen bekommen und war wie manche andere in Farmhall in England internierte deutsche Physiker schockiert. In STALINs Sowjet-Union waren die Fortschritte der Atomphysik durchaus beachtet worden, war die Möglichkeit der Kettenreaktion 1939 bewußt geworden, wurden eigene Forschungen durchgeführt. Am 25. Dezember 1946 wurde in der Sowjetunion der erste Reaktor "kritisch". Nach Mitwirkung deutscher Physiker und Masseneinsatz von Zwangsarbeitern für die Herstellungsbetriebe wurde am 29. August 1949 um 6 Uhr früh (D. HOLLOWAY 1981, H. SIETZ 1999) in der Steppe Kasachstans unweit Semipalatinsk die erste sowjetische Atombombe, auf Plutonium-Basis, erfolgreich getestet.

Jupiters Blitze waren nach dem Worte von Lord BOYD ORR (1949 / 1950, S.

125) gegenüber dem, was Menschen hier zuwegebrachten, ein "pipsqueak". Mußten sich die Menschen nicht entsetzlich bedroht fühlen, unter der Fuchtel von wenigen ihresgleichen, die vorgaben, mit den Kernwaffen die 'Freiheit' auch in den Slums oder den 'sozialen Fortschritt', die 'Weltrevolution', zu verteidigen! Ein Krieg mit Kernwaffen konnte in seinen Auswirkungen kaum noch auf wenige Weltregionen begrenzt bleiben. Viele Menschen blieben religiös, ja wurden es erst. Wer sieht ein, für welche Werte notfalls der Atomtod zu sterben ist? Noch nicht geriet die Kernwaffe in die Hände ganz gewissenloser, die jedes Risiko eingingen.

## Die thermonukleare Bombe

Über die Energie-Gewinnung durch **Verschmelzung** von Wasserstoff-Kernen hatte HANS BETHE gearbeitet. Namentlich der aus Ungarn stammende EDWARD TELLER (1984) trat für eine rasche Entwicklung der **Wasserstoff-Bombe** ein, nachdem 1952 die Sowjetunion ihre erste Atombombe testete. Der aus einer wohlhabenden jüdischen Budapester Familie stammende TELLER haßte die Nazis wie die Sowjets, letztere nicht zuletzt wegen seiner Erfahrungen in der ungarischen Räterepublik in Budapest 1919. Im Jahre 1926 war TELLER nach Karlsruhe gegangen, 1928 nach München, verlor wegen eines Straßenbahnunfalles einen Fuß, ging nach Leipzig zu HEISENBERG, 1930 zu BORN nach Göttingen. TELLER emigrierte 1934 nach Dänemark zu BOHR, folgt nach einem Aufenthalt in London 1935 einer Einladung in die USA. Er wurde 1941 USA-Bürger. Mit FERMI hatte TELLER 1941 über die Möglichkeit der Kernfusion gesprochen. Die USA testeten eine Wasserstoffbombe noch 1952, mit einer 700-mal stärkeren Sprengkraft als die Hiroshima-Bombe. In der Sowjet-Union wurde am 12. August 1953 ein Sprengkörper auf der Basis der Wasserstoff-Bombe getestet, am 22. November 1955 ein vollentwickelte Bombe. OPPENHEIMER, der in Los Alamos führte, wurde in den USA beschuldigt, die Wasserstoffbomben-Entwicklung zu hintertreiben, wobei er und Familienmitglieder dem Kommunismus wohlwollend gegenübergestanden hatten. TELLER, manchmal als "Vater der Wasserstoffbombe" bezeichnet und Hasser der Sowjetunion, wurde von bedeutenden Kollegen gehaßt (E. P. FISCHER 2003). MAX BORN habe abgelehnt nach Kalifornien zu reisen, um die Nähe TELLERs zu meiden, und ISSAC RABI habe TELLER als "Feind der Menschlichkeit" bezeichnet. TELLER starb am 9. September 2003 in seinem Haus auf dem Gelände der Stanford-University.

Radioaktive Isotope namentlich auch von den Kernwaffenversuchen, drohten mit der "radioaktiven Kontaminierung", der "**radioaktive Verseuchung**" **der Umwelt**.

## Kernkraftwerke

Stromlieferung aus Kernkraftwerken war 1945 nicht aus der Welt, sondern erschien als die vielleicht eleganteste Lösung des Energieproblems. Immer mehr Länder suchten eigene Kernkraftwerke zu errichten. Bis September 1945 errichteten 3 neuseeländische Physiker bei Montreal in Kanada den ersten Versuchsreaktor außerhalb der USA (PRIESTLEY 2006) Das **erste Kernkraftwerk der Welt, das Strom in das öffentliche Netz** einspeiste, war das am 17. Oktober **1956** eröffnete **Calder Hall** in England. Im Jahre 1992 wurden etwa 17% des elektrischen Stromes auf der Welt in Kernkraftwerken erzeugt (H. RADEMACHER 1992). Schwere Unfälle, der von Tschernobyl und der aber mit einer Naturkatastrophe verbundene von Fukushima 2011 haben die Billigung der Kernkraft vielerorts in Frage gestellt, vielleicht am sinnlosesten in Deutschland.

## Kernspaltung in der Natur

Außer der durch Neutronen ausgelösten Spaltung von schweren Atomkernen wurde auch **spontaner Zerfall** einzelner Kerne deutlich, in Uranvorkommen in der Natur, so erschienen bei 1 Gramm U-238 24 Spontanspaltungen in der Stunde (C. KELLER 1973). Auch die Kernspaltung ist also nicht nur ein Laboratoriumsvorgang, wenn auch in der Natur selten.

Im Jahre 1972 wurde bei der Untersuchung von Uran aus dem Uran-Vorkommen von Oklo im westafrikanischen Gabun deutlich, daß hier der Uran-235-Gehalt niedriger als gewöhnlich ist und auch bei den Spuren Seltener Erden fanden sich nur die bei Urankern-Spaltung entstehenden unter Massenzahl 166. Das deutet darauf hin, daß hier Uran-235 sich spontan spaltete, und zwar vor mindestens 500 Millionen Jahren, wofür das bei der Spaltung entstehende und hier schon verschwundene U-236 spricht. Das notwendige Wasser war auch vorhanden. Die Leistung des "Naturreaktors" ist hunderttausendmal geringer als bei einem modernen Kernkraftwerk anzusetzen, aber er muß etwa 1 Millionen Jahre funktioniert haben.

## Mögliche Atomkerne - Elementbildung im Weltall

Atomkerne und damit die Grundlage der Elemente sind in verschiedensten Kombinationen von Protonen und Neutronen möglich. Es wurde gefunden daß es 272 Möglichkeiten gibt, Protonen und Neutronen zu **stabilen Atomkerne**n zu kombinieren. Diese 272 Nuklide gehören zu 81 Elementen, die alle in der Natur vorkommen. Dazu kommt vor eine Reihe langlebiger radioaktiver Elemente und ihrer

Isotope. Weil sie aber langsam oder schneller zerfallen können sie auf jeden Fall nicht ewig gewesen sein, müssen also irgendwann entstanden sein, offenbar seitdem auch immerfort entstehen. Es wurden also begründete Vorstellungen über die Elementenbildungen und Elementumwandlungen im Weltall gewonnen (W. HILLEBRANDT 1979). Die so unterschiedliche Häufigkeit der Elemente auch auf der Erde wurde eingehend untersucht, lieferte sie doch auch sie Hinweise auf die Entstehung und Stabilität der verschiedenen Atome (S. F. MASON 1991). Nukleonen, das heißt Protonen und Neutronen sowie Photonen, werden im Weltall offensichtlich weder erzeugt noch vernichtet. Ausnahme bildet die hochenergetische Komponente der kosmischen Strahlung. Die Reaktionen der Nukleonen führen zu den Atomkernen, zu den Umwandlungen der Materie im Weltall. Durch Fusion von Kernen und Nukleonen werden schwerere Einheiten gebildet, es gibt Emission von Nukleonen, Absorption von Photonen, Absorption von Nukleonen, Beta-Zerfälle mit Umwandlung von Protonen in Neutronen und Neutronen in Protonen in den Atomkernen. Am Beginn gab es offenbar nur die leichtesten Atomkerne, die von Wasserstoff, Helium, Lithium. Die Produktion der anderen Elemente setzt sich in den Sternen noch fort. Das wurde deutlich, als 1952 in S-Sternen, relativ kühlen Riesensternen, deren Lebensdauer mit nur 210000 Jahren angegebn wird, Spektrallinien des radioaktiven Elementes Technetium (Tc99) nachgewiesen wurde (E. BAGGE 1965). Das langlebigstes Isotop von Technecium hat eine Halbwertszeit von 2 mal 105 Jahren. Ein erster Kernprozeß ist die als "Verbrennen" bezeichnete Umwandlung von Wasserstoff in Helium, über die sogenannten "Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklen". Mit "Oxydation" im Sinne der Chemie hat dieses "Verbrennen" selbstverständlich nichts zu tun. Über das "Helium-Brennen" entstehen schließlich Kerne mit immer höherer Kernladungszahl und somit größerer Massenzahl. Eisen und Nickel besitzen die höchste Bindungsenergie pro Nukleon, weisen tatsächlich ein Häufigkeitsmaximum auf.

Die Astronomie eröffnete Überlegungen in Bedingungen, die ganz anders als die auf der Erde, als die irdischen Bedingungen sind (V. WEISSKOPF 1991). Nachahmung bisher nur in fernen Regionen des Weltalls anzunehmenden Bedingungen begann mit der Schaffung von luftleeren Räumen, dem Vakuum. Nunmehr erschienen ablaufenden Vorgänge auch auf der Erde, im Laboratorium und im Freiland, als Werk des Wissenschaft teilweise möglich zu sein. Die Zündung von Wasserstoffbomben lieferte dafür ein wenig angenehmes Zeugnis.

# Chemie und neue chemische Verfahren und Produkte in der ersten Hälfte und folgenden Jahrzehnten des 20. Jahrhundert

## Was kam für die Chemie

Mehr gesichert kam die **Zurückführung der Eigenschaften der Stoffe auf** die **Eigenschaften der Atome** und **Moleküle**: auf Elektronenschalen im Sinne von BOHR, dann auf die Orbitale. auf die **Arten der chemischen Bindung**, die **Dipolmomente** der Moleküle, auf die aus der Röntgenstrutkturanalyse ermittelten **Kristallgitter.** Die Phänomenologie wich in vielem der Theorie. **1983** wurde geschätzt, daß **etwa 60.000 Chemikalien "im täglichen Gebrauch** sind und etwa 1000- 1500 neue Substanzen pro Jahr hinzukamen (W. STUMM et al. 1983, S. 345). Und viele gelangten irgendwie in die **Umwelt**, und ihr Abbau auf dem Land oder den mehr gefährdeten Gewässern und damit auch die Entstehung weiterer neuer Stoffe sollte irgendwie bekannt sein.

## Anorganische und organische Chemie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhundert

Mit dem Aufstieg der organischen Chemie im 19. Jh. erschien die **anorganische Chemie weit nach hinten** gerückt, ja schien manchen ihr Ende nahe. CLEMENS WINKLER in Freiberg erschien fast als der letzte bedeutende Vertreter der anorganischen Chemie in Deutschland, während in Frankreich MOISSAN wirkte. Anorganische Verbindungen, Komplex-Salze, deutete neu ALFRED WERNER in Zürich. Zu Beginn des 20. Jh. erschienen aber neue Männer, führende Persönlichkeiten, die der anorganischen Chemie neue Gebiete erschlossen (W. KLEMM 1943) und von einem Ende konnte keine Rede mehr sein.

Weite Gebiete der anorganischen Chemie erschloß WILHELM BILTZ (W. FISCHER 1949), an der Bergakademie Clausthal und ab 1921 an der Technischen Hochschule Hannover, der systematisch im Laboratorium noch nicht oder kaum bekannte Verbindungen verschiedenster Elemente in der systematischen Untersuchung der Verbindungsfähigkeit, der Verwandtschaften, herstellte. Auch BILTZ, der führende Anorganiker, kam bezeichnenderweise von der organischen Chemie, in der man eben zu Ende des 19. Jh. seine wissenschaftliche Karriere begann. Unter den **anorganischen** Stoffgruppen erschloß ALFRED STOCK (E. WIBERG 1950) die Verbindungen von Silizium und Bor, fand mit dem. Bor eine ganze

"**Borwasserstoffwelt**". OTTO RUFF (W. KLEMM 1940) wirkte entscheidend für die Entwicklung der **Fluor-Chemie**.

GUSTAV TAMMANN wurde der Erforscher der Metalle und der **intermetallischen Verbindungen**.

**Organische** Substanzen bildeten die Mehrzahl der Neuheiten. Um 1975 (CHR. TAMM 1977) wurde geschätzt, daß pro Jahr etwa 360.000 neue Substanzen bekannt wurden. Etwa 93% davon waren organische Substanzen, einschließlich der Koordinationsverbindungen und der metallorganischen Verbindungen. Der New Yorker Chemiker RONALD BRESLOW schätzte im Jahre 2000 (S. 268), daß **über 90 Prozent** aller bekannten **chemischen Substanzen menschengemacht** sind, geschaffen durch Chemiker. Sicherlich sind viele von ihnen Derivate auch natürlich vorkommender Verbindungen.

Die Zunahme der irgendwie immerhin bekannten chemischen Substanzen, anorganisch und organisch, stieg bis in unsere Tage atemberaubend: 1968 1 Million bekannte Substanzen, 2004 knapp 25 Millionen, 2008 40 Millionen, 8. **September 2009 50 Millionen** (K. HÜBNER 2009). Dazu treten die "Sequenzen", die Kettenmoleküle von Nukleotiden und Aminosäuren, 2009 61 Millionen. Erfaßt werden die Substanzen in Auswertung zahlreicher Fachjournale in über 50 Sprachen durch den 1907 gegründeten Chemical Abstract Service (CAS) der American Chemical Society, mit Sitz in Columbus, Ohio.

## Alle Eigenschaften der Substanzen zu erfassen – Alle Eigenschaften aus der Konstitution erklären

Schon im 19. Jh., und auch früher begonnen, wurden möglichst **alle erfaßbaren Eigenschaften**, alle physikalischen Paramter und alle chemischen Reaktionen der Substanzen festzustellen und wurde die Spezifität dieser **Eigenschaften auf den Molekülbau, auf die Atom-Anordnung zurückzuführen** gesucht. Das geschah dann auch unter Heranziehung der Theorien über den Atombau und namentlich die Elektronen, aber auch noch relativ unabhängig davon, unter den Deutungen der Formeln und der Konstitution durch Chemiker. Die Feststellung der **Beziehungen zwischen** Molekül**bau und Eigenschaften** wurde ein wichtiges Terrain chemischer Forschung. Wenn im 19. Jh. die Farbe bestimmende Atomgruppen festgestellt wurden, die "Chromophore", so C=O, C=N, C=C, N=O, dann lag das schon auf dieser Linie. Die **Absorption** von Licht, überhaupt von elektromagnetischen Wellen, auch außerhalb des sichtbaren Teiles, nahm da eine bevorzugte Stellung ein. Schließlich wurde die Absorptions-Spektroskopie zu einer der wichtigsten Methoden der Konstitutions-Bestimmung von Substanzen, namentlich auch

organischen.

Wichtige Forschungen hierzu lieferte der 1857 geborene HANTZSCH (A. BURAWOY 1935), der, ein Dresdener, mit 28 Jahren 1886 den Lehrstuhl für organische Chemie des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich erhielt, 1893 nach Würzburg wechselte und von 1903 bis zur Emeritierung 1927 als Nachfolger von WISLICENUS Professor an der Universität Leipzig war. Die bisherige Schreibweise der **Carboxyl-Gruppe** der organischen Säuren, - C OOH war anders zuformulieren, denn das abspaltbare H-Atom, das auch durch Metall ersetzbar war, konnte nicht als an das eine O-Atom gebunden angesehen werden, sondern beide O-Atome müßten im Sinne von WERNERs Koordinationsformel gleichartig am C-Atom gebunden sein und H. steht als negativ abspaltbares Ion dem ganzen sonstigen Molekül –COO gegenüber. Die Ester dagegen waren konstitutiv verschieden.

Erklärung zu manchen Eigenschaften der Moleküle lieferte die besonders von PETER DEBYE (G. BUSCH 1985) gebrachte Theorie resp. Auffassung, daß zahlreiche Moleküle Träger eines **elektrischen Dipol-Momentes** sind, also an den Enden eine ungleiche Verteilung von negativ geladen und und positiv geladen aufweisen, demnach elektrisch unsymmetrisch sind, im Molekül also **eine Elektrizitäts-Verteilung**, "eine verschwindende Verschiebung der Ladungen" (P. DEBYE 1937, S. 3) stattfindet und sich, "ähnlich wie die magnetischen Momente einer paramagnetischen Substanz unter der Wirkung eines äusseren Feldes nach Massgabe der Temperatur mehr oder weniger vollständig parallel einstellen" (G. BUSCH 1985, S. 25). DEBYE (1937, S. 4) suchte das zu klären, 1916, durch "**Messungen an verdünnten Lösungen polarer Substanzen** in unpolaren Lösungsmitteln ..." Als unpolar erwiesen sich die Atome der Edelgase, auch 2-atomige Moleküle aus 2 gleichen Atomen. Polarität war nachzuweisen, sobald 2 "verbundene" Atome verschieden sind. Ableiten ließ sich die räumliche Struktur der Moleküle und DEBYE sprach von glänzenden Bestätigung "der auf rein chemischen Wege zuerst gewonnenen Ansichten über den räumlichen Bau der Moleküle ..." (S. 9).

Der negative Bereich in einem Molekül wirkt anziehend auf Kationen, der positive auf Anionen (F. SEEL 1970, S. 93). Bei Wasser, wenn denn mehrere Wassermoleküle unter Energieverbrauch gemeinsam daa Kristallgitter zerbrechen, so zieht die positive Partialladung des H2O-Moleküls, die H, das Anion des NaCl, also das Cl-Ion, an, die negative Partialladung des H2O, das O resp. O mit einem H, das Kation, also das Na-Ion. Bei der Die Ionisation bleibt so bestehen. Bei der dieser Hydration der Ionen wird Lösungswärme frei.

Auf KOSSEL, LEWIS und LANGMUIR folgend wurden bald weitere, zunächst **phänomenal bekannte Eigenschaften chemischer Verbindungen und Vorgänge** auch von Chemikern **von den Elektronen her gedeutet**, namentlich durch KA-

SIMIR FAJANS (1923), FRITZ ARNDT (zusammenfassend 1962) und BERND EISERT (1938), wobei, wie bemerkt wurde (C. A. KNORR 1923, S. 140), sich die Quantengesetze in ihren Wirkungen "in manchen speziellen Eigenschaften der Stoffe dem Auge unmittelbar offenbaren." Wie man das also sah:

FAJANS (1923) leitete chemische Eigenschaften bei Ionen aus der Deformation der Elektronenhüllen durch das Nachbarion ab, weil eben der Übergang eines Elektrons an ein anderes Atom nicht unbedingt vollständig sein mußte. Es wurde durch ARNDT u. a. erklärt, daß bei der homöopolaren Bindung das zwei Atomen angehörende Elektronenpaar ebenfalls nach dem stärker geladenen Atom hingezogen wird, also ein Unsymmetrie in der Lage des Elektronenpaares besteht, das. sich im **Dipol-Moment**, im elektrischen Moment, eines Moleküls äußert. Homöopolare Bindung mit dem Elektronenpaar genau zwischen beiden Atomen ist nur bei gleichartigen Atomen, etwa in der Bindung Cl-Cl, gegeben. Der "heteropolare" Zusammenhalt und die "homöopolare" Bindung sind also Grenzfälle, zwischen ihnen liegen Zwischenstufen von geringerem und höherem Anteil eines der Atome an dem Elektronenpaar. Der gebürtige Hamburger ARNDT (W. WALTER et al. 1975) war während des Ersten Weltkrieges Professor in Istanbul und das noch einmal wegen Emigration als Halbjude 1933 bis 1955. Schon als junger Chemiker hatte ARNDT um 1909 gesehen, daß das Lehrgebäude der Chemie ein zwiespältiges ist und bei KOSSEL und dann bei LEWIS sowie dem Engländer INGOLD Anregungen für eigene Weiterungen geholt. Für Ammoniak, NH3, wurde festgestellt, daß jedes der 3 Wasserstoff-Atome mit dem N-Atom ein gemeinsames Elektronenpaar ausbildet. Das Stickstoff-Atom hat aber noch ein freies Elektronenpaar übrig. An dieses kann ein Wasserstoff-Ion treten, das also positiv geladen ist und das ein negatives Ion, so Cl -, heteropolar binden kann und damit eine Ammonium-Verbindung, hier NH4Cl, zustandekommt. Damit unterscheiden sich die CH4, mit 4 Elektronenpaaren mit den 4 Wasserstoff-Atomen, und NH3. Die einsamen Elektronenpaare ließen die Komplex-Verbindungen anders sehen, wegen der freien Elektronenpaare lagerten sich koordinierte Atome an. Der "Valenz"-Begriff war also nicht in bisheriger Eindeutigkeit zu fassen. Die Doppelbindung war zu sehen als Vorhandensein zweier Elektronenpaare, eines, das Sigma-Elektronenpaar, als ausreichend für die Bindung, das andere, das Pi-Elektronenpaar, als oszillierend, um das C-Atom schwingend. Durch dieses zweite Elektronenpaar gab es erhöhte Reaktionsfähigkeit von Stoffen mit Doppelbindung zwischen C-Atomen. Durch die elektromeren Verschiebungen gibt es unterschiedliche Anordnung der Bindungen in einem Molekül. C. K. INGOLD nannte das "**Mesomerie**". Mit den Elektronen ließ sich auch die Farbigkeit chemischer Substanzen, auch die Fluoreszenz, erklären. BERND EISTERT, seit 1929 Chemiker in Ludwigshafen und seit 1950 Professor in Darmstadt und Saarbrücken, der diese Betrachtungen in Deutschland einführte und ausbaute, schrieb 1938 (S. 106): "Die chemischen For-

meln, die dem Chemiker ein ebenso unentbehrliches Handwerkszeug geworden sind wie sein Reagenzglas, haben jedenfalls eine große Erweiterung ihrer Bedeutung für Chemie und Physik erfahren, indem sich ihre Verwendung als Grenzformeln zur eingrenzenden Beschreibung des Verhaltens chemischer Individuen erwies." Damit wäre (S. 197) "eine wirkliche gegenseitige Verständigung zwischen Chemie und Physik möglich geworden."

Neue, unerwartete Eigenschaften fanden sich bei Substanzen, auch festen, welche hohem **Druck** von **mehr als 200.000 atm**. ausgesetzt wurden, wie es unter P. W. BRIDGMAN (s. o.) begonnen wurde und womit man also über die Normalfeuer- und Kochtopf-Chemie gewaltig hinausgelangt war (H. T. HALL 1958).

Die Verteilung der Atome und Moleküle auf und in der Erde, die Reaktionen, die katalytischen Vorgänge und anderes wurden möglichst mit Griff auf Atom- und Molekülbau erklärt.

## Kolloide und Nanopartikel in der allgemeinen Chemie des 20. Jahrhunderts

Von der **anorganischen Chemie** her wurde die Kolloidchemie weiter ausgebildet von dem als Sohn eines Mediziners aus Wien stammenden RICHARD ZSIGMONDY (H. FREUNDLICH 1930, H. WITTMANN 1990). Etwa Silber fällt bei Eiweiß-Zusatz durch Elektrolyte nicht aus, es wird umhüllt, die erste Beobachtung der Schutzwirkung von hydrophilen Kolloiden. Derselbe Stoff kann sich unter verschiedenen Bedingungen unterschiedlich verhalten. Gold bildet mit Quecksilber kristalloide (also normale) Lösungen, in Wasser aber tritt es im kolloidalen Zustand auf (Le Prix Nobel en 1925). Gold in Wasser, das sich als Kolloid erwies gab eine tiefrote Lösung, so wie Gold in Glas, was das am Ende des 17. Jh. in Brandenburg erfundene Gold-Rubinglas verstehen ließ. ZSIGMONDY wurde 1897 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Jenaer Glaswerk Schott u. Gen. Auf Zsigmondy zurück geht das "Jenaer Milchglas". Mit H. SIEDENTOPF, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Zeisswerk Jena, konstruierte er bis 1903 das "Ultramikroskop", in dem durch Streulicht die im normalen Lichtmikroskop nicht sichtbar zu machenden ultramikroskopischen Kolloid-Teilchen sichtbar gemacht werden konnten. ZSIGMONDY war ab 1907 ao. Professor, ab 1917 Ordinarius in Göttingen, erhielt 1925 den Nobelpreis für Chemie, starb aber 1929 nach schwerer Arteriosklerose.

**Kolloidale organische Verbindungen** erschloß später vor allem WOLFGANG OSTWALD, einer der Söhne des großen Chemikers WILHELM OSTWALD. Mit seinem Buche "Die Welt der vernachlässigten Dimensionen" (3. Auflage 1919) stellte WOLFGANG OSTWALD die "Welt" der "schleimigen, klebrigen, harzigen,

pechartigen und ähnlichen Massen" vor. Während krisalloide Stoffe sprungweise Zustandsänderungen aufweisen, also feste Schmelz- und Siedepunkte und klare Löslichkeitswerte, fielen die kolloidalen Stoffe durch kontinuierliche Veränderungen auf (s. C. O. WEBER 1900, S. 779). So hat CARL OTTO WEBER (1900), in den Greengate India Rubber Works in Manchester, wie auch andere Kautschuk mit Brom, Chlor, Jod verbinden können, hat Löslichkeitsuntersuchungen durchgeführt, jedoch blieb trotz der Gewinnung des Isopren aus dem Kautschuk offen, ob der Kautschuk eine einheitliche Substanz ist, oder auch, inwiefern das für die verschiedenen Kautschuk-Sorten gelten kann. WEBER fand wie andere die "Charakterisierung der Colloide und ihrer Derivate, die Isolierung und Reindarstellung derselben" als "mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden" (C. O. WEBER 1900, S. 779). Die "Colloide", als eine "Körperklasse betrachtet", sie "sich in erster Linie durch ein ausserordentlich hohes Molekulargewicht auszeichnen", und es erschien als "eine offene Frage, ob die Colloide Moleküle ... endliche Atomkomplexe darstellen" (S. 784).

Die Kolloide erschienen zwar nicht so recht als faßbar, aber um für Dinge in Organismen eine Erklärung zu haben, zog man sich gern auf eben dort wirkende Kolloide zurück. Als es nicht gelang, definierte Enzyme präparativ darzustellen, wurde angenommen, daß gar nicht einzelne trennbare Enzyme den Stoffwechsel katalysieren, sondern an angeblichen großen kolloidalen Molekülen mit zahlreichen positiven und negativen Ladungen sollten sich die ohnhin noch kaum geklärtten Stoffwechselprozesse abspielen. Das sollte der Aufklärung kaum möglich sein. Auch die Sekretion, die Muskelkontraktion und anderes hoffte etwa WOLFGANG OSTWALD vor allem durch die kolloidalen Eigenschaften von Substanzen zu erklären. Es kamen die Begriffe: **Suspension**, **Dispersion, Emulsion, Aerosol, Schaum** (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 10). Infolge von Grenzflächenspannungen zwischen nichtmischbaren Flüssigkeiten entstehen die **Emulsionen**. Der Erforscher der Tone und Lehme, der klebrigen, manchmal schlechthin als 'Kolloide' abgetanenen 'Gesteine', CARL WILHELM CORRENS (1938, S. 203) stellte basierend auf röntgenographischen Untersuchungen fest, daß die "Gegenüberstellung von Kolloid und Kristalloid irreführend ist, und "Kolloid bedeutet nur noch eine Größenordnung, nämlich von einer willkürlich festgesetzten oberen Grenze der mikroskopischen Erkennbarkeit an bis hinab zu den molekularen Dimensionen", ob kristallin oder amorph." Aber man muß wohl sagen: die Teilchengröße etwa in Wasser bestimmt die Eigenschaften dieser nicht mehr als Lösung zu bezeichnenden 'Brühe', durchleuchtet mit 'Tyndall'-Effekt, ist eben ein Kolloid, ein Sol, das zum Gel werden kann. Auch Seifen in Wasser sind im kolloidalen Zustand (CH. SCHWEIZER et al. 1950, S. 258). Bei STAUDINGER (H-D. DÖRFFLER 202, S. 8 ff.) waren unterschieden worden 1. **von Makromolekülen** gebildete **Molekularkolloide** und 2. durch spontan und reversibel durch Aggregation gebildete Zusammenlagerung

größeren Molekülen zu Mizellkolloiden, so die Biokolloide.

Auf Forderung und durch Unterstützung der interessierten Industrie, so einer großen Gerbereifirma in Worms, wurde an der Technischen Hochschule Dresden ein eigenständiges Laboratorium für Kolloidchemie eingerichtet, das zu einem selbstständigen Institut wurde, mit LOTTERMOSER als Direktor.

Ein immer wieder aufkommendes Diskussionsthema war, **was** die kolloidalen Teilchen **zusammenhält** (PH. BALL 20079. Im 21. Jh. spricht man statt von 'kolloidalen' Partikeln, etwa bei Gold, von "**Nano-Partikeln**', zum Teil wohl kleiner als man für kolloidale Partikeln vermutete, deren Herstellung und Stabilisierung Forschungsanliegen wurde (CHR. JANICK 2014).

Je kleiner Partikel sind, desto größer ist die Zahl der Atome an ihrer Oberfläche und sind in sehr kleinen Partikeln fast alle Atome Oberflächenatome. Das erklärt die besonderen Eigenschaften (G. KICKELBICK 2016, S. 104/105). Gold in feinsten Partikeln wird Purpurrot und das in Glas ergibt das **Rubinglas**, das empitisch im 17. Jh. gefunden wurde und nun in seiner Feinstruktur erklärbar wurde. Nanopartikel können kleiner sein als die Wellen der Lichtstrahlen und brechen sich nicht an den Partikeln, und dann werden Materialien transparent (S. 105).

Eine neuartige Stoffklasse im 20. Jh. wurden die **Aerogele**, feste, schwammartige Mterialien, '**Schaumstoffe**', **Isoliermaterialien** u. a., die bis zu 95% ihres Volumens aus Luft bestehen (H-D. DÖRFFLER2002, S. 650 ff.).

## Geochemie, auch Beziehung zur Kosmochemie

Die Geochemie untersucht namentlich die **Verteilung der chemischen Elemente** auf und namentlich **in der Erde** und sucht nach Gesetzmäßigkeiten dafür und nach der Erklärung dieser Verteilung. Der Begriff "Geochemie" stammt von dem US-Amerikaner FRANK WIGGLESWORTH CLARKE

Interessant ist der Vergleich der Häufigkeit der Elemente im Weltall, zunächst feststellbar an Meteoriten. Der Terminus "Geochemie" wird zurückgeführt auf SCHÖNBEIN 1838 (C. W. CORRENS 1947). Geochemie und Kosmochemie erhalten ihre Probleme aus der insgeamt stark unterschiedlichen Häufigkeit der einzelnen Elemente auf und in der Erde und im Kosmos und noch mehr in dessen einzelnen Teilen. Erklärungen für die Stoff-Bildung und die Stoff-Umwandlungen im Erdinneren erforderten zum Teil Untersuchungen unter für die Erdoberfläche extremen Bedingungen von Druck und Temperatur (W. KLEMM 1943).

Mit der Entwicklung der Atomphysik konnte die prinzipielle Häufigkeit namentlich

auch auf die unterschiedliche Zusammensetzung der Atomkerne aus deren einzelnen Bestandteilen zurückgeführt werden.

Geochemie dient auch der Rohstoffsuche. Die Feststellung der Zusammensetzung der Atmosphäre und auch der Ozeane war leichter zu bewerkstelligen als die Feststellung der weniger häufigen Elemente in der festen Erdkruste. Tausende Daten zur Häufigkeit der Elemente, in Flüssen, dem Ozean, Quellen, und vor allem auch den Gesteinen, zu 95% in magmatischen Gesteinen, auch der Mineralien, brachte CLARKE (E. D. GOLDBERG 1971) zusammen, vorgestellt 1908 und dann 1924 in seinem Werk "The Data of Geochemistry" 1924. CLARKE war Professor der Chemie und Physik 1873 an der Howard University in Washington, 1874 an der University of Cincinnaty, wurde 1883 chief chemist am U.S. Geological Survey in Washington. Aus den Tausenden von Daten wurde die Durchschnittshäufigkeit der Elemente festgestellt. In Gewichtsprozenten stand an der Spitze mit fast 50% Sauerstoff, gefolgt von mit etwa 27% Silizium, mit reichlich 8% Aluminium, reichlich 5% Eisen. Es folgten Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium und an 9. Stelle Titan. Dann kam Phosphor. Nach Atomprozenten, also der prozentualen Häufigkeit der Atome, stand Eisen mit seinen schwereren Atomen hinter Natrium und Calcium. Als eine Gesetzmäßigkeit erschien, daß die schwereren Elemente seltener waren als die leichteren, also letztere die oberen Teile der Erdkruste aufbauen.

## Häufigkeit der Elemente auf der Erde und im Kosmos

Die verschiedenen chemischen Elemente, und das war schon aufgefallen, sind nicht nur auf der Erde sondern auch in den aus dem Weltall auf die Erdoberfläche fallenden Meteoriten in se**hr unterschiedlicher Häufigkeit** vertreten. Der USA-Chemiker WILLIAM DRAPER HARKINS (F. M. FOWKES 1977) führte das etwa 1917 **auf die Stabilität der Atome** zurück, auf ihren Aufbau aus Wasserstoff-Kernen, die zu Helium-Kernen zusammentraten, also auf die auch dadurch erklärbare innere Struktur der Atomkerne und deren Bildung in der 'Evolution' der Elemente. Die ersten 29 Elemente des Periodensystems machen 99,9% der Materie aus, und die Elemente mit geradzahliger (even) Ordnungszahl waren mit Ausnahme der ersten, etwa auch von Lithium und Beryllium, generall reichlicher vorhanden. Geo- und Kosmochemie, die so gewaltig ungleiche Häufigkeit der Elemente, dienten also zur Klärung von Grundfragen des Atomaufbaus und der Entstehung der Elemente.

## Stoff-Wanderungen und Häufung bestimmter Elemente an bestimmten Stellen auf und in der Erde

Viele neue Gesichtspunkte trug der Russe WLADMIR IWAOWITSCH WERNADSKI (VERNADSKY) (dtsch. 1930) zur Geochemie bei, besonders auch in Erkenntnis der **Rolle der Organismen**. Maßgebend in der Geochemie war ihm die Wanderung der **Atome** und damit der Elemente in den Sphären der Erde, ihr "Platzwechsel", ihre **Migration,** "der Platzwechsel der Atome bei der Bildung von Verbindungen, ihr Transport durch strömende flüssige Medien oder Gase, in festen Körpern oder ebenso auch bei der Atmung, der Ernährung, im Werden und Vergehen der Organismen" (S. 32 / 33).

Das und die Feststellung der Durchschnittsmengen und die Durchschnittsverteilung der chemischen Elemente in der Lithosphäre und im Wasser, wie sie CLARKE feststellte, sind das eine, aber für die menschliche Wirtschaft, aber auch für Lebensprozesse ist die **Konzentration der Elemente in spezielleren Bereichen** der Erdoberfläche besonders wichtig. Es gibt für eine Mehrzahl der Elemente an bestimmten Orten eine **andere Häufigkeit** als im Durchschnitt namentlich der Gesteinshülle. Zu Konzentrationen von bestimmten Elementen oder ihrer Verbindungen kommt es aus verschiedenen Gründen, die teils tief im Erdinneren, im Magma liegen, und andererseits auf den auch zum Bereich der Forschungen in der Geochemie gehörenden "**Stoffwanderungen**" in der Erdrinde (C. W. CORRENS 1943).

Die **Geochemie** resp. die **chemische Geologie** (F. BEHREND et al. 1927) sucht vor allem auch die Gründe zu finden für das Vorkommen aller Substanzen, auch Verbindungen, in der Natur an bestimmten Orten, den "Erscheinungen der Anhäufung in der Natur bis in den kleinsten Einzelheiten nach zu spüren" (J. M. VAN BEMMELEN 1900, S. 314), ob für den Dolomit, den Schwerspat, die Eisen-Erze, die Phosphorite und alle die anderen. Wichtig war das für das Aufsuchen von Lagerstätten. Wurden die möglichen Entstehungsprozesse von Mineralien im Laboratorium durchgeführt, hieß das allerings noch nicht, daß die Natur auch auf diesem Wege verfahren war, wenigstens nur auf diesem Wege.

Die **Sonderung der Elemente in der Erde bis ins Erdinnere** wurden erörtert namentlich etwa bei VICTOR MORITZ GOLDSCHMIDT (1922) und GUSTAV TAMMANN (1923), später etwa von H. C. UREY (1953). Der führende Geochemiker V. M. GOLDSCHMIDT (J. D. BERNAL 1949, C. W. CORRENS 1947, W. VON ENGELHARDT 1964, K. H. WEDEPOHL 1995) war der 1888 geborene Sohn eines bedeutenden Chemieprofessors in Zürich, HEINRICH JACOB GOLDSCHMIDT, der 1901 als Nachfolger von WAAGE, einem der Entdecker des Massenwirkungsgesetzes, nach Kristiania/Oslo kam. Der Sohn VICTOR MORITZ

war Schüler unter anderem des Indium-Entdeckers H. TH. RICHTER in Freiberg. Er wurde 1914 selbst Professor in Oslo. In den Jahren 1929 bis 1935 war VICTOR MORITZ GOLDSCHMIDT Professor in Göttingen. Als Jude mußte er Göttingen verlassen und wurde wieder Professor in Oslo. Nach der deutschen Besetzung Norwegens 1940 und somit unter der mit den Deutschen verbündeten QUISLING-Regierung geriet GOLDSCHMIDT in höchste Gefahr der Verschleppung, konnte aber 1942 nach Schweden gebracht werden und 1943 gelang ihm das Ausweichen nach England. Zurückgekehrt nach Oslo starb er schwer krank nach 6 Krebsoperationen und Schlaganfall erst 59-jährig am 20. März 1947. In seinem frühen Tod nach schwerer Krankheit erinnert er an den Chemiker ALFRED WERNER, aber letzterem blieb das schwere wechselvolle Schicksal in den politischen Zeitläuften erspart. V. M. GOLDSCHMIDT hatte als Petrograph begonnen. Während des Ersten Weltkrieges wurde wegen der deutschen U-Boote die Rohstoff-Versorgung Norwegens von außerhalb abgeschnitten und GOLDSCHMIDT wurde Vorsitzener des norwegischen Kommittees für die eigene Versorgung aus dem Inland und Geochemie sollte den Weg zu Rohstoff-Vorkommen in Norwegen bahnen. So sollte die Kali-Versorgung der Böden durch Biotit geschehen und es wandte sich GOLDSCHMIDT den Seltenen Erden zu.

In seinen wissenschaftlichen Vorstellungen sollte die Verteilung der Elemente abhängen namentlich auch von ihren Einbau in die Kristallgitter bestimmter Mineralien, den gebildeten Komplex-Verbindungen. Zahlreiche Untersuchungen hierzu wurden im Laboratorium in Oslo und Göttingen vorgenommen. Das **Innere der Erde** wurde wie das zumindestens in den oberen Bereichen erstarrte Material in einem **Hochofen** gesehen, als eine Folge von Schalen, die sich absonderten wie bei den metallurgischen Trennungsoperationen, in der Bildung von "Schlacke", "Stein" und "Eisensau", die Folge einer gravitativen Sonderung. Untersucht wurde auch die Elementen-Trennung in der namentlich vom Kupfer bestimmten Metallurgie von Mansfeld (V. M. GOLDSCHMIDT 1937). Von den Erkenntnissen der Phasenlehre her sollte die Trennung im Hochofen wie in der Erde verständlich sein, wobei es sich in vielem um die "vorgeologische" Geschichte der Erde handelte. "Ein derartiger Schalenbau des Erdballs ist unumgänglich", schrieb GOLDSCHMIDT 1922 (S. 919), "falls die Erde ursprünglich schmelzflüssig gewesen ist, da ein Gemenge von Silikaten, Sulfiden und freiem Eisen in einem großen Temperaturgebiete oberhalb des Schmelzgebietes in drei unmischbare Flüssigkeiten zerfällt." Die Ergebnisse der Seismologie, die Auswertung der Erdbebenwellen, galten als Bestätigung dieser Schalen oder Schichten. Nach WIECHERTs damals erfaßten Angaben, änderte sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Erdbebenstoßes diskontinuierlich in Tiefen von 1500 und 3000 km. Daraus und aus der Abplattung der Erde ergab sich die Dichte des Kerns zu 9 und die der Mittelschicht zu 5,5 (G. TAMANN 1923). Auch die Zusammensetzung der Meteorite sollte Bestätigung dieser Elementen-

sonderung geben.

Die Sonderung der chemischen Elemente gemäß V. M. GOLDSCHMIDT (1922, 1926) im Verlaufe der Abkühlung der Erde vom glutflüssigen Zustand ergab im 1. Stadium die Entmischung von flüssigen und festen Phasen. Die **siderophilen** Elemente wurden vorzugsweise im Eisenschmelzfluß angereichert, finden sich nun vor allem im tiefsten Erdinneren, in dem anzunehmenden nickelreichen Eisenkern. Das 2. Stadium war gekennzeichnet durch Vorgänge fraktionierter Kristallisation während der Abkühlung der Schmelzmassen. Die **chalkophilen** Elemente reicherten sich in der Sulfidschmelze an, bilden die Sulfid-Oxid-Schale. Die **lithophilen** Elemente sind diejenigen, welche die Gesteinskruste bilden, die Silikathülle. Sie ist der unmittelbaren Untersuchung zugänglich. Hier fanden die mannigfaltigsten Umsetzungen statt. Zwischen die Sulfid-Oxid.Schale und die Silikathülle setzte GOLDSCHMIDT (1922) die Eklogitschale. Manche Elemente wurden wegen ihrer kristallochemischen Verwandtschaft in sich bildende Kristalle mit einbezogen. Andere Elemente, denen das nicht widerfuhr, sammelten sich in den magmatischen Mutterlaugen und finden sich, so Lithium, Beryllium, Uran u. a., im Mineralbestand pegmatitischer Gänge. Die **atmophilen** Elemente sammelten sich in der Atmosphäre. Der Sauerstoff in der Atmosphäre kam hierher durch die Lebenstätigkeit der pflanzlichen Organismen, wird andererseits bis heute auch in der Lithosphäre, etwa durch die Oxidation von 2-wertigem Eisen gebunden.

In Kristalle konnte ohne Verformung ihrer Gestalt anderes als ihrer reinen Formel entsprach eingebaut werden, so sind in manchen **Schwefel-Kristallen** einige Plätze 'zufällig' mit **Selen** besetzt und weisen dann tief-gelbe oder braune Farbe anstatt des hellen Gelb auf, sind eine kristalline Lösung/crystalline solution (L. PAUING 1970/1988, S. 9).

Elemente mit niederem Atomgewicht sind im allgemeinen häufiger als solche mit hohen. Selten sind aber das Beryllium, ebenso Lithium und Bor. Hier war zu fragen, ob das mit Auf- und Abbau-Vorgängen oder mit dem Aufbau schwerer Elemente aus ihnen zu tun hat.

Es gibt nicht nur chemische Verbindungen in der Erdrinde. VERNADSKY (1930) verwies auf die **dispersen Atome**, die also nicht in Mineralien gebunden sind, sondern frei streunen, in den Analysen "in Spuren" erscheinen und auch für die hohen Atmosphärenschichten gelten. VERNADSKY verwies auf solche Atome bei dem radioaktiven Thorium, daß, und zwar zu seinem größten Teil, in Spuren, in "vielfach höchster Dispersion", in sämtlichen gesteinsbildenden Mineralien vorkäme, "befindet sich in ihnen in disperser Form ohne irgendwelche lokale Anhäufung und ohne erkannbare Verbindungen zu bilden", vielleicht aber in "Form von Oxyden" (S.252 / 253).

Auch WALTER und IDA NODDACK (1937), Freiburg i. Br., gelangten zu der Feststellung der Allgegenwart **aller Elemente wenigstens ganz geringen Spuren, allüberall**, sahen die "chemischen Elemente ... in den Mineralien allgegenwärtig" (S. 27), vorausgesetzt man verwendet die nötig empfindlichen Analyse-Methoden.

## Konzentration von Substanzen und namentlich auch Elementen in Lagerstätten

Alle **Lagerstätten**, und diese interessierten seit jeher, sind Konzentrationen oft auch ansonsten weniger häufiger, ja sogar ganz seltener Elemente, so von Metallen resp. deren Verbindungen. Wären diese Elemente gemäß ihrer Häufigkeit insgesamt diffus in der Erdrinde verteilt, könnten sie nie gewonnen werden. Gallium ist kein so seltenes Element, nicht geringer vorhanden als Molybdän oder Blei, viel mehr als Gold und Silber, aber eben nicht in selbständigen Mineralien, sondern in denen des Aluminum (C. W. CORRENS 1947). Wie stark die **Anhäufung** eines Stoffes sein muß, um die **Ausbeutung wirtschaftlich** zu machen, ist von Element zu Element verschieden und wird durch die Gewinnungsmethoden und den Nutzen dieser Substanzen stark bestimmt. 1929 rechnete der Mineraloge P. NIGGLI, daß bei Eisen, also einem reichlich in der Erdrinde vorhandenem Elemente, für wirtschaftliche Ausbeutung die Anhäufung, in Verbindungen, in Erzen, das 10-fache der Durchschnittsverteilung aufweisen muß. Bei Nickel rechnete man für ertragbare wirtschaftliche Ausbeutung damals mit einer 100-fachen Anhäufung, für Silber eine 1000 bis 10.000-fache, für Zink, Blei, Gold eine 10.000 bis 100.000-fache, für Platin, das gediegen vorkommende und gediegen zu gewinnende, eine millionenfache Anreicherung.

Der Chemiker war gefragt, die **Gründe für die Anhäufung** seltener Elemente an bestimmten Orten, an Lagerstätten, jedenfalls mit zu erklären, während der Geologe oder Lagerstätten-Fachmann die Bedingungen dafür in der Entwicklung der Erdrinde aufklärte. Mineraloge wie Petrogaph und auch Lagerstättenfachmann war der SCHWEIZER PAUL NIGGLI, der 1915 – 1918 Professor in Leipzig, dann in Tübingen und ab 1920 in Zürich war und wichtige Gedanken zur Bildung der für die Metallurgie wichtigen Lagerstätten (1921) lieferte. Viele, die primären Lagerstätten gingen von einem als **undifferenziert** angenommenen **Magma** aus, das beim Aufstieg durch Abkühlung und Druckentlastung eine **Differentiation** erfährt. Beim Auskristallisieren zahlreicher Stoffe in der **Hauptmasse**, bleiben andere in der mengenmäßig viel kleineren '**Restschmelze**'. Letztere **wird zur fluiden, pegmatischen, zur hydrothermalen Lösung**, und in jeder entstanden spezielle Stoffanhäufungen und damit Lagerstätten. Viele der "metallogenen"

Elemente, viele der teilweise schon seit langem verwendeten Metalle, die dann meistens in anderen Verbindungen als Oxiden und Silikaten auftreten, sind nur wegen dieser Restschmelze in Lagerstätten anzutreffen, sind, gemäß NIGGLI, mit aus der Tiefe aufsteigendem Magma nach oben mitgerissen worden, aus dem Bereich viel tiefer, in dem sie häufiger auftreten. Die **Pegmatite** sind dann gekennzeichnet durch in ihnen vorkommende, sonst seltene Mineralien. Der Mikneraloge, stellte NIGGLI (1921, S. 470), hat das Tatsachenmeterial zu sammeln, "Chemie und Physik müssen ja letzten Endes über das Warum Auskunft geben."

Besonders Lagerstätten einmaliger Art gaben Probleme. So der **Kryolith** bei Ivigtut an der Westküste Grönlands. Oder die einmaligen **Salpeter-Lager** in der Wüste Atacama in **Chile**. Die Erklärungs-Hypothesen reichten von aus dem Meer hochgehobenen Tanglagern über vulkanische Deutung bis zu Bakterien. Dachte man an Stickstoffoxid-, NO2-Bildung in der Luft (O. STUTZER et al. 1932), dann blieb unverständlich, warum in einem Trockengebiet so viele Gewitter mit NO2-Bildung und auswaschendem Regen getobt haben sollen, und wuchsen dort einst Pflanzen, warum diese nch den Salpeter im Boden verbrauchten. An augenscheinliche spezifisch tropische Verwitterungsprozesse waren die für die Aluminium-Herstellung unabdingbaren **Bauxit**-Lager gebunden.

Natrium verbleibt stärker im **Meerwasser** als die leichter an feinen Sedimenten adsorbierten Alkalimetalle Kalium, auch Rubidium und Caesium (V, M. GOLDSCHMIDT 1937).

Einmal gebildet, gelangen die aus dem Magma gebildeten Lagerstätten oft im weiteren Verlauf der Erdgeschichte in Erosions-Prozesse und häufen sich dann ihre Substanzen, Metall-Verbindungen etwa, auf **sekundärer**, auf **sedimentärer** Lagerstätte nochmals weiter an. Bei der Verwitterung und Sediment-Bildung ergibt sich eine **andere Elementen-Häufigkeit** und –Verteilung als sie in den Ausgangsgesteinen vorlag (C. W. CORRENS 1943).

## Die Organismen in der Geochemie - Häufung von Elementen in Lebewesen

**In der Biosphäre** gibt es eine andere Häufigkeit der einzelnen Elemente als in der Lithosphäre, so für Kohlenstoff : Stickstoff : Phosphor im Verhältnis 80 : 15 : 1 (1963, zit. in: R. BACHOFEN 1994).

WERNADSKI (dtsch. s. 1930) begründete begründete eine eigene Fachdisziplin **Biogeochemie**, erkannte die Rolle der Lebewesen für den Kreislauf der Elemente, auch der metallischen, so Calcium, Kalium und anderer. Fortlaufend durchlaufen

solche Elemente Organismen. Unter deutschen Geologen führte diese Erkenntnisse GEORG BERG (1936) aus.

VERNADSKY schuf auch den Begriff der "**Biosphäre**", für jene dünne 'Haut' auf der Erdoberläche, in der sich das Organismenleben abspielt. Mikroben sollten dabei durchaus auch in größere Tiefen dringen .

Manche an der Erdoberfläche weniger konzentrierten Elemente fand etwa der russische Mineraloge JAKOV VLADIMIROVIC SAMOJLOFF (1922) angereichert in Meeresorganismen, auch in von ihnen gebildeten fossilen Lagerstätten wie Erdöl. Das gilt für das Element **Vanadium**. In Ascidien, Manteltieren, fand sich in den Blutzellen ein vanadiumhaltiger Farbstoff, das Hämovanadin, in dem sich das Vanadium gegenüber dem Meerwasser um das Millionenfache angereichert fand (E. BAYER 1962). **Organismen als Metallspeicher.** Bestimmte Organismen mochten gar für die Gewinnung bestimmter Metalle in Frage kommen und es wurden Anreicherungen bestimmter Metalle in bestimmten Schichten der Erdgeschichte durch die Tätigkeit nicht erhalten gebliebener Organismen eventuell erklärbar.

Angereichert in Organismen, so in Schwämmen, wird von nichtmetallischen Elementen das **Jod**. Dieses wie Brom sollte gemäß VERNADSKY auch **dispers** in der Erdkruste verteilt sein, in einzelnen Atomen, nicht nur in den ohnehin nur wenigen Minealien mit ihnen im Verband.

Um bestimmte Substanzen abzuscheiden, muß sich kein Stoffdurchgang durch die Organismen abspielen. Wasserpflanzen entnehmen dem Wasser Kohlendioxid. Die dabei erfolgende Kohlendioxid-Abnahme läßt das löslichere Calciumhydrogencarbonat (-bicarbonat), Ca(HCO3)2, als den kaum löslichen Kalk, CaCO3, ausfällen. Armleuchteralgen / Characeen liefern so "Seekreide" (G. BERG 1936).

Immer wieder bedacht wurde die Rolle des **Kohlenstoffs** und namentlich des **Kohlendioxid** im Laufe der Erdgeschichte, jenes Kohlendioxid, das betont bei VERNADSKY (1930) "juvenil" aus vulkanischer Tätigkeit einst in die Erdatmosphäre kam und von Vulkanen her dort heute noch laufend ergänzt wird. Kohlendioxid baute an aller Pflanzensubstanz mit und Kohlenstoff wurde auch immer wieder ausgefällt. Die NODDACKs schätzten, daß die Hälfte des auf der Erde vorhandenen Kohlenstoffs durch die Lebewesen in Carbonate umgewandelt wurde, rund ein Viertel in kohlenartige Substanzen überging.

Kohle, Erdöl, Btumen und andere sind **biogene Lagerstätten**.

## Kosmochemie

Ebenso interessant wie die Häufigkeit und Verteilung der Elemente oder anderer Substanzen auf der Erde war deren Verteilung und ihr Zustand im Weltall, ob auf anderen Planeten oder in den Tiefen des Alls, etwa auf fernen Fixsternen. Hieraus ergaben sich die Erkenntnisse über die Entstehung, die "Evolution", die Umbildungen und Kernreaktionen der Elemente im Weltall (S. F. MASON 1991). Im Jahre 1940 wurde der Terminus "cosmochemistry" benutzt.

Bei auf die Erde gelangenden kleinen **Bruchstücken aus dem Kosmos**, , also den Meteoriten, fanden sich Abweichungen von der auf Erden bekannen Elementenhäufigkeit. So erwies sich der Gehalt von Germanium in Eisen von Meteoriten höher als auf der Erde. Bei der Durchforschung des Kosmos nach der Elementen-Häufigkeit gab es ohnehin noch andere Befunde.

Von den Meteoriten war erhofft worden, daß sie vielleicht Teile von inneren Schalen anderer Himmelskörper bieten, was sich aber so allgemein nicht fand. Die Ergebnisse der Geochemie sollten in Beziehung gesetzt werden zu den Erkenntnissen über Chemie im Weltall, etwa von Meteoriten.

Mit dem Erhalt von Mondgesteinen konnte man erste direkte Daten über Elemente auf dem **Mond** mit seiner reduzierenden Oberfläche gewinnen, beispielsweise, daß Eisen als Fe(II), nicht Fe(III) vorliegt (C. KELLER 1973).

# Katalyse, unabdingbar in der chemischen Industrie, grundlegend im Naturgeschehen

## Katalyse-Forschung – noch im 19. Jahrhundert

Der Begriff der Katalyse und die Vorstellung über Katalyse waren durch BERZELIUS begründet worden, aber im 19. Jh. gab es noch wenige bedeutende Verfahren, in denen Katalyse eine große Bedeutung besaßen. Entsprechend stand die Erforschung der Katalyse im Hintergrund. Der Baseler Chemiker SCHÖNBEIN (1868) untersuchte eingehend die Oxydation, die Wirkung, die Reaktionsfähigkeit von Sauerstoff. Normaler Sauerstoff erschien ihm recht reaktionsträge. Aktivierung war nötig. Das geschah nach seiner Feststellung durch organische Materialien. Und in Organismen wurden schließlich Substanzen oxydiert, "verbrannt", die wie Zucker außerhalb von Lebewesen, etwa in Zuckerschalen, beständig waren. Untersucht hat als solche oydierend wirkende, also offenbar **Sauerstoff aktivierende Materialien** SCHÖNBEIN die frischen Blätter, Stiele, Wurzeln des Korbblütlers *Leontodon.*

Als **der Katalyse unterworfene Substanzen** benutzte er wie spätere Katalyse-Forscher das allerdings sehr leicht zersetzliche **Wasserstoffsuperoxid**, oder auch Guajaktinktur. Guajak ist ein aus dem Holz des tropisch-amerikanischen Baumes *Guajacum officinale*, Familie Zygophyllaceae, extrahiertes Harz. Die *Leontodon*-Materialien "bei Anwesenheit von atmosphärischer Luft mit Wasser zusammengestoßen", verwandelten die Guajaktinktur "sofort tief bläuender Flüssigkeit" (S. 199). **Platin** wirkte wie die organischen Materialien aus Pflanzen. Blausäure unterband zur Zeit ihrer Anwesenheit die katalytische Wirkung der organischen Materialien – war das, was später "Katalysatorgift" genannt wurde.

Ein Zentrum der Katalyse-Forschung wurde das Physikalisch-chemische Institut von WILHELM OSTWALD an der Universität Leipzig. Der jüdische OSTWALD-Schüler GEORG BREDIG (1899, 1901) suchte hier um die Wende vom 19. zum 20. Jh. mit Mitarbeitern die **Gemeinsamkeiten anorganischer Katalysatoren**, etwa des Platin, von ihm auch "anorganische Fermente" genannt, **und der organischen Fermente**, also 'unserer' Enzyme, zu finden. Spezifität, später besonders hervorzuheben vor allem für Enzyme, aber auch für metallische Katalysatoren in der Industrie, erschien zunächst nicht als wichtig für alle Katalysatoren. Wassersuperoxid wird gewiß durch manche Einwirkung leicht zersetzt, ebenso wie Platin, namentlich auch als Platin-Schwamm, als Katalysator vieles bewirkt, sowohl Sauerstoff-Wasserstoff-Vereinigung wie Wasserstoffsuperoxid-Zersetzung und Umwandung von Ethylalkohol in Essigsäure. Die Lähmung des Platin als Katalysator durch "Gifte" wurde bei BREDIG besonders hervorgehoben, mit Analogien zwischen den Enzymen im Blute und dem kolloidalen Platin. Wie weit durften die Analogien gehen? Das Spezifische in der Wirkung von Katalysatoren trat namentlich für die Industrie in den Vordergrund.

**Wie wirken Katalysatoren**?

Zur Katalysator-Wirkung, deren Natur für SCHÖNBEIN 1868 (S. 205) ein "Räthsel" blieb, wurden immer wieder Hypothesen vorgestellt (J. NYE 1977).

MOISSAN vermutete Absorption von Gasen an porösen und daher großen Oberflächen der katalysierenden Metalle, was durch Druck und lokale Erhitzung die Reaktion zuwegebringt. WILHELM OSTWALD dachte 1893) an die **Beschleunigung** ohnehin ablaufender Reaktionen: "Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden chemischen Vorganges durch die Gegenwart eines fremden Stoffes" (zitiert bei G. BREDIG et al. 1899, S. 259). Wodurch der katalysierende Stoff wirkt war damit noch nicht erklärt. WILHELM OSTWALD erhielt aber für seine Katalyse-Forschung 1909 den Nobelpreis für Chemie Nach der Ansicht von MITTASCH fehlte zum Beweis dieser Auffassung im allgemeinen die "Erfahrungsgrundlage", wie die katalytisch hervorgebrachten Reaktionen ohne Kataly-

satoren überhaupt ablaufen. Es schien doch so zu sein, daß manche Reaktionen ohne Katalysator überhaupt nicht abliefen. Letzteres kann man als Grenzfall ansehen, denn welche Stoffe reagierten denn überhaupt nicht miteinander? Kritisch zu OSTWALD standen auch andere (E. SCHRÖDER et al. 1941).

Zur **Erklärung** von Katalysator-**Wirkung** hattw etwa SABATIER gemeint, daß instabile Zwischenverbindungen auftreten, gewissermaßen bei der Katalyse eine Reaktion in Treppenstufen zerlegt wird, die begehbar sind im Unterschiede zu einem großen Sprung nach oben Nach OSTWALDs Ansicht fehlte der Nachweis dieser Zwischenverbindungen. Reaktion an Oberflächen wie MOISSAN sah dann auch LANGMUIR, und durch die oft starke Bindung der Moleküle an Oberflächen, von ihm als "**Chemisorption**" bezeichnet, sollten die katalysierten Reaktionen ablaufen.

Selbst in der DDR konnte der auch in der Staatspartei SED engagierte GERHARD RIENÄCKER (G. KEIL 1981) 1952 in Rostock ein Katalyse-Institut mit guten Mitarbeitern einrichten, um damit Industrieprozesse zu ermöglichen. Nicht die Oberfläche der Katalysatoren, sondern ihre **stofflichen**, **ihre chemischen Eigenschaften** sollten maßgebend sein, und er untersuchte etwa Legierungen, weil er deren chemische Eigenschaften graduell verändern konnte. Durch sprunghafte Änderungen ihrer katalytischen Eigenschaften zeichneten sich aus Metalle der VIII- und I-Nebengruppen, die ein teilbesetztes d-Band aufweisen und katalytische Wirkung war so als namentlich chemisches Problem erkannt.

## Katalysatoren für chemisch-industrielle Verfahren

Die zahlreichen neuen chemischen Verfahren des 20. Jh., die Herstellung der verschiedenen Produkte aus Kohle, Erdöl, Biomassen und anderem waren nur möglich unter Anwendung von **Katalysatoren**, öfters von **Katalysatorengemischen**. Für jede Reaktion war ein spezifischer Katalysator oder ein Gemisch solcher nötig, mußten spezifisch wirksame Katalysatoren gefunden werden. Aber die wurden gefunden. Die Lenkung ganz bestimmter chemischer Reaktionen, namentlich auch in der Industrie, durch spezifische Katalysatoren, wirkte fast wie Wunder. Sogar stereospezifische Substanzen konnten durch spezifische Katalysatoren schließlich jedoch gezielt erzeugt werden. Zu Anfang des 20. Jh, wurde die Katalysatoren-Chemie einer bedeutendsten Zweige der Chemie. Der führende Katalysatorenforscher ALWIN MITTASCH meinte: "Chemie ohne Katalyse wäre wie ein Schwert ohne Griff, wie ein Licht ohne Schein, wie eine Glocke ohne Klang" (zit. bei E. RICHTER 1939, S. 719), Katalysatoren wären wie der "Stein der Weisen". Die geeigneten Katalysatoren zu finden geschah auch im 20. Jh. noch immer durch Probieren, durch "**Trial and error**", wenn auch unter Ausnutzung gemachter

Erfahrungen, Hinweisen auf Analogien. Daß so viele Versuche (A. MITTASCHE 1950) notwendig waren, ergab sich daraus, daß eben oft Gemische von Katalysatoren am wirksamsten waren und auch die Temperatur und der Druck eine Rolle spielten. Katalysatoren konnten nicht nur eine Reaktion bescheunigen oder überhaupt ermöglichen, sie konnten wie die Kohlehydrierung zeigte auch die Produktbildung beeinflussen, also entscheiden, was bei der Reaktion bestimmter Substanzen, Edukte, an Substanzen herauskam. Katalytische Reaktionen wurden dadurch ein wichtiger Forschungsgegenstand, sowohl für Zersetzungs- wie für Aufbau-Reaktionen.

Katalyse bei der Zersetzung von Alkoholen, etwa Propylalkohol, und zwar auch unter Mitwirkung von höheren Temperatur und höherem Druck, untersuchte um 1903, 1904 IPATIEW in St. Petersburg.

Der in Deutschland bald führende Katalyse-Forscher ALWIN MITTASCH (1926) (K. HÖLDERMANN 1957), maßgeblich bei der Katalysatorensuche für die Ammoniak-Synthese, wurde geboren am 27. Dezember 1869 als Lehrerssohn in recht bescheidenen Verhältnissen in dem Dorf Großdehsa im Mittellausitzer Bergland. Er wurde selbst Lehrer über das Lehrerseminar, war Hilfslehrer im Dorfe Klix, konnte über seinen ebenfalls als Lehrer in Leipzig tätigen Bruder in dieser Stadt Lehrer werden und bildete sich selbst weiter, auch an der Universität und hier auch bei WILHELM OSTWALD. In der Chemie kam er voran, promovierte, wurde einer der ersten Schüler BODENSTEINs. Die akademische Laufbahn entfiel wegen der fehlenden Matura, die er nicht auch noch nachholen konnte. MITTASCH ging in die chemisch-technische Praxis, 1903 in die Blei- und Silberproduktion in Stolberg, wurde aber dann an die BASF zu KNIETSCH empfohlen, arbeitete hier über Aluminium-Nitrid, dessen Nutzung für die Stickstoff-Bindung angsichts des von HABER im Laboratorium entwickelten Verfahrens dann zugunsten der HABERschen Ammoniaksynthese aufgegeben wurde. Der sich als bestens herausstellende Katalysator war schon 1910, Patent am 9. Januar, gefunden, ein schwedischer Magnetit, der wegen seiner Verunreinigungen so optimal wirkte (G. ERTL 1997). Bei der dennoch fortgesetzten Katalysatorensuche waren Anfang 1912 bis zu 20 Versuchreaktoren im Einsatz, wurden wöchentlich 50 bis 100 verschiedene Katalysatoren getestet. Anfang 1912 lagen gegen 6500 Katalysatorversuche vor, mit bis gegen 2500 verschiedenen Kontaktmassen. Bis 1919 wurde diese Zahl von Versuchen nahezu verdoppelt, aber kein neuer Durchbruch erzielt.

Wie MITTASCH feststellte, reichte rein logische, analysierenden Gedankentätigkeit nicht: "Eine Art Intuition, ähnlich derjenigen des künstlerischen Schaffens, muß Ideen schaffend vorausgehen" (zitiert nach A. SCHMIDT und K. FISCHBECK 1943).

Meist waren die eingesetzten Katalysatoren feste Substanzen, welche Prozesse zwischen gasförmigen oder flüssigen Stoffen katalysierten. Es gab es also **heterogene Katalyse**. MITTASCH hat gerade mit solcher heterogenen Katalyse technische Erfolge erreicht und vor allem die Wirksamkeit von **Mischkatalysatoren**, Katalysatoren aus mehreren Bestandteilen, gefunden (M. BODENSTEIN 1937, E. PIETSCH 1939). Beimengungen können vorteilhaft sein, andere einen Katalysator rasch wirkungslos machen, wirken als "**Katalysatorgifte**" (K. HOLDERMANN 1957). Das erfuhr CLEMENS WINKLER 1876 bei seinem Verfahren der Oxydation des Schwefeldioxid SO2 in Schwefeltrioxid SO3 mit Platin als Katalysator und dessen Unbrauchbarwerden durch unter anderem As2O3 in dem benutzten Gas. Das erfuhr RUDOLF KNIETSCH (H. WOLF 1955) bei der Erarbeitung seines Kontaktverfahrens für die Erzeugung der rauchenden Schwefelsäure bei der BASF in Ludwigshafen, als der wertvolle Platin-Katalysator ebenfalls durch geringe Mengen von Arsen in den Kontaktgasen unwirksam wurde und eine aufs Ganze gehende Arsen-Reinigung in das Verfahren eingebaut werden mußte. MITTASCH (et al. 1929) fand Schwefel als "Katalysatorgift" in Spuren bis 0,1% für die Katalysatoren der Ammoniak-Synthese .

## Hydrierung durch Katalysatoren

War Katalyse bisher vor allem bei einigen anorganischen Verfahren im Einsatz, fanden der aus Carcassone in Süd-Frankreich stammende und seit 1884 als Professor der Chemie an der Universität Toulouse wirkende PAUL SABATIER (1911; H. B. KAGAN 2012, M. J. NYE 1977, J. R. PARTINGTON 1954) und SENDERENS die Möglichkeit von Katalyse auch bei organischen Substanzen, zuerst die durch Nickel bewirkte **Hydrierung,** also die Verbindung mit Wasserstoff, auch bei relativ einfachen ungesättigten Kohlenwasserstoffen und vielen Klassen organischer Verbindungen (H. B. KAGAN 2012).

Die Anregung für diese Untersuchungen kamen von der bei MOND gemachten Entdeckung, daß sich Kohlenmonoxid mit Nickel zu Nickelcarbonyl verbindet, SABATIER und SENDERENS (G. WILKE 1988) erwarteten in dem völlig richtigen Analogiedenken, daß auch andere ungesättigte Gase sich wie Kohlenmonoxid mit Nickel verbinden. Das geschah aber nicht. Aber es wurde gefunden, daß Nickel bewirkt, daß sich Wasserstoff an die ungesättigten Kohlenwasserstoffe wie Ethylen oder Ethin/Acetylen anlagert, wobei eine gewisse Temperatur gegeben sein mußte. Aus Acetylen erhielt man Ethan. Beim Überleiten von Benzol und Wasserstoff über Nickel wurden 6 Wasserstoff-Atome an den aromatischen Benzolkern addiert, entstand also Cyclohexan, C6H12, eine wasserklare Flüssigkeit mit dem Siedepunkt bei 80°C, Stammsubstanz der hydroaromatischen Verbindungen, nebst

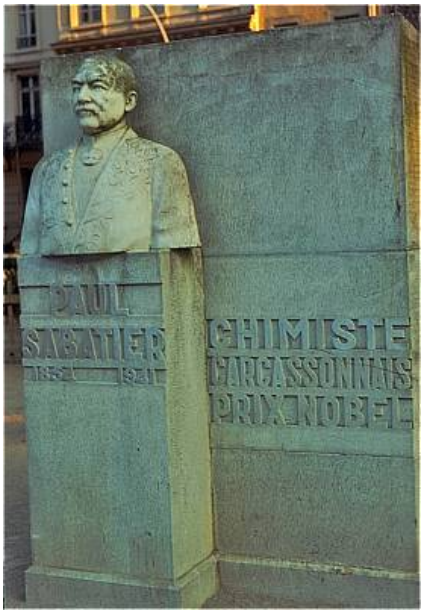


Abbildung 1630: SABATIER. Carcassone.

Derivaten in großen Mengen in manchen Erdölen. Es zeigte sich auch, daß manche erwarteten Reaktionen nicht möglich waren. Von der Spezifität der Katalysatorwirkung oder den Katalysatorengiften zeugt, daß Nickel thiophenhaltiges Benzol nicht hydriert, wohl aber davon freies. Es kam damit die Anregung, fein verteilte Metalle oder auch Metallgemische für Reaktionen mit Kohlenwasserstoffen oder zu ihrer Erzeugung einzusetzen. Es gab dann, in den 1920-er-Jahren in den Versuchen zur 'Kohleverflüssigung" ein regelrechtes Spielen mit Kohlenwasserstoffe, zeigte sich auch eine große Spezifität der von den metallischen Katalysatoren angeregten Reaktionen. Spezifische "Kontakmassen" bewirkten spezifische Reaktionen. Aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff wurde nur bei Nickel-Verwendung Methan erhalten. Wasserstoff und Acetylen über erhitztem Nickel ergaben erdölähnliche Massen. Eröffnet war der Weg zu katalytisch bedingten industriellen Großprozessen. SABATIERs Befunde brachten weitreichende Anregungen auch für andere. 1912 wurde SABATIER neben V. GRIGNARD Chemie-Nobelpreisträger,

NORMANN, IPATIEV (IPATIEFF) und nach ihm andere dehnten die katalytische Hydrierung auf **flüssige** Kohlenstoffverbindungen aus, unter Benutzung etwa von Nickel- oder Kupferoxid, und das wurde dann unter Hochdruck erweitert.

Besonders eindrucksvoll war der Befund von W. NORMANN, der selbst 1937 (S. 20) berichtete, wie er beim Lesen über die Hydrierung im gasförmigen Zustand bei SABATIER sich des älteren Problems erinnerte, wie vielleicht die **schwerflüssige Ölsäure** großmaßstäblich in die feste Stearinsäure umgewandelt werden könne und

nachprüfen wollte, ob also Nickel auch Substanzen im flüssigen Zustand hydriert.. NORMANN brachte einige Gramm reiner Ölsäure mit etwas frisch reduziertem Nickel-Pulver in ein Reagenzglas und ließ Wasserstoff hindurchströmen. Er erhielt sofort, nach einmaligem Umkristallisieren mit Alkohol, reine Stearinsäure, hatte also die flüssige Ölsäure durch deren Umwandlung in die feste Stearinsäure "**gehärtet**". Es ist das wohl seltene Beispiel, daß ein erstmaliger Reagenzglas-Versuch zur Grundlage einer neuen I**ndustrie** wird, der **Fett-Härtung**, wobei die Überführung der Erkenntnis in die zunächst abwehrende Praxis natürlich noch die Lösung vieler Probleme erforderte.

## Dehydrierung durch Katalyse - Aromatisierung von Erdöl

Hatte unter den russischen Chemikern IPATIEFF wichtige Dinge bei der Hydrierung gefunden, so wurde eine anderer bedeutender russischer Chemiker, NIKOLAI DMITRIEVITCH ZELINSKY (V. I. KOMAREWWSKY 1955), der Mann der Dehydrierung/dehydrogenation. Er fand die Dehydrierung von Cyclohexan durch Platin, Palladium, Nickel-Aluminium, und damit die Bildung von aromatischen Verbindungen aus gesättigten Ringverbindungen. Das war bedeutungsvoll für die **Erdöl-Verwertung**, bei der statt der enthaltenden Paraffine aromatische Verbindungen verlangt waren. ZELINSKYs andere Leistung war die Entwicklung einer wirkungsvollen Gasmaske.

## Stark selektive Katalyse – Spezifische Wirkung der einzelnen Katalysatoren

Auch MITTASCH (1926) wies dann nach, wie sich aus dem Gemisch von CO und H2 je nach dem beigefügten Katalysator resp. Katalysator-Gemisch eine "Fülle möglicher Reaktionsweisen und Produkte" ergibt, Methan, Methanol, höhere Alkohole und andere Substanzen, verschiedenste flüssige Kohlenwasserstoffe, "daß der Katalysator ein richtungsgebender, selektiv auswählender, lenkender Stoff sein kann, ... "(K HOLDERMANN 1957, S. IL). "**Selektive Katalyse**" (K. SCHOENEMANN 1958) hat die chemische Industrie regelrecht revolutioniert.

Daß es **optimale Bedingungen für die Wirkung** der verschiedenen Katalysatoren gibt wurde deutlich etwa bei der eingehenderen Untersuchung der Oxydation von Ammoniak zu Stickoxyden und damit zur Salpetersäure (G. KASSNER 1924). Es zeigte sich für jeden Katalysator eine bestimmte günstigste Geschwindigkeit beim Hinüberströmen des zu verbindenden Gasgemisches aus Luft und

Ammoniak, eine bestimmte Zusammensetzung des Gasgemisches, eine erforderliche Höchsttemperatur. Für die Katalysator-Forschung gab es also ein weites Feld, und Empirie mußte bestimmen.

Die Herstellung von Hochpolymeren einschließlich künstlichem Kautschuk wurde stark verändert durch unter KARL ZIEGLER (1964) Ende 1953 im Max-Planck-Institut für Kohleforschung in Mülheim/Ruhr gefundene metallorganische Mischkatalysatoren. Für die **Erdölverwertung** wurde das Cracken, das Reformieren, die Herstellung bestimmter isomerer Kohlenwasserstoffe aus geraden Ketten durch bestimmte Katalyse möglich (D. und K. E. KOLB 1979). Hochoktan-Kerosin wird etwa benötigt in Flugzeugen.

## Katalyse als weit verbreitetes Naturphänomen – die Anstoß-Kausalität

MITTASCH (1936, 1938; K. HOLDERMANN 1957) entwickelte aus der gerade von ihm so viel erforschten "Katalyse" ein Bild vom Naturgeschehen mit katalytischen Vorgängen an zentraler Stelle. Bei der Katalyse besteht "Inkongruenz von Ursache und Wirkung". Quantitativ ist die Ursache eines Geschehens, der Katalysator, der viel enormeren ausgelösten Wirkung nicht vergleichbar. Das ist ganz anders, als wenn eine bestimmte Wärmemenge eine ganz bestimmte Menge an mechanischer Arbeit hervorbringt. Geringe Mengen Katalysator können gewaltige Mengen Substanzen zur Reaktion bringen. Katalysatoren - das sind besondere "eingreifende" Kausalitäten, die "darüber verfügen, was von dem, das überhaupt geschehen kann, hier und jetzt und unter den obwaltenden Umständen geschieht und in welcher Weise und mit welcher Geschwindigkeit" (1938, S. 3). Katalyse bringt "Anstoß", "Auslösung", setzt etwas frei. MITTASCH sprach von einer eigenständigen "**Anstoß - und Anreguungs-Kausalität**", einem bisher noch nicht ausreichend geschätzten Naturgeschehen eigener Art, das aber schon J. ROBERT MAYER, der Entdecker der Energie-Erhaltung, gesehen hatte.

Um 2005 wird geschätzt, daß etwa 90% aller chemischen Produktionsprozesse mit Katalyse ablaufen (F. SCHÜTH 2006). Zum weiterhin notwendigen suchenden Experiment tritt die Theorie, der man zunehmende Bedeutung beimißt. 'Katalyse ist das Herz der Chemie' - wurde formuliert.

1951 fand der britische Chemiker GEOFFROY WILKINSON (B. GRIFFITH 2004) Verbindungen mit "Sandwichstruktur", bei der ein Metall von Aromaten in Komplex-Verbindung umgeben ist. und erhielt 1973 mit dem ebenfalls das erforschenden deutschen Chemiker ERNST OTTO FISCHER den Chemie-Nobelpreis. Schon vor den Forschungen von WILKINSON war Ferrocen / bis-cyclopentadienyliron

hergestellt worden, aber WILKINSON und ROBERT B. WOODWARD klärten die als einzigartig erkannte Struktur. Man kann es vergleichen mit der Benzol-Erforschung, bei der ebenfalls die Substanz bekannt war und dann die Struktur aufgeklärt wurde. WILKINSON ging daran, nun analoge Verbindeungen mit anderen Metallen hezrustellen und fand als einen neuen Typ von Katalysator den '**Wilkinson-Katalysato**r', ein Rhodium (I)-Komplex, bei dem das zentrale Rhodium-Atom von 1 Chlor-Ligand und 3 Triphenylphosphin-Liganden umgeben ist und der etwa die Hydrierung von Alkenen, die Polymerisierung also der Olefine aus dem Erdöl, bewirkt (Wikipedia). Ein Zentralatom umgeben von Liganden wirken also ähnlich einem Cofaktor.

Nach dem "Zeitalter" der zu einem großen Teil metallischen Katalysatoren, werden am Ende des 20. Jh. zunehmend **Biokatalysatoren** wenigstens für einzelne Schritte in Syntheseprozessen eingesetzt. Wurden schon seit langem, etwa bei der Alkohol-oder Essigbereitung die Stoffwechselleistungen ganzer lebender Zellen genutzt, wobei letztlich alle unsere Nahrung auf enzymatisch bewirkten Prozessen beruht, so werden nunmehr Biokatalysatoren namentlich von Mikroben auch aus den Organismen isoliert und sie in Apparaten, Fermentern, eingesetzt. Dann laufen die so katalysierten Prozesse wie in Lebewesen unter normalem Druck und Temperaturen ab. Genutzt wird das zunächst vor allem für einzelne Schritte in einer Synthesekette.

## Chemische Reaktionskinetik

Außer Katalysatoren **beeinflussen** andere Faktoren den **Ablauf chemischer Reaktionen**, und diese Faktoren wurden, gewissermaßen eine 'ökologische Reaktionskinetik', ebenso wie die Katalyse weiter erforscht. So die Wirkung des Lichts und schließlich auch unterschieden seine verschiedenen Wellenlängen auf Substanzen wie Amylalkohol, Äther und andere, die Wirkung ionisierender Strahlung, so der Röntgen- oder der Alpha-Strahlen.

Dabei ging es darum, die mit den Sinnen wahrnehmbaren Erscheinungen im chemischen Reaktionsgeschehen, die Explosionen, Hitzewallungen, Abkühlungen, Farbänderungen und anderes **auf der atomaren Ebene** zu **erklären**. Wie es HUGO KAUFFMANN (1913, S. LXXXII / LXXXIII) formulierte, ist das, "was man in der Regel bei sichtbaren Vorgängen, etwa chemischen Reaktionen verfolgt, nicht der einzelne Elementarprozeß, sondern die Übereinanderlagerung einer ungeheuren Anzahl solcher Einzelprozesse, die Übereinanderlagerung zahlreicher Einzelreaktionen zwischen einzelnen Atomen."

Führender Reaktionskinetiker wurde in Deutschland MAX BODENSTEIN (1937;

E. CREMER 1967, K. CLUSIUS 1948, W. JOST 1941), der namentlich an Hand der Reaktionen zwischen **Wasserstoff und** den Halogenen **Chlor, Brom, Jod** grundlegende Erkenntnisse gewann, auch aus den Verschiedenheiten zwischen diesen Reaktionen. Der am 15. Juli 1871 in Magdeburg geborene BODENHEIMER studierte unter anderem bei VICTOR MEYER in Heidelberg, bei dem er auch promovierte, wurde 1900 Privatdozent in Leipzig, 1906 Abteilungsvorsteher im NERNSTschen Institut in Berlin, 1908 Ordinarius an der Technischen Hochschule in Hannover, 1923 in Berlin. Schon emeritiert hat er unter den Kriegsverhältnissen noch einmal seinen Lehrstuhl übernommen.

Noch im späten 19. Jh. hatte BODENSTEIN die Zersetzung und Bildung des **Jodwasserstoff** untersucht, durch Hitze und dann durch Licht. Bei der **Chlorknallgas-Reaktion**, der Vereinigung von Chlor und Wasserstoff, fand er, daß ein Lichtqant sehr viele Moleküle umsetzt, nach der Initiierung der Reaktion also zahlreiche weitere, nun ohne Einbeziehung weiterer Lichtquanten, ablaufen. Eine einmal ausgelöste Reaktion, so war die Schlußfolgerung, produzierte Teilchen, die nun mit weiteren reagierten. Es läuft, wie es der dänische Chemiker JENS ANTON CHRISTIANSEN nannte, eine "Reaktionskette" ab. Es gibt, wie es 1913 hieß, eine "**Kettenreaktion**", ein Unterschied gegenüber einfach molekularen Reaktionen. Durch nicht an der Reaktion beteiligte Stoffe, Verunreinigungen, so Sauerstoff oder auch die Gefäßwand, kann die Kettenreaktion abbrechen, gibt es "**Kettenabbrüche**". Man sprach von "**negativer Katalyse**". Die Wirkung der Antiklopfmittel im Verbrennungsmotor ist negative Katalyse. Auslöser der Kettenraktion für die Bildung von Chlorknallgas konnten auch Alpha-Strahlen sein.

Die Bildung von Bromwasserstoff erwies sich als Kettenreaktion ohne die Notwendigkeit von Licht.

Reaktionskinetik betrieben der Däne CHRISTIANSEN, der englische Chemiker Sir CYRIL NORMAN HINSHELWOOD (K. J. LAIDLER 2004, H. THOMPSON 1973), der Russe NIKOLAI N. SEMENOFF (SEMENOV, SEMYONOV), letztere zwei die Nobelpreisträger für Chemie 1956. Verzweigt sich die Kette, treten also bei jedem Schritt mehr als ein neues reaktives Teilchen auf, gibt es, je nach Geschwindigkeit, eine "**Explosion**". HINSHELWOOD, 1897 geboren als Sohn eines höheren Rechnungsführers, verbrachte seine Jugend teilweise in Canada, verlor 1904 seinen Vater, arbeitete noch vor dem Studium im Ersten Weltkrieg über Explosivstoffe und war später Professor in Oxford. Zum Problem der Explosionen untersuchte HINSHELWOOD (1921) seinerzeit nicht die Explosivität, sondern das "nicht-Explodieren", das heißt die **sichere Lagerung der Explosivstoffe**. HINSHELWOOD wurde ab 1921 Fellow und Tutor am Trinity College in Oxford, 1937 Professor in Oxford. Reagierten zwei Moleküle miteinander, in einer **bimolekularen Reaktion**, schien das durch die wechselseitige Einwirkung verstehbar zu

sein. HINSHELWOOD (1926 a, b) untersuchte die **unimolekularen** Reaktionen, den Zerfall eines Stoffes ohne daß jeder Schritt durch Zusammenstoß von Molekülen auch des zerfallenden Stoffes selbst erklärt werden konnte, so den Zerfall von Aceton und Aldehyden. HINSHELWOOD und seine Mitarbeiter untersuchten dann namentlich die "Knallgas-Reaktion", die Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, die in einem bestimmten Druckbereich explosiv abläuft, und dann die Reaktionen organischer Substanzen in Lösungen unter Beachtung der Rolle der Lösungsmittel.

Später wandte sich HINSHELWOOD namentlich auch der Aktivkohle zu, Reaktionen in nicht-wäßrigen Lösungen und Reaktionen in Bakterien zu. Der unverheiratet gebliebene Mann war Mitglied in zahlreichen Komitees, sprach als Präsident der Royal Society über allgemeine Probleme der Wissenschaft und der wissenschaftlichen Welt und war, sprachbegabt auch für orientalische Sprachen, Präsident der 'Classical Association'.

Mit der Kenntnis des Reaktionsablaufes bis in die Einzelheiten wurde eine bessere Lenkung, etwa auch vermeidbare Schadstoffbildung, erwartet. Ein **einfach erscheinender Verbrennungsprozeß** wie der des Methan in Sauerstoff CH4 + 2O - CO2 + 2H2O läuft nicht so glatt ab, wie die Summenformel nahelegen könnte, sondern ist ein **mehrstufiger Prozeß**, bei dem **auch einige andere Endprodukte mit** erscheinen (R. SCHIESSL et al.2013). Auch etwa das Aufbrechen der Zellwand von Pflanzen für Gewinnung von Energie aus Biomassen/biofuel ließ sich eingehender verstehen mit der Auklärung der Rolle der Zellulose und des sie schützenden Lignin (E. A. DIXON 2013).

## Oberflächenchemie – Adhäsion, Kohäsion, überhaupt "chemische Kräfte"

Öl oder Fett breitet sich auf Wasser in einer dünnen Schicht aus, Metalldampf schlägt an einer glatten Glasfläche nieder, Gase werden am Wolfram in einer elektrischen Glühlampe festgehalten, an Tierfell und Vogel-und Insektenflügeln perlen Wassertropfen ab und ebenso an den Blättern der Lotuspflanzen, geriebene Oberflächen werden elekrostatisch aufgeladen und binden Staubteilchen, Klebstoff bindet die verschiedensten Materialien – eine Fülle solcher und ähnlicher, oft technisch wichtiger Vorgänge gehört zur Chemie wie zur Physik (H. NASSENSTEIN 1976), umfaßt eine Fülle von .Probleme größeren Umfangs. Zu klären galt es die atomaren und molekularen Vorgänge an den Grenzfläche, wie fest/fest etwa bei Reibung oder ganz anders den verschiedenen Phasen wie von Gas in Flüssigkeit etwa bei Schäumen oder feste Teilchen in Flüssigkeiten.

Zu den ersten auch theoretischen Erforschern der "Oberflächenchemie" gehören die US-Amerikaner HARKINS (R. S. MULLIKAN 1979) und IRVING LANGMUIR (A. ROSENFELD 1960, CH. SÜSSKIND 1973), HARKINS brachte eine dickere Schicht von Öl auf Wasser und gab dazu Buttersäure, deren Moleküle sich in der Grenzschicht senkrecht als eine 1-Molekül-Schicht anordnen sollten, da die einen Molekülenden zum Öl orierntiert sein mußten, die anderen zum Wasser.. LANGMUIR, Chemie-Nobelpreisträger 1932. Geboren 1881 als Sohn eines höheren Versicherungsagenten in Brooklyn/New York, zog die Familie 1892 bis 1895 nach Paris, aber der Vater starb früh 1899. LANGMUIR studierte an der 'School of Mines' der Columbia University/New York, ging zu NERNST in Göttingen, trat 1909 in das General Electric Research Laboratory in Schenectady bei New York, wo er aufsteigend 1950 in den Ruhestand trat und noch als Konsultant verblieb. Bis zu seinem Tode 1957 hatte er sich auf den verschiedensten Gebieten betätigt, bis hin zur Atomtheorie, war in seiner Freizeit Flieger, Segler, Bergsteiger. Zu Ende seiner Wirkungszeit suchte er noch nach Mitteln der Wetter-Beeinflussung durch Einbringen von Kristalliationskeimen von festem Kohlendioxid, Silberjodid, Natriumchlorid in regenschwere Wolken zum Abregnen und versuchter Kursänderung bei Hurrikanen. An Vielseitigkeit ist er vielleicht mit ARRHENIUS zu vergleichen. LANGMUIR bewies den Nutzen von Grundlagenforschung auch in technischen Einrichtungen. Er war der erste Nobelpreisträger, für den Chemie-Nobelpreis 1932, der nur in einer technischen Einrichtung und nicht an einer Hochschule gearbeitet hatte. Unter LANGMUIRs zahlreichen Untersuchungen gibt es die **Flüssigkeitsölfilme** auf Wasser, die er als monomolekulare Schichten feststellte. Bei **organischen Verbindungen auf Wasser** erfaßte er, daß sie ins Wasser gezogene, **hydrophile** Gruppen, so –CCOH, -CO,- OH, und von der Wasseroberfläche abgestoßene, **hydrophobe** Gruppen enthalten können. Die Moleküle stehen an der Wasseroberfläche. Vom Molekulargewicht her konnte ermittelt werden, welche Oberfläche auf dem Wasser ein solches Molekül einnahm bzw. eben ein Mol, das dem Molekulargewicht entsprechende Gewicht einer Verbindung einnimmt. Es ließ sich hier eine neue Methode zur Bestimmung der Avogardrosche Zahl der Moleküle in einem Mol ausmachen. In ungesättigten Fettsäuren wurde festgestellt, daß die Doppelbindung an die Wasseroberfläche gebunden wird. Wurde durch Druck die Doppelbindung ungesättigter Fettsäure-Moleküle nach außerhalb der Wasseroberfläche gezogen, hörte die Oxydation durch im Wasser gelöstes Permanganat auf – was auch auf die Gestalt der Moleküle ungesättigter Fettsäuren schließen ließ.

Für **Gase auf festen Oberflächen** ermittelte er das Wechselspiel zwischen **Adsorption und Evaporation**, also Verdunstung, dem Weggang von der Oberfläche., auch 'Desorption'. Reaktionen an Oberflächen waren auch die heterogenen Katalysen.

Um auf weitere Probleme hinzuweisen: Kommen 2 Flüssigkeiten auf einer Oberfläche in Kontakt, gibt es Verdrängung der einen Flüssigkeit durch die andere (H. NASSENSTEIN 1976, S. 253).

Als ein Endergebnis zeigte sich bis 2015 aber: "Oberflächen, die sich von keinerlei Flüssigkeit benetzen lassen, bleiben vorerst Zukunftsmusik (H.-J. BUTT et al. 2015, S. 30).

Oberflächen reiben sich bei gegeneinander bewegten Metallteilen, so in Motoren, aneinander und **Schmiermittel** müssen die wechselseitige oder einseitige Zerstörung verhindern. Es besteht die eigenständige Disziplin der **Tribologie**, "die sich mit der Reibung, der Schmierung und dem Verschleiß von sich bewegenden Maschinenteilen beschäftigt" (W. BROSTOW 1984, S. 347). Schmierstoffe sind Schmieröle, Schmierfette, auch Feststtoffe wie Graphit. tes des der Elektrolyse ausgesetzten, in Kryolith gelösten Aluminiumoxid. Mit Fettsäuren gibt das Lithium stabile **Schmierfette** für Schwermaschinen.

"Mit zunehmender Zerteilung einer Phase in einer anderen nimmt die Größe der Grenzfläche zwischen den beiden Phasen zu" und das Grenzflächenverhalten wird bestimmend für ein solches 'disperses System" (H. NASSENSTEIN 1976, S. 253). Ein solches disperses System ist das Blut. Verteilung eines Festkörpers in einer Flüssigkeit ist die **Suspension**. Verteilung einer Flüssigkeit in einer anderen eine **Emulsion**. Die Stabilität solcher Mischungen oft ein technisches Problem. erwünscht. **Tenside** schaffen und stabilsiieren Suspensionen und Emulsionen, aber Tenside können auch eine Phasentrennung disperser Systeme bewirken, und das ist wichtig etwa bei der Abwasserreinigung (S, 254).

## Adsorbieren - weit genutzt

Adsorption, Adsorbieren - ist eine Oberflächenerscheinung und zählt im 20. Jh. wie das Filtrieren, Destillieren, Kristallisieren zu den "**sogenannten Einheitsoperationen**" (H. J. SCHÜTZE 1951), etwa die Adsorption von Wasserdampf aus der Luft an Silikagel und damit Trocknung der Luft, unter Freiwerden der Adsoprtionswärme (S. 117). An **Ionenaustauschern** (s. etwa W. F. PICKERING 1966), Ton, Zeolithe, Harze, 'Permutite', können adsorbierte Ionen gegen andere ausgetauscht werden. Die dabei sich abspielenden Vorgänge waren zu klären, etwa die Abhängigkeiten von der Ionengröße. Wer kann wen verdrängen? Das 'Skelett' der Ionenaustauscher muß eine gewisse Porösität aufweisen (M. MARHOL 1982, S. 23). ALFRED EICHHORN (auch alles weitere A. SELLA 2016) hatte Ionenaustausch an natürlichen Zeolithen, Chabaziten, nachgewiesen. ROBERT GANS, getaufter Jude aus Frankfurt am Main, auch Farbstoffchemiker, entwickelte zu

Anfang des 20. Jh. einen synthetischen Zeolith, einen Permutit, der aus 'hartem' Wasser Calcium- und Magnesium-Ionen abfing und solche von Alkalimetallen freisetzte. Die Nutzungsdauer von Boilern wurde erhöht. In England fanden um 1935 BASIL ALBERT ADAMS und ERIC LEIGHTON HOLMES Ionen-Austausch-Resine/Harze. In den USA entwickelte GAETANO FRANK D'ALELIO nach 1936 dem Bakelit nahestehende Resine und schließlich ein Resin, das bei der Kernspaltung auftretende Seltene Erden aufnahm und abgab und bei den Untersuchungen zur Kernspaltung wichtig wurde. Adsoprtion - das gibt es dann auch in der für die organische Chemie so wichtigen Chromatographie (s. d.). Um für eine direkte Feststellung in zu geringen Mengen im Wasser vorhandene **Spurenelemente** festzustellen, eine für gesundes Wasser wichtige Frage, in dem in sehr kleinen Mengen vorhandene Ionen bedenklich sein können, können riesige Mengen von zu prüfendem Wasser durch eine Ionen-Austausch-Säule geschickt werden und werden dort festgehalten. Die adsorbierten Ionen können 'eluiert', herausgelöst werden, mit verschiedenen Substanzen oder der Ionenaustauscher wird verascht und die Elemente werden in der Asche bestimmt (M. MARHOL 1982, S. 160 ff). Es ist möglich, daß ionenarme saubere Bergwässer in großen Mengen Kationen-Austausch-Säulen passierten und dann wenige hundert Milliliter konzentrierter Säure diese Ionen aus dem Gewässer aus der Säule freisetzte und sie geprüft werden konnten (W. F. PICKERING 1966, S. 179).

Trennbar waren (M. MARHOL 1982, S. 170) z. B. auch Zirkonium/Zr - Hafnium/Hf - Mischungen (S. 170).

## Vom Zusammenhalt der Dinge

Die verallgemeinernde **Cluster-Forschung** (H. HABERLANDT 1984) suchte für die verschiedenen Fälle zu erklären, warum die Dinge in der Welt nicht viel gleichmäßiger verteilt sind, sondern Zusammenballungen bestehen, ob Atomkerne, Moleküle, Großmoleküle, in Festkörpern, in der hohen und interstellaren Atmosphäre, in Sternclustern, Clustern von Galaxien. Was heißt 'Zuammballung? Etwa die interstellare Materie ist nahezu unverstellbar dünn. Aber aus ihr besteht nicht das gesamte Weltall.

## Makromolekulare Chemie

Im Zusammenhang mit der Erforschung der Eiweiße, der Stärke, des Kautschuk und namentlich der "Kunststoffe" bildete HERMANN STAUDINGER (1926, 1940) (C. KRÜLL 1991, R. MÜLHAUPT 1999, C. PRIESNER 1987) mit zahlreichen

Mitarbeitern die Vorstellung von "Riesenmolekülen" aus, **1922** von ihm "Makromoleküle" genannt. Ihr Entstehen wurde als **Polymerisation** bezeichnet. Der Begriff "polymer" geht zurück auf BERZELIUS, 1833, und galt für Verbindungen von verschiedenem Molulargewicht mit denselben Atomen in denselben Proportionen (s. a. W. H. CAROTHERS 1929, S. 2548), für Vervielfachung einer einfachen Molekülformel. wie Ethen zu Buten, Benzol/Benzen C6H6 als in der Molekülformel dreimal Ethin C2H2. Die Zerlegung von etwa Zellulose, Kautschuk und anderen in zahlreiche kleine Einzelbaustein, **Monomeren**, war länger schon bekannt (D. BRAUN 2012). Unter den natürlichen makromolekularen Substanzen bestehen etwa **Stärke** und Zellulose aus **einer einzigen Art** polymersierter **Monomere**, bei Stärke aus **Glukose**, die wiederum zu dem Disaccharid Maltose verbunden ist. **Inulin,** das Reserve-Kohlehydrat der Dahlen-Knolle und der Zichorien-Wurzel fand man zerlegbar in Fructose, Zusammenschuß von immer 9 Fructose-Molekülen (M. BERGMANN 1926, S. 2979). Die zu einem Protein, einem **Eiweißstoff zusammengetretenen Aminosäuren** sind dagegen **verschiedene** Aminosäuren**.** Die viel später mögliche Aufklärung der Sequenz der verschiedenen Aminosäuren in einem Eiweißstoff war also nötig. Der Zusammenschluß der Monomere in diesen Naturstoffen oder auch den Kunstoffen wurde meistens auf Nebenvalenzen zurückgeführt, es war von Assoziationen, von in Anlehnung an den Botaniker NÄGELI im 19. Jh. "**Mizellen**", "Aggregaten" die Rede, zusammengehalten durch van der Waalsche Nebenvalenzen (D. BRAUN 2012)..

Der am 23. März 1881 als Sohn eines Gymnasialprofessors in Worms geborene STAUDINGER studierte Chemie in Halle, Darmstadt, München, Straßburg. Er erforschte zunächst Substanzen mit kleineren normalen Molekülen und fand die Ketene. Im Alter von 26 Jahren wurde STAUDINGER 1907 Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, wurde, 1912 Ordinarius an der ETH Zürich, 1926 an der Universität Freiburg. Von Zürich aus wandte er sich gegen HABERs Gaskrieg und aus der realen Einschätzung der Rohstofflage der kriegführenden Mächte im Ersten Weltkrieg hatte er die Niederlage Deutschlands von Zürich aus schon 1917 unabwendbar beschrieben. Er wurde deswegen angefeindet, namentlich auch 1933 in Freiburg. STAUDINGER, Chemie-Nobelpreisträger 1953, starb am 8. September 1965.

Unter den Naturstoffen, den Polysacchariden, Eiweißen und anderen, gab es offensichtlich viel mehr makromolekulare Stoffe als niedermolekulare, denn für letztere war nur eine große, aber letztlich begrenzte Anzahl von Atomkombinationen möglich, weniger als für Makromoleküle. Unter den technischen Produkten verwies STAUDINGER (1940) auf all die makromolekularn Lederwaren, Papier, Holz, Textilien, um die Notwendigkeit der Pflege der makromolekularen Chemie zu betonen. STAUDINGER wies nach, daß die Einzelmoleküle, die "**Monomere**", in den

polymeren Verbindungen durch **echte Bindungen** im Sinne der KEKULÉschen Strukturlehre zusammengeschlossen sind, durch also kovalente Bindungen. Etwa in Zellulose oder Stärke sind "sehr viele Grundmoleküle durch normale Valenzen aneinandergebunden ...," "... man" kann "also Aufbau und Verhalten derselben durch Strukturformeln weitgehend wiedergeben" (1926, S. 3020). Ein Makromolekül ist also ein trotz seiner Größe und des möglichen Zerfalls in Monomere ein "Molekül" im Sinne von "die kleinste Menge, die die Verbindung mit allen ihren Eigenschaften charakterisiert." Noch EMIL FISCHER, der gerade als polymer anzusehende Naturstoffe so eingehend erforscht hatte, und der führende organische Chemiker HEINRICH WIELAND lehnten die Auffassung von Makromolekülen im Sinne STAUDINGERs ab. WIELAND hatte an STAUDINGER geschrieben (zit. bei R. MÜLHAUPT 1999, S. 414): "Lieber Herr Kollege, lassen Sie doch die Vorstellung mit den großen Molekülen; organische Moleküle mit einem Molekulargewicht über 5000 gibt es nicht." Ein Einwand gegen die Vorstellung von Makromolekülen war, daß wegen der Wärmebewegung der Moleküle die Stabilität großer Moleküle zu bezweifeln ist (W. SCHROTH et al. 2002). STAUDINGER (etwa 1940 b) Streben ging darauf hinaus, die Existenz der **Makromoleküle** mit echten Valenzen, mit einer eindeutigen Konstitution und damit die Existenz echter Moleküle mit hohen Molekulargewicht gegen die immer noch bestehenden andersartigen Ansichten zu **beweisen**. Solche Existenz von echten Makromolekülen wurde zuerst beim **Kautschuk** (A. REQUARD 2017) zu begründen versucht. Entgegen anderen Vorstellungen vom Aufbau des Kautschuk hatte 1910 SAMUEL SHROWDER PICKLES für das den Kautschuk aufbauenden **Isopren** für lange lineare Ketten von durch kovalente Bindungen verknüpften Isopren-Moleküle plädiert, Ketten, welche sich zu großen Ringen schließen und so zu den kolloidalen Teilchen führen. 1920 ließ STAUDINGER seinen Schweizer Doktoranden JAKOB FRITSCHI in einem Drehautoklaven Kautschuk zur vermuteten Absättigung aller Doppelbindungen im Isopren im Kautschuk den sich ansonsten ab 300°C zersetzenden Kautschuk bei einem Wasserstoffdruck von 50 Atmosphären, einer Raumtemperatur von 270° C und Platin als Katalysator behandeln, und dann wieder auf Raumtemperaur bringen. Es hatte sich eine "farblose, durchsichtige zähe Masse von kolloidaler Natur" (zit. aus der Doktorarbeit von FRITSCHI bei A. REQUARD 2017) gebildet, 'Hydrokautschuk', mit Wasserstoff abgesättigter Kautschuk, der aus Molekülen bestand. FRITSCHI verwendete in seiner im Herbst 1923 gedruckten Dissertation den Terminus 'Makromolekül', während STAUDINGER 1922 von 'Makromolekel' gesprochen hatte. dann jedoch auch den sich durchsetzenden Begriff 'Makromolekül' benutzte. 1920 hatte STAUDINGER seine Gedanken zu 'offenkettigen Verbdindungen' statt Ringen und 'in der Regel uneinheitlichen Molekülgrößen' publiziert (so b. A. REQUARD, noch Hypothese, was nun, **1923**, als bewiesen galt. Neben Viskositätsmessungen, Messungen des osmotischen Druckes diente dem die Überführung

der Makromoleküle, ob Stärke, Zellulose oder auch die im Tierkörper als Reservekohlehydrate dienenden Glykogene, in bestimmte andere Makromoleküle, etwa in Acetate oder in Nitrate, in **Polymerhomologe**, durch "polymeranaloge Umsetzungen". Verband sich Zellulose mit Essigsäure oder Salpetersäure dann wurden die Makromoleküle eben bei entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht einfach alle abgebaut. Diese konnten jedenfalls zu einem überzeugenden Teil wieder in die ursprünglichen Makromoleküle zurückverwandelt werden. Bei nur loser Assoziation der Monomeren wäre eine solche Umwandlung und Rückverwandlung nach STAUDINGERs Ansicht nicht anzunehmen. Auch bei Lösungen in Schweizers Reagenz konnte man die Zellulosen durch Ausfällen zurückerhalten. STAUDINGER behandelte etwa auch harzige Kautschukmasse mit Wasserstoff und es gab keinen Zerfall in Einzelmoleküle, was für festen Zusammenhang der Makromoleküle aus den Isopren-Monomeren sprach. Und für die Makromoleküle zeugte auch die Röntgenstrukturanalyse. Einzelne Makromoleküle konnten durchaus eine Größe haben, welche sie in Lösungsmitteln, die es auch für sie gab, als **Kolloid** erschienen. Letzteres hätte man vorher eher Molekülassoziationen anstatt auch einzelnen Molekülen zugetraut. Die Makromoleküle der einzelnen **Eiweiße** etwa wurden von THE SVEDBERG als solche von einheitlicher Größe und ganz bestimmter Konstitution erkannt. Von **Organismen** wurde auch gemeint, daß sie im Unterschied zu den künstlichen Polymeren **Makromoleküle gleicher Größe** ausbilden (E. HUSEMANN et al. 1941). In Stärke oder Zellulose (H. STAUDINGER et al. 1937 b) aber erwiesen sich nicht alle ihre einzelnen Makromoleküle von gleicher Länge und von gleichem Molekulargewicht, aber es waren dennoch einzelne Makromoleküle vorhanden. Die Zellulose der Faserpflanzen wie Baumwolle oder Ramie wurde zu mindestens 2000 Monomeren bestimmt, während Zellstoffe mehr abgebaute Zellulose sind. Namentlich bei künstlichen Makromolekülen schwankte auch die Zahl der Kettenglieder von Makromolekül zu Makromolekül, weshalb sich für Größe und Gewicht nur Durchschnittwerte ergaben. Bei künstlichen Polymeren etwa zeigte sich, daß **selbst geringste Menge** eines andersartigen Moleküls die **Eigenschaften verändern**, so Zugabe von 0,02% Divinylbenzol zu Styrol ein Polymerisat erzeugen, daß im Unterschied zum leicht löslichen Polystyrol unlöslich ist (H. STAUDINGER et al. 1934, 1935, E. HUSEMANN et al. 1941). Von der Industrie war dem STAUDINGER-Team ein monomeres Styrol übergegeben worden, daß im Unterschied zu anderem Poly-Styrol beim Erhitzen auf 60 – 100° in ein hochmolekulares Poly-styrol-Glas überging, in allen Lösungsmitteln unlöslich und je nach Lösungsmittel mehr oder weniger stark quellbar war. Nicht alles p-Divinyl-benzol erwies sich als abgetrennt. Der Grund für die Unterschiede in den Eigenschaften sollte darauf beruhen, daß das Divinyl-benzol die Fäden des Polystyrol verkettete, ein 3-dimensionales Makromolekül zustandebrachte. STAUDINGER meinte, in diesem Zusammenhang auf die Wirkung mancher kleinster Stoff-

mengen in Lebewesen zu verweisen (S. 1624), was aber nicht unbedingt auf gleicher Grundlage beruhen mußte. Geringe Spuren von Sauerstoff im Kautschuk machen im Unterschied zu sonstigen Einwirkungen ihn unlöslich.

STAUDINGER irrte, wenn er die Makromoleküle nur als starre Stäbchen dachte, denn Wechselwirkungen führen zu Faltungen, zu Tertiär- und Quartär-Struktur.

Prinzipiell haben sich einstige Gegner wie der Eiweißforscher MAX BERGMANN (B. HELFERICH 1969, 1921 - 1934 Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Lederforschung in Dresden un dann emigirert nach den USA, der Makromokekular-Vorstellung angeschlossen

Neben der Polymerisation durch Zusammenfügen von Monomeren in einer bloßeen Addition fand sich auch die Bildung von wohl auch Polymeren unter Austritt von etwa Wasser oder auch HCl, NH3 und anderen und es wurde gefragt, ob auch dieser als '**Polykondensation**' bezeichnete Vorgang unter 'Polymerisation' einzuordnen ist, wie es der mit führende USA-Industriechemiker WALLCE H. CAROTHERS (1929) empfahl. Es sollten also unterschieden werden 2 Typen oder Klassen der Polymerisation (S. 2540): "(1) addition or A polymers", bei denen die Formel des Monomers identisch ist mit jener "of the structur unit", "(2) Condensation or C polymers", in denen das Monomer "differs from that of the structural unit." CAROTHERS nahm für den Fall der Poly-"Condensation" als wahrscheinlich an "Celulose, silk fibroin and hexa-ethylen glycol" (S. 2559). Bei den Polymeren des Typs 1 sollten die Monomeren erhalten werden durch einfachen Erhitzen und die Polymerisation der Monomeren sollte geschehen spontan oder durch Katalyse (S. 2540).

Für die Industrie war wichtig die **Beherrschung der Bildung von Makromolekülen** verschiedener Zusammensetzung, um Stoffe mit gewünschten Eigenschaften zu bekommen, wobei auch die Bildung von verschiedenen Makromolekülen nicht gefahrlos verlief .

## Supramolekulare Chemie

Waren wichtige Verbindungen in den Organismen, etwa die verschiedenen Proteine, als einheitliche große Moleküle und mit kovalenter Bindung zwischen den Monomeren erkannt worden, so funktionierten sie nicht getrennt, "sondern sie sind oft in größere geordnete Aggregate oder makromolekulare Komplexe eingebunden" und diese haben "charakteristische Formen und Funktionen ... Die Eigenschaften der einzelnen Makromoleküle zeigen sich in der Zelle oft nur im Molekülverband." Der das sagte, AARON KLUG (1983, S. 579), Chemie-Nobelpreisträger 1982, untersuchte das außer anderen wie FRAENKEL-CONRAT selbst am Aufbau des

Tabakmosaik-Virus. Das Tabakmosaik-Virus, TMV, baute sich aus seinen Partnerbestandteilen "ohne Einwirkung von außen auf (self-assembling), auch die Einleitung dieses Prozesses bedarf keines äußeren Stimulus" (S. 586). "Durch einfaches Mischen der Komponenten bilden sich infektiöse Virusteilchen, die strukturell vom Original nicht zu unterscheiden sind" (S. 580), deren Zusammenfügung also "**Selbstorganisation**" ist.

Über die Makromolekularchemie hinaus erstand so eine "Supramolekulare Chemie" (C. SCHMUCK 2012), welche sich mit "der Wechselwirkung miteinander" befaßte und schließlich wurden hierzu alle die "viel schwächeren nichtkovalenten Bindungen wie Wasserstoffbrücken, ionische, aromatische oder Van-der-Waals-Wechselwirkungen gerechnet" (S. 979). Der Begriff "Supramolekulare Chemie" ist auf die Einführung von LEHN (S. 980) 1978 zurückzuführen, aber etwa die Komplexverbindungen, die ja eben auf 2 Moleküle zurückzuführen, wie auch die Enzym-Substrat-Komplexe waren schon lange bekannt. Es wurde also vereint, was bisher getrennt erörteret worden, erfolge also eine interdisplinäre, innerhalb der Chemie stattfindende Vereinigung von bisher Getrenntem. "Supramolekulare Polymerisation", wie man das nannte, beruhen auf einer "reversiblen Gleichgewichtsraktion", die Partner können duch Änderung von Umgebungsparametern, etwa Temperatur, pH, Lösungsmittel, relativ leicht getrennt werden und je nach Konzentration der Partner von Supramolekülen kommt es bis zu 'hochviskosen und gummiartigen Gelen' (S. 984). Es gilt also zu unterscheiden zwischen den von STAUDINGER formulierten klassischen Polymeren und den supramolekularen.

**Chemische Industrie und namentlich Großindustrie**

## Chemie-Industrie

Gerade für die chemische Produktion kam es zu großen Zusammenschlüssen, in Deutschland in der IG-Farben 1925 mit dem Sitz in Frankfurt a. M. In Großbritannien formierte sich 1926 die Imperial Chemical Industries, ICI, in der Sir WALLACE ALAN AKERS die führende Stellung einnahm.

## Rohstoffe für die Chemie-Industrie und die Wirtschaft überhaupt

Steigender Bedarf an Energie und Rohstoffen für die Chemieindustrie ließ die bisherigen Ressourcen stärker nutzen und neue Ressourcen, vom Erdgas bis zu Biomassen, erschließen. Der **steigende Bedarf**, für den keine Grenze absehbar ist, wird für jeden Rohstoff getrennt **zu einem "Peak" führen**, an dem die Gewinnung nicht mehr steigerbar ist, sondern die Vorräte nur noch abnehmen – falls,

was teilweise fach unwahrscheinlich erscheint – nicht reiche neue Vorräte erschlossen werden. Aber ungeachtet mancher Prognose eines absehbaren 'Peak' ist das bisher bei den meisten Ressourcen nicht eingetreten. Beim Erdöl schien das trotz der 2009 noch einmal sinkender Preise erreicht zu sein. Aber hier hat neue Gewinnung, durch Fracking, die Sorgen erst einmal wieder behoben. Und Kohle, wie in Deutschland auch Braunkohle, ist noch lange verfügbar. Aber zunehmende Protestierende verlangen das Ende der Braunkohlenförderung.

**Alle Einsparung** und rentablere Verwertung wird **durch Zunahme der betriebenen Apparaturen aufgehoben**. Von 1990 bis 2004 ging der Energieverbrauch pro Flugkilometer um 28 % zurück, aber durch Anstieg des Flugverkehrs zwischen 1980 und 2004 stieg der Öl-Verbrauch von 2,9 auf 5 Millionen Barrel pro Tag. Letzteres entsprach dem seinerzeitigen Ölverbrauch von ganz Lateinamerika (zit. aus K. BLESSING 2009). Mit der Einführung spritsparender Autos wird es nicht anders werden – die Zunahme des Verkehrs 'friß' jede Einsparung auf.

Wie schon an manchen Beispielen deutlich war: **Gleiche oder ähnliche Eigenschaften** sind **nicht an gleiche chemische Zusammensetzung gebunden**. **Schmierstoff** zu sein kommt unterschiedlichen Verbindungen zu. In der organischen Chemie konnten organismuseigene Hormone durch deren **Wirkung übertreffende Derivate** gefunden werden.

## Holz als Chemierohstoff

Holz war auch im 20. Jh in den ersten Jahrzehnten ein bedeutender Chemierohstoff, etwa für die bis in die 1920-er-Jahre nur auf ihm beruhende Erzeugng von **Methanol**, dem 'Holzgeist' schon der vergangenen Tage. Gerade in dem durch den Ersten Weltkrieg gebeutelten Deutschland wurde nach 1919 weiterhin stark auch auf **Holz**, so auf **Zellulose**, zugeschritten.

## Braunkohle

Etwa in Deutschland wurden Kraftwerke und die chemische Industrie in den an **Braunkohle** reichen Gebieten in Mitteldeutschland und der Niederlausitz angelegt, hier, wo bisher die Bevölkerung namentlich in der Landwirtschaft tätig war, eher behäbige Mittelstädte bestanden und noch einigermaßen saubere Flüsse wie die Saale im wesentlichen durch Wiesengelände floß. WALTHER RATHENAU eröffnete bei Bitterfeld ein Elektrolyse-Werk, unter FRANZ OPPENHEIMER (F. HABER 1930, R. WILLSTÄTTER 1931) entstand 1896 als Zweitwerk der AGFA die Farbenfabrik Wolfen bei Bitterfeld, bei der 1909 auch die größte Filmfabrik



Abbildung 1631: Braunkohlenlandschaft Geiseltal 1966.



Abbildung 1632: Braunkohle"loch" Profen.

des europäischen Kontinents gebaut wurde und wo MOMME ANDRESENs erste organische Entwickler für Filme hergestellt wurden.

In zunehmendem Maße und verstärkt im und nach dem Ersten Weltkrieg wurden **in den Braunkohlenrevieren riesige Tagebaue** angelegt und dazu riesige Aggregate, eine eigene Tagebau-Technik, entwickelt. Braunkohle und dessen Deckschichten waren immerhin kein Hartgestein. OTTO KAMMERER (v. SEHERR-THOß 1977) zusammen mit WILHELM ULRICH ARBENZ konstruierte noch vor dem Ersten Weltkrieg eine neuartige **Gleisrückmaschine** für das leichtere Nachrücken der Baggergleise.



Abbildung 1633: Nach dem Braunkohlenabbau: Geiseltalsee.

## Rohstoffe Erdöl und Erdgas und Beiprodukte

**Kohle** übertrumpfte mehr und mehr das **Erdöl**, namentlich nach 1945 auch Erdgas. Immer neue, reiche **Erdölreviere** wurden erschlossen. Wenige große Konsortien suchten so viel an Ölvorkommen sowie Ölverwertung und -transport wie möglich in ihren Besitz zu bekommen. Im Kaukasus bohrten die Gebrüder NOBEL. JOHN D. ROCKEFELLER hatte 1867 die Firma "Rockefeller, Andrews and Flagler" gegründet, die 1870 in die "Standard Oil" überging. Die Ölfirma Royal Dutch wurde 1907 mit der britischen Shell-Company zum Royal-Dutch-Shell-Konzern zusammengeschlossen. Um Ölvorkommen zu sichern wurde auch in die inneren Angelegenheiten anderer Staaten eingegriffen (A. ZISCHKA 1941), etwa bei der Neuordnung des Nahen Ostens nach der Niederlage des Osmanischen Reiches im Ersten Weltkrieg mit der Gründung unter anderem des Kunststaates Irak, eingegriffen gegen die Nationalisierung der Ölvorkommen im Iran und in Mexico. Die industrielle Erdöl-Förderung in Mexico begann in beschreidenem Maß 1901, und 1921 stand Mexico an 2. Stelle unter den Produzenten von Erdöl. In Persien wurde 1913 gefördert und stieg ab etwa 1932 stark. Venezuela trat ab 1910 und mehr 1922 zu den Erdölförderländern. 1920 forderte der Nahe Osten nur 1% der Weltproduktion an Erdöl und noch 1939 waren es kaum 5% und diese aus dem südwestlichen Iran (J. DARWIN 2010, S. 365). 1927 (A. ZISCHKA 1941) wurden die Petroleumfelder von Kirkuk im Irak erschlossen, 1934 die fast 2000 km lange Pipeline aus dem Mossul-Gebiet nach Tripolis und Haifa fertiggestellt. In Saudi-Arabien gelang der Standard Oil of California 1933 der Abschluß eines Abkommens und 1934 begann Förderung und Export von Erdöl aus Ostarabien. Durch die eingenommenen Gelder wurde Saudi-Arabien der einflußreichste Staat für die Welt des Islam,

schuf Moscheen und die moderne Hauptsadt Riad und Bildungsstätten anderswo, was der Verbreitung des strengen Wahhabismus, von vielen Mohammedanern als der wahre Islam betrachtet, zugute kam (B. LEWIS 2004). Hier hat nicht nur der Westen bestimmt, was aus den Öleinnahmen wird. Erdöl-Lagerstätten liegen nicht nur hier in einem in politisch heiklen Gebiet, sondern auch anderswo in unruhigen Regionen, ob anderswo im Nahen Osten, in Libbyen, Nigeria, Venezuela.

An **Erdgas**, zeitlich später als das Erdöl in der Wirtschaft verwendet, wurden auf der Erde 1972 (H. PICHLER et al. 1973) 1225 x 109 m3 verbraucht, davon mehr als die Hälfte in den USA, knapp ein Viertel in der Sowjetunion, ein Achtel in Westeuropa. Wichtigstes Förderland in Europa war 1972 die Niederlande, gefolgt von Großbritannien, der Bundesrepublik Deutschland, Italien.

Nur wenige Erdgasquellen enthalten das wertvolle Edelgas **Helium**, gewonnen aus Erdgas in den USA, Algerien, Katar, Rußland und Polen, um 2008 pro Jahr etwa 150 Millionen Kubikmeter, im Wert von etwa einer Milliarde Euro (S. JORDA 2008).

Veränderungen in bestimmten Industrien zwangen in manchen Fällen zu Verfahren auf neuer Basis anderswo. Benzol wurde wurde bis zum Ende der 40er-Jahre des 20. Jh. im wesentlichen aus den Abgasen der Gaswerke und Kokereien erzeugt. Als die städtischen Gaswerke meistens aufgegeben wurden und in der Eisenmetallurgie der Koksverbrauch sinken konnte mußte Benzol anders erzeugt werden, wofür in den USA ab 1950 Rohöl in Frage kam (W. PFLEIDERER 1968).

Im Zusammenhang mit der Rohstoff-Nutzung wurde auch ihre **Entstehung** von **Kohle und Erdöl**, ob chemisch gesehen oder im Zusammenhang erdgeschichtlicher Ereignisse weiter untersucht. Um 1910 begannen FRIEDRICH BERGIUS und Mitarbeiter JOHN BILLWILLER aus Zellulose und Torf durch hohe Temperaturen und hohen Druck Kohle **experimentell zu erzeugen** und ein der natürlichen Steinkohle entsprechendes Produkt wird als hervorgegangen angegeben (A. BIELER 1953). Durch Variieren des Druckes bei konstanten Temperaturen konnten sie sogar verschiedenartige Kohlen erhalten, die natürlichen Kohlearten entsprechen sollten. Aus Zellulose entstand eine Art Fettkohle, bei 5000 Atmosphären Druck Anthrazit. Die Forscher in Mülheim um FRANZ FISCHER meinten aber aus ihren Ergebnissen über die Kohleverwertung zu schließen, daß Lignin die Ursubstanz der Kohle sei. Durch das Experiment wurden also offensichtlich nur Möglichkeiten der Entstehung der verschiedenen fossilen Brennstoffe eröffnet, aber die reale Entstehung in der Erdgeschichte war nicht abzusichern.

## Rohstoff Biomasse und deren (jedenfalls zeitweilige) Ersetzung

Viele Jahrzehnte bestand die Tendenz, Chemieprodukte, womöglich gar Nahrungsmittel, **statt aus Biomasse aus Kohle oder Erdöl** zu erzeugen.

In den USA wurden um 1946 noch etwa 65% des **Äthanol**s aus Biomasse gewonnen, so wie man den "Schnaps", den "Äthylalkohol", im Prinzip eben immer aus Pflanzen bekommen hatte. Um 1956 war die Erzeugung des Äthanol aus Biomasse in den USA auf etwa 40% gesunken (H. KROATH 1963).. Weiterhin aus Biomasse gewonnen wurden aber etwa **Zitronensäure** und **Gluconsäure**, durch Fermentation mittels Mikroben.

Treibstoffe wie sonstige organisch-chemische Substanzen aus **Biomasse** zu erzeugen, also wird, mit neuen Verfahren, eine verstärkte Nutzung von Biomasse eintreten, auch für bisher anders gewonnene Substanzen. Als solche chemische genutzte Biomasse gelten Holz wie Pflanzen aus dem Ackerbau. Im Falle der Treibstoffe wäre das eine Umkehrung der Ablösung des Pferdefutters "Hafer" als Treibstoff für Zugtiere durch Benzin und Diesel-Kraftstoff aus Kohle, und nun mehr wieder aus Gewächsen. Wie weit werden die verfügbaren Flächen bei weiter wachsender Weltbevölkerung für ausreichend Biomasse reichen?

Auch ansonsten sind **Pflanzen Rohstoffquelle** und werden nicht nur genutzt für die Ernährung. Zuckerrohr, Mais, auch Raps sind Quelle für Treibstoffe.

## Vielfalt der Möglichkeiten chemischer Produkte

Produkte verschiedener Zusammensetzung konnten ähnliche Eigenschaften besitzen und erweiterten die Palette der für bestimmte Zwecke anwendbaren Stoffe, wobei sich für Spezialzwecke bestimmte Substanzen durchaus auch stärker als andere bewährten. Elastomere, gummiartige Substanzen, das waren nicht nur die von Kohlenwasserstoffen abgeleiten, dazu fand man Silikonkauftschuk. Auch Schmierfett, Schmieröl, das blieben nicht nur höhere Kohlenwasserstoffe, es fanden sich dafür geeignet auch kristallisiertes Lithiumhydroxid, dazu Silikonöl, Fluorsilicone als Schmiermittel für extreme Temperaturen. Auch Wasch-und überhaupt Reinigungsmittel wurden auf verschiedener Basis hergestellt.

## Anorganische Roh- und Zwischenprodukte und Produkte

## Weitere anorganische Rohstoffe

Pflanzen, auch jene die immerhin andere Rohstoffe ersetzen, benötigen auf jeden Fall Phosphorsalze, und meistens, namentlich wenn höhere Erträge erzielt werden sollen, **Phosphor-Dünger**. Man nimmt an, daß die oft in politisch instabilen Gebieten liegenden ausbeutbaren Phosphor-Salze vielleicht noch 100 Jahre reichen, aber, daß sie um 2030 schon knapper werden. Und es gibt keine Phosphorgase in der Atmosphäre, die man wie den Stickstoff binden könnte. **Phosphor-Mangel** könnte sich als der **große Engpaß der Zukunft** herausstellen.

Wird Methan aus den Meerestiefen die Lösung wenigstens für einen Teil der Energie sein, sodaß man auf Treibstoff aus Biomasse nicht angewiesen ist?

Auch andere reiche Ressourcen-Lagerstätte als Erdöl und Erdgas befinden sich in anderen als den bisherigen Industrieländern, so die mächtigsten **Bauxit**-Vorkommen, nötig für die Aluminium-Herstellung, in Guinea in Westafrika, ebenso wie die dort mächtigen Eisenerz-Lagerstätten im Nimba-Gebirge (P. SCHOLL-LATOUR 2003).

Im 21. Jh, wird festgestellt (Sächsische Zeitung. 8. 4. 2019 online), daß laut UNO manchersorts auch **Sand** knapp wird, wegen des Baubooms in aller Welt und sogar Sandaufschüttung zur Landvergrößerung in Singapur. Nach Wasser wurde Sand mit 40-50 Milliarden Tonnen der am meisten gehandelte Rohstoff. In den Sandabbau-Gebieten gibt es bedenkliche Schäden, so an Touristenstränden oder Flußufern.

**Für Beton** wird massenweise **Kies** (YouTube 2019) aus Flußbetten etwa der Werra südlich von Hannover entnommen. Wie lange geht das? Etwa 500 Betonwerke gibt es allein in Nordwestdeutschland. Ebenfalls wird vor allem zum Bauen der relativ schmale **Gips-Gürtel** am südlichen Rande es Harzes bis zum absehbaren Verschwinden abgebaut (YouTube 2019). Droht in endlichen Jahrzehnten Mangel an Baumaterial?

## Calciumcarbid-Erzeugung

Calciumcarbid, das man zu den anorganischen Verbindungen rechnen muß, hat namentlich auch die Herstellung organischer Verbindungen stark erweitert. Nachdem die Herstellung von **Calciumcarbid** aus Koks und Kalk in elektrischen Öfen im Lichtbogen bei Temperaturen um 2500° C durch MOISSAN kaum entdeckt war,

wurde innerhalb weniger Jahre zu einem **wichtigen Ausgangsstoff anderer Substanzen**, sowohl von dem vor allem als Düngemittel benutzten Kalkstickstoff wie von Acetylen in der Großindustrie und wurde an Stelle von Ferromangan in der Eisen-und Stahlindustrie als Desoxydationsmittel verwendet (O. NICODEMUS 1936, B. WAESER 1922). **Die Calciumcarbid-Herstellung wurde zu einem der wichtigsten chemisch-industriellen Prozesse** überhaupt. Mit dem Calciumcarbid entstand so etwas wie eine "organische Schwerindustrie" (E. BRYK 1930).

Als älteste deutsche Carbidwerke gingen Rheinfelden und, 1900, Lechbruck im Allgäu in Betrieb. Großbetriebe wurden in Deutschland Piesteritz westlich von Wittenberg, übertroffen damals nur von Muscle Shoals in den USA mit 12 Carbidöfen bei je 50 t Tagesleistung. Unter anderen Betrieben in Deutschland entstand einer bei Burghausen durch Überleitung der Alz in die Salzach zur Wasserkraftgewinnung. Erdweit wurden 1907 165.000 t Primärcarbid erzeugt, 1913 375.000 t, 1929 1.7 bis 1.8 Mill. (W. v. HAKEN 1953). Wurden 1934 auf der ganzen Erde 3 Mill. t Calciumcarbid erzeugt, so in Deutschland 600.000 t unter Einsatz von 1/15 der gesamten deutschen Elektroenergie. Um 1936 gab es Carbidöfen mit einer Tagesleistung von 180 t, mit denen 18 Güterwagen beladen werden konnten. Nach dem Zweiten Weltkrieg war 1953 die Bundesrepublik Deutschland an die Spitze der Länder für Calciumcarbid getreten, die DDR an die zweite – aber eine energieaufwendige Technologie.

## Industrielle Erzeugung von Stickstoff-Verbindungen aus Luft-Stickstoff

Luft-Stickstoff in feste, als Dünger verwendbare Substanzen zu überführen erschien als dringend, weil eine Erschöpfung der Salpeterlagerstätten zu drohen schien. Der führende britische Naturforscher WILLIAM CROOKES (1899) warnte davor 1898 in seiner Präsidenten-Ansprache auf der 68. Jahresversammlung der British Association for the Advancement of Science in Bristol. Der Physiologe EMIL ABDERHALDEN erinnerte sich (1934, S. 2): "Zu meiner Studentenzeit verdüsterten schwarze Sorgenwolken den Blick in die Zukunft, mehrten sich doch die Stimmen, wonach die Ernährung der Menschheit stark gefährdet sei. Es wurde auf die starke Beanspruchung der Chilesalpeterlager, auf die gewaltige Abnahme des Guanos usw. hingewiesen und ausgerechnet, wie groß der Vorrat an gebundenem Stickstoff in den nächsten Jahren sein werde. Das Ergebnis war ein alarmierendes!"

Die Salpeterlager Chiles waren allerdings noch nicht so sehr erschöpft, denn Chile exportierte 1880 226.100 Tonnen Natriumsalpeter, im Jahre 1900 fast 7-mal mehr,

nämlich 1.452.100 Tonnen, 1918 wurde mit 2.983.500 Tonnen der Höchststand des chilenischen Salpeter-Exports erreicht. Dann machte sich die Konkurrenz der industriell erzeugten Stickstoff-Dünger bemerkbar. 1920 exportierte Chile 2.772.500 Tonnen Natriumsalpeter, was 33,6% der Weltstickstoff-Produktion bedeutete, und 1927 sank das mit 2.300.000 Tonnen auf 25% der Weltstickstoff-Produktion. Es wurde um 1932 vorasugesagt, daß Chile noch etwa 100 Jahre lang jährlich 3 Millionen Tonnen Salpeter fördern kann (alles aus O. STUTZER et al. 1932).

Stickstoffverbindungen wurden auch **für Sprengstoffe** benötigt und ein Staat wie das wilhelminische Deutschland versuchte auch deshalb in Stickstoff-Verbindungen autark zu werden.

## Die Möglichkeiten der Bindung von Luft-Stickstoff

Die Luft besteht zu fast 80% aus **Stickstoff**, ein Element, das abgesehen von Bindung durch Mikroorganismen **manche Verbindungen eingeht**, so mit Bor, Silicium, Titan, also Nitride, und Stick(stoff)oxide bildet - glücklicherweise nur bei höherer Temperatur oder im elektrischen Funken (A. MITTASCH 1951). Manche Substanzen, so Alkalien und Metalle, waren auf Bindung mit Stickstoff wenigstens bei hoher Temperatur ausprobiert worden. Etwa mit Magnesium, das bei Temperatur über 2000°C sich mit Stickstoff zum **Magnesiumnitrid**, Mg3N2, verbindet und mit Wasser geben Metallnitride Ammoniak. Schon die Kosten für die Magnesium-Gewinnung und auch die Ansprüche an die Öfen ließen das Verfahren, das Serpek-Verfahren, ausscheiden (B. DUVINAGE et al. 2011).

Nur wenige Verfahren wurden schließlich als technisch gangbar in die nähere Wahl gezogen (B. WAESER 1922).

1. Als naheliegend mußte erscheinen die **Oxydation von Stickstoff**, durchaus den der ansonsten nicht in ihre Bestandteile getrennten Luft, durch elektrische Funken oder in der Hochglut des **elektrischen Flammenbogen**s. Die technische Verwertung des sich offensichtlich auch in der freien Natur abspielenden chemischen Vorganges war an billigen elektrischen Strom gebunden, also etwa an ausreichend Wasserkraft. Dabei entstanden Stickoxide, aus denen **unmittelbar** durch Lösen in Wasser **Salpetersäure** gewonnen wurde.

Im Labormaßstab hatte CAVENDISH 1781 / 1784 im elektrischen Funken Stickoxide und durch deren Lösen in Wasser Salpetersäure erzeugt. Madame LEFEBRE hatte in Paris 1859 ein Patent dafür genommen, aber das Verfahren wurde damals nicht aufgegriffen. Auch nun kaum noch bekannte Chemiker probierten den Vorgang, so in Wieck bei Gützkow in Neuvorpommern VON LEPEL, der

1897 berichtet, wie er in langjährigen Versuchen Stickstoff-**Oxydation in feuchter Luft** und unter Normaldruck in einem abgegrenzten Raum im elektrischen Funken und im Lichtbogen untersuchte und "nicht unerhebliche Mengen von Salpetersäure in der abtropfenden Flüssigkeit gewinnen" (S. 1027) konnte. Von oben wurde in das Gefäß zu dessen Luft Flüssigkeit hineingespritzt, "der entstehende Nebel erfüllt den Raum, befeuchtet die Elektroden, benetzt die Wandungen und verdampft zum Theil unter dem Einfluss der Entladungen, während der grösste Theil unten säurehaltig abtropft. ... Nach sehr kuzer Zeit bemerkt man braune Dämpfe von Stickstoffdioxyd ..."

Nach Versuchen über die Oxydation von Stickstoff im elektrischen Lichtbogen durch Lord RAYLEIGH in England und auch Patenten in den USA im Zusammenhang mit der Nutzung der von den Niagara-Fällen gelieferten elektrischen Energie berichteten WILHELM MUTHMANN (C. PRIESNER 1997) und H. HOFER 1903 über Stickstoff-Oxydation im elektrischen Funken zuerst von 8 cm Länge und dann in einer **elektrischen Flamme**, zuerst von 1 cm, im elektrochemischen Laboratorium der kgl. technischen Hochschule zu München. Gebildet wurden "Stickoxyd, bzw. Stickstoffdioxyd", die "in Absorptionsthürmen mit Wasser umgesetzt" wurden Etwa 3% der Luft setzten sich, wie auch Gleichgewichtsberechnungen von DEVILLE ergeben hatten, jeweils in die Stickoxide um. Es entstanden etwa gleiche Teile von Nitrat und Nitrit und die Oxydation des letzteren in Nitrat erschien problematisch. Die Kosten waren daher noch nicht dem Chilesalpeter konkurrenzfähig. Vielversprechend erschienen Versuche mit komprimierter Luft. MUTHMANN war vorher der Reindarsteller Seltener Erden.

Der seit 1896 im Dienste der Badischen Anilin-und Sodafabrik stehende OTTO SCHÖNHERR und HEßBERGER testeten dort einen originellen Stickstoff-Verbrennungsofen (C. GLASER 1913, M. SCHARFF 1927) mit Lichtbögen von bisher unbekannte Länge und Stetigkeit. Die erhaltenen Gase hatten einen erheblich höheren Gehalt an Stickoxiden als bisher erreicht worden war. Es lief 1902 eine bald wieder stillgelegte technische Anlage in den USA.

Zum Erfolg kam das Verfahren nach einem Fehlschlag am Niagarafall in den USA 1902 - 1904 (W. H. BROCK 2008) in **Norwegen,** wo wurden, mit seinen zur Elektrizitätsgewinnung verfügbaren Wasserkräften. Hier wurden teils Schönherr-Öfen gebaut. CHRISTIAN BIRKELAND, Profesor der Physik an der Universität Kristiania (später Oslo) und Ingenieur SAM. EYDE betrieben seit 1903 Versuchanlagen und am 2. Mai 1905 wurde für dieses BIRKELAND-EYDE-Verfahren der Fabrikbetrieb in Notodden in Telemarken in Dauerbetrieb genommen (K. KUBIERSCHKY 1913, B. WAESER 1922), ging 1908 eine große Salpeter-Fabrik in Betrieb, 1912 eine am Rjukan-Fos in Telemarken (M. SCHARFF 1927). In den Birkeland-Eyde-Öfen zogen Magnete einen Flammenbogen zu einer über 2 m

großen Scheibe auseinander. Aus den erhaltenen Stickoxiden wurde eine in Wasser allerdings nur bis zu 50-prozentige Salpetersäure erzeugt. Wegen der Transport-Probleme wurde diese Salpetersäure in Calciumnitrat, CaNO3, "**Norgesalpeter**", umgewandelt. Bis 1911 wurden davon im Jahr 25.000 t erzeugt. In Deutschland wurden Versuche zur Stickstoff-Bindung im Lichtbogen 1908 eingestellt (B. DUVINAGE et al. 2011).

2. Im Jahre **1895** wurde die von dem vielseitigen Chemotechniker ADOLPH FRANK und NIKODEM CARO (B. WAESER 1957) erarbeitete **Erzeugung von Kalkstickstoff (FRANK-CARO-Verfahren)** (H. GROßMANN 1916, 1931) patentiert und die Kalkstickstoff-Industrie wurde die erste Luftstickstoff-Industrie. Kalkstickstoff ist Calciumcyanamid Ca(N=CN), im Unterschied zu dem sehr giftigen Calciumcyanid Ca(CN)2. FRANK hatte nach deren Herstellungsmöglichkeit in größerem Maße weiteren Nutzungsmöglichkeiten für Carbide, besonders auch das Calciumcarbid gesucht, und auch dessen Reaktion mit Stickstoff erörtert, nachdem MOISSAN 1894 noch vergeblich versucht hatte, Calciumcarbid zu "azotieren", d. h. mit Stickstoff zu verbinden. FRANK und N. CARO fanden 1894, daß Bariumcarbid im Gemisch mit Kaliumsalzen und Kohle bei Rotglut Stickstoff aufnimmt (O. KRÄTZ 1991)., Cyanamid bildet: BaC2 + N2 = BaCN2 + C. Es wurde dann feingemahlenes Calciumcarbid bei 1000 bis 1000° C mit Stickstoff zur Reaktion gebracht und Calciumcyanamid, Kalkstickstoff, CaCN2, erhalten : CaC2 + N2 = CaCN2 + C. An der Ausarbeitung des Verfahrens auch noch bis viele Jahre später war auch ADOLPH FRANKs Sohn ABERT R. FRANK (H. KNOBLAUCH 1962) führend beteiligt. Zunächst war das Ziel, durch die Reaktion des Luftstickstoffs mit dem Calciumcarbid das für die Goldminen Südafrikas nötige Cyanid bereizustellen. Als die Bildung von Ammoniak aus dem Kalkstickstoff bekannt wurde, war dessen Düngerwirkung anzunehmen und wurde durch Versuche erwiesen Das Interesse verlagerte auf die Herstellung der Cyanamide.

Die Fabrikation von Kalkstickstoff begann unter Nutzung der Wasserkraft des Pescara 1905 in Piano d'Orta in Italien. Der Stickstoff wurde vom Sauerstoff in einer ersten großen Linde-Anlage abgetrennt, mit einer anfänglichen Tagesleistung von 3000 Kubikmeter reinen Stickstoff. 1908 produzierte die Bayerische Stickstoff-Werke AG in der Anlage in Trostberg in Oberbayern. Die Herstellung des Calciumcarbid, nicht nur für Dünger, schien zunächst an Wasserkraft gebunden zu sein, aber es wurde dann auch Elektrizität aus Kohle benutzt, zuerst in Knapsack bei Köln ab 1910, dann mit Anfängen 1913 in Groß-Kayna. Im Ersten Weltkrieg, auf Kohlebasis für das Calciumcarbid, wurden die großen Werke in Piesteritz westlich von Wittenberg und die in Chorzow bei Beuthen errichtet.

Um 1960 war von mehr als 50 Werken für die Kalkstickstoff-Erzeugung auf der Erde die Rede.

3. Am wichtigsten wurde die direkte Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff unter höherem Druck und höherer Temperatur unter Anwesenheit bestimmter Katalysatoren zu Ammoniak, NH3, namentlich das **Haber-Bosch-Verfahren**. Entstanden, **1909**, ist es auf einer weitgespannten theoretischen Grundlage, getragen namentlich von dem damals an der Technischen Hochschule Karlsruhe tätigen FRITZ HABER an und dem Chemie-Technologen der BASF CARL BOSCH. HABER (u. a. D. STOLTZENBERG 1994, Wikipedia 2019), der entscheidende Mann der Ammoniak-Synthese, war der am 9. Dezember 1868 in Breslau geborene Sohn eines angesehenen jüdischen Kaufmanns, begann zunächst in Berlin Physik (S. L. WOLFF 2018, S. 30) zu studieren, aber den Vorlesungen von HELMHOLTZ konnte er nichts abgewinnen, leistete sich hier nur eine schwache Promotion, 'cum laude', bei KUNDT, ging nach kurzer Tätigkeit in Handel und Industrie und einem Semester an der ETH Zürich 1892 nach Jena zu KNORR, jedoch seine Neigung galt nicht der Organik KNORRs, sondern wandte sich zur physikalischen Chemie und er ging an OSTWALDs Institut in Leipzig. Im Frühjahr 1894 kam HABER an die Technische Hochschule in Karlsruhe. In Karlsruhe wurde HABER 1898 außerordentlicher Professor, 1906 Professor für physikalische Chemie. 1911 übernahm er in Berlin als Gründungsdirektor das 1912 eröffnete Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie der neuen Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft.

Versuche im 19. Jh. zur direkten Synthese von Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff waren mißlungen, auch bei höherem Druck. Einst wurde angenommen, daß bei höherer Temperatur Ammoniak generell nur zerfällt. Mit dem Massenwirkungsgesetz wurde der das Gleichgewicht von Aufbau- und Zerlegungs-Reaktionen deutlich und erschien die Ammoniak-Gewinnung Bildung als möglich, wenn in einem Gemisch von Wasserstoff-Stickstoff-Gemisch auch nur ein Teil dieser Gase miteinander reagiert. Wie A. MITTASCH (1951, S, 61) sah: "Erst nach streng wissenschaftlicher Festlegung des theoretisch überhaupt Erreichbaren konnten auf dem nunmehr stark eingeengten Gebiet die empirische Forschung und schließlich die Technik dazu gelangen, das gesteckte Ziel zu erreichen". Auf Ersuchen der Brüder MARGULIES von den Österreichischen Chemischen Werken im Jahre 1903 hat HABER die Gleichgewichtseinstellung zwischen reinem, trockenen Wasserstoff, Stickstoff und Ammoniak bei der hohen Temperatur von etwa 1000 Grad C messend verfolgt und "das Bestehen eines Gleichgewichts dadurch nachgewiesen, daß sich" am Katalysator "bei langsamem Überleiten von Ammoniak einerseits, Stickstoff und Wasserstoff andererseits zahlenmäßig dieselbe Gaszusammensetzung erreichen läßt." WALTHER NERNST studierte dann die Gleichgewichtslage und erhielt 1906 bei Platinfolien als Katalysator bei 685°C und 50 atü aus Stickstoff und Wasserstoff unmittelbar Ammoniak (O. KRÄTZ 1991). HABER untersuchte die Ammoniakbildung durch Katalyse, er benutzte Osmium, unter Hochdruck. Es gab 1908 die ersten Patentanmeldungen und die BASF wandte

der industriellen Verwirklichung im Großmaßstab unter ihrem Generaldirektors HEINRICH VON BRUNCK Interesse und Unterstützung zu. Im Großbetrieb gab es jedoch im Laboratoriumsbetrieb nicht aufgetretene Störungen, ja Explosionen (D. STOLZENBERG 1999). C. BOSCH entwickelte einen Hochdruckofen, in dem das Wasserstoff-Stickstoff-Gasgemisch bei höherem Druck und höherer Temperatur miteinander reagieren kann, ohne die Apparate-Wandung zu zerstören. Die erste technische Versuchsapparatur entstand 1910. Ende 1912 lief die Versuchsanlage Ludwigshafen, in der 1911 die Tagesproduktion 25 kg NH3, 1912 1000 kg NH3 pro Tag betrug (B. WAESER 1922). Unweit Ludwigshafen wurde in Oppau eine eigene Ammoniakfabrik errichtet. Die technische Produktion begann 1913 mit 30 Tonnen Ammoniak pro Tag (O. KRÄTZ 1991). Durch die Ammoniak-Synthese "wurde das große Problem der Massenerzeugung aufgeworfen" (K. SCHOENEMANN 1959). Die in Leuna installierte Kapazität erforderte schon 1917 pro Stunde 10.000 Nm3 Stickstoff und 30.000 Nm3 Wasserstoff. Die Ausgangsstoff Stickstoff und Wasserstoff wurden gewonnen mittels Hochtemperaturkoks. Kohlenstoff band den Sauerstoff der Luft und durch Beseitigung des entstehenden CO kam man zu Stickstoff. Und Kohlenstoff mit Wasser lieferte den Wassergas und damit Wasserstoff. Noch etliche Zeit blieb das Haber-Bosch-Verfahren auf Deutschland beschränkt, da es in seiner Eigenart der hochentwickelten deutschen chemischen Industrie bevorzugt angepaßt war. HABER beendete seinen Nobel-Vortrag 1920 mit der Bemerkung, daß die Hochdrucksynthese nur eine zeitweilige Lösung sein muß und eines Tages die Stickstoff-Bindung in der ruhigen Weise von Bakterien geschehen müßte. Anfang 1914 erschien das erste aus dem synthetischen Ammoniak hergestellte **Ammoniumsulfat** auf dem Markt (B. WAESER 1922), also ein festes Stickstoffdüngemittel auf der Basis des erzeugten gasförnigen Ammoniak.
.

## FRITZ HABER - verdient und wegen des Gaskriegs berüchtigt

Hatte schon die Stickstoff-Bindung durch die anschließende Salpterherstelluen dem 1914 begonnenen weltkrieg gedient, so meldete sich HABER zum Kriegseinsatz und begann mit etlichen anderen führenden Forschern den **Gaskrieg** vorzubereiten. Der Chemiker OTTO SACKUR starb im Laboratorium. Die Fronten waren seit Herbst 1914 im Stellungskrieg erstarrt. Giftgas sollte die Soldaten im gegnerischen Graben grausam ausräuchern. Am 22. April 1915 wurde bei geeignetem Wind bei Ypern eine Chlorwolke von 6 km Länge und 600 - 900 m Tiefe aus Stahlflaschen mit komprimiertem Chlor nach den gegnerischen Stellungen geblasen (R. WILLSTÄTTER 1928). Langemark wurde zwar genommen, aber ein weiter Durchbruch gelang nicht. Von etwa 7000 Gasvergifteten starben etwa 350. Völkerrechtliche Fragen des Gaseinsatzes hatten HABER angeblich nicht interes-

siert. HABER wurde wenige Tage nach dem Gasangriff zum Hauptmann befördert. In Berlin schoß sich seine sensible Frau, die Chemikerin CLARA IMMERWAHR, in die Brust und starb wenige Stunden später. HABER eilte bald an die Ostfront. WILLSTÄTTER entwickelte 1915 die Gasmaske. Nach dem Kriegsende sollte HABER als Kriegsverbrecher wie der Industrieführer DUISBERG und NERNST als Erfinder des Flammenwerfers ausgeliefert werden. Das unterblieb. Für 1919 hatte HABER sogar den Nobelpreis für Chemie erhalten, wegen der Stickstoff-Bindung und der damit möglichen Nahrungssicherung. Nach 1920 hoffte HABER Gold aus Meerwasser zu gewinnen, damit Deutschland seine Reparationen schnell abzahlen kann. Das wurde zwar ein Mißerfolg, aber immer wieder plädierte HABER für die Förderung der Naturwissenschaften, um dem rohstoffarmen Deutschland Importe benötigter Güter zu ermöglichen. Die Nationalsozialisten griffen dem Juden HABER in den Personalbestand des von ihm geleiteten Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie ein. HABER trat zurück. Er ging nach England, war 4 Monate an der Universität Cambridge. Er reiste nach der Schweiz mit dem weiteren Ziel Palästina und starb am 29. Januar 1934 in Basel. In Deutschland wurde seiner gedacht in einer Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft und ausführlicher in einer von den Nationalsozialisten unerwünschten Feier der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft am 29. Januar 1935. In England hielt 1937 J. E. COATES (1939) eine lange und ehrende Memorial Lecture, die HABERs Auffassung von Deutschland zuerst und dem Gehorsam des Soldaten nicht einmal kritisierte, ihn geehrt sah für seine "services to mankind" (S. 1672).

## Oxydation von Ammoniak zu weiteren Verbindungen, Nitraten. WILHELM OSTWALD

Ammoniak, auch wenn als Pflanzennahrung einsetzbar, galt es in **weitere Stickstoff-Verbindungen**, vor allem in **feste** Düngemittel, zu überführen, über die Salpetersäure.

FOURCROY hatte um 1800 wohl erstmals Ammoniak und überschüssigen Sauerstoff in einer glühenden Röhre zu Stickoxid verpuffen lassen. Etliche Chemiker ließen unter verschiedensten Umständen im Verlaufe des 19. Jh. Ammoniak mit Luft oder Sauerstoff reagieren (B. NEUMANN et al. 1920) – Beispiele für jenes Bestreben, möglichst alle denkbaren Reaktionen, unabhängig vom Nutzen, durchzuprobieren. Mit Platin als Katalysator, als Kontaktsubstanz, hat die Reaktion 1839 der französische Chemiker KUHLMANN durchgeführt und schon an technische Verwertung gedacht. Die Reaktion blieb aber unbeachtet. Für den industriellen Maßstab entwickelten WILHELM OSTWALD und sein Schwiegersohn EBERHARD BRAUER um 1906 das Verfahren der **katalytische Oxydation von Ammoni-**

**ak**, die "katalytische Ammoniakverbrennung" (A. MITTASCH 1953) zum industriellen Verfahren, um über Stickoxide auch zu Nitraten zu kommen,. Katalysator war Platin resp. Platinschwamm. Das Verfahren wurde (B. WAESER 1922) noch 1914 hochaktuell, denn in dem ausgebrochenen Ersten Weltkrieges stand Deutschland bald vor Sprengstoffmangel, nur zeitweilig entschärft durch den in den eroberten belgischen Seehäfen requirierten Salpeter. Für die Ammoniak-Erzeugung und anschließende Nitrat-Herstellung für Sprengstoffe wurden im Herbst 1914 ein ab 9. Februar 1915 fabrizierendes Werk in Oppau und ab April 1916 die Leuna-Werke bei dem Dorfe Leuna bei Merseburg an der Saale gebaut. Die Leuna-Werke verließ der erste Kesselwagen mit Ammoniak am 29. April 1917. Für das Sulfat stand der Gips im Südharz zur Verfügung.

Wie wohl für jedes **Verfahren** konnte auch die Ammoniak-Oxydation durch eingehende Untersuchung der Vorgänge und ihrer Bedingungen und namentlich auch durch die Untersuchung der Katalysatoren **wesentlich besser gestaltet** werden (G. KASSNER 1924). Mit der Zunahme der Temperatur nahm die Geschwindigkeit der Oxydation zu, mit Platin betrug die Ausbeute bei 500°C 96%, unoxydiertes Ammoniak war schon bei 450°C verschwunden. Entscheidend für die "Höhe der Oxydation" war auch die Geschwindigkeit, mit der das Luft-Ammoniak-Gemisch über den Katalysator strich, also die Dauer der Berührung. Als neuer Katalysator wurde etwa 'Nitroxan', im wesentlichen eine Verbindung oder Mischung von Bariummetaplumbat und Bariummanganat gefunden.

## Harnstoff-Erzeugung

Ein anderes aus dem Ammoniak erzeugtes Düngemittel wurde der **Harnstoff** (D. FROMM et al. 1979), für dessen Erzeugung aus NH3 1922 eine erste technische Produktionanlage von der BASF in Ludwigshafen den Betrieb aufnahm. Bei Stickstoff-Einzeldüngern traten Harnstoff und Ammoniumnitrat, letzteres zum Teil gemischt mit Inertstoffen, in den Vordergrund (A. SCHMIDT 1973).

## Stickstoff-Bindung und Stickstoff-Gehalt in der Natur

Auch nachdem die Bindung des Luft-Stickstoffs in industriell-technischen Verfahren wie dem Haber-Bosch-Verfahren bereits angelaufen war, haben Bakteriologen verschiedenster Länder, in Deutschland etwa unter ALFRED KOCH (A. GEHRING 1922) im landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen, in Polen in Dublany bei Lemberg, in Kiew in Rußland / Ukraine (A. KRAISNKY 1910), in den USA (J. G. LIPMAN et al. 1910), untersucht, **unter**

**welchen Bedingungen im Boden oder auch im Stallmist** (B. NIKLEWSKI 1910 a) **stickstoff-sammelnde und auch stickstoff-freisetzende (denitrifizierende) Bakterien**, freilebend oder in Symbiosen, auftreten und **am wirksamsten** sind. Die Stickstoff-Bindung durch Bakterien, so *Azotobacter*, sollte gefördert, der Stickstoff-Verlust behindert werden. Das sah man als wichtige **Ergänzung** wenn nicht gar Ersatz **der Produktion von Stickstoff-Düngern**.

In Ostasien läßt man junge Reisfelder mit dem Wasserfarn *Azolla* überwuchern, weil der mit einer Stickstoff sammelnden Blaualge der Gattung *Anabaena* in Symbiose lebt. Bevor der Reis reif wird, stirbt der Wasserfarn ab und der Boden ist erheblich mit Stickstoff angereichert.

## Durch den Menschen bewirkter Stickstoff-und auch Phosphor-Überschuß in der Natur

**Industriell hergestellte Stickstoff-Verbindungen**, forciert durch den bei der Erdölverabreitung anfallenden billigen Wasserstoff (D. und K. E. KOLB 1979), und Stickoxide bei Verbrennungen, so aus Motoren, haben merklich in den **Stickstoff-Kreislauf** der Biosphäre **eingegriffen**. Stickstoffverbindungen, wegen deren Mangel einst der Menschheit der Hungertod drohen sollte, sind – viel weniger als 100 Jahre nach dem einmal berechtigten Gejammer über den Stickstoff-Mangel - nunmehr in den entwickelten Ländern im Boden oft **im Überangebot**. Wie 2012 berichtet wird (M. GROß 2012) wird durch industrielle Verfahren mehr Sticksotff aus der Luft zu pflanzenverfügbaren Verbindungen gebunden als die natürliche Stickstofffixierung hergibt, und "etwa die Hälfte der Stickstoffatome in den Proteinen und Nukleinsäuren der sieben Milliarden Menschen auf der Erde war schon einmal in einer Haber-Bosch-Anlage." Grund für Stolz auf den schaffenden Menschen oder Sorge um die Abhängigkeit von der nur im Frieden möglichen Technik? Pflanzen, die Stickstoff besser als andere nutzen, setzten sich etwa auf Wiesen durch. Gelb über Gelb blüht hier im Mai der Löwenzahn. Aber es wird nicht einmal alles im Boden vorhandene Nitrat in Pflanzen, in deren Proteine, eingebaut. Gesundheitlich bedenklich hoch stieg der aus Überschüssen stammende Nitrat-Gehalt in manchem Grundwasser und kann bei Säuglingen zu Atemproblemen führten. Stickstoff-wie Phosphor-Düngung brachten **Umweltprobleme** (P. M. VITOUSEK et al. 2009) mit sich. Gelangen in den gedüngten Böden nicht von den Pflanzen verwertete Stickstoff- und Phosphor-Verbindungen in das Grundwasser, werden sie auch in stehende Gewässer verfrachtet, häufen sich dort an, bewirken die **Eutrophierung** von Gewässern, das Umschlagen zu einem zwar nährstoffreichen, aber sauerstoffarmen und weniger nutzbarem Gewässer. Massenvermehrung von einzelligen Algen, "Algenblüte", kann folgen, selbst an Meeresküsten. Etwa im Einzugsraum des Bo-

densees wurden strenge Richtlinien für Düngung erlassen. Als ein beeindruckendes Beispiel. Eingehende langjährige Untersuchungen an bis zum Jahre 2008 132 "Walddauerbeobachtungsflächen" in Schweizer Wäldern (W. FLÜCKIGER et al. 2008) enthüllten etwa, daß in der ersten Hälfte des 20. Jh. der Stickstoff-Eintrag in diesen Wäldern 7 – 9 kg Stickstoff pro ha betrug, aber um das Jahr 2000 auf über 25 kg Stickstoff angesteigen war, also um das 3,5-fache zunahm. Als Umschlagjahr wird 1995 angegeben. Die Salpetersäure bildenden Stickoxyde führten zur Boden-Versauerung. Das für Bäume in einem erhöhten Maß giftige Aluminum wurde freigesetzt, 'mobilisiert', die basischen Ionen Kalium, Calcium, Magnesium gebunden. Parasitenbefall, Sturmschäden infolge flacherer Bewurzelung, Ausbreitung säureertragender Pflanzen in der Bodenschicht folgten. Der Abbau der im Boden oder Wasser fixierten Stickstoff-Salze, die **Denitrifikation**, führt wieder zu Stickstoff und dem als Treibhausgas bedenkliche Lachgas, dem Distickstoffoxid (S. FEIL 2012). Es geschieht in sauerstoffarmen Boden, in Gülle, und wird (M. GROß 2012) auch für das Meer berichtet, abhängig vom Sauerstoffgehalt und hier, in tropischen Gewässern, auch von Eukaryonten, bewirkt. Aus dem 'Nitratatmer' *Pseudomonas stutzeri* wurde das oft durch Sauerstoff inaktivierte Enzym Distickstoffmonoxid-Reduktase aufgeklärt (S. FEIL 2012).

## Düngemittel nach 1900

Der Weltverbrauch an Reinnährstoffen, das heißt an N + P2O5 + K2O, betrug um 1900 rund 2 Millionen t, stieg nach dem Ersten Weltkrieg auf 8 Millionen t, fiel in der Weltwirtschaftskrise um rund 2,5 Millionen t, lag um 1939 bei 9 Millionen t, fiel bis um 1945 auf 7,5 Millionen t (EU. KISSELMANN 1964). Um 1963 war der Weltverbrauch an Reinnährstoffen in den Düngemitteln auf fast 30 Millionen t gestiegen. Angewandt wurde der Dünger namentlich auf bisher schon genutzten Flächen, die durch den Düngemitteleinsatz also intensiver berwirtschaftet wurden. Um 1958 waren Europa, Nordamerika und Japan zu 85% am Weltdüngemittelverbrauch beteiligt, obwohl ihre Bodenfläche nur 30% der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf der Erde betrug (U. EWALD 1958). Es gab allerdings gerade in dieser Zeit eine starke Zunahme des Düngerverbrauchs auch anderswo, in Asien zwischen 1951/52 und 1955/56 um 90%, während die Steigerungsrate in den USA in diesem Zeitraum 38% betrug. Besonders stark stieg der Verbrauch an Stickstoff-Dünger. Bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg lag der Verbrauch an Kali-Dünger über dem von Stickstoff-Düngemitteln, um 1963 lag er etwa 1/5 unter dem Verbrauch an Stickstoff-Düngemitteln. Zwischen 1939 und 1955 hatte sich die Ammoniak-Erzeugung in den Synthese-Anlagen der USA verzehnfacht. Auch innerhalb Europas gab es etwa um 1963 Unterschiede im Düngemitteleinsatz, so 456 kg Einsatz von Reinnährstoffen pro ha Ackerland in den Niederlanden, 266

kg in der Bundesrepublik Deutschland, 51,5 kg in Italien (EU. KISSELMANN 1964). Nach 1953/1955 stand der Weltproduktion an Stickstoffdünger nicht immer eine kaufkräftige Nachfrage gegenüber. Um 1973 betrug die Weltkapazität an Ammoniak etwa 62 Millionen t pro Jahr. Der Preis"verfall" (A. SCHMIDT 1973) zu Anfang der 70er-Jahre des 20. Jh. wurde als bedenklich angesehen. Produzierte man nun für die Sicherung der nötigen Ernährung ausreichend Düngemittel, so hätte man froh darüber sein können, daß Umwelt und Vorräte hätten mehr geschont werden können. Aber dem Gewinnstreben stand das entgegen.

Der immer mehr sich durchsetzende Trend in der Düngemittel-Produktion war der Übergang zu **Volldüngern**, die möglichst alle 3 Nährstoffe, Stickstoff, Kali, Phosphor, enthielten.

Als neuer wertvoller Dünger wird in 1200 m Tiefe vor der mittelenglischen Nordseeküste das **Polysulfat** gefördert, Polyhalit K2Ca2 Mg(SO4) . 2 (H2O) mit Schwefel, Kalium, Magnesium, Calcium (AICL Werbung in Internet 2019). Der Dünger wird in alle Welt expotiert. Maschinen hierzu lieferte Siemens. Das Mineral wurde 1818 von F. STROMEYER am Bad Ischler Salzberg erkannt, kommt auch in anderen Salzbergwerken vor, weltweit an etwa 60 Fundorten, aber Abbau gibt es in England.

## Phosphat-Dünger

Unter den in Düngemitteln notwendigen Elementen erschien der **Phosphor** als das an Vorräten geringste. Auch wenn die Klagen wohl berechtigterweise wegen neu gefundener Vorkommen am Anfang des 21. Jh. geringer erschienen, 1921 sah V. M. GOLDSCHMIDT ohne Erschließung noch unbekannter großer Lager doch absehbaren Mangel an Phosphor-Düngemitteln voraus und andere Agrawissenschaftler sehen das auch. Beim Absterben kommt der Phosphor wieder in den Boden, wird aber nicht sofort wieder in den Kreislauf geführt. Das Wegführen des Erntegutes bedingt die Notwendigkeit der Phosphor-Düngung. Man muß den Phosphor akzeptieren, trotzdes Geochemikers und Mineralogen VICTOR MORITZ GOLDSCHMIDTs (1921, S. 802) witziger und natürlich nicht ganz ernst gemeinter Klage: "Die Naturentwicklung hat gewissermaßen einen wirtschaftlichen Fehlgriff getan, als sie zum Aufbau der organischen Welt einen so seltenen Stoff wie Phosphor benutzt hat." Silikat-Knochen waren eben nicht zustande gekommen, und sind vielleicht kaum möglich. Und für die Energueumsetzung, für ATP - ADP. ist Phosphor unersetzbar. durch kein anderes Element. Phophat-Vorkommen iegen in manchen instabilenLändern, Marokko mit der von Marokko besetzten Westsahara, in Tunesien, in dem Ausfuhrsperren verhängbaren China.

Als "Rettung" betrachtete GOLDSCHMIDT das "chinesische Prinzip", nämlich alle phosphorhaltigen Abfallstoffe, also alle Fäkalien und toten Lebewesen "der Landwirtschaft zurückzuerstatten", was "allerdings eine gewisse Umgestaltung mancher hygienischer Errungenschaften erfordern würde" (S. 892). In Europa erfüllten diese Funktion in einigen stark besiedelten Regionen wie um Berlin die später wieder aufgegebenen Rieselfelder. Im China der Kulturrevolution wurde gerade den aufs Land geschickten Kadern auferlegt, sich nicht zu vornehm zu dünken, menschliche Exkremente auf die Felder zu tragen (P. SCHOLL-LATOUR 1990). Besser sind: Zurückgewinnung aus dem Urin der Menschen in Klarwerken in Europa, Verwendung von Phosphaten möglichst nur noch als Düngemittel, Züchtung von Pflanzen mit Phosphat besser aufnehmbaren Wurzeln - Ideen und nicht erfolglose Versuche zur Sicherung des Phosphor für die Nutzpflanzen gibt es manche (YouTube, Konferenz in Sydney). Im Jahre 2010 wird von Leoben in Österreich berichtet, daß dort **aus Klärschlamm**, also schon in der Ernährung von Tier und Mensch benutztes Material, ein krümeliger, also fester Phposphordünger hergestellt wird und das Verfahren offenbar ausbaufähig ist (H. SCHMUNDT 1910, im Spiegel).'Für die wachsende Weltbevölkerung'! Aber irgendwann wird mit dem Wachsen Schluß sein müssen Gerade auch wegen des Phosphors. Das Phosphor-Prolem erinnert an das Stickstoff-Problem.wie man es um 1900 sah. Nur das Stickstoff kein seltenes Element ist und gebunden werden konnte.

**ie Zukunft mag der Menschheit noch manches Recycling abfordern**, wobei Recykling aber meistens nicht alle verwendete Substanz zurückbringt, oft nicht den Ausgangssubstanzen gleichwertige Substanzen liefert und auch seinen Preis hat**.**

**Metallurgie - Metalle und ihre Legierungen**

Die Metall-Nutzung wurde wissenschaftlich untermauert durch den Ausbau der eng mit der übrigen Chemie verbundenen **Metallkunde**, Metallurgie, wie es in Deutschland namentlich durch GUSTAV TAMMANN in Göttingen geleistet wurde.

Einige bisher noch chemisch wenig untersuchte und kaum genutzte Metalle wurden für verschiedene Zwecke wichtig, wurden durch neue metallurgische Verfahren auch in industriellen Maßstab zugänglich. Dabei war die Gewinnung etlicher bisher nicht genutzter Metalle selbst im Laboratorium nicht einfach, konnte man sie lange nicht rein erhalten. Die Reduktion solcher Metalle mit reaktionsfähigen anderen Metallen verlief nicht so glatt, wie man das von den Formeln her aussieht. denken. Mit dem zunehmenden Gelingen, bisher technisch nicht genutzte Metalle in größerer Menge herzustellen sprach V. M. GOLDSCHMIDT 1920 gar von einem "**zweiten" Zeitalter der Metallnutzung**, für ihn vergleichbar dem Be-

ginn der Eisenzeit in der Frühgeschichte, nunmehr ausgezeichnet unter anderem durch **Leichtmetalle**. Die nunmehr neuen genutzten Metalle, so **Aluminium** als 3.-häufigstes Element der Erdkruste, **Magnesium,** auch das weniger genutzte **Calcium**, aber ebenso **Titan** und **Zirkonium**, befinden sich in der Erdkruste in keineswegs seltenen Mineralien. Allerdings ist die Konzentration der verschiedenen Metalle in der Erdkruste sehr unterschiedlich. Die Vorräte an Zirkonium übertreffen die von Kupfer, Nickel, Blei, Zink und Quecksilber gemeinsam, jedoch ist Zirkonium sehr wenig konzentriert. Gold ist mehr konzentiert, etwa in Flußabsonderungen, 'Seifen'. Die neu genutzten Metalle waren wegen ihrer Reaktionsfähigkeit oft nur schwer zu gewinnen, erforderten **neue metallurgische Verfahren**. Das sowieso kleine Europa hat nur begrenzte Erz-Vorkommen. Und etwa zur Zeit des Ersten Weltkrieges haben sich die nationalwirtschaftlich denkenden europäischen Nachbarn ihre Erzvorräte geneidet und forderte der Generaldirektor der deutschen Vereinigten Stahlwerke ALBERT VÖGLER (Wikipedia 2018) die Niederwerfung Frankreichs, das Eisenerz für 600 Jahre habe, Deutschland nur für höchstens 60 Jahre, mit dem zu erobernden Briey noch etwa 40 Jahre länger. Nicht für alle Metalle wurden ihre Erze gefördert, weil etliche als **Koppelprodukte** (R. MELCHER et al. 2013) bei der Gewinnung anderer Metalle ohnehin anfielen und manchmal gar nicht in vollem Maße gewonnen wurden. Das meiste Silber wird am Ende des 20. Jh. gewonnen als Nebenprodukt von Kupfer, Blei, Gold (C. MEYER 1985, S. 1425). Vieles **änderte sich** immer wieder, etwa mit der Herausbildung der Computer, Handies und der neuen Medien überhaupt, wo '**Coltan**' = Niob, alter Name Columbinum und Tantal gefordert waren, vor allem aus Afrika, mit Gallium, Indium, Germanium, Neodym und eben Tantal die **Elektronikmetalle** (S. 35). Die primäre Bergbauproduktion für Tantal stammte von etwa 1900 bis 2009 zu über 75% durch Australien, 20% aus Brasilien, 5% aus Kanada (S. 48), aber der Bedarf stieg. **Germanium**, für dessen Produktion um 2017 auch China an erster Stelle steht, wird zu 30% aus Kohlen gewonnen, wo es an die organische Substanz gebunden ist (R. MELCHER et al 2013, S. 43). In Europa wird um 2017 kein Germanium aus Primärerzen gewonnen, wird gewonnen neben dem immer nötigen Zink (R. MELCHER et al. 2013, S. 44). Der Welt größte Konzentration von Germanium wird 1989 angegeben für die Westseite des Kalahari in Südafrika, die 'Tsumeb pipe' (C. MEYER 1985, S. 1424). Regional konzentrierte Erze, in politisch instabilen Ländern oder solchen, welche die landeseigenen Ressourcen zunehmend selbst verbrauchten bestimmten die 'kritischen **Rohstoffe**' (R. MELCHER 2013), die für die stark auf China konzentrierten Seltenen Erden, für anderswo auch Antimon, Wolfram, Niob, Magnesium (S. 34). **Recycling** ist gefordert. Wie weit wird der Tiefseeboden genutzt werden, für Manganknollen (S. 46)?

Zu den **Legierungen** war ein Ziel, theoretische Grundlagen zu erhalten, die vor-

aussagen ließen, welche **Legierungen** etwa auf Grund der Atomgrößen möglich sind, wie es, so 1934, in Großbritannien WILLIAM HUME-ROTHERY (G. V. RAYNOR 1969) darlegte.

Gerade bei manchen Metallen, gerade auch bei Eisen, gibt es infolge chemischer Reaktionen mit Umweltsubstanzen Zerstörungen, **Korrosion**, die es zu verhindern gilt (W. BROSTOW 1984, S. 336).

Für jede **Verwendung** erwies sich **oft ein bestimmes Metall** oder eine bestimmte **Legierung** als **anderen überlegen**, fast unersetzbar.

Die vorher wenig oder auch kaum genutzten Metalle kamen teilweise nahezu unersetzbar gerade zurecht für neue technische Errungenschaften. **Niobium** erwies sich als besonders geeignet als **letzte Gasreste absorbierend**es Material in Vakuum-Röhren. In **Kernreaktoren** diente das bekannte Natrium für den Kühlkreislauf. Mit Cadmium- oder Hafnium-Stäben wurde der Neutronenfluß reguliert. Die 'Brennelemente', die also bei der geregelten Kernspaltung die Wärme geben, sind eingeschlossen in eine Hülle aus Zirkonium mit dem Schmelzpunkt von 1852° C, wobei das mit dem Zirkonium stets verknüpfte Hafnium für diesen Zweck angetrennt werden mußte. Das zu den Seltenen Erden gehörende und auch in deren Lagerstätten seltene, in China bis 0,1% betragender **Dysprosium**/Dy dient für die Permanentmagneten in Windkraftanlagen, Wasserkraftwerken und Hybridmotoren, das **Gadolinium**/Gd ist nötig in FCKW-freien Kühlsystemen (R. MELCHER et al. 2013, S. 39). auch Neodym/Nd ist unverzichtbar für hochwirksameMagneten wie "in Kernspintomographen, Mikromotoren, Computerfestplatten ... Dauermagnet-Rotoren" etwa in permanent erregten Gleichstrommaschinen für Elektro- und Hybridfahrzeuge (S. 40).

Was etwa der Nahe Osten für die Erdöl-Wirtschaft war, das wurden unter anderem Südafrika, teilweise Australien für die Gewinnung namentlich der neu verwendeten Metalle, aber auch die großen Nickel-Vorräte liegen in Kanada, Eisen und Aluminium in Australien, Südafrika ist entscheidend für Platinmetalle.

.

## Die im 20. Jh. neuen Metalle

Zu Anfang des 20. Jahrhundert ließen sich gerade die für neue Verwendungszwecke aussichtsreichen Metalle noch selbst im Laboratorium nur in ziemlich **unrein**em Zustand herstellen. Vom **Titan** hieß es 1895 (zit bei L. WEISS et al. 1910, S. 350), daß noch völlige Unklarheit darüber herrscht, ob der als amorphes Titan beschriebene "Körper" "das Element", ein Gemisch dieses mit mehreren Oxdien

oder "eine niedere Sauerstoffverbindung" ist. Immerhin wurde solches Titan schon Gußeisen und Stahl für die Erhöhung von deren Festigkeit und Zähigkeit zugesetzt. Von Zirkonium hatte man um 1910 ein Metall von 94,12% L. WEISS et al. 1910) und auch für Uran wurde jede bisherige angeblich weitgehende Reindarstellung bezweifelt (A. RODENBURG 1913). .

Zahlreich waren weitere **Legierungen**, und bei TAMANN in Göttingen wurden die verschiedensten Metall-Legierungen hergestellt und untersucht, wovon die zahlreichen Artikel in der "Zeitschrift für Anorganische Chemie" zeugen.

**Manche Metalle**, und gerade auch **Aluminium**, sind **nur als Legierung** nutzbar, oder auch nur, wenn das Metall mit einer **Schutzschicht**, einem Oxid-Film, überzogen werden kann. Reines Aluminium zersetzt Wasser, und die dünne, für Wasserdampf kaum durchlässige Schutzschicht ist für dessen Verwendung unabdingbar. Auch Chrom bildet eines solche Schutzschicht. Nicht rostender Stahl war mit 15 – 20% Chrom legiert. **Genutztes Eisen** war nie in Reinform, sondern **stets** eine **Legierung mit** vor allem **Kohlenstoff** in unterschiedlichem Mengenanteil, anders im Stahl als im Gußeisen (s. d.). Was den Wert der Legierungen betrifft, so verwies TAMMANN (1932) darauf, daß man um 1830 für den Bau einer Brücke 3-mal so viel Eisen benötigte als um 1930 für eine Brücke mit derselben Durchlaß- und Tragfähigkeit.

Das Element mit dem höchsten Schmelzpunkt, um 1910 (L. WEISS) angegeben mit 2850°C, heute angegeben 3422°C (W.-D. SCHUBERT et al. 2006) ist **Wolfram**. Wolfram hat auch die geringste Wärmeausdehnung aller Metalle, auch einen äußerst geringen Dampfdruck. Durch die elektrischen Glühfäden und als Legierungsbestandteil für Stahl erhielt es wachsende Bedeutung. Die Wolfram enthaltenden Minerale Wolframit und Scheelit fielen beim Zinnbergbau an und wurden vor der Nutzung des Wolfram als taubes Gestein auf Halde geworfen oder im Straßenbau verwendet. Nun wurde das Material in Zinnwald und Cornwall zur Wolfram-Gewinnung auch auf Halden wieder zusammengeklaubt. Im Zweiten Weltkrieg etwa diente es als panzerbrechende Waffe, war damit wichtiges Rüstungsgut. Um 2005 (W.-D. SCHUBERT et al 2006) werden 65% des weltweiten Jahresbedarfs von Wolfram von etwa 60.000 Tonnen als "Hartmetall", mit feinsten Graphitteilchen, verwendet, 20% dienen für Stahl-Legierungen. Für Glühlampen-Fäden und Elektroden werden nur etwa 4% des um 2005 geförderten Wolframs verwendet.

Die Nutzung von **Aluminium** wurde erweitert, ja eigentlich erst richtig möglich, durch die Erfindung der ab 1909 hergestellten und nach den Dürener Metallwerken genannten Legierung "**Duraluminium**", mit dem Zusatz von Kupfer, und auch Mangan und Magnesium, was auf den Hütteningenieur ALFRED WILM 1906 / 1907 zurückgeht, der auch ein Verfahren zu dessen Aushärtung fand. GUSTAV

PISTOR (F. RITTER 1960), der die großtechnische industrielle Herstellung von Phosphor entwickelt hatte, begründete dann die Großherstellung von Magnesium und Aluminium. Für Aluminium wurde im Ersten Weltkrieg als größtes in Deutschland das Lauta-Werk im Braunkohlenrevier der Lausitzt errichtet, und Alumnium-Produiktion erfolgte fernerhin in Bitterfeld und in Aken / Anhalt.

Aluminium wurde das nach Eisen zweithäufgst benutzte Metall. Die Aufnhme in den Körper etwa durch Aluminiumfolie ist nicht unbedenklich. Bei der Produktion anfallender 'Rotschlamm' verwüstete 2010 einige ungarische Ortschaften. Gut ist sein relativ leichtes und bis 95% Energie sparendes Recycling YouTube 2019).

**Magnesium** (W. H. O. ZIEGLER in A. BECK 1939), das als das leichteste aller verarbeitbaren Metalle vielfältige technische Verwendungsmöglichkeiten erwarten ließ, wurde für die Herstellung in größerem Maße von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron weiter erschlossen, wobei WILHELM MOSCHEL (C. PRIESNER 1997) führender Magnesium-Chemiker war. Das "**Elektronmetall**", die Legierung **"Elektron"**, das die Griesheim-Elektron-Fabrik 1909 vorstellte, besteht aus etwa 90% und mehr Magnesium und Metallen wie Aluminium, Zink, Kupfer, Mangan und besticht durch sein spezifisches Gewicht von 1,8, das nur wenig über dem des reinen Magnesium, 1,74, liegt, auch durch das große Dämpfungsvermögen bei schlagartiger Beanspruchung, ist korrosionsfest auch gegen Salzwasser (letztes Wikipedia 2017). Der Schmelzpunkt von 650° C erlaubt auch die Nutzung für Motorteile. Wegen des Magnesium besteht bei höheren Temperaturen hohe Brennbarkeit, genutzt bei Elektron-Thermit-Stabbrandbomben.

Mit der Arbeitsgruppe PISTOR ging MOSCHEL 1925 in das Werk Bitterfeld der I.G. Farbenindustrie, wo in einer 1928 errichteten Anlage in 2 Chlorieröfen monatlich 300 t wasserfreies Magnesiumchlorid produziert wurden und konnte dann Magnesium gewonnen werden. Frankreich und England produzierten Magnesium seit 1933 in Lizenz nach dem Verfahren der I.G. Farben. Im Jahre 1939 stand Deutschland mit etwa 20.000 Tonnen / Jahr an der Spitze der Welterzeugung von Magnesium, gefolgt von England mit 5000 Jahrestonnen. Eine der größten Magnesium-Fabriken der Welt wurde während des Zweiten Weltkrieges in Nevada / USA für seinerzeit 50.000 t / Jahr errichtet.

**Tantal** hat eine dem Stahl gleiche Härte und als nichtrostendes Metall diente für medizinische Werkzeuge aller Art und Schreibfedern (C. DUISBERG 1912). STOCK trug zur industriellen Anwendung des Leichtmetalls **Beryllium** bei.

Die in den Prinzipien auf WOLLASTON zurückgehende Raffinierung von **Platin** (G. MÜNZER 1929) geschah im nassen Verfahren, wobei Platin unter starkem Druck in Königswasser aufgelöst und dann die Lösung etwas eingedampft, mit reichlich Chlorammonium versetzt wurde. Das Platin fällt als gelber Platinsalmiak

aus, dieses wird stark geglüht und der dadurch entstandene "Platinschwamm" zu Barren zusammengeschmolzen.

Extrem leicht ist **Lithium**. Von **Lithium** wurde 1923 in der Hans-Heinrich-Hütte der Metallgesellschaft Langelsheim im Harz die erste Tonne Lithiumcarbonat erzeugt (R. BAUER 1985). Um 1985 betrug die weltweite Produktion 28000 t Lithiumcarbonat, gewonnen vor allem aus Salzlaugen. Aus ihm erzeugt wurde das Lithiumfluorid für die Aluminium-Erzeugung zur Verminderung des Schmelzpunktes des der Elektrolyse ausgesetzten, in Kryolith gelösten Aluminiumoxid. Mit Fettsäuren, die ja mit Natrium oder Kalium Wasch-Seifen geben, gab das ebenfalls zu den Alkalimetallen gehörende Lithium stabile **Schmierfette** für Schwermaschinen. Wichtig wurde die Verwendung in **Batterien**, deren Verbesserung im Zeitalter der ökologische sauberen, jedoch nicht stetig fließenden Energien sehr bedeutsam ist.

**Mit Aluminium gibt Lithium** (Wikipedia 2917) eine **extrem leicht Legierung**, geeignet im Luftverkehr.

**Titan** (Titanium), silberweiß, hart wie Stahl und andererseits etwa 50% leichter, nur 1,6mal schwerer als Aluminium, Schmelzpunkt 1675°C, sehr korrosionsbeständig auch gegen Meerwasser, in solchen Eigenschaften nahezu ein "Wundermetall", wohlgeeignet für hochbeanspruchte, vor allem durch hohe Reibungswärme betroffene Teile etwa bei Düsenflugzeugen mit ihren Strahltriebwerken und in der Raumfahrtindustrie, steht zwar in der Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste an 9. Stelle, fand als Metall Ende 1916 Beachtung durch Industriemetallurgen (H. RECKMANN 1973), und wurde 1922 durch VON ARKEL eingermaßen rein dargestellt. Bisher schoin genutzt wurde sein Oxid, TiO2, als gut deckende helle weiße Farbe, "Titanweiß", auch als Legierungszusatz oder für künstliche Nebel für militärische Zwecke. Ein großes Problem bei der industriellen Herstellung von metallischem Titan war dessen bei über 600° C große Affinität zu Sauerstoff und bei 800°C auch für Stickstoff und daß nur 1% dieser Elemente im Titan dieses sehr brüchig werden läßt (W. v. HAKEN 1949). Reines Titan aus den Erzen Ilmenit, FeTiO3, und Rutil, hauptsächlich TiO2, zu gewinnen, entwickelte um 1937 der Metallurg WILHELM A. KROLL (P. EHRLICH 1957, A. WANNER 2004) in seinem Privatlaboratorium in Luxemburg-Stadt. Durch Überleiten von Chlor über Titanoxid bei Anwesenheit von Kohle wurde Titanchlorid, TiCl4, gewonnen und in einem luftdichten Reaktionsgefäß unter einem inerten Schutzgas, unter Argon, das TiCl4 wurde mit Calcium, dann technisch mit Magnesium reduziert. KROLL erhielt 1938 etwa 20 kg Titan, floh 1940 noch vor der Invasion durch die Deutschen in die USA, wo sein verbessertes Verfahren der Titan-Herstellung erst 1945 aufgegriffen wurde, rechtzeitig für das Raumzeitalter. Weil KROLL sein Patent im Deutschen Reich angemeldet hatte wurde es von den USA zunächst als Feindei-

gentum beschlagnahmt In den USA hat HUNTER Titanchlorid mit dem billigeren Natirum reduziert. Bei der Titan-Herstellung im Kroll-Verfahren wurden zum Beispiel 400 kg Magnesium in Barrenform in einem eisernen Reaktor von 2,5 m Höhe und 1,5 m Durchmesser nach gründlicher Entfernung von Feuchtigkeit und Luft bei 700°C zum Schmelzen gebracht und durch ein Rohr das bei 136,5°C siedende Titantetrachlorid eingeleitet, wonach die exotherme Reaktion einsetzte.

Das Titan-Erz Ilmenit kam zunächst vor allem aus Indien, aber zunehmend fanden die USA eigene Vorkommen (W. v. HAKEN 1949).

In einem analogen Verfahren wie der Titan-Erzeugung wurde von KROLL auch das gegen viele Säuren beständige metallische **Zirkonium** (G. BAYER et al. 1981), Schmelzpunkt 1855°C, hergestellt. Mineral war Zirkon, das auch als Formsand dienende Zirkonsilikat, gewonnen namentlich in Australien.

**Braunstein**, **Mangan**oxid, das nicht in jeder Form dazu geeignet war, wurde in Trockenbatterien benötigt, von denen pro Jahr Milliarden hergestellt wurden (E. PREISLER 1980).

**Uran** gewann seine hohe Bedeutung mit Atomwaffen und Kernenergie. Die Jagd nach dem Uran begann im Zweiten Weltkrieg. HITLER-Deutschland hatte im besetzten Belgien Uran-Vorräte aus Katanga mitgehen lassen. In den USA nahmen viele amerikanische Familien in ihren Urlaub in den Rocky Mountains Geiger-Zähler mit und suchten dort nach Uranlagerstätten, durchaus auch mit Erfolg (EU. G. ROCHOW 1967). 1963 wurde die den Bedarf damals übersteigende Uran-Produktion auf 50.000 t geschätzt (Der SPIEGEL, 1963, Nr. 40, S. 67), wobei die Produktionsländer in absteigender Reihenfolge damals die USA, mit jährlich etwa 15.000 t, Kanada mit jährlich 12.000 t. Südafrika mit etwa 6000 t. An 4. Stelle folgte Frankreich, wobei 3/4 der Uran-Erze aus dem Mutterland stammten. Von der DDR wurde nichts gemeldet, aber nach 1989 wurde festgestellt, daß auf deren Territorium mit dem für die Sowjetunon föerdernen Unternehmen "WISMUT" 'AG' der 3. Platz in der Weltproduktion eingenommen wurde. Die deutschen Arbeiter der Uran fördernden 'Wismut' Ag' etwa in Ronneburg wurden verwöhnt durch reichlich Geld, gute Lebensmittelversorgung, den Schnaps 'Kumpeltod'. Die eigenen Atombomben in großer Anzahl bedeuteten der Sowjeunion das alles dominierende Ziel! 2019 wird als 4.größter Uran-Produzent Namibia genannt (M. WICKLEDER Chemie-Kolloqium Leipzig 11. 7. 2019).

Herstellung von **Gallium Indium, Thallium**, **Seltenen Erden** wurde nach Angaben von FEIT am Ende er 1920er-Jahre in Leopoldshall begonnen (H. WISSELMANN 1961), Das für den Reaktorbau eingesetzte **Niob**(ium) ließ sich nur schwierig und daher aufwendig von dem für Spinndüsen, chemische Apparate und Kondensatoren verwendeten **Tantal**(ium) trennen (H. SCHÄFER 1959). Und Tan-

tal wie **Indium** wurden unverzichtbar für die am Ende des 20. Jh. aufkommenden Kommunikationsgeräte, so die Handys. Im Jahre 2003 wurden weltweit gegen 530 Millionen Mobiltelefone verkauft, im Jahre 2008 über 1,2 Milliarde (U. BILOW et al. 2009). Die Erzvorräte, das zum Namen "**Coltan**" verkürzte Columbit / Tantalit – Columbit aus der alten Bezeichnung 'Columbium' für Niob – führten an etlichen der wenigen Ausbeutungsorte, namentlich in der Republik Kongo, zu blutigen, nicht endenwollenden Bürgerkriegen und zur Erschließung von unzureichend gesicherten Minen durch viele einzelne.

Als weitere bitter nötige Metalle erschienen am Ende des 20. Jh. die **Seltenen Erden**, wohl unersetzbar vor allem für kleine Computer, Kleintelefone wie Handies, Flachbildschirme, Lenkflugkörper. Im ersten Jahrzehnt des 21. Jh. stieg der Bedarf von 40.000 auf 1.200.000 t. Hauptlieferant wurde China, wo es hochkonzentrierte Erze gibt, aber auch mit erbärmlichen Arbeitsbedingungen Konkurrenz auf dem Weltmarkt ausgeschaltet wurtde. Mit der Einschränkung von Exporten durch China werden also auch andere Vorkommen erschlossen werden müssen, und dann würden die Seltenen Erden für Hunderte von Jahren reichen (F. GROTELÜSCHEN 2010).

## Aufbereitung der Erze - Erzanreicherung durch Flotation

Ein sich ausbreitendes **physikalisches** Verfahren der Erzaufbereitung, der Anreicherung von bestimmten Erz aus einem Gemisch, wurde die **Flotation** (E. W. MAYER et al. 1931). In eine wäßrige Aufschwemmung der möglichst fein zerkleinerten erzhaltigen Mineralien werden Flotationsreagenzien gegeben und die wäßrige "Trübe" mit feinverteilter Luft versetzt. Die Erzteilchen werden von dem Flotationsmittel umhüllt, steigen nach oben, trennen sich so von der "tauben", nicht umhüllten "Gangart".

Ein frühes Patent wurde 1877 den Gebrüdern BESSEL in Dresden für die Reinigung des **Graphit**s erteilt, der zu dieser Reinigung mit organischen Substanzen, Ölen oder Fetten, vermischt werden sollte.

Unter den **Erzen** erwiesen sich die **sulfidische**n als für die Flotation besonders geeignet. In den USA wurde 1885 an die Lehrerin CARRIE J. EVERSON ein Patent erteilt, feingemahlene sulfidische Erze in angesäuertem Wasser durch zugesetzte Öle und bei genügender Bewegung des Wassers an die Oberfläche steigen zu lassen, während die Gangart zurückbleibt. Die nicht zu bestätigende Legende meinte, daß Frau EVERSON das entdeckt hat, als sie ölverschmutzte Säcke wuchs, in denen Kupfererz transportiert worden waren. Der Erfinder war wohl ihr Mann. CH. B. HEBRON verbesserte 1892 das Verfahren, indem er in die wäßrige Trübe Luft

einblasen ließ. In den USA wurde die Flotation damals noch nicht sehr beachtet, da noch große Vorräte reicher Erze vorlagen, die noch nicht durch Flotation angereichert werden mußten. Gefunden wurden dann Verfahren, bei denen verschiedene sulfidische Erze getrennt werden konnten, also **selektive Flotation** betrieben wurde. Damit und seinerzeit nur so ließen sich die großen Blei- und Zinkerz-Halden aufbereiten, die sich bei Broken Hill in Australien ganz im Westen von New South Wales angehäuft hatten. Es wurde Kohlendioxid eingesetzt. In London wurde 1903 die Mineral Separation Ltd. gegründet. Sie nutzte ein anderes Patent, gemäß dem unter Verwendung von 2% Seife und 4 - 6% Öl ein Zusammenballen der Sulfide zu Kügelchen stattfand und diese sich zu Bodens setzten, während die Gangart durch eine aufsteigenden Wasserstrom fortgeführt wurde.

Die Bedeutung der Flotation wuchs mit der Ausbeutung immer erzärmerer Lagerstätten. Das geschah auch in den USA, je mehr auf gemeinsam vorkommende und dabei fest verwachsene Erze zurückzugreifen war und noch erzhaltige Halden aufbereitet wurden. Selektiv Flotation erlaubte die Trennung von Kupfererzen und Schwefelkies, von Blei- und Zinkerz. Die Flotation hat bewirkt, "die Erzreserven der Welt zu erhöhen, indem sie einmal bisher nicht abbauwürdige Lager der Verwertung zugänglich macht, das andere Mal das Ausbringen erhöht, wodurch die vorhandenen Erzvorräte geschont werden" (E. W. MAYER et al. 1931, S. 18 / 19). Für 1930 wurde die durch Flotation verarbeitete Gesamterzmenge in den USA auf 70 Millionen Tonnen geschätzt, "es ist das eine Erzmenge, die größer ist als irgendeine einem metallurgischen Verfahren mit Ausnahme des Hochofenprozesses unterworfene" (S. 24). Das betraf etwa die Hälfte der Welt-Zinkerzeugung, 1928 in Mexico 32,3% aller Erze. Flotation wurde auch auf Kohle ausgedehnt.

## Diamanten

Wohl mit das wertvollste Bergbauprodukt sind **Diamanten** (YouTube u. a.). Sie zu gewinnen, werden im harten Vulkangestein Kimberlit etwa in Kimberley in Südafrika riesige unterirdische Bergwerke angelegt und riesige Massen des Kimberlit müssen zerkleinert und das fast staubfeine Material auf Diamanten untersucht werden. Privatleute haben Schürfrechte auch an gepachteten Gebieten und werden selten durch einen größeren Fund beglückt. Flüsse spülten an die Oberfläche gekommenen Kimbelit auch ins Meer und so wird an der südafrikanischen **Diamantenküste** der Meeresgrund durchwühlt, auch hochgepumpt, letztlich zerstört. Diamananten werden gewonnen auch in West-Australien.

## Baustoffe, Zement, Beton

Zement-Herstellung ist energieintensiv und wir din großen Menhen erzeugt. Für China werden um 2019 angegeben 2,4 Mlliarden t Zement jährlich, was ettwa 70-mal so viel wäre wie in Deutschland pron Jahr produziert werden (P. LEONHARD 2019). Es wurde durch Zusätze Beton mit viel stärkerer Belastung hergestellt und etwa bei den Superbrückenbauten ab Ende des 20. Jh. eingesetzt, etwa am Golf von Korinth (YouTube 2019).

## Produktion organischer Produkte

## Wasserstoffanlagerung / Hydrierung an organische Körper wie Fette, Kohle, Erdöl

## Hydrierung von Fetten - "Fetthärtung"

Die katalytische Hydrierung wurde zuerst bei flüssigen Fetten und nicht bei Kohle industriell angewandt, entwickelt von WILHELM NORMANN (1937, F. BERGIUS 1914, v. LIPPMANN 1939): die **Fetthärtung.** Waltran, Kokosöl, Baumwollöl, Ricinusöl, Palm(kern)öl, in ihrer schwerflüssigen Rohform schlecht verwendbar, werden in Gegenwart spezifischer Katalysatoren durch Wasserstoff-Anlagerung an die Doppelbindungen der Fettsäuren in feste, konsistente, als Nahrung besser angenommene Fette, namentlich "**Margarine**", verwandelt und die Rohstoffgrundlage für verwertbare Fette wurde damit stark erweitert. 3/4 aller Nahrungsfette stammten um 1939 aus Pflanzenfetten. NORMAN war nach dem Chemie-Studium in die Schmiermittelfabrik seiner Verwandten LEPRINCE & SIVEKE in Herford eingetreten. Gegen Ende des Jahres 1900 erfuhr er aus Referaten in der "Chemiker-Zeitung" von den damals neuen Arbeiten von SABATIER "über die katalytische Wasserstoffanlagerung an aliphatische Doppelbindungen mit Hilfe von Nickel" in der Gasphase kennen, und befaßte sich andererseits mit dem alten Problem der technischen Verwertung der Ölsäure. NORMAN gelang, 1901 die Ölsäure in Stearinsäure zu überführen. Im Jahre 1909 diente erstes gehärtetes Fett als Nahrung. Die Fetthärtung in größerem technischen Maßstab wurde zuerst in England, Rußland und in den Niederlanden durchgeführt. In Emmerich am Niederrhein wurden in den Germania-Ölwerken 1914 täglich 100 Tonnen Fett gehärtet. Öl-Fett wurde in Rührgefäßen mit dem Katalysator gemischt und dann in großen Bottichen Wasserstoff durchblasen. Margarine-Herstellung wurde von großen Konzernen, "Unilever", übernommen.

## Erweiterte Kohleverwertung

Die chemische Industrie des 19. Jh. konnte für Synthesen nur den Teer verwerten. Mit der Großherstellung von Calcium-Carbid (CaC2) und der dadurch möglichen Herstellung von reichlich **Acetylen** und dann mit der Kohle-**Vergasung** konnte **die Kohle insgesamt**, restlos, also auch der Koks, in chemischen Synthesen **verwertet** werden (O. NICODEMUS 1936).

## Kohle"verflüssigung" - Kohlevergasung

Benzin wurde zunächst aus Erdöl gewonnen. Aber Kohlevorräte gibt es auf der Erde mehr als Erdöl. Zudem besaßen und besitzen etliche Länder, so Deutschland, kaum Erdöl-Lagerstätten. Kohle in Benzin zu verwandeln bot sich als Lösung.

"Kohleverflüssigung" wird die Umwandlung der festen Kohle durch Wasserstoff-Anwendung in verschiedene Kohlenwasserstoffe genannt (M. HÖRING et al. 1974). Diese nicht mit einem Schmelzen der Kohle unter ihren Schmelzpunkt verbundene "Kohleverflüssigung", die Kohlehydrierung, ist je nach dem angestrebten Produkt gebunden an spezifische Katalysatoren und teilweise an Hochdruckverfahren. Entwickelt wurden die Verfahren der Kohleverflüssigung nach dem Ersten Weltkrieg besonders in Deutschland, das jetzt nur begrenzt Einfuhr von Erdöl bezahlen konnte und wo nach 1933 in der militärischen Aufrüstung der HITLER-Jahre Autarkie für Treibstoffe angestrebt wurde.

## Hydrierung der Kohle selbst - Bergius-Verfahren

Der eine Weg der Kohleverflüssigung war die **katalytische Druckhydrierung** von Kohlen, Teeren und Ölen, wie sie mit Mitarbeitern FRIEDRICH BERGIUS (R. HAUL 1985) durchführte . BERGIUS hatte in Karlsruhe bei HABER die Hochdruck-Arbeitsmethoden kennengelernt. Er ging 1909 an die Kgl. Technische Hochschule Hannover. Bei seiner Habilitation befaßte er sich auch mit dem Inkohlungsprozeß von Cellulose und überhaupt von Pflanzenmaterial und gewann Erfahrungen bei der Hydrierung von schweren Ölen und Ölrückständen. Indem man den Prozeß der Kohlebildung aus heutigen Pflanzen unglaublich beschleunigt widerholte sollte die fossile Kohle ersetzbar werden. Im Sommer 1913 führte BERGIUS' Mitarbeiter H. SPECHT die erste Hydrierung mit einer synthetischen Kohle bei 150 Atmospären Druck durch, und 1919 wurde auf dem Werksgelände Mannheim-Rheinau der Firma TH. GOLDSCHMIDT AG, zu der in Essen BERGIUS 1914

übergesiedelt war, die erste größere Anlage der Verflüssigung von Kohle nach seinem Verfahren geschaffen. BERGIUS übergab das Verfahren mit sämtlichen Patentrechten 1925 an die BASF und dann an die im Dezember 1925 gegründete IG Farben. PIER ((N. LAUFFS 1942) suchte geeignete Katalysatoren, die trotz des Schwefelgehaltes der Kohlen funktionieren mußten, also "giftfest" sind. Feinvermahlene Kohle wird mit Schwerölen vermischt zu einem Brei verrührt, diesem ein Katalysator beigemischt und in Wasserstoffdrucköfen etwa 450°C unter 150 bis 200 at Druck ausgesetzt. In dieser "Sumpfphase" kommt es "zu öligen, destillierbaren Zwischenprodukten mit mittleren Molekulargewichten ..." (W. PETERS et al. 1973, S. 286). Anschließend werden die entstandenen Öle in einer "Gasphase" unter Wirkung "hochaktiver Katalysatoren auf der Basis von z. B. Molybdän- oder Wolframoxiden oder -sulfiden hydrierend abgebaut." Aus 100 kg normaler Steinkohle und 40 kg Schweröl entstanden unter Zusatz von 5 kg Eisenoxid und 5 kg Wasserstoff unter den angegebenen Bedingungen etwa 30 kg Leichtöle, 50 kg Schweröle und Asphalt, 20 kg Gas, namentlich Methan und Ethan. Die Schweröle wurden mit feinvermahlener Kohle vermischt wieder in den Prozeß eingeführt. Am 1. April 1927 begann die Benzin-Herstellung nach dem Verfahren BERGIUS und PIER, zunächst mit Braunkohle, und 1934 folgte die erste deutsche Steinkohlenhydrieranlage nach diesem Verfahren. BERGIUS erhielt 1931 zusammen mit CARL BOSCH den Nobelpreis für Chemie.

## Kohleverflüssigung über "Synthesegas", resp. "Wassergas"

Nicht auf nur hohen Druck angewiesen waren die Verfahren, über vergaste Kohle zu Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Verbindungen zu kommen. Besonders wichtig wurde die Nutzung von "**Synthesegas**", das dem als "**Wassergas**" bezeichneten Gasgemisch ziemlich gleich ist und als wesentliche Bestandteile Kohlenmonoxid und Wasserstoff, **CO + H2**, enthält. Es wurde einer der wichtigsten Ausgangsstoffe der chemischen Industrie. Synthesegas wird erzeugt durch Behandlung der Kohle mit Wasserdampf, gemäß der hauptsächlichen Gleichung C + H2O = 2 CO + H2, bezeichnet als "Vergasung" der Kohle (W. PETERS et al. 1976). Die anwachsenden Kokshalden im Ruhrgebiet ließen sich durch die Erzeugung von Synthesegas und deren Weiterverwertung nutzen. Ein einfach zusammengesetztes Gasgemisch, eben CO + H2, ließ sich je nach den äußeren Bedingungen, vor allem auch der benutzten Katalysatoren, in ganz verschiedene Substanzen umsetzen, bezeichnet als fast ein 'Wunder' der Chemie und ihrer Industrie. Mit dem **Synthesegas** war also ein **Ausgangsmaterial** gefunden worden, das an Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten ganz großartig war, **eine** der **ganz großen Entdeckungen der technischen Chemie**. Das Synthesegas ist eines des **wichtigsten technisch** gewonnenen und gewinnbaren **Gasgemische**. Der an den Forschungen wesentlich

beteiligte HELMUT PICHLER (1967, S. CXXXIII) berichtete: "Alle möglichen Kombinationen von Katalysatorherstellung, Trägermaterialien und Aktivatoren, Katalysatornachbehandlung und anderen Faktoren wurde untersucht. Immer wieder machte eine neue Erkenntnis die unter anderen Bedingungen erhaltenen Ergebnisse hinfällig. Jeder neue Aktivator und jede, wenn auch geringfügige Veränderung von Temperatur oder Synthesegaszusammensetzung brachte eine Veränderung der Zusammensetzung der Reaktionsprodukte." Die Ausbeuten war zunächst recht gering, aber konnten gesteigert werden.

MATHIAS PIER bei der BASF fand Katalysatoren, namentlich den selektiven Zink-Chromoxid-Katalysator, bei dem bei 800°C und 200 at Druck aus den möglichen Reaktionen zwischen den Komponenten von **"Wassergas", CO + H2,** allein die **Methanol**-Bildung stattfand (N. LAUFFS 1942) und damit dieser "Holzgeist" genannte, als Lösungsmittel und weiterer Ausgangsstoff organischer Synthesen wichtige Alkohol in einer **Methanol-Synthese** bei etwa 200 atü erzeugt wurde. **Kohle** wurde **damit erstmals vollständig in einen flüssigen Kohlenwasserstoff,** einen flüssigen Brennstoff, hier Methanol, umgewandelt. Die Methanol-Synthese ging also der Erzeugung höherer Kohlenwasserstoffe, zur Benzin-Herstellung, voran. Am 15. Mai **1923** lief im Ludwigshafen-Oppauer Laboratorium der BASF der erste halbtechnische Versuch. Wegen der am gleichen Tage zu erwartenden Besetzung des Werkes durch die Franzosen wurde die Anlage sofort zerstört. PIER ging nach den Leuna-Werken, wo am 1. Juli 1923 die Methanol-Synthese in technischem Maßstab anlief. PIER hatte seit 1910 unter WILL in der Zentralstelle für technische und wissenschafltiche Untersuchungen in Neubabelsberg gearbeitet, war fast 4 Jahre im Krieg, wurde schwer verwundet und ging dann in das "Ammoniaklaboratorium" unter A. MITTASCH bei der BASF.

1931 gelang in den Leuna-Werken die Herstellung von Methanol auch aus Braunkohle. Methanol kann als energiereicher Treibstoff dienen und für weitere Substanzen.

**Mit dem Synthesegas** erstanden viele der teilweise unter niedrigerem Druck verlaufenden Prozesse zur **Kohlenwasserstoff-Herstellung**, die unter FRANZ FISCHER (R. LEPSIUS 1964, H. PICHLER 1967) mit etlichen bedeutenden Mitarbeitern am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr entwickelt wurden. FRANZ FISCHER, 1877 geborener Kaufmannssohn aus Freiburg im Breisgau, war nach dem Chemiestudium u. a. in München und Gießen, einem Aufenthalt bei MOISSAN in Paris und einer Zeit als Assistent bei EMIL FISCHER, 1911 im Alter von 34 Jahren Ordinarius für Physikalische Chemie und Elektrochemie und Leiter des Elektrochemischen Instituts an der Technischen Hochschule in Berlin geworden. Er wurde Direktor in dem am 27. Juli 1914 eingeweihten Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr.

Zum einen wurden die verschiedensten deutschen Kohlen der Tieftemperaturverkokung beziehungsweise der Schwelung unterworfen , um ihre Eignung für die Herstellung von flüssigen Kraftstoffen und Schmierölen festzustellen. An alkalisierten Eisenspänen als Katalysator erhielten F. FISCHER und HANS TROPSCH 1922 beim Druck von 100 at und mehr und bei Temperaturen von etwa 400° C ein Gemisch sauerstoffhaltiger Verbindungen, das "Synthol" genannt wurde. Der 1889 geborene TROPSCH stanmte aus Plan in Böhmen, studierte in Prag, folgte nach Industrietätigkeit in Mühlheim am Main 1920 an das Kohleforschungsinstiut in Mülheim. 1929 folgte TROPSCH zum Aufbau eines Kohleforschungsinstitut einem Ruf nach Prag, ging 1931 in die USA und starb krank zurückgekehrt 1935 in Essen (Wikipedia 2019). Im Jahre 1925 gelang vor allem unter Mitwirkung von TROPSCH (F. FISCHER 1935) die Durchführung der FISCHER-TROPSCH-Synthese zur Gewinnung flüssiger Kohlenwasserstoffe, "Treibstoff" aus dem "Synthesegas", **ohne** hohen, ja schließlich sogar ziemlich bei normalem **Druck**. Ein durch Fällung hergestellter Kobalt-Kieselgur-Katalysator brachte bereits bei 180° C eine befriedigende Ausbeute an flüssigen aliphatischen Kohlenwasserstoffen, wobei der günstigste Druck 10 bis 20 atü, also im Bereich einer "Mitteldrucksynthese" lag. Im Jahre 1934 weihte die Ruhrchemie AG in Oberhausen-Holten.die erste technische Anlage zur Niederdrucksynthese ein. Man konnte die Reaktion auch in Richtung auf Kohlendioxid lenken, das ausgewaschen wurde und dann stand Waserstoff zur Verfügung. Auch mit Eisenkatalysatoren wurde 1937 eine gute oder bessere Ausbeute erzielt, besonders an Olefinen mit guter Klopffestigkeit. Im Jahre 1938 wurden mit Ruthenium-Katalysatoren bei 100 bis 1000 atü hochmolekulare, weitgehend geradkettige Paraffinkohlenwasserstoffe erhalten. Mit der Isosynthese 1941 erhielt man bei einigen hundert atü und 400 bis 500 Grad C verzweigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, besonders Isobutan und Isopentan, bei noch höheren Temperaturen Naphthene und Aromaten, wobei sich als optimale Katalysatoren hier Thoriumoxid und eine Kombination von Aluminiumoxid und Zinkoxid erwiesen.

Ein Produkt war auch Methan, das auch erzielbar war durch die Hydrierung von Kohle mit Wasserstoff allein. H. FISCHER hat 1928 zusammen mit HELMUT PICHLER (et al. 1973, M. RASCH 2001) die Umsetzung des Methan in Benzol und, veröffentlicht 1930, die partielle Verbrennung des Methan zu **Acetylen** erreicht.

Im Falle des **Synthesegases** wurden aus **denselben Ausgangstoffen/Produkten durch verschiedenste Katalysatoren** und unterschiedliche Reaktionsbedinungen **unterschiedlichste Endstoffe**/Edukte gewonnen. Bei der **Ammoniaksynthese** war es darum gegangenn, **für denselben Prozeß**, die NH3-Synthese, den **geeigntesten Katalysator** und die geeignetsten Reaktionsbedingungen zu fin-

den. Andere Forschungen versuchten auch, denselben Katalysator oder dasselbe Katalysatorengemisch für die unterschiedichten Reaktionen, mit unterschiedlichen Produkten und Edukten, einzusetzen.

Mit der zunehmdnen Verwendung von Erdöl verlor das Fischer-Tropsch-Verfahren an Bedeutung. Das von Importen ausgeschlossene Südafrika begann das Fischer-Tropsch-Verfahren 1955 und während der Ölkrise 1973 wurde über das Verfahren auch in den USA verbessert und auch mit neuen Katalysatoren wieder eingeführt und ab 1993 in Malaysia (Chemical World May 1993).

Verschiedene **Verfahren** wurde ausgebildet, um **"Synthesegas" zu erzeugen**. Synthesegas wurde mit TROPSCH, seit 1920 Abteilungsvorsteher am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohleforschung, auch aus Methan mit Wasserdampf erzeugt und auch festgestellt, daß Bakterien für die Methan-Herstellung dienen können. FRITZ WINKLER hat 1921 einen **Generator mit Wirbelbett** entwickelt, um Kohle, das heißt feinkörnige Braunkohle oder Schwelkoks, mit Wasser zu "vergasen" und so kontinuierlich, und zwar unter Verwendung von preiswertem Sauerstoff nach LINDE-FRÄNKL in das "Synthesegas" umzusetzen. Das "**Wirbelschichtverfahren**", das war "eine der wirklich großen Bereicherungen der chemischen Technik" (K. SCHOENEMANN 1959, S. 433). Ein Druckverfahren ist das **Lurgi-Verfahren**, bei dem stückige Kohle bei 20 bis 30 at Druck mit Sauerstoff und Dampf im Festbett vergast wird. Nach 1945 gab es das Koppers-Totzek-Verfahren (u. a. M. HÖRING et al. 1974).

Hydrieranlagen wurde in der Folgezeit errichtet auch durch Japan, in Spanien, Polen, Frankreich. Durch Kohlehydrierung wurden in Deutschland in 12 Anlagen in den Jahren 1943 / 1944 etwa 4/5 der Treibstoffversorgung gesichert, allerdings mit höheren Gestehungskosten als Erdöl erfordert hätte. Das Fischer-Tropsch-Verfahren spielte dabei kaum eine Rolle (W. BIRKENFELD 1964). Nur unzureichend gelang die Erzeugung des in den USA und in Großbritannien hergestellten und für die alliiierten Flugzeuge so reichlich verfügbarem hochleistungsfähigen Flugzeugtreibstoff Isooktan. Am 12. Mai 1944 erfolgte mit 935 schweren Bombern ein Angriff auf die deutschen Hydrierwerke Leuna, Böhlen, Zeitz, Lützkendorf. Wurden hier und bei weiteren Angriffen die Schäden auch bald zu einem beträchtlichen Teil noch einmal beseitigt, wurden die Werke für synthetischen Treibstoff schließlich immer mehr ausgeschaltet und brach so die deutsche Treibstoffversorgung zusammen, wenn auch spät.

Die mit Kohle gewonnenen Erfahrungen wurden auch für die Behandlung von Erdölprodukten angewandt. Mit der Ölkrise 1973 wurde die Kohlevergasung wieder einmal interessant und gab es Neu- und Weiterentwicklungen. Beim Texaco-Verfahren werden pumpfähige Kohle-Wasser-Suspensionen bei 80 bar und 1400°C

mit Sauerstoff vergast und es entstand ein sehr reines Gas aus Kohlenoxid und Wasserstoff.

**Teer** war weiterhin ein wichtiger Ausgangsstoff, und um 1973 fielen jährlich in der Welt etwa 16 Millionen t Steinkohlenteer an, in der Bundesrepublik Deutschland eta 1,3 Millionen t (W. PETERS et al. 1973). Das zu 1,5% in solchem Teer enthaltene Anthracen reichte für die daraus herstellbaren Anthrachinin-Farbstoffe nicht aus und wurde daher hergestellt aus Napthalin und Phenanthren, die zu 10 bzw. 5% im Steinkohlenteer enthalten sind.

Angestrebt wurde auch, so in dem Verfahren nach POTT und BROCHE, Kohleextrakte, dann aschefrei, mit Lösungsmitteln aus der Kohle herauszuholen.

Die Vielheit der Produkte, welche bei gleichem Ausgangsmaterial je nach Bedinungen erhalten wurden, bildete eine Herausforderung für die **Aufklärung** der sich dabei abspielenden **Zwischenreaktionen**, und es war anzustreben, die Selektivität in den Verfahren zwecks Gewinnung der jeweils erwünschten Produkte zu vergrößern (W. A. HERRMANN 1982),

## Nahrungsmittel aus Holz, Kohle und aus Mikroorganismen

**Zucker aus Holz** wurden erzeugt nach dem Verfahren von BERGIUS und dem von SCHOLLER, wobei die erste deutsche Großanlage nach dem Scholler-Verfahren in Dessau arbeitete.

Auch **Fettsäuren** wurden **synthetisch** aus der beim FISCHER-TROPSCH-Verfahren anfallenden Paraffin-Fraktion hergestellt, gefunden von ARTHUR IMHAUSEN (B. STRAHLMANN 1974), Direktor der größten deutschen Produktionsstätte für Feinseifen. Mangan-Salze dienten als Katalysatoren für die Oxidation der Paraffine durch den Luftsauerstoff. Mit der Firma HENKEL in Düsseldorf gründete IMHAUSEN 1936 die "Deutschen Fettsäure-Werke" in Witten. Aus den so gewonnenen Fettsäuren wurden zuerst Seifen, dann auch tieftemperaturbeständige Schmieröle etwa für Marine und Luftwaffe hergestellt. Aus besonders gereinigten synthetischen Fettsäuren aber wurde schließlich das **erste synthetische Speisefett der Welt** erzeugt, in den Jahren 1941/1942 in einer Anlage 250 Tonnen pro Monat. Nahrung aus Kohle - hier war sie Wirklichkeit.

Seit 1905 ist bekannt, daß gewisse **Mikroorganismen** Methan oder auch Methanol in **Proteine** verwandeln und diese aus 35 bis 65% potentiell eßbarem Protein bestehen (H. PICHLER et al. 1973). Diese Herstellung von Protein verliefe schneller als die in höheren Pflanzen und Tieren.

**Eiweiß** zu erhalten sollten vor allem Mikroorganismen genutzt werden, denn die für die Gärungen genutzten Mikroorganismen vermehrten schließlich auch ihre Zellsubstanz, bauten also wenigstens in geringem Maße notwendigerweise, Stickstoff-Verbindungen in der Gärflüssigkeit vorausgesetzt, auch Eiweiß auf.Hefen, und **manche Hefen, "Wuchshefen**", in besonderem Maße, verwerten Sauerstoff, können dadurch wesentlich mehr Energie gewinnen und so auch verstärkt Eiweiß erzeugen. Nach der Futterhefe-Gewinnung aus Melasse wurde in der 1030er-Jahren als zu vergärender Stoff für die Hefe *Torula utilis* Holzzucker genutzt, und konnte auch unter technischen Bedingungen, wenn schließlich auch anorganischer Stickstoff und sonstige anorganische Nährsalze zugegeben waren, Eiweiß gewonnen werden. **Holzzucker und Stickstoff enthaltende Salze** – das war der **Weg zu Eiweiß**. Im nationalsozialistischen Deutschland wurde im Interesse der Gewinnung von Autarkie auf solche Nahrungsmittel-Erzeugung hingearbeitet, sollten zur Schließung der "Eiweißlücke" jährlich 80.000 bis 100.000 t Holzzucker-Hefe erzeugt werden, in 8 – 10 Großbetrieben zu je 10.000 t (H. FINK 1938, S. 478). Einheimische Kulturpflanzen waren ohnehin nicht Pflanzen mit so hohem Eiweiß-Gehalt wie gewisse Gewächse der Tropen und Subtropen. Dazu wurde Eiweiß-Gewinnung aus Sulfitablage und aus der Schlempe der Brennerei-Wirtschaft untersucht, Auch **aus Verbindungen aus Kohle** ließen sich über Aminosäuren Eiweiße aufbauen, wurde Kohle als, über Hefen, Eiweiß-Quelle anvisiert.

Allerdings lagen die Kosten dieser Verfahren so, daß die Eiweiß-Erzeugung in der Landwirtschaft nicht ersetzt wurde.

## Azetylenchemie ("Reppe-Chemie")

Einer der wichtigsten Ausgangsstoffe für industriell erzeugte chemische Produkte (O. NICODEMUS 1936) wurde das ansonsten für Beleuchtung und Schweißen angewandte **Acethylen**, Ethin, C2H2, und aus ihm erhielt man das ebenso wichtige **Äthylen**, Ethen, C2H4. Erzeugung von Acetylen/Ethin in großen Mengen wurde möglich durch die Gewinnung aus dem mit Hilfe von viel elektrischem Strom auf der Grundlage der Untersuchungen von MOISSAN gewinnbaren Calciumcarbid und Wasser. Fernerhin wurde Acethylen auch aus Kokerei- und später auch aus Erdgas gewonnen.

ERDMANN und KÖTHNER fanden 1898 (K. F. STEINBERGER 1947), daß man vom Acetylen unter Verwendung von Wasserstoff relativ einfach zum Acetaldehyd und von ihm aus zum Aethylalkohol kommt, "**Carbidalkohol**", stärker angewandt im Ersten Weltkrieg. Der Carbidalkohol war in der Qualität ebenso gut wie Industriefeinsprit aus Pflanzenmaterial. Vom Acetaldehyd kommt man andererseits zu **Essigsäure**, damit zur Acetylcellulose, zu dem kriegswichtigen Aceton. Für die

Herstellung von Essigsäure wurden im Betriebsjahr 1913 / 1914 151.400 hl Reinalkohol verbraucht (B. WAESER 1922). Wenigstens für Industriezwecke war ein Ersatz der ansonsten durch Gärung erzeugten Essigsäure also angebracht. 1917 führten die Farbwerke MEISTER, LUCIUS & BRÜNING in Höchst am Main und die Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft in Burghausen an der Salzach großtechnisch durch (O. NICODEMUS 1936).

Die Reaktionen des Acetylen, wegen seiner und seiner Verbindungen Explosivität gefürchtet, wurden zusamt seiner möglichst gefahrlosen Herstellung in Deutschland untersucht etwa von Chemikern um WALTER REPPE (u. a. 1955), 1938 bis 1957 Leiter der Forschungsabteilung der BASF. Die Apparaturen, geprüft auf 300 at Probedruck, baute er zunächst im Freien auf und verwendete Fernzündung. Über 20.000 Explosionen habe er ohne "sonderliche" Schäden überlebt (O. KRÄTZ 1991, S. 253), während ansonsten Acetylen-Explosionen zu manchem tödlichen Unfall führten. In der lapidaren Sprache von 1936 (O. NICODEMUS, S. 788) hieß es dann: "Manche Arbeitskamerad hat hier im Kampf um die Bezwingung der Materie sein Leben lassen müssen, ..." Wie erzählt wird, habe nach dem Zweiten Weltkrieg der USA-Chemiker FIESER den deutschen Kollegen REPPE mit vorgehaltener Pistole zur Herausgabe von Patenten gezwungen. Großerzeuger für Acetylen, nicht nur in Deutschland, verarbeiteten dann bis 50 t Carbid täglich. Als Abfall entstanden große, zunächst nicht verwertbare Mengen Kalkschlamm, mit dem man ganze Täler ausfüllte und Kalkberge aufschüttete. Schließlich konnte der Abfall als trockenes Pulver erhalten werden, woraus Preßlinge geformt wurden, die gebrannt wieder in den Carbidofen kamen.

Aus dem Acetaldehyd hergestellt wurden etwa Chloroform, aus dem Acetessigester Pyramidon, aus Essigsäure und Salicylsäure Aspirin. Acetylen / Ethin aber war dann auch Ausgangsstoff zahlreicher Kunststoffe (s. d.).

In den USA ließ JULIUS ARTHUR NIEUWLAND (1906, 1931) (M. T. BOGERT 1935, E. H. HEIMANN 1976, A. TREIBS 1948) Acetylen mit den verschiedensten Substanzen reagieren, wie einst BERTHELOT. NIEUWLAND wurde geboren am 14. Februar 1878 in Belgien, aber die Eltern zogen mit dem etwa 2-jährigen Kind in die USA. Es studierte später an der Universität Notre Dame im USA-Staat Indiana. Im Jahre 1903 zum katholischen Priester geweiht, wurde er nach dem Studium der Naturwissenschaften Professor erst der Botanik und dann der organischen Chemie an der Universität Notre Dame. Im Jahre 1906 beobachtete er, daß beim Einleiten von Azetylen in eine Lösung von Kupferoxid und Na-oder Kalium-Chlorid ein eigenwilliger Geruch auftrat. Die Substanz festzustellen, benutzte er 1921 eine höherkonzentrierte Kupferchlorid-Lösung, mit Ammoniumchlorid, erhielt ein neues trocknendes Öl, aus dem Filme von großer Härte und chemischer Stabilität gewonnen wurden. Zugrunde lag diesem **Divinylacetylen**, das polyme-

risierte. Die Vinyl-Gruppe ist CH2 = CH-, die an Acetylen gebunden Vinylacetylen bildet, das schwerer präparativ darstellbar war als das Divinylacetylen. Bei einem Vortrag 1925 wurde die Chemie-Firma DUPONT auf NIEUWLAND aufmerksam und nahm die Zusammenarbeit auf. Vinylverbindungen waren schon vorher erhalten, aber nicht beachtet worden. So hat HENRI-VICTOR REGNAULT (E. H. HEIMANN 1976) 1838 von einem Apotheker ein Röhrchen mit gasförmigen Vinylchlorid, H2C=CHCl, erhalten, wobei das Vinylchlorid aus im Wein enthaltenen Vinylalkohol entstanden war. Nachdem das Röhrchen unbeachtet einige Tage im Sonnenlicht stand, bildeten sich in ihm einige Krümel weißes Pulver - ohne weitere Folgen. Polyvinylchlorid, nummehr neu gefunden, wurde zu einem der ersten wichtigen Kunststoffe.

## Erdöl und Erdgas für Treibstoffe und Chemieprodukte

Beginnend in den USA besonders mit dem Krieg ab 1941 entwickelte sich hier und in Ländern mit Erdöl- und Erdgas-Zugang die weit ausgreifende **Petrol- (Erdöl-) Chemie** und danach die Erdgas-Chemie. Wie richtig dargelegt wurde (J. RISI **1947,** S. 246): "Petrol ist billig und sauber, es wird gepumpt aus Bohrlöchern von über dreitausend Meter Tiefe, gepumpt durch die Raffinierungsapparate und Cracktürme, gepumpt bis in das Reservoir der Automobile oder Flugzeuge. Kein Streik, nur untergeordnete Arbeiterfragen gibt es in dieser verältnismäßig wenig verlangenden Riesenindustrie. Alles ist kontinuierlich, alles geht automatisch, nur hie und da ein Mann in sauberen Kleidern, der von Zeit zu Zeit die Kontrollinstrumente überwacht oder einen Regulator bedient, ..." Erdöl liefert wie die Kohle 1. **Energie** und war 2. Ausgangsmaterial für die **chemische Industrie**. Die Herstellung von Chemieprodukten aus Erdöl war weniger aufwendig als die Herstellung von Produkten über das Carbid und das daraus gewonnene Acetylen. Als Energieträger war Erdöl eher ersetzbar denn als Ausgangsstoff für die Industrie. 'Erdöl' ist chemisch im einzelnen betrachtet nicht 'Erdöl', hat unterschiedliche Zusammensetzung, auch je nach Lagersätte, Pennsylvanien oder Baku/Großny, und verschieden auch innerhalb der Länder, und je nach den Erdölkomponenten und der Erdölverarbeitung, der Raffination, ist 'Benzin' nicht gleich 'Benzin'. Dem stinkenden Benzin der kommunistisch-sozialistischen Länder stand das kaum geruchsbelästigende 'West'benzin gegenüber. Manchen Ländern mit reichen Ölvorräten mangelt die Technologie hochentwicktelter Industrieländer. Erdöl muß unterschiedlich be- und verarbeitet werden und hohe chemische und technologische Kenntnisse sind dazu nötig und die erforderliche Prüfverfahren und die Apparaturen und Gerätschaften dafür. Die USA entwickelten in der Endphase des Zweiten Weltkrieges hocheffektives Benzin für die Bomber des Luftkrieges, 'Hoch-Oktan-Motorbrennstoff', um einen tiefen Ein- und dann Rückflug in Feindesland zu

ermöglichen. Erdöl spülte in an ihnen reiche Länder Massen an Geld, aber schuf "keine Produktivität" (D. DINER 2005, S. 55), sowie Spaniens in Massen eingeführtes Silber dem Land keine Beseitigung der Armut brachte.

Die bei der Kohlevergasung gewonnenen Erfahrungen dienten auch bei der Nutzung von Erdöl und Erdgas in der chemischen Industrie (O. KRÄTZ 1991).

Die Erdölnutzung hat eine längere Geschichte (s. 19. Jh.). Älter als die Erdölchemie im engeren Sinne ist die chemisch-physikalische Behandlung von Erdöl für die Gewinnung von mehr und besserem Treibstoff, "Benzin", auch als "Naphtha" bezeichnet. Dafür diente einesteils 1. das **Cracken** (Kracken), das Zerlegen und auch Umwandeln der längeren Kohlenwasserstoffketten im Erdöl . Mengenmäßig war im Erdöl die Benzinfraktion geringer vorhanden als dem Bedarf entsprach, währenddessen andere Fraktionen zu reichlich vertreten waren, es also darum ging, "die mengenmäßige Anpassung der aus dem Rohöl gewinnbaren Produkte an den jeweiligen Bedarf" herzustellen (TH. F. HAAS 1971, S. 127). Einst benötigte man namentlich die das "Leuchtöl" liefernde Fraktion und die anderen Erdöl-Inhaltsstoffe wurden verworfen. Die Ausbeute an Leuchtöl zu erhöhen schlug J. YOUNG schon 1865 die thermische Spaltung höhermolekularer Kohlenwasserstoffe vor und wurden die nach dem Abdestillieren der Leuchtölfraktion in der Destillierblase verbleibenden höhersiedenden Anteile weiter aufgeheizt und ließ sich ein Teil der Rückstände in Crackprodukte mit Leuchtölcharakter überführen. Dann stieg der Bedarf an Schmieröl und schließlich gewaltig der an Benzin, während die Petroleumlampe ausdiente. Durch Destillation von Rohöl vieler Lagerstätten können nur 15 bis 20% davon als Treibstoff in Gestalt von Benzin, mit einem Siedepunkt bis etwa 150°C, erhalten werden (E. KORTEN 1960). Ab 1913 wurde das nunmehr durch WILLIAM BURTON u. a. entwickelte "**thermische**" Cracken, die Erhitzung von Rohöl auf 600 - 700° C, bei der Standard Oil Co. angewandt (D. und K. E. KOLB 1979), aber große Anwendung kam erst mit dem 'gyro process'etwa 1925 (W. L. NELSON 1958, S. 2). Wasser mußte auch in Spuren aus dem Öl entfernt werden. Der Druck beim pyrogenen Cracken war unter einer at und bis 70 at. Das Verfahren war zunächst diskontinuierlich. THOMAS MIDGLEY jr. hatte während des Ersten Weltkrieges das erste synthetische Hochoktan-Fluggasolin hergestellt, aus Benzol. Das rein thermische Cracken wurde seit etwa 1937 auf industrieller Grundlage weitgehend abgelöst durch das "**katalytische**" Cracken, der Einbeziehung von Katalysatoren in den Crack-Prozeß. Die katalytisch gesteuerten Prozresse bei der Kohleverflüssigung boten wichtige Anregung. MIDGLEY jr. (T. A. BOYD 1953, USA, fand als einen der ersten zum Cracken geeigneten und aromatische Verbindungen liefernden Katalysatoren das Eisenselenid. In den USA lief für das katalytische Cracken 1936 eine erste Versuchsanlage in der Raffinerie Paulsboro (New Jersey), 1939 waren 15 Anlagen in Betrieb. Durch das Cracken werden die bei höherer Tem-

peratur als die Benzin-Fraktion siedenden Anteile von kettenförmigen Kohlenwasserstoffen in kürzere und damit zur Benzin-Fraktion gehörige zerbrochen, weshalb man vom Cracken = Zerbrechen spricht. Neben der Kettenspaltung gehen unverzweigte in verzweigte Ketten (Isoparaffine) über, entstehen aus Naphthenen durch Dehydrierung, also Wasserstoff-Entzug, Benzolkohlenwasserstoffe, werden aus den im Erdöl allein vorkommenden gesättigten Kohlenwassserstoffen, den Paraffinen, ungesättigte, also Olefine, gebildet, und kommt es durch Ringschluß von Kohlenwasserstoffketten zu weiteren ringförmigen Verbindungen, zu Aromaten. Allerdings entstehen durch Kondensation auch höher siedende Produkte. Durch das Cracken wird die Zusammensetzung des Rohöls also stark verändert, werden als chemische Ausgangsprodukte verwendbare Substanzen erzeugt, wird aber das als Treibstoff verwendete Benzin überhaupt erst hergestellt, denn für die mit hoher Verdichtung arbeitenden Fahrzeugmotoren der neueren Zeit sind die aus direkt aus dem Erdöl gewonnenen Produkte nicht ausreichend (M. KERL 1973). Man lernte die Lenkbarkeit der Hochtemperaturprozesse durch die Anwendung spezifisch wirkender Katalysatoren, Verweildauer im Reaktionsraum, Temperatur und Drücke zu lenken. Das effektive Isooktan, "isooctan", 2,2,4-tri-methylpentane, wurde Maßstab der Benzingüte, der "Oktanzahl". Mittels des katalytischen Cracken gewannen die Alliierten das für die Bomberflotten nötige Flugbenzin. Um 1960 wurde die Hälfte der Weltproduktion an Benzin durch Crack-Prozesse gewonnen und erst durch ihn entstanden viele jener Bestandteile, welche die "neuzeitlichen" Normal-und Supekraftstoffe auszeichnen (E. KORTEN 1960). An die Produkte des Crackprozesses kann auch unmittelbar Wasserstoff angelagert werden, gibt es also ein hydrierende Cracken, eine Kombination von katalytischem Cracken und Hydrierung.

Die Benzin-Ausnutzung wurde andererseits nach 1921 erhöht durch 2. **Antiklopfmittel.** Als solches wurde für geeignet ermittelt das Bleitetraäthyl Pb(C2H5)4, gefunden am 9. Dezember 1921 nach systematischer Suche nach einer solchen Substanz von MIDGLEY jr. (T. P. HUGHES 1974), ließen das Benzindampf-Luft-Gemisch im Motor zum effektivsten Zeitpunkt verbrennen, was den Wirkungsgrad erhöhte und den Benzinverbrauch und damit die Abgas-Abgabe verminderte. MIDGLEY war ein chemischer Erfinder, der seine Errungenschaften auch in großen Show-Veranstaltungen der Öffentlichkeit präsentierte, so das Antiklopfmittel in der Carnegie Music Hall in Pittsburgh. In Apparaten wie in Motoren wurde der Nutzen des Antiklopfmittels demonstriert. Bedenken wegen der Giftigkeit der Bleiverbindung, schon bald deutlich, führten nach Jahrzehnten zur Einführung von "bleifreiem Benzin", in den USA seit 1974 an jeder Tankstelle erhältlich. Das Benzin mußte dann höhere Qualität haben, so durch höheren Aromatenanteil, herstellbar beim Cracken.

Der Crackprozeß resp. die Crackprozesse lieferten nicht nur besseren Treibstoff,

sondern die **in der Petrolchemie nötigen Ausgangssubstanzen** für andere Produkte (K. NAUMBURG 1971), namentlich 7 Substanzen: Ethylen, Propylen, Butene und Butadien, Benzol (benzene), Toluen, Xylen, Methan. Das Cracken ist Ausgang der Petrolchemie. Mit Trennverfahren wurden die Produkte gesondert, das Hauptausgangsprodukt Äthylen, H2C=CH2, das als solches im Erdöl nicht vorkommt und erst beim Cracken zustandekommt, durch die selektive Löslichkeit in einer "CuCl-Äthanolamin-Lösung" unter 20 at Druck bei Raumtemperatur mit anschließender stufenweiser Entspannung, der "Kupferwäsche". Durchleiten von Methan oder Crackgasen durch einen Hochspannungslichtbogen von 5000°C gemäß dem Lichtbogen-Verfahren der Chemischen Werke Hüls A.G. führte zum Acetylen, einem anderen Ausgangsstoff anderer Produkte, namentlich auch Kunststoffen. Um 1979 wurden in den USA weniger als 5% des verarbeiteten Erdöls für die Petrolchemie genutzt (D. und K. E. KOLB 1979), aber mit dieser Menge wurden dennoch mehr als 90% der organischen Chemieprodukte, mehr als 500 kg pro Einwohner und Jahr in den USA, erzeugt (W. C. FERNELIUS et al. 1979). Um 1954 wurden noch erst etwa 1/4 der Chemikalien in den USA aus Erdöl und Erdgas erzeugt (E. H. HEIMANN 1976). In Frankreich und Italien wurden um 1970 13% resp. 17% des in diesen Ländern verbrauchten Erdgases als Rohstoff in der chemischen Industrie verwendet (H. PICHLER et al. 1973). Um 1960 erzeugte man aus Erdöl "weit über" 3000 verschiedene Zwischen- und Endprodukte (E. KORTEN 1960).

**Erdgas** wurde zuerst nur zu einem geringen Teil als chemischer Rohstoff genutzt (H. PICHLER at al. 1973). Erdgas besitzt unterschiedliche Zusammensetzung. Für seine Verwendung wichtig sind das Methan und andere Kohlenwasserstoffe, Methan-Homologe. Kohlendioxid, Stickstoff, auch Schwefelwasserstoff sind immer in verschiedenen Mengen dabei. Es lieferte einerseits Produkte, die ziemlich direkt für chemische Prozesse dienen konnten, so das Methan und andere Kohlenwasserstoffe. Aus Erdgas, auch aus dessen Methan, konnte durch Umwandlung Synthesegas gewonnen werden, auch Acetylen. In Deutschland wurde die 1930 von FISCHER und PICHLER veröffentlichte partielle Verbrennung von Methan zu Acetylen großtechnisch ausgebaut und die Herstellung von Acetylen aus Methan und Methanhomologen im elektrischen Lichtbogen von den Chemischen Werken Hüls durchgeführt. Erdgas wurde auch eingesetzt zur Reduktion von Eisenrezen im Hochofen, allerdings zunächst nur in geringem Maße.

In den **USA** stand die Chemie-Industrie 1979 nach Nahrungsmittelerzeugung, Transport, Erdöl-Industrie, Maschinenbau an 5. Stelle unter den Wirtschaftszweigen, mit DU PONT unter den Unternehmen an der Spitze, mit Schwefelsäure an 1. Stelle unter den Produkten (H. WITTCOFF et al. 1979). Weltweit wurden (Wikipedia 2019) wurden 1993 etwa 135 Mill. t Schwefelsäure produziert, 2019 (M.

WICKLLEDER Chemie-Kolloquium 11. 7. 2019) ist von etwa 250 Mill. t die Rede. An erster Stelle steht die Düngemittelprodukion.

Für Erdöl wurde mehrfach, so 1972 beim Club of Rome ein drohender 'Peak', ein Ende naher Fördermöglichkeit vorausgesagt. Aber etwa 2014 (ehemals USA-Energieminister und Physik-Nobelpreisträger von 1997 STEVEN CHU im Interview mit S. JORDA 2014, S. 22( wurde festgestellt, daß zu dem gewiß nicht geringen, aber bis dahin stabilen Preis von etwa 100 Dollar pro Barrel weiterhin zunehmend Erdöl gefunden und extrahiert werden kann: "Das Zeitalter des Öls wird nicht zu Ende gehen, weil es kein Öl mehr gibt." Eine andere Frage wäre die des aus der Verbrennung entstehenden Kohlendioxid. 90% der Vorräte an Erdöl wären Ölschiefer und Ölsande. Erdölfühende Schichten zu erkennen fand BRUNO PONTECORVO die Bestrahlung der Schichten mit Neutronen, weil erdölführende Schichten anders reagieren als Wasser (S. TURCHETTI 2013, S. 44).

Eine zunehmende Bedeutung für die Gewinnung erdölartiger Substanz bilden die "**Ölschiefer'**, die etwa dunkle und von der Petrographie her nicht wirklich geschieferte Sedimente sind. Enthalten ist das als Erdöl-Vorstufe angesehene 'Kerogen'. In Nordamerika soll es wieder die Selbstversorgung mit Treibstoff ermöglichen. In Europa ist für **Estland** der 'Ölschiefer' abgesehen von Holz der wichtigste Rohstoff. In Narva versorgt das Schieferöl das jedenfalls 2018 größte Krafrwerk seiner Art (YouTube, Wikipedia 2019),

## Kunststoff-, Plaste-Industrie

Als "Kunststoff" wurden verschiedene Produkte bezeichnet, vor allem, weil sie zuerst nur als Ersatz von Naturstoffen mit oft ähnlichen Eigenschaften betrachtet wurden.

Bezieht man namentlich die **Kunstfasern** ein, dann wurden und werden "Kunststoffe" hergestellt 1. Aus **Zellulose**, etwa durch deren Nitrieren, 2. Aus Produkten des **Steinkohlenteers**, so Phenol, oder des **Erdöls.** Dazu tritt die zunächst auf Calciumcarbid ausgerichtete "**Acetylen**"-Chemie, das Formaldehyd sowie Produkte von Lebewesen, aus Milch das **Casein**.

Die **Ausgangssubstanzen** der 'Kunststoffe', die Monomere, sind recht einfache Verbindungen, oft mit Doppelbildung. Sie waren teilweise schon lange bekannt. Der französische Physiker HENRI VICTOR REGNAULT kannte nicht nur das gasförmige Vinylchlorid, sondern fand 1835, daß im Sonnenlicht daraus ein weißes Pulver wird. Er hatte damit das ihm nicht definierbare Polyvinylchlorid gefunden, ohne etwas damit anfangen zu können. Auch bei anderen Kunststoffen, etwa dem Plexiglas, gingen rein theoretisch-wissenschaftliche Untersuchungen der

Kunststoffproduktion voran. So untersuchte H. VON PECHMANN (1901) um 1900, daß die **Moleküle ungesättigter Säuren**, also solche mit Doppelbildung, resp. ihre Ester, sich **miteinander verbinden**, wenigstens zwei Moleküle miteinander. Der Ausdruck "**polymerisieren**" war verhanden, wurde auch in diesem noch bescheidenem Falle des Molekülzusammentritts verwendet. VON PECHMANN hatte gefunden, "dass Crotonsäureester zu Dicrotonsäurester polymerisiert werden kann und versuchte, ob analog hierzu das auch bei den Acrylsäurestern möglich ist. Und es entstanden neben 2-molekularem Acrylsäureester auch ein tri-molekularer, ja spontan erschienen auch ein "gallertiges Polymerisationsproduct des Acrylsäuremetylersters" (S. 429). Der Plexiglas-Erfinder RÖHM hatte bei VON PECHMANN in Tübingen Lehrveranstaltungen gehört.

Die 'Kunst' der Kunststoff-Herstellung bestand darin, die Ausgangs-Monomere zur Polymerisation zu bringen, und zwar zu einer durch brauchbare Eigenschaften ausgezeichneten Kettenlänge. Das erforderte Katalysatoren. Mit der Möglichkeit, je nach Entstehungsbedingungen und Stoffzusätze die Kettenlänge und Eigenschaften der Kunststoffe/Plaste **in weitem Rahmen zu variieren**, war ihm weite Handlungsmöglichkeit gegeben, wie den Metallurgen mit ihren vielen möglichen Legierungen. In Industrie und Technik gelangte dann nur eine relativ geringe Zahl dieser Möglichkeiten zur Verwirklichung.

Manches das zu den Kunststoffen führte war schon im 19. Jh. beobachtet worden, als, etwa auch mit Kautschuk-Produkten, die USA als führendes Kunststoffland galt. Ab 1869 gab es das in den USA erfundene **Zelluloid**.

Ein wichtiger Ausgangsstoff für Kunststoffe wurde das 1868 von A. W. HOFMANN in die Chemie eingeführte Formaldehy, hergestellt unter Wirkung von Katalysatoren aus Methylalkohol/'Holzgeist' und 'Luft', also dem reagierenden Sauerstoff. ADOLF BAEYER in München hatte 1872 aus Phenol und Formaldehyd ("genauer: dem aus Dimethyloymethan im Sauren gebildeten Formaldehyd", G. KOßMEHEL 2009, S. 1090) ein harzartiges Produkt erhalten, aber das nicht weiterverfolgt. Formaldehyd war zuerst vor allem Präparierungs- resp. Konservierungsmittel, wurde ab 1889 indusrtriell hergestellt. Dann kam es zur Verwendung bei der industriellen Indigo-Synthese. Mit der Kunststoff-Industrie kam die Formaldehyd-Großherstellung, um 1968 auf der Welt etwa 3 Millionen t pro Jahr, meistens aus Methanol (WV FARRAR 1968, S. 501).

Die Firma WILHELM KRISCHE und ADOLF SPITTELER produzierte aus Casein und Formaldehyd das 1897 patentierte "**Galalith**", wörtlich = 'Milchstein', ein leichtes weißliches Material, geeignet etwa für Knöpfe. Casein diente dann mit Formaldehyd auch für Fasern (s. u.).

Der wichtigste frühe Kunststoff wurde nach manchen weiteren Versuchen mit

Kunstharzen das "**Bakelit**", mit dessen Versuchsproduktion in Erkner bei Berlin und in den USA **1909** der Beginn der von mancher Jahreszahl umrankte Kunststoffära angesetzt wird. LEO HENDRIK BAEKELAND (A. J. IHDE 1974, TH. KAPPE 1992), nach dem das Bakelit als dessen bekanntester Erfinder, benannt wurde, war 1863 als Sohn eines armen, ja ungebildeten Schuhflickers in einem Dorfe bei Gent, Belgien, geboren worden. Trotzdem fiel er durch Begabung auf, studierte an der Universität Genf Chemie und hätte auch die akademische Laufbahn einschlagen können. Mehr an chemisch-praktischen Dingen interessiert, blieb er nach einer dorthin unternommenen Reise 1891 in den USA. Hier führte er seine Arbeiten über photographische Papiere fort und verkaufte sein photographisches Druckpapier, bei dem bei Kunstlicht Foto-Negative auf Foto-Papier übertragen werden konnten, an die Firma GEORGE EASTMAN. Er konnte sich mit seiner Familie eine eigene Villa leisten. Mit eigenen Assistenten wandte er sich ab 1902 den 1872 durch dem damals in Straßburg wirkenden VON BAEYER im Laboratorium sowie anderen aus Formaldehyd und Phenol hergestellten kittartigen, aber damals kaum beachteten amorphen Substanz zu. BAEKELAND konnte daraus wie BAEYER ein Kunstharz herstellen, daß bei Wärme nicht erweichte, sondern sich festigte und fand etwa durch Druck und Ammoniak-Einwirkung den Prozeß zu kontrollieren, die Erzeugung auch auf mittleren Stadien anzuhalten und so ein in verschiedenen Bereichen verwendbares Produkt, eben "**Bakelit**", oder Bakelite, Phenolformaldehydharze, herzustellen. Bakelit ersetzte auch den teuren Schellack,. Am 23. 3 1909 hatte BAEKELAND einen ersten Artikel über seine Erfindung in Deutsch veröffentlicht. Der Laborleiter der Rütgerswerke in Erkner MAX WEGER (F. TETZLAFF 2006), der den Artikel las und ohnehin nach Verwendungsmöglichkeiten für die durchaus verfügbaren Teerprodukte suchte, lud BAEKELAND ein. BAEKELAND kam im Juni und Juli 1909 nach Deutschland. Neben BAEKELAND gab es andere unabhängige Erfinder des Produkts, so den 1938 aus Deutschland zwangsemigrierten HANS LENBACH (F. TETZLAFF 2011). Am 25. Mai 1910 wurde die Bakelite Gesellschaft m.b.H. Berlin-Erkner gegründet, und BAEKELAND gab die Lizenz für Kontinentaleuropa. Im Oktober 1910 folgte in den USA die "General Bakelite Corporation" und BAEKELAND wurde deren Präsident. Die Produktion in den USA begann 1911 (G. KOßMEHL 2009). Der 1944 verstorbene WEGER, nun in Erkner geehrt als "Vater der Bakelite", leitete die Bakelitherstellung in Erkner bis zu seiner Emeritierung am Ende der 30-er-Jahre des 20. Jh.

ls Nichtleiter fand Bakelit, zuerst durchaus kritisch gesehen, Verwendung als **Isolator** in der Elektro-Industrie an Stelle von Glas und Keramik, erwies sich als **beständig gegen viele Chemikalien**, war wärmebeständig. Im plastischen Zustand konnte es zu verschiedenen Gegenständen, zu Gehäusen für die schwarzen Telefone, verschiedene Gegenstände wie zum Haarföhnen, ja zu Flugzeugpropellern

und wie in Hitler-Deutschland zu dem Radioapparat 'Volksempfänger', geformt und dann durch Erhitzen in seiner Form stabilisiert werden.

Der 1944 gestorbene BAEKELAND, der Deutschland noch zweimal besucht hatte, wurde als Präsident 'General Bakelit Company' eine der führenden Personen in der Chemie-Industrie und auch der Chemie überhaupt in den USA.

Farbigere Kunststoffe lösten Bakelit in vielen Bereichen ab, diente aber auch noch für Hitzeschilde von Satelliten (YouTube Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik).

Auf der Grundlage der 1877 entdeckten Polymethacrylsäure und den Poylmerisaten der Methacrylsäuremethylester kam es zur Erfindung eines der weiteren ganz wichtigen Kunststoffe, des "**Plexiglas**", ab 1928. Es geschah in der Firma von OTTO RÖHM ((R. KLITZSCH 2003, E. TROMMSDORFF 1976), der er mit dem Kaufmann OTTO HAAS 1907 in Esslingen gegründet hatte und die sich zunächst auf ein enzymatisches Lederbeizmittel, mit dem Handelsnamen "Oropon, konzentrierte. Einzelne Enzyme waren damals noch nicht isolierbar und das Produkt beruhte auf der Pankreas von Schlachttieren. Nach 2 Jahren verzog die Firma nach Darmstadt. HAAS gründete 1909 eine bald unabhängig werdende Firma in den USA, welche die Stammfirma in Deutschland oft unterstützte. 'Glück und Glas, wie schnell bricht das!" spottete der Volksmund. Und selbst sehr dickes und mehrschichtiges Glas hatte seine Probleme. Die auf **Acrylsäure**, der einfachsten ungesättigten organischen Säure, CH2=CH-COOH, einer stechend riechenden Flüssigkeit, sich aufbauenden Kunststoffe galten als besonders eindrucksvoll. Plexiglas / engl. = Lucite, "erste organische Glas" (O. RÖHM 1936) ist splitterfest, lichtdurchlässiger als Silikatglas, gegen viele Substanzen, auch Fluorwasserstoff, inert. Bei höherer Temperatur läßt es sich biegen, in "beliebige Frmen bringen" (O. RÖHM 1936, S. 591). Je nach dem Alkohol, mit dem die alpha-Methylacrylsäure / 'Methacrylsäure' verestert wird, erhält man Plexiglas unterschielicher Härte. Je niederer der Alkohol, desto härter das Polymerisat. Also ist der Methylester das härteste Polymerisat der Methacrylsäure. Seine teilweise normales Glas hinter sich lassenden Eigenschaften machten es an vielen Stellen in der modernen Technik nahezu unersetzlich, ob als Fenster in Flugzeugen und Autos, als Windschutzscheiben bei Zweirad-Motorfahrzeugen und Motorbooten, im medizinischen Bereich. Plexiglas wurde auch mit Silikatglas kombiniert. RÖHM war einer der vielseitigen Erfinder in der Chemie, anregend für seine Mitarbeiter, die an der Plexiglas-Erfindung beteiligt waren.

Kurz vor dem Ersten Weltkrieg stellte bei der Chemischen Fabrik Griesheim-Electron FRITZ KLATTE Vinylchlorid her aus Aceytylen + Salzsäure: C2H2 + HCl zu CH2=CHCl. Damit wurde das lästige Chlor resp. HCl gebunden. Der

Ersthersteller von Vinylchlorid war HENRI VICTOR REGNAULT gewesen, der KLATTE anregte. Der früh verwaiste REGNAULT hette bei LIEBIG in Gießen über chlorierte Kohlenwasserstoffe gearbeitet (Wikipedia 2019). Wie dann KLATTE nachwies, bildete im Sonnenlicht im verhlossenen, für andere Substanzen unzugäglichen Reagenzglas das so isolierte Vinylchorid weiße Kügelchen, es polymerisierte. KLATTE war 1934 im Alter von 54 Jahren in einem Sanatorium in Klagenfurt an Tuberkulose gestorben. Nachdem Griesheim die Produktion 1926 aufgabem, wurde **Polyvinylchlorid**/PVC **ab 1934** großtechnisch und für den Markt zuerst in Bitterfeld erzeugt, als Ausgangssstoff mit der verbreitetsten "Kunststoffe", Firmenname in Deutschland etwa "Igelit". In Azeton noch einmal mit Chlor behandelt und entstand eine dickliche PVC-Lösung und PVC-Folien ließen sich gießen. Verbrauchtes PVC kann wieder aufbereitet werden, bis zu einer gewissen Grenze (Wikipedia 2019, YouTube u. a). .

Nach der Einführung von Hochdruck-Verfahren wurden andere Substanzen hohem Druck ausgesetzt, so bei MICHELS in den Niederlanden, wurde 1936 in England **Polyäthylen** (E. H. HEIMANN 1976) unter Hochdruck, mit 2000 Atmosphären, hergestellt. Das weiße leichte Pulver erwies sich als schmelzbar und in viele Formen bringen, sehr beständig gegen viele Chemikalien. Ab 1937 gewann man **Polyamide** (C. KRÜLL 1991). KARL ZIEGLER (1964) fand mit Mitarbeitern Ende 1953, daß sich dem Hochdruck-Polyäthylen ähnliches **Polyäthylen** auch bei niederem Druck bis Normaldruck herstellen läßt, mit metallorganischen Mischkatalysatoren, in denen u. a. Titan enthalten war. Polyäthylen war um 1960 in den USA der wichtigste Kunststoff, dicht gefolgt von PVC mit einer Jahresproduktion von 180.000 t. In Italien, mit dem Kunststoffexperten GIULIO NATTA, wurde seit 1957 bei Montecatini als neuer, dem Polyäthylen teilweise überlegener Kunststoff das **Polypropylen** erzeugt. Propylen erschien in den Crackgasen als Hauptanteil. Polypropylen konnte bei 150°C konnte noch dauerhaft gebraucht werden. ZIEGLER und NATTA wurden die Chemie-Nobelpreisträger 1963. Weit erschienen die Anwendungsmöglichkeiten der metallorganischen Mischkatalalysatoren bei ungesättigten Verbindungen, waren struktur- und stereospezifisch wirkende Katalysatoren, durch die etwa alle Substituenten sich auf einer Seite einer Kohlenwasserstoffkette anlagerten, wichtig in der Kunstkautschuk-Industrie. Die verschiedensten Kunststoffe ließen sich auch in Faserform bringen.

Seit ersten Untersuchungen von WURTZ 1859 und Polymerisationsuntersuchungen von STAUDINGER 1929 wurde einer der vielseitigsten Kunststoffe **Poly(ethylenglykol)**, verwendet etwa in Tensiden, Kosmetika, Pharmaprodukten, als Ionenleiter in Batterien (C. DINGELS et al, 2011).

In das Jahr 1938 zurück führt der Anfang des nahezu "Wunderkunststoffes" "**Teflon**" durch ROY PLUNKETT (M. SCHNEIDER 2004) bei Du Pont, Philadelphia. Zur

Entwicklung eines neuen Kältemittels lagerte PLUNKETT Tetrafluorethylen bei etwa minus 80°C in Stahlflaschen. Unerwartet gerann das Flüssiggas, wurde fest, polymerisierte und bildete total fluorierte Kohlenstoffketten, in denen aller Wasserstoff durch Fluor ersetzt war. Das Material erwies sich als inert gegen fast alle Chemikalien, selbst gegen "Königswasser", als hervorragender elektrischer Isolator, als ausgestattet mit dem niedrigsten Reibwert aller Feststoffe – zeigte sich also als die glatteste Substanz, behielt gleichbleibende Gebrauchseigenschaften von minus 200°C bis plus 280°C. Es fand sich als geeignet für Kabel-Isolierung oder als Hitzeschutzmaterial für die Weltraum-Fahrzeuge. Nach 1950 fand es Eingang in die Herstellung auch ziviler Güter, so für Bügeleisen, die teflonbeschichtet nahezu reibungslos über Stoff gleiten oder als Beschichtung in Pfannen und Töpfen.

Stoffe zusammengekoppelt aus nur wenigen Elementen, wenn auch in großer Zahl zusammengefügt, erwiesen eine Zähigkeit, welche man eher nur Metallen zugetraut hätte.

Dem Terminus "Kunststoff" haftete zunächst das Odium des "Ersatzes", des Nur-Substitutes an. Kunststoffe, Plaste, wie sich bald zeigte, besitzen eigene, ihnen zukommende, ja völlig unersetzbare Eigenschaften, wurden eigenständige Werkstoffe. Je mehr verschiedene Plaste bekannt wurden, desto mehr fand man solche mit eigenen Eigenschaften, bis hin zu dem nahezu Wunderstoff "Teflon".

Die Weltkunststoffproduktion, ohne Synthesekautschuk und Chemiefasern, ver14fachte sich vom Vorkriegsstand bis 1958, verdoppelte sich zwischen 1953 und 1958 und wurde 1958 auf 4,3 bis 4,4 Millionen Tonnen veranschlagt (K. MÖBIUS 1959). Die Bundesrepublik Deutschland lag 1952 in der Weltkunststoffproduktion unter den Staaten wieder auf dem 2. Platz. Oder (in Heinrich-Böll-Stiftung 6. 6. 2019 DOUN MOUN, CHRIS FLOOD u. HERIBERT WEFERS, im Internet); Seit Anfang der 1950-er-Jahre wurden weltweit 8,3, Milliarden t Kunststoff prouziert. Über 75% davon sind 2019 Müll. Weltweit werden 2019 etc. 400 Mill. t Plaste produziert.

Die unzersetzliche Plaste wurde nunmehr **zu einem großen Umweltproblem**. Zumal viele Nutzer Plastetüten oder andere ausgesonderte Materialien einfach in die Umgebung werfen. Längs Wüstenstraßen etwa in Syrien oder längs Straßen in Mexico häufen sich die aus Lastwagenfenstern geworfenen schwarzen Plastetüten, die der Wind umherweht. Ganze Meeresregionen sind von wirbelnden Plastikmassen überdeckt. In der Tiefsee fand sich unzersetzte Plaste. Nur etwa 11% der Plastemassen werden um 2019 recycelt, wobei es ein Downrecycling, also in minderwertigere Produkte ist. Verbrennung ist nur sinnvoll, wenn die Abgase abgefiltert werden. Statt auf Beständigkeit wurde zunehmend versucht auf **Kompostierbarkeit** zu produzieren, um nicht mehr benötigte Materialien, so Einweg-Blumentöpfe, umweltgerecht zu entsorgen. Aber Plastestaub überall, und der wohl

weniger zersetzbar als Staubkörnchen aus Quarz, SiO2. Zu spät zu grundlegenden Veränderungen?

## Fasern und Kunstfasern

Fasern waren wie vieles bis nahe der Gegenwart ausschließlich Naturprodukte, die Eiweißfasern Wolle und Seide, die Zellulosefasern aus Pflanzen, aus deren Stengeln wie beim Lein, Hanf oder Jute, als Anhängsel der Samen wie bei der Baumwolle, aus Blättern wie bei der Sisal-Agave. Um 1900 und später betrug die Weltwollverarbeitung etwa den 4. bis 5. Teil des Baumwollkonsums (R. SIGNER 1955). Dann stand im Faser-Verbrauch die **Baumwolle** an weitaus erster Stelle, 1925 mit 85%, 1948 68% (H. HOPFF 1954). Um 1955 wurde der Schafbestand auf der Erde auf etwa 750 Millionen Tiere geschätzt, sodaß bei der damaligen Weltbevölkerung etwa 3 Menschen auf ein Schaf kamen.

Daß Spinnen in ihren Spinndrüsen eine leimartige Flüssigkeit erzeugen und durch winzige Öffnungen, Spinndüsen, in Faserform auspressen, beobachteten um 1700 R. HOOKE und in der Mitte des 18. Jh. REAUMUR und überlegten davon ausgehend die Erzeugung künstlicher Fasern. Die aus Pflanzen stammenden Textilfasern bestehen aus Zellulose, deren Lösung Voraussetzung für die Herstellung von Fasern aus nicht in Faserform vorliegender Zellulose war. Es fanden sich aber nur wenige Zellulose lösende Substanzen. Dem Schweizer AUDEMAR (LEHNER 1906) wurde 1855 in England patentiert, Maulbeerzweige, also Zellulose, zu nitrieren (Di-Nitrozellulose) und diese Schießbaumwolle in einem Gemisch von Äther und Alkohol (Ätheralkohol) zu lösen, unter Zusatz noch einer ätherischen Lösung von Kautschuk. Aus der bis zu einem bestimmten Grad getrockneten zähen Masse wurden mit einer Stahlspitze Fäden gezogen, die an der Luft erstarrt auf eine Spule gewickelt wurden. Der Schweizer EDUARD SCHWEIZER (G. B. KAUFFMAN 1984) fand 1857, daß sich Pflanzenfasern, also Zellulose, bei Normaltemperatur in einer Lösung von Kupferhydroxid und Ammoniak, "**Schweizers Reagenz**", lösen. Tierische Wolle löste sich bei höherer Temperatur, Stärke gar nicht. Gelöst wurde Zellulose auch von ammoniakalischem Kupfer-Carbonat.

Nicht in Faserform vorliegende Zellulose, also etwa Holz, über gelöste Zellulose in Zellulosefasern zu verwandeln führte zu den **halbsynthetische**n Fasern (engl.: rayon). Zellulosefasern aus Holz, das führte zu der spöttischen Bemerkung vom Wald auf dem Körper, als Anzug. Bei den drei industriellen Verfahren der Herstellung von Fasern aus Zellulose stand am Anfang die Suche nach guten Glühfäden für die elektrischen Beleuchtungskörper.

1. Die industrielle Herstellung von Kunstfasern begann mit jenen auf der Grund-

lage von **Nitrozellulose**, also mit Salpetersäure veresterter Zellulose. Am Beginn stand SWAN mit seinen Fäden für seine frühen elektrischen Glühlampen. Er drückte, wie einige andere, 1882 Lösungen von Zellulose oder Nitrozellulose in **Ätheralkohol,** also **"Kollodium"**, durch enge Öffnungen in eine Flüssigkeit, in der sich das Lösungsmittel von der in Fadenform abscheidenden Nitrozellulose trennte, Nitrozellulose ist hochbrennbar, ja explosiv. In Glühlampen wären sie beim Stromdurchgang verpufft. SWAN lernte sie zu "denitrifizieren", den Salpetersäure-Rest, das NO3, mittels Schwefelammonium wieder zu entziehen. Es wurde patentiert für SWAN in England **1883**, in Deutschland 1884. SWAN stellte aus seinen Fäden einige Textilien her, wies 1885 "seidene" Tücher aus Kunstfasern vor.

Die Denitrifizierung von Nitrozellulose-Fäden blieb Problem auch bei Graf LOUIS-MARIE-HILAIRE BERNIGAUD CHARDONNET, der 1884 ein Patent aufnahm und 1890 / 1891 in Besançon die fabrikmäßige Herstellung von Kunstfasern auf Nitrozellulose-Basis begann (O. FAUST 1935, M. KAUFFMAN 1971). Ihr Preis war damals höher als der für Naturfasern. Die Denitrifizierung verminderte das Gewicht der Fasern beträchtlich, senkte jedoch ihre Festigkeit. Bis 1898 waren nahezu alle benutzten Fasern solche aus Schießbaumwolle, also nicht denitrifiziert. Abnehmer auch der recht dicken Fasern nach diesem und folgenden Verfahren waren namentlich die Hut- und Besatz-Industrie, die Hersteller von Borten, Litzen, Rüschen.

Mit Essigsäure erhielt man später die in ihren Eigenschaften günstigen Fasern aus **Zelluloseazetat**.

Fasern aus in Aceton löslicher veresterter Zellulose wurden später im Trockenspinn-Verfahren in einem erwärmten Luftschacht von mehreren Metern Länge versponnen (H. HOPFF 1954).

2. Fasern aus in **Kupferammoniak** gelöster Zellulose wurden 1882 für WESTON, später für PAULY in Gladbach (LEHNER 1906) patentiert. Die aus Kupferammoniak gewonnenen Fasern waren von allen Zellulose-Fasern der Seide am ähnlichsten, nach 1890 hergestellt in der Firma BEMBERG in Wuppertal: Cupra, Bemberg.Prozeß. Die umfangreichere industrielle Herstellung kam durch den aus einer Hugenottenfamilie stammenden MAX FREMERY (H. BEAU 1961) und JOHANN URBAN zuzstande. Sie leiteten eine Glühlampenfabrik zuerst in Gelnhausen, dann die Rheinische Glühlampenfabrik. Kunstfasern produzierten sie ab 1898 in einer ersten deutschen Kunstfaserfabrik in Oberbruch nördlich von Aachen. 1899 arbeiten in ihr schon 700 Personen. Die gelöste Zellulose wurde nach dem Durchgang durch enge Löcher in Säuren als Fäden ausgeschieden. Es enstand die Gesellschaft "Vereinigte Glanzstoffabriken" AG.

3. Von England kam 1892 das von dem Chemiker CHARLES FREDERICK CROSS (E. F. ARMSTRONG et al. 2004) mit EDWARD J. BEVAN und BEADLE enwickelte **Viskose-Verfahren**. Auch CROSS suchte anfangs nach einem feinen Faden für die neu entwickelten elektrischen Lampen. FREMERY stellte auch die deutschen Glanzstoff-Fabriken auf dieses um. Sulfit- oder Natronzellstoff, also mit Natronlauge imprägnierte Zellulose, wird Schwefelkohlenstoff-Dämpfen ausgesetzt. Es entsteht das Natriumsalz des Zellulosexanthogenats. Die mit Wasser gebildete schleimige zähe, sirupartige Viskose bildet in Chlorammoniumlösung gespritzt einen weichen Faden. Das Viskose-Verfahren erhob sich an die Spitze der Kunstfasererzeugung in der Welt, stand um 1935 bei 80 %.

Kupfer- wie Viskose-Kunstseide wurden in wäßrigen Spinnlösungen gesponnen, im **Naß-Spinnverfahren**.

Fasern wurden auch erzeugt **aus tierischem Eiweiß**, so von **Casein der Milch** (A. BRAIDA 1939), von dem eine alkalischen Lösung durch Spinndüsen in eine saure **Formaldehyd**-Lösung gepreßt wurde (WV FARRAR 1968, S. ). Nach noch ausbleibenden Erfolgen bei den Versuchen mit Casein um 1900 durch TODTENHAUPT erschien 1935 in Italien die **Lanital**-Faser, eine wie Wolle spinnbare Faser, Anderswo gab es Fasern aus Erdnuß und Mais.

Um 1925 entsprach die Menge der erzeugten Zellulosekunstfasern rund 1/10 der Weltwolleproduktion, aber um 1940 überschritten Zellulosekunstfasern und danach unterbrochen nur wenig und kurz durch den Zweiten Weltkrieg die Wollproduktion (R. SIGNER 1955).

**Vollsynthetische Fasern** sind in Faserform gebrachte "Kunststoff"-Polymere. Die "Textilwelt" wurde "durch die synthetischen Fasern nachhaltig verändert", nicht nur wegen der Angebots textiler Rohstoffe an sich, sondern "weil Textilartikel mit bis dahin nicht bekannten Eigenschaften" gewonnen wurden (H. VOGLER 2013, S. 62). Von faserbildenden Substanzen war zu verlangen war, daß die faserartigen Kettenmoleküle sich durch gegenseitig wirksame Anziehungskräfte zu Bündeln mit genügender Querfestigkeit zusammenzulagern (E. WELFERS 1976). In Faserform gebracht, als **Pe-Ce-Faser**, wurde als einer der ersten Kunststoffe das PVC, Polyvinylchlorid, in Bitterfeld. Auf der Basis ähnlich wie Eiweiße wurden in den USA bei DU PONT vollsynthetische Fasern entwickelt mit WALLACE H. CAROTHERS an führender Stelle (J. K. SMITH et al. 1985). 1937 erhielt er das Patent für das **Nylon** erhielt. Wohl depressiv, beging CAROTHERS am 29. April 1937 in einem Hotel in Philadelphia Suizid mit Cyanid. In Deutschland entwickelte durch die Polymerisation des e-**Aminocaprolactam** PAUL SCHLACK (H. VOGLER 2013) 1938 bei der zur I.G. Farben gehörenden Aceta GmbH in Berlin-Rummelsburg das Konkurrenzprodukt zum Nylon, das **Perlon**. In den USA hatte

man sich von dem Poly-Amincaprolactam nichts erhofft und so blieb hier eine Patentlücke, Ab 1943 in Landsberg an der Warthe (heute: Gorzow) großtechnisch produziert wurde. Perlon galt als kriegswichtig, für Fallschirmgewebe. Ein auch für Spezialzwecke gut geeignete Faser wurde die **Polypropylen-Faser** (E. KORTEN 1960). Aus ihr spann man baumwoll- und leinenartige Gewebe und Mischgewebe, aber fertigte aus Polypropylenfaser auch Schiffstaue, die Fäulnisfestigkeit aufweisen und auf Wasser schwimmen.

Wie bei synthetischen Produktione allgemein läßt sich die molekulare Konstitution systematisch zu verändern und dem speziellen Verwendungszweck anzupassen.

Die Chemiefaser-Produktion in der Bundesrepublik Deutschland stieg von 1951 bis 1958 von 188.000 auf 256.000 t (E. KORTEN 1960).

Im Jahre 1998 wurden weltweit 48 Mio. t Natur- und Chemiefasern produziert, mit einem Anteil der synthetischen Fasern von 55 % ((K. MÄDEFESSEL-HERRMANN 1999).

**Elaste: Natur- und Kunstkautschuk**

Der Bedarf nach Kautschuk veranlaßte die Suche nach weitern kautschukliefernden Wildpflanzen, gerade auch solchen, die man möglicherweise in Kultur nehmen könnte. Genutzt wurde etwa 1910 in Mexico und in den USA vor allem im Zweiten Weltkrieg die Wüstenpflanze **Guayule,** *Parthenium argentatum*. Die Hevea, der Plantagenkautschukbaum, blieb jedoch Siegerin über andere Kautschukpflanzen.

War auch festgestellt worden, daß dem Naturkautschuk als kleinstes Einzelmolekül, als Monomeres, Isopren zugrundelag, so wurde gefunden, daß auch etwas anders zusammengesetzte Substanzen, etwa aus Dimethylbutadien, oder Butadien-Derivate, Kautschukeigenschaften besitzen. Kautschuk aus reinen Isopren aufzubauen, war also nur ein Weg zum künstlichen Kautschuk.

Erster noch unvollkommener **synthetischer Kautschuk** wurde in Deutschland von FRIEDRICH (FRITZ) HOFMANN (1936, W. HOFMANN 1972, E. KONRAD 1936) entwickelt, der 1906 nach einem neuen betriebswichtigen Arbeitsgebiet Ausschau hielt und dabei auf einen Aufsatz über die drohende Kautschuk-Verknappung durch den Raubbau an den Wildkautschuk-Bäumen stieß. Er verfaßte darüber eine Denkschrift für den Chemieindustrie-Manager DUISBERG. Nach zwei Jahren Arbeit zur Herstellung des Kautschuk-Grundbausteins Isopren (2-Methyl-butadien) erhielt HOFMANN am 12. August 1909 ein grundlegendes Patent für die Wärme-Polymerisation des Isopren zu Synthesekautschuk. Im Ersten Weltkrieg beauftragte ihn EMIL FISCHER als Leiter der staatlichen Kautschuk-

Kommission mit der Herstellung von Synthesekautschuk, da Deutschland von der Kautschuk-Versorgung von anderswo abgeschnitten war. Der bei BAYER in Leverkusen hergestellte Methylkautschuk war allerdings nur für bestimmte Zwecke verwertbar, als Hartgummi etwa für die Akkumulatorenkästen der U-Boote. Nach Kriegsende wurde die Produktion von Synthesekautschuk erst einmal eingestellt, dann aber weitere Polymerisations-Verfahren gefunden. In der deutschen Wiederaufrüstung nach 1933 wurde Kautschuk besonders beachtet und im "Buna" ein Kautschukersatz erhalten. In Rußland konnten Chemiker unter SERGEI VASILEVICH LEBEDEV (H. M. LEICESTER 19) durch die Polymerisation von Divinyl, gewonnen aus Erdöl, und dann aus Alkohol, 1932/1933 die Gummi-Produktion in Jaroslawl an der Wolga sicherstellen. Butadien wurde aus verschiedenen Ausgangsprodukten gewonnen.

In den USA wurde aus dem von NIEUWLAND untersuchten Divinylacetylen bei DUPONT unter WALLACE H. CAROTHERS (1931) **Chloropren** CH2=CHCl=CH2 hergestellt, mit Cl anstelle des CH3 im Isopren, eine farblose Flüssigkeit mit ätherähnlichem Geruch. Es erwies sich als reaktionsfreudiger als das Isopren und polymerisierte zu einem kautschukähnlichen Produkt, "**Neopren**" genannt. Zum Vulkanisieren genügte Wärme, es war also ideal zu verarbeiten, ölbeständig, aber im Preis 25-mal so teuer wie Naturkautschuk.

Deutschlands Kautschuk-Verbrauch wird für 1928 mit 41.000 t, für 1934 mit 60.000 t angegeben (O. NICODEMUS 1936)..

Der Kunstkautschuk gerade auch in Deutschland reichte zunächst in der Qualität aber nicht an den Naturkautschuk heran, der deshalb mit verarbeitet werden mußte und dessen Produktion auch bis in die Gegenwart stieg. In Deutschland wurden 1939 80.200 t Naturkautschuk und nur 15.200 t Buna, also Kunstkautschuk, verarbeitet (B. MARTIN 2001, S. 155 nach TREUE). Auf der ganzen Erde entfielen auf den Kunstkautschuk 1938 knapp 9% (Chemie-Ing.-Techn. 1958, S. 275). Im Jahre 1940 wurden in Deutschland 26.000 t Naturkautschuk und 39.800 t Buna verarbeitet.

Guten, für moderne Autoreifen geeigneten Gummi herzustellen, so aus Naturkautschuk, das beruhte nicht nur auf einigen Grundprozessen, es benötigte auch etwa Vulkanisationsbeschleuniger verschiedenster Art, Alterungsschutzmittel, Füllstoffe, dazu bei der Verarbeitung entsprechende Temperaturen – zahlreiche Feinheiten, eine Fülle von Variablen, eine "hochsepzialisierte Kautschuktechnologie" (RÖMPP Chemielexikon), die entwickelt und beherrscht werden mußten.

Wer bestimmte **Rohstoffe** besitzt, Erdöl oder Naturkautschuk, der kann aus ihnen **ohne Beherrschung der vielen Technologien keine hochwertigen Produkte** erzeugen, kein hochwertiges Benzin und keine hochwertigen Gummiprodukt-

te.

Die USA forcierten die Erzegung von synthetischem Kautschuk, als nach 1941 Japan die südostasiatischen Kautschukplantagen in die Hand bekam und 1944 war für die USA die Produktion von synthetischem Kautschuk etwa 90mal höher als 1936.

Bei Lastkraftwagen von über 4,5 t Gewicht mußten die Reifen aus Naturkautschuk hergestellt werden. Die schweren Lastwagen mußten daher ersetzt werden. Deutschland versuchte Naturkautschuk von den Japanern zu erhalten. Von 5 von Japan ausgelaufenen Blockadebrechern erreichte bei Einsatz von 1/3 der Überwassereinheiten der Kriegsmarine nur einer Ende Dezember 1943 die Gironde. Immerhin deckte dieser eingebrachte Naturkautschuk den deutschen Bedarf bis November 1944.

In der Sowjetunion wurde zeitweilig auf einen dem Löwenzahn ähnlichen gelbblühenden Korbblütler, **Kogh-Sagys** / *Taraxacum kok-saghyz*, wild in Mittelasien, als Kautschuklieferant gesetzt, und das auch in Hitler-Deutschland beachtet.

Die USA erzeugten 1956 etwa 65% der Weltproduktion an synthetischem Kautschuk, wobei gegen 8% Neopren war (K. MÖBIUS 1956). Um 1960 lag der Verbrauch von Naturkautschuk in den USA jedoch noch bei etwa 40% der Gesamterzeugung an Kautschukwaren, in der Bundesrepublik Deutschland bei 70% (E. KORTEN 1960). 1957 verbrauchte die westliche Welt schätzungsweise 2.85 Mill. t Kautschuk, davon 1.59 Mill. t natürlichen, 1.25 Mill. t synthetischen (Chemie-Ing.-Techn. 1958, S. 275). In den Ostblockstaaten, namentlich der Sowjetunion und der DDR, wurde auf Synthesekautschuk gesetzt.

Im **Plantagen-Kautschuk** führte auch nach 1950 weiterhin mit über 90% der Weltproduktion Südost-Asien, und um 1957 entfielen trotz der politischen Probleme etwa 36% der Naturkautschuk-Erzeugung auf der Erde auf Indonesien (K. MÖBIUS 1958). Eine neu angelegte **Hevea**-Plantage liefert in 7 Jahren den ersten Ertrag, die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Hevea-Baumes beläuft sich auf 25 Jahre, systematische Züchtung erbrachte Bäume mit einem mehr als 3-mal höheren Ertrag als ein älterer Baum lieferte. Der Reifen-Hersteller Michelin legte Plantagen mit Kautschukbäumen wie einst FORD an der Ostküste Brasiliens an und von hier wird 2006 (M. BAUMANN) berichtet, daß ein Kautschukbaum maximal 45 Jahre alt wird, davon 30 bis 40 Jahre lang etwa 5 kg Kautschukmilch jährlich liefert. Da für einen Lastwagenreifen 25 kg Kautschuk nötig sind, würde ein Baum also in 5 Jahren den Kautschuk für einen Lkw-Reifen liefern. Jeder Baumstamm wird an 2 Stellen angeritzt. Brasilien liefert etwa 1% des weltweit verwendeten Kautschuks.

Katalysatoren, ausgemacht bei ZIEGLER und NATTA, die etwa zur Anlagerung aller Substituenten auf einer Seite einer Kohlenwasserstoffkette führten, brachte dem Naturkautschuk sehr nahekommenden, **hoch qualitativen Gummi** auf der Basis der technisch vorher nicht erzielbaren **Struktur des Naturkautschuks** (W. C. FERNELIUS et al. 1979). Durch die Polymerisation von Isopren mit Ziegler-Katalysatoren wurde ein sehr einheitlicher cis-Polyisoprenkautschuk gewonnen (E. KORTEN 1960). Es wurden dann die verschiedensten Kautschukarten mit verschiedenen besseren Eigenschaften in bezug auf Beständigkeit und anderes gewonnen. Bayer entwickelte Ende der 70er-Jahre des 20. Jh. durch selektive Hydrierung von Nitrilkautschuk einen Werkstoff mit hervorragender Olbeständigkeit in Hitze und Kälte, gute Verschleißfestigkeit (K. MÄDEFESSEL-HERRMANN 1999).

Die Erzeugung von Synthesekautschuk insgesamt stieg in der Bundesrepublik Deutschland von 1951 bis 1958 von 5000 auf 54.000 t. 1998 wurden weltweit rund 17,4 Mio. Tonnen Kautschuk produziert, davon 10,9 Mio. t Synthesekautschuke (K. MÄDEFESSEL-HERRMANN 1999).

Auch Silikone lieferten Elastomere.

## Wasch- und Reinigungsmittel, Hygieneartikel, Textilhilfsmittel

ERNST RÖHM (E. TROMMSDORFF 1976), der mit OTTO HAAS als Kaufmann 1907 in Esslingen ein Chemie-Unternehmen gründete, erkannte **Enzympräparate**, noch keine reinen Enzyme, als Reinigungsmittel für **Wäsche**, auch als Einweich- und Vorwaschmittel. FRITZ GÜNTHER, Farbstoffchemiker bei der BASF in Ludwigshafen a. Rh., fand bei Versuchen zur Herstellung von Glycerin während des Ersten Weltkrieges bei "propylierten Naphthalinsulfonsäuren" ein bisher nur von Seifen und vom Türkischrotöl bekanntes starkes Schäumen (K. SAFTIEN 1959) und kam von diesem Befund aus zum ersten Textilhilfsmittel, das nicht auf Fettbasis beruhte, was eine umfangreiche Produktion von Textilhilfsmitteln nach sich zog. Vielfätig war die Nutzung von **Phosphaten**. Calciumhydrogenphosphat-dihydrat, CaHPO4 x 2H2O, DCP, ist Putzkörper in **Zahnpasta**, dessen Weltproduktion für 1971 mit 60.000 t angegeben wurde. Natriumdi- und triphosphate, wurden wesentlicher Bestandteil von Wasch- und Reinigungsmittel, so Pentanatriumtriphosphat für **Vollwasch- und Geschirrspülmittel** (G. HEYMER et al. 1972). Wie Phosphat-Dünger trugen sie zur Eutrophierung der Gewässer, zur Erhöhung von dessen Nährstoffbestand und damit einem reichem Kleinalgenwachstum mit Sauerstoffmangel bei. Weitgehende Eliminierung in

Kläranlagen oder ihr Ersatz sollten das lösen.

An Papier für Hygiene verbrauchte Deutschland 2017 2,5 Milliarden Tonnen **Toilettenpapier** (Wikipedia 2019).

## Kältemittel

Für Kühlschränke suchte und fand THOMAS MIDGLEY jr. (T. A. BOYD 1953) unter Heranziehung des Periodensystems der chemischen Elemente als geeignetes Kältemittel das **Dichlordifluormethan**, bekannt dann unter dem Handelsnamen "Freon", damit Prototyp der Fluorchlorkohlenwasserstoffe, der FCKW. Hochstabil, nicht brennbar, ungiftig für Lebewesen schien es für seinen Verwendungszweck ideal zu sein. Wie schon sein Antiklopfmittel führte MIDGLEY auch dieses Kühlmittel in großer Show der Öffentlichkeit vor. Er atmete die Substanz sogar ein, blies beim Ausatmen mit ihm eine Kerze aus. MIDGLEY erkrankte 1940 an Poliomyelitis und starb relativ jung 1944. Die FCKW aber erwiesen sich später als Substanzen, die in der Hochatmosphäre die Ozonschicht zerstören und durch den damit bewirkten Wegfall des Schutzes vor zu viel UV-Strahlung das Leben auf der Erde gefährden.

## Silikone - eine neue Kunststoffklasse

Die klassische Organosilicium-Chemie begründete der Engländer FREDERIC STANLEY KIPPING. Von EUGENE G. ROCHOW (1967) in den USA und etwa gleichzeitig unabhängig von ihm durch RICHARD MÜLLER (W. RESCHETILOWSKI 2004) in Deutschland, in Radebeul bei Dresden, wurden zwischen 1938 und 1950 die auf siliziumorganischen Ketten beruhende Kunststoffklasse der **Silikone** gefunden. Der Name stammt von KIPPING. Grundgerüst ist die Kette - Si- O - Si - O -. An dem Silizium hängen organische Gruppen. Anfang der 1930er-Jahre ließ sich MÜLLER die einfache chemisch-technische Umsetzung von Silicium mit Chlorwasserstoff zu Trichlorsilan bei Kupfer als Katalysator patentieren, Voraussetzung der Silicon-Herstellung. Die einfachsten Silikone sind die Methylsilikone, die bereits durch ungewöhnliche physikalische Eigenschaften, auch ihre Beständigkeit, auffielen. Silikonharze dienen als Material für elektrische Isolierung, Silokone finden Anwendung als wasserdichten Film auf anderen Materialien, es gibt Silikonkautschuk, Fluorsilicone sind Schmiermittel für extreme Temperaturen.

# Chemie in Organismen: Naturstoffe - Physiologische Chemie - Biochemie

## Erforschung der Substanzen in Lebewesen, Erschließung der Naturstoffe

Chemie auf der Grundlage faßbarer Substanzen wurde in Organismen immer bedeutender. Ob beim Stoffwechsel in Zellen, zur Energie-Gewinnung in Muskelfaserzellen, ob bei Nervenprozessen, in der körperinneren Regulation - wo mit allgemeinen Begriffen und unklaren Vorstellungen hantiert worden war, ergab sich bei eingehender Untersuchungen die Existenz und Wirkung chemisch faßbarer Substanzen und chemischer Prozesse. Die Vorgänge im Organismus ließen sich auf eine chemische Ebene zurückzuführen, womit jedenfalls eine Erklärung gegeben war.

Die **Naturstoff-Erschließung** (u. a. S. BERGSTRÖM 1983) geschah in vielem in den **Stadien:** 1.aus Geschmack, Geruch, Wirkungen wird eine **Substanz** vermutet und **erwartet** und diese dann **nachgewiesen**, also von der Hypothese zum Fakt geschritten, und in diesem Sinne auch weiter, 2. wird die **chemische Struktur ermittelt**, 3. die Biosynthese, die Biogenese, das Aufbauen einer Substanz im Organismus wird von der chemischen Formel her vermutet und dann nachgewiesen. 4. Gleichzeitig oder auch vorher und danach wird eine **chemisch-technische Synthese** angestrebt. Die im Organismus erforschte Biogenese kann Anregungen geben, aber es für die Industrie auch abgeändert werden. Die sogenannte Totalsynthese, von sehr einfachen Stoffen, wird meistens vermieden,

sondern von einigermaßen prreiswerten außerhalb der Industrie gewinnbaren Naturstoffen zur Vollendung der Synthese in der Industrie geschritten 5. In der chemisch-technischen Industrie, namentlich in der pharmazeutischen, werden von einem neu bekannt gewordenem Naturstoff **Analoga resp. Derivate erzeugt** und werden auf ihre Wirkungen getestet, und in der Tat oftmals als günstiger gefunden. So verlief etwa bei den Hormonen und Signalstoffen überhaupt.

Den Chemiker interessiert an Substanzen im Lebewesen deren Chemie. Für den Biochemiker und Biologen ist wichtig auch deren **funktionelle Stellung**. **Endprodukte** des Stoffwechsels sind Pigmente wie die Melanine, Ommine, Anthozane, Karotine und Flavone, **Teilprodukte** einer Synthese im Lebewesen sind die zu den Proteinen führenden Aminosäuren, **Bestandteile für** Synthesen bewirkende **Enzyme** sind die Vitamine (R. B. GOLDSCHMIDT 1961, S. 281).Mit der Feststellung einzelner Stoffe und deren Konstitution blieb in vielen noch offen, wie sie im Organismus wirkten, **an welchen Orten** in der Zelle sie in welcher

Weise eingebettet waren, **wo** sie **lokalisiert** sind, ob im Zellkern, in Mitochondrien, an bestimmten Stellen in der Zellmembran oder anderswo. Die Stoffe einzeln aufzufinden, herauszulösen, mehr oder weniger rein präpararitv darzustellen war also nur ein Schritt in der Forschung der Chemiker und Biochemiker an Lebewesen. Die Kenntnis der chemischen Formel von Chlorophyll und die Herauslösung von Chlorophyll ließ noch nicht die Chlorophyll-Tätigkeit, die Photosynthese, im Reagenzglas ablaufen.

Bis zum Ende der 1970-er-Jahre (B. FRANCK 1979, S. 453) waren etwa **20.000 Naturstoffe** bekannt, und das waren "weniger als 1% aller organisch-chemischen Verbindungen." Gewiß sind viele der nicht in der Natur jedoch dem organischen Chemiker bekannten organisch-chemischen Verbindungen mit Naturstoffen verwandt, sind deren Derivate. Bei KARRER (zit. bei B. FRANCK 1979, S.463) wurden außer den Alkaloiden bis 1961 4433 Pflanzenstoffe angeführt. 1754 davon kamen zwischen 1956 und 1961 dazu.

Die **verschiedenen Organe** wurden einzeln **auf ihre Substanzen erforscht**, etwa das Auge mit ihren Bestandteilen wie Linse und Glaskörper und dann die Retina mit ihren Sehzellen, und dazu kam die vergleichende Feststellung der teilweise andersartigen Substanzen im Auge **bei verschiedenen Tiergruppen** (A. PIRIE 1960).

## Anorganische Substanzen in Organismen

Der überwiegende Teil der Substanzen in Organismen sind organische. Aber anorganische Substanzen sind auch stark vertreten, so **Calciumcarbonat** in Korallen, Muscheln- und Schnecken-Schalen und im Stil der Seelilien / Crinoiden. Massen von Sedimenten gehen auf solche Organismen zurück. **Kieselsäure** bildet die Hartsubstanz der einzelligen Radiolarien und der Kieselalgen / Diatomeen, verstärkt auch die Halme der Gräser und die Sprosse der Schachtelhalme. Zu den zahlreichen nötigen Elementen s. unten.

## Erforschung der organischen Naturstoffe – mit noch vorwiegend rein chemischen Methoden

Hatte VICTOR MEYER 1889 (s. 1892, S. 200) von den Blumenfarbstoffen gesagt, daß "deren chemische Natur heute noch unserer Erkenntniß spottet - ", kurz nach 1900 widmete sich RICHARD WILLSTÄTTER erfolgreich der Aufklärung der chemischen Struktur der **Blütenfarbstoffe** und zahlreiche weitere Naturstoffe wurden mit oft neuen Methoden aufgeklärt. Von den früher erzielten Erfolgen

bei der Naturstoff-Aufklärung wurde zu Recht einmal gesagt (C. H. EUGSTER 19): "Wer das heutige Arsenal an Methoden und Instrumenten betrachtet, das dem modernen Chemiker zur Verfügung steht, wundert sich manchmal mit welcher Sicherheit die älteren Chemiker auch relativ komplizierte Strukturen herleiten konnten."

Manche der wichtige Naturstoffe oder auch ihre Derivate, ob Vitamine oder Antibiotika, erwiesen sich als Derivate **von Grundkörpern**, die man zu einem beträchtlichen Teil schon im **späten 19. Jh. gefunden** und auch in ihrer Konstitutionsformel aufgeklärt hatte, so oft als Abkömmlinge von Hetero-Aromaten, von Pyrrol, Pyridin, Pyramidon u. a.

## Kohlenhydrate

Kohlenhydrate, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, erscheinen von der Summenformel her als einfacher als die Proteine oder Nukleinsäuren, aber ihre Synthese ist viel aufwendiger als die der Proteine und Nukleinsäuren und sind auch wegen des komplizierteren Aufbaus nicht wie diese. mit ihrer 'Perlenkette', zu sequenzieren. Kohlenhydrate erscheinen so, 1999 (M.-D. WEITZE 1999, S. 37), als von den Chemikern "stiefmütterlicher" behandelt als Proteine und Nukleinsäuren. In den Zellen gibt es nur 8 verschiedene Einfachzucker, aber diese können "derart vielfältig zusammengesetzt werden, dass es für ein Kohlenhydrat aus vier Bausteinen bereits 15 Millionen Möglichkeiten gibt" (M.-D. WEITZE 1999, S. 37). So blieb es im Unterschied zu den einfacher aufgebauten Stärke und Zellulose bei den mehr als eine 'sugar residue' enthaltenden **Polysacchariden** (E. L. HIRST et al. 1946) den **Hemizellulosen**, **Pektinen**, ja den **Pflanzengummis**, schwierig, sie zu isolieren, zu reinigen, und ihr kolloidaler Charakter trug zu den Schwierigkeiten bei. **Pektine** erscheinen in jungem Pflanzengewebe, in reifenden Früchten, sind zu beachten bei der Flachsrotte, lieferten in Hydrolyse verschiedene Zucker, nunmehr (Wikipedia 2017) gekennzeichnet durch ihre Zusammensetzung aus D-Galacturonsäure-Einheiten.

Der Terminus "Kohlenhydrate" wurde 1844 eingeführt. Pionier der neueren Kohlenhydratforschung wurde HEINRICH KILIANI (W. HÜCKEL 1949), zuletzt in Freiburg i. Br. KILIANI untersuchte das in Dahlien-Knollen enthaltene **Inulin**, fand die **Arabinose** als einen Einfachzucker mit 5 statt 6 Kohlenstoff-Atomen. KILIANIs Forschungen über die **Zucker** bildeten die Grundlage für die Arbeiten des bald führenden Naturstoff-Erforschers EMIL FISCHER (1898, 1909), der bewußt die Erforschung von Natursubstanzen wieder in die Biologie führte.

EMIL FISCHER (M. O. FORSTER 1920) war am 9. Oktober 1852 in Euskirchen,

südwestlich von Köln, geboren worden und sollte zuerst zum Holzkaufmann ausgebildet werden. Im Jahre 1871 wurde FISCHER Student bei KEKULÉ in Bonn, ging nach Straßburg, promovierte bei BAEYER und folgte ihm nach München. Hier wurde er schließlich außerordentlicher Professor. Im Jahre 1882 erhielt FISCHER den Chemie-Lehrstuhl in Erlangen, 1885 den in Würzburg. Im Jahre 1892 wurde FISCHER als Nachfolger von HOFMANN Ordinarius in Berlin. FISCHER erhielt 1902 den Nobelpreis für Chemie. Während des Ersten Weltkrieges war er für die Rüstung auf chemischem Gebiete tätig.

FISCHERs Erforschung der Zucker ab 1884 war begründet in FISCHERs Entdeckung einer stickstoffhaltigen, giftigen Verbindung, das **Phenylhydrazin**, C6H5-NH-NH2, im Frühjahr 1875 (K. FREUDENBERG 1961, wobei die Entdeckung für L. KNORR (1919, S. 133) bei FISCHER zeigte: "Schon spürt man die Tatze des Löwen". Da sich die Zucker als solche nicht ausreichend trennen ließen, war es nötig, wie bei der Erfoschung anderer Substanzgruppen durch andere auch geschehen, sie in für die ganze Stoffgruppe spezifische Verbindungen, "Analog-Verbidnungen", zu überführen, die besser präparativ dargestellt werden konnten. FISCHER fand, daß sich das Phenylhydrazin mit den Monosacchariden zu den gelben, in Wasser schwer löslichen "**Osazonen**" umsetzen, die sich trennen ließen und so die einzelnen Zucker faßbar machten. Als ein erste Beispiel beschrieb FISCHER, wie eine etwa 10prozentige wässerige Lösung von Traubenzucker mit einer Auflösung von Phenylhydrazin in verdünnter Essigsäure sich sofort gelb färbt, und alle natürlichen Zuckerarten, welche die Fehlingsche Lösung reduzierten, zeigten dieselbe Reaktion. Zucker konnte FISCHER auch synthetisch herstellen, schließlich etwa 50 Zuckerstoffe, mehr als die Natur bot.

So zäh und arbeitesfreudig FISCHER war (L. KNORR 1919), das Arbeiten mit dem Phenylhydrazin, von ihm in Erlangen entdeckt, hatte gesundheitliche Folgen hinterlassen. FISCHER starb am 14. Juli 1919 in seinem Haus in Wannsee bei Berlin.

Mit der Ausbildung der Makromolekularchemie namentlich durch STAUDINGER wurden durch ihn und auch durch KARL FREUDENBERG die als makromolekular anzusehenden Kohlenhydrate mit den für die Makromolekularchemie entwickelten Methoden untersucht. Das **Holz** war nach wie vor einer der sehr wichtigen und etwa in Deutschland nach 1930 zunehmend genutzten Rohstoffe. Für FREUDENBERG in Heidelberg (F. CRAMER 1984, G. KRÜGER 1976, CHR. MEINEL 1981) erschloß sich die **Zellulose** 1921 als ein Polymer, daß aus Glukose-Resten verbunden durch kovalente Glykosid-Bindungen besteht und er publizierte 1928 die erste korrekte Formel der Zellulose. Der Kohlehydratforscher FREUDENBERG bestätigte 1930, daß auch die **Stärke** aus kettenförmigen Makromolekülen besteht, untersuchte die von SCHARDINGER hergestellten Teilprodukte der Stärke, die

**Dextrine**, konnte den Jod-Test auf Stärke erklären.

Durch und um STAUDINGER wurden ebenfalls eingehender untersucht die **Stärke** (1937), die **Zellulosen** und deren Acetate (1937 b), das **Glykogen** (1937 c), das aus den Flechten gewonnene Lichenin (1940). In Zellulose sollten die Fadenmoleküle untereinander verknüpft sein, noch mehr bei dem gar nicht mehr als niedermolekular anzusehenden **Glykogen** mit kugelförmigen Molekülen, "... von Tausenden von Glucosemolekülen ... ein vielfach verästeltes Makromolekül" (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 536). Speicherorgane für Glykogen und damit Reservoire für die Freisetzung von Glukose sind die Leber mit Gylogen etwa 10% des Organgewichts und beim Erwachsenen um 150g und die zu etwa 1% ihres Gesamtgwichts aus Glykogen bestehende Muskelmasse (S. 236).

Das **Lignin**, der "Holzstoff", bei der Zellulose-Herstellung im Zellstoffkocher entfernt, konnte FREUDENBERG aufbauen, indem er eine stark verdünnte Lösung mit einem Extrakt aus dem Feldchampignon behandelte und dieses Produkt entsprach dem 1954 von BJÖRKMAN aus Eichenholz isolierten und nur wenig veränderten Lignin, womit dieses oligomerische Intermediat der Aufklärung zugänglich geworden war.

## Fette, Pflanzenöle

Im chemischen Aufbau bietet die Naturstoffgruppe der Fette, viele, gerade die aus Pflanzen flüssigen, die geringsten Probleme. Die Fette resp. Öle von **Lein, Raps, Mohn,** Baumwolle werden aus deren über 50% Öl enthaltenden Samen gewonnen, einst vor allem durch Auspressen, nun (CH. SCHWEIZER et a. 1950) vielfach ersetzt durch das höhere Ausbeuten erzielende Extrahieren mit Lösungsmitteln

Der Anbau der einst westafrikanischen **Ölpalme**, ***Elaeis guineensis*** (V. JANOUSCHEK et al. 2009), wurde über die gesamten Tropen verbreitet, und sie ist mit ihrem bis 30-37°C festem Fett aus dem schnell verderblichen Fruchtfleisch wie aus den transportablen Samen die Ölpflanze mit dem höchsten Ölertrag pro Hektar. mit 50-70% Fett im Fruchtfleisch. Der Ölpalme wegen werden weithin Tropenwälder gerodet, gibt es riesige Plantagen in Malaysia, wurden 2005 28 Mill. t wetlweit erzeugt (NZZ online 2005).

## Eiweiße

Die **Eiweiße**, die als die grundlegenden Substanzen der lebenden Materie erschienen, konnten zuerst nur in einzelnen Stücken aufgeklärt werden, bis EMIL FI-

SCHER am Ende des 19. Jh. den Durchbruch brachte. Die Erforschung der Eiweiße hatte trotz der Einstellung "Tierchemie ist Schmierchemie" schon vorher begonnen.

Die **Zerlegung von Eiweißen** wurde vor der Mitte des 19. Jh. begonnen, wobei die Zerlegung der Fette ein gewisses Vorbild abgab. Es wurden beim Eiweiß Spaltprodukte gewonnen, die aber noch nicht die Grundkörper der Eiweiße waren, jedoch Teilprodukte von niederem Molekulargewicht als die natürlichen Eiweiße. HENRI BRACONNOT erhielt 1827 aus Samen von Leguminosen ein stickstoffhaltiges Material, "**legumine**", auch "pflanzliches casein" genannt (J. S. FRUTON 1972), das durch Säure präzipitiert wurde. Die **Aufspaltung** der Eiweiße wurde zunächst mit Säuren und Alkalien versucht. W. KÜHNE benutzte für die Eiweißspaltung die im Darmkanal dafür zuständigen **Fermente.** Als Spaltprodukte entstanden zuerst die durch Salze fällbaren **Albumosen**. Nicht mehr durch Salze fällbar waren die anschließend entstehenden "echten **Peptone**" (F. HOFMEISTER 1901).

Als **Nachweisreaktionen für Eiweiß** generell wurden im 19. Jh. die zur Gelbfärbung der Eiweiße führende Reaktion von MILLON und die Xanthoprotein-Reaktion gefunden. Die Reaktionen betrafen zwar nur die Aminosäure Tyrosin, aber diese ist in den meisten Eiweißen vorhanden und damit war für die meisten Fälle Eiweiße nachweisbar.

Daß es eine **Vielheit** von Eiweißen gibt, wurde aus dem unterschiedlichen Verhalten von verschiedenen Eiweißen etwa beim Aussalzen und durch unterschiedliche Fällungsprodukte deutlich. PETER LUDWIG PANUM zeigte 1852, daß Kochsalz in Blutserum einen Niederschlag, ein Präzipitat erzeugte, nicht aber in der weißen Substanz von Hühnereiern, sich beide also in dieser Reaktion unterschieden. Magnesiumsulfat schlug gemäß ROBIN und VERDEIL beide nieder. KÜHNE gewann 1864 durch Auspressen gefrorener Froschmuskel ein alkalisches Muskelplasma, das unter Sauerwerden spontan unter Abscheiden eines globulinartigen Eiweißstoffes gerann, das "**Myosin**", das Muskeleiweiß, das viel später WILLIAM DOBINSON HALLIBURTON in 2 Proteine trennte und sie Paramyosinogen und Myosin genannt (N. MORGAN 1981 a). Auf die Verschiedenheit der Eiweiß"körper" wurde auch daraus geschlossen, weil die verschiedenen Eiweiße nicht identische Albumosen lieferten.

F. HOFMEISTER (J. POHL et al.1923) in Straßburg entwickelte die Methode, natürliche Eiweiße, Proteine, **durch anorganische Salze** zu **fällen** (J. S. FRUTON 1981), nachdem schon vorher Ammonium-Sulfat in die Eiweißchemie eingeführt worden war. Die verschiedenen Salze konnten nach ihrer Fähigkeit der Protein-Fällung in eine Reihe gebracht werden, die "Hofmeisterschen Reihen". Bei

Benutzung von Ammonium-Sulfat konnte HOFMEISTER Eier-Albumin auch kristallisieren, und Auskristallisieren wurde eine wichtige Methode zur Darstellung als rein betrachteter Proteine, so auch des Thyroglobulin.

Die ersten **Aminosäuren**, später als die grundlegenden "**Bausteine**" **der Eiweiße** erkannt, wurden zuerst nicht als Eiweißbausteine gefunden, denn BRACONNOT und PROUST erhielten **Leucin**, WILLIAM WOLLASTON 1810 das von BERZELIUS benannte **Cystin** als Komponente eines neuen Typs von Nierensteinen. Im Jahre 1837 wurde der Schwefel-Gehalt des Cystin nachgewiesen. Die richtige elementare Zusammensetzung des Cystin fanden später RUDOLF EDUARD KÜLZ und EUGEN BAUMANN, die chemische Struktur klärte ERNST JOSEF FRIEDMANN 1903. Bei LIEBIG wurden etwa von F. BOPP (1849) in den 40er-Jahren des 19. Jh. Albumin, Fibrin, Casein, Horn u. a. mit Säuren oder Alkalien behandelt und so 1846 Kristalle der Aminosäuren **Tyrosin** und **Leucin** hergestellt, auch **Glykokoll** gefunden (A. STRECKER 1850)**.** ADOLF FRIEDRICH LUDWIG STRECKER erhielt 1850 das **Alanin**. Im Jahre 1888 gewann THEODOR WEYL Alanin durch Säurehydrolyse von Seide (J. S. FRUTON 1972). Aus Gewebeextrakten erhielt 1856 EUGEN FRANZ VON GORUP-BESANEZ das **Valin** (valine), eine leucin-ähnliche Substanz, 1878 als Isovalin (aminoisovaleric acid) erkannt. EMIL CRAMER erhielt 1865 das **Serin** aus Seide. Das **Phenylalanin** wurde 1881 durch ERNST AUGUST SCHULZE und JOHANN BARBIERI als Bestandteil pflanzlicher Proteine gefunden. Im Jahre 1882 wurde es nach der STRECKERschen Methode der Synthese für Alanin ebenfalls erzeugt. Die **Asparaginsäure** erhielten VAUQUELIN und ROBIQUET 1806 in Spargelsaft, PLISSON trennte sie 1827 in 2 Komponenten, deren elementare Zusammensetzung 1838 PELOUZE und LIEBIG aufhellten. In den 50er Jahren des 19. Jh. fand PASTEUR, daß sie wie die Apfelsäure in einer optisch aktiven und einer inaktiven, also racemischen Form auftritt.

Die **Eiweiße der Pflanzen**, und ihre Bestandteile namentlich auch der Getreide und hier besonders der Körner, isolierten in Deutschland HEINRICH RITTHAUSEN (STUTZER 1914), in den USA THOMAS BURR OSBORNE (L. B. M. 1962), beide eng verbunden mit landwirtdschaftlichen Einrichtungen. RITTHAUSEN war nach dem Chemie-Studium in Leipzig 1854 2 Jahre Leiter der wissenschaftlichen Abteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Möckern bei Leipzig, wirkte dann an der agrikultur-chemischen Versuchstation in Ida-Marienhütte bei Saarau, 1857 Professor an der neu gegründeten landwirtschaftlichen Akademie zu Waldau bei Königsberg, 1868 Professor der Chemie an der landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf, 1873 an der Universität Königsberg, wohin das Landwirtschaftsstudium von Waldau verlegt worden war. RITTHAUSEN fand die **Asparaginsäure** als Produkt der sauren Hydrolyse **von Pflanzenproteinen**. 1866

fand er die **Glutaminsäure**, eine Säure, die Carbonate zersetzte. Die Eiweißstoffe der Ricinus-Samen erforschte er ebenso wie die Alkaloide der Gelben Lupine. Fast sein gesamtes wissenschaftliches Leben lang, bis 1928, ein Jahr vor seinem Tod, forschte über die Eiweißstoffe der Pflanzen OSBORNE in der Connecticut Agricultural Experiment Station / USA. Er erkannte den durch unterschiedliche Aminosäure.Zusammensetzug bedingten **unterschiedlichen Wert der** verschiedenen Proteine auch **verschiedener Samen**. Der für eine vollwertige Ernährung geeignete Protein-Gehalt in Nahrungspflanzen wurde ein Zuchtziel der Pflanzenzüchter.
.

In den 90er Jahren des 19. Jh. fand HEINRICH FERDINAND EDMUND DRECHSEL das **Lysin**. Etwa 1896 wurden Arginin und Histidin als Eiweißbestandteile nachgewiesen. Das **Ornithin** war 1877 durch MAX JAFFÉ gefunden worden, 1904 als Arginin-Zerlegungsprodukt nachgewiesen.

Im 20. Jh. wurden im Laboratorium auch Aminosäuren erzeugt, die nicht in der Natur nachgewiesen wurden. Erst nach 1900 wurden noch einige bisher entgangene Aminosäuren gefunden, so 1901 aus einem Kasein-Hydrolysat das **Prolin**, 1902 **Oxyprolin**. Im Jahre 1901 fanden F. G. HOPKINS und SYDNEY WILLIAM COLE das **Tryptophan**, 1903 FELIX EHRLICH das **Isoleucin**, damals, als die moderne Eiweißforschung schon voll im Gange war. Um 1920 waren 18 Aminosäuren als die "Bausteine" der Eiweiße bekannt. J. HOWARD MUELLER fand 1922 noch das **Methionin**, WILLIAM C. ROSE 1935 das **Threonin**. Manche Aminosäuren erwiesen sich als weit verbreitet. Manche nur auf wenige Eiweißstoffe beschränkt. Das **Hydrolysin** fand DONALD D. VAN SLYKE nur in geringen Mengen in manchen Kollagenen. Das **Thyroxin** fand sich nur in einem einzigen Protein, dem Thyroglobulin der Schilddrüse. Es wurde 1915 durch EDWARD C. KENDALL isoliert, seine Struktur 1927 von CHARLES HARINGTON und GEORGE BARGER aufgeklärt (J. S. FRUTON 1972).

Um 1902 hatten FISCHER wie FRANZ HOFMEISTER die **Theorie der Peptid-Bindung** entwickelt, die Vorstellung von der Art und Weise, wie die Aminosäuren bei der Bildung von Proteinen miteinander zusammenhängen. Auch die Serodiagnostik, die Vielzahl der im Serum aufbaubaren Antikörper wies auf die ungeheure Menge der in den Organismen vorhandenen Eiweißstoffe hin, und die Antikörper gegen Antigene verwiesen auch auf die **chemische Individualität** der Arten, ja von I**ndividuen**, die eben neben den auch anderen Lebewesen zukommenden Substanzen auch individuelle aufweisen.

Daß **Eiweiße sowohl durch bestimmte Enzyme wie auch durch** rein chemische **Hydrolyse**, also Zersetzung unter Wasser-Zufuhr, **zersetzt** und in ihre Bestandteile zerlegt werden und das bei beiden Verfahren in die gleichen Ami-

nosäuren, fand ERNST SALKOWSKI (M. ENGEL 2005, C. NEUBERG 1923) vom chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts der Charite´.SALKOWSKI fand 1871 die 'Verdauung', **Zerlegung, des Fibrins** durch Tryptase.

Vor allem EMIL FISCHER (1906) (L. KNORR 1919) wurde seit 1899 zum Begründer der **modernen Eiweißchemie**. Der Aufbau aller Eiweiße aus Aminosäuren wurde geklärt, die ungeheure Menge möglicher Kombinationen im **Zusammentreten der Aminosäuren** und damit die riesige Menge verschiedener Eiweiße wurde deutlich.

Die in den verschiedenen Eiweißen vorhandenen Aminosäuren zu erhalten und so die Zusammensetzung verschiedenster Eiweißstoffe festzustellen konnte E. FISCHER auf THEODOR CURTIUS aufbauen. Dieser hatte zwischen 1883 und 1888 gefunden, daß die Methyl- oder Äthyl (Ethyl -)-Ester der Aminosäuren unter erniedrigtem Druck ohne Zersetzung destillieren, also stabiler als die Aminosäuren selbst sind und über die "Analog-Verbindungen" der Aminosäure-Ester die Aminosäuren voneinander geschieden werden können. FISCHER zerlegte die Eiweiße durch Säure-Hydrolysation, überführte die gewonnenen **Aminosäuren in Ester** und trennte diese durch **fraktionierte Destillation** ("Ester-Methode") **im Vakuum** (J. S. FRUTON 1972, L. KNORR 1919), wobei allerdings auch hier eine Zersetzung von 10 – 20% auftrat (TH. WIELAND 1943). Auch hier wurde also angewandt die einst zur Trennung der Pflanzensäuren und bei E. FISCHER zur Trennung der Zucker benutzte **Methode, eine Gruppe schwer trennbarer verwandter Stoffe in besser handbare, ebenfalls einer Stoffgruppe angehörige Substanze umzuwandeln** und diese zu trennen, gegebenfalls in die Ausgangsstoffe zurückzuverwandeln**.**

DAKIN trennte die Aminosäuren mit Hilfe von Butylalkohol, andere trennten durch fraktionierte Auflösung der kristallisierten Kupfer-Salze der Aminosäuren in Wasser und Methanol. Später im 20. Jh., wurden, bei etwa PIRIE, die Acetyl-Derivate der Aminosäuren zur Trennung benutzt. Aber mit bestimmten Adsorbentien wurde auch die chromatographische Trennung angewandt (TH. WIELAND 1943).

Schon bei E. FISCHER zeigte sich, daß die in den verschiedenen Proteinen die einzelnen Aminosäuren in recht unterschiedlicher Menge vorkommen, sich die verschiedenen die Eiweiße im Aminosäurebestand unterscheiden. Zur Zerlegung der Eiweißstoffe in ihre Aminosäuren benutzte FISCHER auch **natürliche eiweißspaltende Enzyme**, Pepsin und Trypsin. Daß er auf diesem Wege aus den Eiweißen dieselben Aminosäuren wie durch die Säurehydrolysation erhielt sprach dafür, daß die Aminosäuren wirklich die natürlichen Bestandteile der Eiweißstoffe sind und nicht ein Manipulationsprodukt im Laboratorium. Es gab offenbar kein be-

sonderes 'lebendes', nur im lebenden Organismus vorhandenes und nach dem Tode verschwindendes Eiweiß. Wie weit man bei der Analyse von Eiweißstoffen auf ihre Aminosäuren ging zeigt etwa die bei EMIL FISCHER (1907) vorgenommene Analyse der Spinnenseide von Nephila madagascariensis, einer auf Madagaskar vorkommenden und versuchsweise zur Fadengewinnung benutzten große Spinne. Wie in den Fäden anderer Spinnen ergab sich ein hoher Gehalt an den Aminosäuren Glutaminsäure und Serin. FISCHER sah in der Analyse der Eiweißstoffe unterschiedlichster Herkunft auch einen Beitrag zur vergleichenden Physiologie.

Es wurde dann weiter die Erkenntnis ausgebaut, daß die **verschiedenen spezifischen Eiweißstoffe**, **Proteine**, **"**sich" **"**aus einer ganz bestimmten Zahl gesetzmäßig aufeinander folgender Aminosäurereste ... aufbauen"**,** wie es W. J. SCHMIDT 1939 (S. 22) formulierte, **also** die Proteine **definierbare Moleküle**, Makromoleküle, sind. Die Sequenz mußte aber seinerzeit offen bleiben. Man konnte z.B. 1939 etwa nur sagen, daß das das Katzenhämoglobin aus 576 Aminosäureresten besteht, "die sich in bestimmtem Zahlenverhältnis auf Arginin, Glycin, Lysin, Histidin, Asparagin, Glutamin, Tyrosin, Prolin, Cystein verteilen."

Im **Darm**, so wurde zunehmend deutlich (E. ABDERHALDEN et al. 1907: E. ABDERHALDEN 1939) werden die **Eiweiße bis zu den Aminosäuren** abgebaut. Solche Aminosäuren und nicht niedere, noch aus mehreren Aminosäuren bestehende Polypeptide, vom Typ der Peptone, dringen durch die Darmwand **in die Blutbahn**. Nur aus im Blut aufgenommenen Aminisäuren können die **körpereigenen Eiweiße aufgebaut** werden, die auch eine von anderen Individuen verschiedene Zusammensetzung haben können, also "**jede Tierart seine Gewebestoffe und insbesondere seine Eiweißstoffe nach eigenen Plänen aufbau**t" (fett im Original) (E. ABDERHALDEN 1939, S. 62). Zusammengesetzt aus den verschiedenen zugeführten Aminosäuren sind die körpereigenen Eiweiße also in ihrer Zusammensetzung unabhängig von den in den Darm aufgenommenen Eiweißen. Deshalb kann Fleisch verschiedenster Tiere und auch eiweißhaltiges Pflanzenmaterial gegessen und verdaut werden. Während der Eiweißverdauung steigt im Blutplasma die Menge der Aminsäuren. 1939 (S. 78) stellte ABDERHALDEN auch die Frage von an Rassen gebundene Unterschiede der körpereigenen Eiweiße, ohne hier etwas nachzuweisen und meinte: "Nichts ist verhängnisvoller, als wenn Forschungsergebnisse einer "optimistischen" Beurteilung unterworfen werden" - sehr nötig, s. Abwehrfermente, 'großer' ABDERHALDEN! OTTO LOEWI hatte (was ABDERHALDEN 1939 nicht erwähnt) Hunde mit einem Gemisch von Aminosäuren ernähren können. ABDERHALDEN und der Biochemiker MENDEL fütterten mit Proteinen, denen eine bestimmte Aminosäure fehlte, um die Bedeutung der einzelnen Aminosäuren zu klären (zit. b. S. W. FOX 1965, S. 331). Aber solche Proteine gibt es in der Natur nicht. WILLIAM C. ROSE, USA, ernährte in den 1930-er-

Jahren Ratten und dann auch Menschen mit den Aminosäuren und ließ dabei systematisch auch **einzelne Aminosäuren wegfallen**, um die Folgen ihres Fehlens festzustellen (S. 331). Auch bei Ernährung mit allen ihm anfangs bekannten 19 essentiellen Aminosäuren blieben die Ratten im Wachstum zurück und er suchte und fand, isoliert aus Fibrin, **Threonin** als die **letzte** der "kanonischen proteinogenen Aminosäuren" und identifizierte ihre Struktur (Wikipedia 2017).

Die Zusammensetzung der Eiweiße lieferte ein weiteres Beispiel für das Zustandekommens einer Vielheit durch wechselnde Kombination einfacher Elementarprodukte, so wie der zahlreichen Moleküle aus den Atomen. FISCHER gelang auch die Zusammenfügung von Aminosäuren, also die **Synthese von Polypeptiden**, von denen die einfacheren den "Peptonen" glichen, die höhermolekularen den Albuminen und gar den Proteinen. Er konnte schließlich 1907 15 Moleküle Glykokoll und 3 Moleküle Leucin zu einer Verbindung mit dem Molekulargewicht 1213 vereinen, das damals "zu den kompliziertesten Systemen zählt, die man bisher durch Synthese darstellen konnte, ohne den Einblick in die Konstitution zu verlieren" und "in seinen äußeren Eigenschaften mit manchen natürlichen Proteinen die größte Ähnlichkeit" aufwies. Weitere solche künstlichen Peptide folgten, bis 1919 etwas über 100. Es ließen sich auch Abbauprodukte natürlicher Proteine mit synthetischen Polypeptiden identifizieren.

Die Gesamtheit der Proteine im Körper eines Organismus heißt **Proteom**. Im Menschenkörper gibt es (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 203) mehr als 120.000 verschiedene Proteine. Dem stehen nur ungefähr 30.000 Gene gegenüber. Ein Teil der Proteine sind Enzyme. **Bestimmte Aminosäuren** sind **für bestimmte Proteine** und **damit auch Enzyme** erforderlich. Es wurde bekannt, welche Orte in den lebensnotwendigen Substanzen, den Enzymen, die einzelnen Aminosäuren einnehmen (A. L. LEHNINGER 1987, S. 543 u. a.). Die Erkenntnis, daß bestimmt **Aminosäuren**, die **essentiellen**, mit der Nahrung zugeführt werden müssen, konnte also erweitert werden durch die Erkenntnis ihrer Bedeutung im einzelnen. **Vom Phänomen**, dem der essentiellen Aminosäuren, wurden **die Ursachen,** die Zusammenhänge bekannt.

Neue Einblicke in die Eiweiß-Stoffe, aber auch andere Naturstoff-Gruppen kamen nach der Einführung neuer Forschungsmethoden.

## Steroide

Zu den verbreitetsten, erst im 20. Jh. aufgeklärten Gruppen von Naturstoffen gehören die **Steroide**. Ihre Muttersubstanz ist das **Cholesterin**, eine für viele Leistungen in den Zellen nötige Substanz. Sie war schon im 18. Jh. aus Gallen-

steinen isoliert worden, erhielt 1816 von CHEVREUL ihren Namen. Sie kommt im Körper in größeren Mengen vor. Steroide, die also mit dem Chlolesterin den Grundaufbau gemeinsam haben, aber ansonsten ganz unterschiedliche Wirkungen in der Organismenwelt entfalten. Je mehr die auch nutzbare Anwendung solcher Stoffe deutlich wurde, umso mehr wurde ihre Erforschung eine Angelegenheit einiger der führenden Naturstoff-Chemiker. Unter den Naturstoffen, betonte R. WIECHERT (1970, S. 331), "ist keine Gruppe von Verbindungen jemals mit mehr Aufwand an Zeit und Arbeitskraft von den verschiedensten Naturwissenschaftlern bearbeitet worden als die der Steroide." Was fast als wunderbar erschien war die "Mannigfaltigkeit biologischer Wirkungen der Steroide sowie ihre Potenzierungen und Differenzierungen durch chemische Modifikationen", was "nicht ihresgleichen unter den Naturstoffen" hat. Zu ihnen gehören die in viel geringeren Mengen als das Cholesterin vorhandene Hormone aus den Keimdrüsen und der Nebenniere, gehören Gifte wie die von Kröten und manchen Fröschen, gehört das Vitamin D, die Herzgifte der Digitalis-Gruppe, die Insektenhormone. Es wurde bemerkt, daß sich mit ihrer Erforschung der Steroide "ausgedehnte Teile der organischen Chemie ... in ihrem Zusammenhang überschauen lassen, ..." (H. G. SÖDERBAUM 1929, S. 21), wurde hier ein weiterer großer **stofflicher Zusammenhang in der Natur** aufgefunden.

Wichtige Grundlagen für die Erforschung der Steroide legte neben HEINRICH WIELAND vor allem ADOLF WINDAUS (A. BUTENANDT 1960, K. DIMROTH 1976, 1986). Geboren am 25. Dezember 1876 als Sohn eines früh gestorbenen Fabrikanten in Berlin, kam WINDAUS vom begonnenen Medizinstudium, dem er kein Interesse abgewinnen konnte, durch die große Vorlesung von EMIL FISCHER zur Chemie. Bei KILIANI in Freiburg i. Br. wandte sich WINDAUS kurz nach 1900 die Erforschung des **Cholesterin** zu. Tätig als Assistent am Chemischen Institut der medizinischen Fakultät in Freiburg, lag dieses gegenüber dem Pathologische Institut, wo bei Leichensektionen Gallensteine und damit Cholesterin anfielen (O. HAHN 1954). Nach damaliger Ansicht (HEINRICH WIELAND, 1934, S. 38) waren aber "die Gallensäuren und Sterine kleine Grüppchen unscheinbarer Naturstoffe, die weder dem Chemiker, noch dem Biologen etwas zu sagen hatten." Cholesterin konnte "einen jungen Forscher nur anziehen, dem es nicht auf schnelle und aufsehenerregende Erfolge ankam, der aber davon überzeugt war, daß ein primärer Bestandteil tierischer Zellen, der sich in ähnlicher Form auch in Pflanzen findet, große Bedeutung besitzen und gewiß in Beziehung zu anderen Stoffen des Zellgeschehens stehen müsse" (A. BUTENANDT 1959, S. 130 ff.). So war es bei WINDAUS, der erhielt 1913 den Lehrstuhl für medizinische Chemie in Innsbruck erhielt und 1915 zu WALLACH in Göttingen ging. Hier konnte er wieder mit einem größeren Team forschen. WINDAUS hat um 1919 wie H. WIELAND (B. WITKOP 1977) das Steroid-Gerüst als ein aus kondensierten und auch gegeneinander versetzten 4

Ringen bestehendes Kohlenstoff-Grundgerüst aufgeklärt. WINDAUS war 1919 etwa gelungen, das Cholesterin in die von WIELAND aus Gallensäuren hergestellte **Cholansäure** (R. HUISGEN 1957) zu überführen, womit die chemische Verwandtschaft von Sterinen und Gallensäuren deutlich und die Strukturformeln erschlossen wurden. **Die Aufklärung der Konstitutionsformel der Steroide stellt eine der wichtigsten, der einflußreichsten Konstitutions-Ermittlungen im 20. Jh. dar.** Nachdem auch andere in der Steroid-Forschung tätig waren und immer neue Substanzen aufgeklärt wurden, stellte WINDAUS 1934 fest, daß er sich beim Beginn seiner Cholesterin-Forschung nicht habe träumen lassen, "wie eng die Sterin-Abkömmlinge mit dem biologischen Geschehen verknüpft sind" (zit. O. HAHN 1954). WINDAUS stellte aus Cholesterin auch die **Digitalis-Herzstoffe,** in der Pflanze als Glykoside, her.

Naturstoffe, diese und andere, manche in geringsten Mengen von höchster Wirksamkeit, waren damals aus größeren Materialmengen zu isolieren, waren also die sie enthaltenden Tiere oder auch Pflanzen in größerer Menge zu beschaffen. Auch zahlreiche Schulkinder wurden zum Beschaffen eingesetzt. Das war noch nicht die "big science" der Physik, aber zeigte doch, daß **manches an Material bereitzustellen war, wenn Forschung vorankommen sollte.**

Bei WIELAND wurde das Krötengift **Bufotoxin** aufgeklärt. Aus Kröten dieses Gift darstellten, sammelten im Jahre 1913 Schulkinder im "taufrischen Schwarzwald" 27.000 Kröten (*Bufo vulgaris*). Zur Gewinnung des Giftes aus den Hautdrüsen wurden sie "gemolken", danach wieder freigesetzt**.** Ein Batrachotoxin ist auch das Gift des Kokoá-Frosches (R. WIECHERT 1970), der sein gifthaltiges Sekret beim Erhitzen abgibt. Die Indianer im Westen Kolumbiens verwenden das auf der Jagd.

Als **Heilmittel**, so als Hormone und anderes, wurden Steroide sehr wertvoll, so das Progesteron für die Antibaby-Pille (s. d.).

## Nukleine

**Die Zellkernstoffe, die "Nukleine"**, **Purine**, wurden nach KOSSEL weiter ebenfalls von E. FISCHER untersucht.

## Neue Forschungsmethoden in der Aufklärung organischer Verbindungen, namentlich auch der Naturstoffe

Um einen Stoff zu untersuchen, mußte man ihn haben, ihn rein darstellen, dann in seine Bruchstücke zerlegen und die atome Zusammensetzung klären. Die Fortschritte der Naturstoff-Forschung waren an neue Methoden zunächst der **Trennung und Isolierung** der Substanzen geknüpft. wozu auch die Teilstücke einer zerlegten Substanz gehörten. Es kam vor allem auch die ganz neue Möglichkeit der **Identifizierung** der Substanzen **ohne** ihre **Zerlegung** (M. G. RUTTEN 1971, S. 113). Ohne den grünen Blattfarbstoff, das Chlorophyll, chemisch zu zerlegen, ließen sich die verschiedenen Arten von Chlorophyll, einst vor allem A und B, voneinander trennen, chromatographisch (s. u.). An das Problem der Trennung, der Separierung komplexer hoch-molekularer Substanzen erinnerte sich ARNE TISELIUS (1968, S. 4): "... seperation became the key problem..." Namentlich bei Trennung von Substanzen mit großem Molekulargewicht und nur geringen Unterschieden im Molekular-Gewicht mußten empfindliche Trenn-Verfahren gefunden werden, so für die Proteine, die man als eigenständige Substanzen, mit eigenständigem Molekül erfassen konnte.

Chemie – einst schon die "Scheidekunst" – aber dabei auch die geschiedenen Stoffe präparativ darstellend, ließ alles Bisherige hinter sich, stieg auf zu ungeahnten Trenntriumphen. War bei der Papierchromatographie (s. u.) bekannt, an welchen Stellen eines Chromatogramms sich bestimmte Substanzen einfinden, so konnten bei der unter gleichen Bedingungen durchgeführten Chromatographie einer unbekannten Lösung bespielsweise von Aminosäuren auf dem Testpapier auf Grund gleicher Lage die in der Lösung vorhandenen Aminosäuren identifiziert werden (s. M. G. RUTTEN 1971, S. 96, 101 ff.).

Neue Forschungsmethoden, neue Forschungsinstrumente haben oft innerhalb kurzer Zeit zu vorher höchstens mit viele Mühe oder überhaupt nicht zu erlangenden Erkenntnissen geführt. Wie viel Mühe war im 19. Jh. verwendet worden, um gewisse Dinge unter den noch unvollkommenen Mikroskopen zu klären, um dennoch lange nur zu umstrittenen Deutungen zu kommen, so etwa über die Zweischaligkeit der Kieselagen/Diatomeen. Und wie sicher wurde die Klärung, als bessere Mikroskope verfügbar waren. Die nach 1959 aufgenommenen Forschungen über die Bildung organischer Moleküle aus anorganischen unter den Bedingungen der Früherde zur Zeit der angenommenen Entstehung des Lebens wären ohne die neuen Methoden der Stoffidentifizierung nicht möglich gewesen (M. G. RUTTEN 1971; S. 113 ff.).

### Anfänge der Chromatographie – Säulenchromatographie

Die Verfahren der **Chromatographie** nutzen die unterschiedliche Adsorbierbarkeit verschiedener Substanzen auf adsorbierenden Materialien (Adsorbens), sind "fraktionierte Adsorption" (H. MUSSO 1958, G. M. SCHWAB 1937). Die feine **Trennung** war nötig und wurde hier endlich möglich vor allem für verwandte Substanzen, **Stoffe derselben organischen Stoffklasse**, schon "**bei sehr geringfügigen Unterschieden in der Konstitution**" (H. BROCKMANN 1940, S. 190), etwa der Carotinoide.

Eine Vorläuferbeobachtung war SCHÖNBEINs Befund von 1861, daß die verschiedenen Komponenten einer Lösung mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in Streifen von Filtrierpapier emporsteigen (M. TSWETT 1906 b). Der ebenfalls in Basel wirkende FRIEDRICH GOPPELSROEDER (B. STRAHLMANN 1964) tauchte Papierstreifen in eine Lösung von verschiedenen Substanzen und sah die einzelnen Komponenten wenigstens bis zu einem Grade auf dem Papier unterschiedlich weit "laufen", womit sie also sich trennten und auch identifiziert werden konnten. Er sprach von "Kapillaranalyse". Farbstoff-Lösungen konnten auf Einheitlichkeit geprüft werden. Bei EMIL FISCHER (et al.), 1893 in Würzburg, wurde untersucht, wie auch in Wasser gelöste anorganische Salze in Filtrierpapier unterschiedlich rasch emporsteigen. Es dauerte aber etwa 72 Stunden, um eine gewisse Trennung der sich nicht miteinander verbindenen Salze "Chlornatrium"/Natriumchlorid und "Chlorbaryum"/ Bariumchlorid zu erreichen. Bei in Wasser zerfallenden Doppelsalzen, so "Ferro-Ammoniumsulfat", also FeSO4 + (NH4)2SO4 + 6H2O, waren die beiden getrennten Teile zu verfolgen.

Die erste moderne chromatographische Methode, die **Säulenchromatographie**, die **Adsorptionschromatographie**, stammt von M. TSWETT (CVET), 1872 in Asti in Italien geborener Sohn eines russischen Kapitäns und einer Italienerin (E. M. SENCHENKOVA 1976). Der Vater ließ den Sohn in Lausanne aufziehen, der in Genf studierte, ging 1896 nach St. Petersburg, wo er wissenschaftlich ohne bezahlten Posten arbeitete, forschte in Kasan, forschte und lehrte in Warschau. Im Ersten Weltkrieg, im Somme 1915, wurde das Warschauer Polytechnische Institut, wo TSWETT wirkte, nach Moskau evakuiert. TSWETT wurde im März 1917 Botanikproefessor in Dorpat / Tartu, russisch: Jurjew, und wurde mit der Universität nach dem Frieden von Brest-Litowask nach Woronesh verlegt. Hier starb TSWETT 47-jährig 1919.

TSWETT veröffentlichte 1906 (a, b), daß in Petrolkohlenwasserstoffen oder in Schwefelkohlenstoff gelöste Blattfarbstoffe, also die verschiedenen Chlorophylle, beim Durchfließen einer Säule von Calciumcarbonat wegen unterschiedlicher, eben fraktionierter Adsorption, unterschiedlichem Festhalten an dem Calciumcarbonat getrennt werden, eben deshalb "Adsorptionschromatographie". TSWETT verglich solche Stofftrennung mit der Aufgliederung der Lichtstrahlen im Spektrum (1906

a, S. 322). Für die in der Säule auseinandergelegten Farbstoffe schlug er vor: "Ein solches Präparat nenne ich ein Chromatogramm und die entsprechende Methode die chromatographische Methode". Manche Lösungsmittel können die adsorbierten Stoffe auch wieder aus ihrer Adsorptionsverbindung befreien, diese wandern dann auch ringweise durch die Säule, ergeben eine Anzahl von Farbringen und farblosen Zwischenräumen, es entsteht als ein Chromatogramm.

Bei manchen Stoffgruppen, wie sich zeigte, machen sich bereits geringe Unterschiede in der Adsorptionsenergie auf dem Wege entlang der Säule bemerkbar (H. MUSSO 1958), durch Nachwaschen mit dem Lösungsmittel konnte man die festgehaltenen Komponenten nacheinander unten aus der Säule austreten lassen. Chromatographie war nicht an farbige Stoffe gebunden, nur waren eben zuerst Chlorophylle, Blattgrün, getrennt worden. Übrigens heißt, fast witzigerweise, TSWETT, zwet, im Russischen "Farbe". Die Säule läßt sich auch zerschneiden und so können die in den einzelnen Stücken adsorbierten Verbindungen getrennt erhalten, "eluiert", werden.

Zunächst kaum beachtet, versuchte WILLSTÄTTER mit der Säulenchromatographie empfindliche, in ihren Eigenschaften unbestimmte Stoffe wie die von ihm gesuchten Enzyme zu trennen. Erfolgreich angewandt wurde die Methode, die fast als neu entdeckt gelten mußte (H. BROCKMANN 1940) um 1931 von A. WINTERSTEIN in R. KUHNs Laboratorium in Heidelberg zur Trennung der **Carotinoide** mit ihren sehr ähnlichen Löslichkeits- und Kristallisations-Eigenschaften. War die Trennsäule groß genug, konnten die getrennten Stoffe auch in untersuchbaren Mengen herausgelöst werden, diente die Trennsäule also nicht bloß für analytische, sondern **auch für präprative Zwecke**, also zur Darstellung von Stoffen. Die Säulenchromatographie diente bei der Erforschung der Porphyrine und Gallenfarbstoffe aus Blut und Harn (KOSCHARA), der Krötengifte (HESSE), der Schmetterlingsfarbstoffe (SCHÖPF), der Sexualhormone (BUTENANDT). Als Adsorptionsmittel, also als Material der Säulen, konnte "jede fein gepulverte Substanz dienen, die für zu trennenden Stoffe ein geeignetes Absorptionsvermögen besitzt, sich in dem verwendeten Lösungsmittel nicht löst, das Erkennen farbiger Zonen nicht durch ihre Eigenfarbe unmöglich macht und die absorbierten Stoffe nicht verändert" (H. BROCKMANN 1940, S. 385). Die Korngröße entschied über die Durchlaufgeschwindigkeit. Es mußten sich Zonen ausbilden, was bei einem zu raschen Durchlauf nicht stattfand, da die Substanzen wenig oder kaum getrennt unten an der Säule austreten.. Es wurden für die verlangsamte Trenngeschwindigkeit in der Säule **als Absorptionsmittel** verwendet das amphotere Aluminumoxid, Calciumoxid, Magnesiumoxid, Calciumcarbonat, Talk, Silcagel, für Chlorophyll auch Zucker (G. HESSE 1936). Als **Lösungsmittel** für die zu trennenden Substanzen diente selten Wasser, sondern hauptsächlich organische Lösungsmittel,

so besonders Benzin und Benzol. **Farblose** in der Säule adsorbierte Stoffe wurden durch 1. eine farbgebende chemische Reaktion, oder 2. durch Fluoreszenz im UV-Licht sichtbar gemacht (G. M. SCHWAB 1937). Letzteres nannte KARRER "Ultrachromatographie". "Die Chromatographie" schrieb G. HESSE 1936 (S. 319) "fängt gerade da an, gut zu arbeiten, wo die Destillierbarkeit aufhört."

Manche verwandten Stoffe ließen sich wegen zu ähnlicher Adsorbierkeit nicht trennen, so zunächst die Aminosäuren.

In manchen Fällen mußte die Durchlauf-Geschwindigkeit auch erhöht werden, bei der nach 1958 möglich gewordenen stärkeren Feinkörnigkeit des Säulenmaterial und dafür kam die **Hochdruck- oder Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie** (HPLC) (E. STAHL 1983).

## Ultrazentrifuge

Zur Feststellung des Molekulargewichts von Substanzen mit hohem Molekulargewicht, namentlich von Proteinen, diente die von THE SVEDBERG (1937, S. CLAESSON 1972) entwickelte **Ultrazentrifuge.** Sie hatte bis über 50.000 Umdrehungen pro Minute. Explosionen blieben nicht aus. Festgestellt wurde die Sedimentationsgeschwindigkeit oder das Gleichgewicht zwischen Niederschlag und Diffusion. Nachgewiesen wurde die Polydispersität kolloider Systene (H-D. DÖRFFLER 2002, S. 4) wie die unterschiedlichen Molekulargewichte der Proteine. HEIDELBERGER (1979, S. 8), 1934, 1936 als Gast in Uppsala, fand mit der Ultrazentrifuge bei Proben von 'thyroglobulin' und auch bei gereinigten Antikörpern von Pferden gegen Pneumokokken-Polysaccharide unerwartet hohe Molekulargewichte.

## Elektrophorese

Bei der namentlich von ARNE TISELIUS (1948, 1968; R. A. KEKWICK et al. 1974, K. O. PEDERSEN 1976) bei SVEDBERG ausgebauten **Elektrophorese** oder "cataphoresis", Trennung in einem elektrischen Feld, wurde eine **Trennungsmethode** für **hochmolekulare Substanzen**, also Eiweiße/Proteine in kleinen Mengen gefunden, wobei die etwas unterschiedliche Laufgeschwindigkeit etwa von Proteinen im elektrischen Feld ausgenutzt wurde, sichtbar gemacht etwa als sich in der Lösung vorwärtsbewegende Schlierenbänder. Gesprochen wird auch von **Elektrochromatograohie** (E. STAHL 1983, S. 517). TISELIUS war 1902 in Stockholm geboren und wirkte später in Uppsala, wo er dank einer Dotation 1937 Professor für Biochemie wurde. Zur Elektrophorese führende Versuche hatte TISELIUS (1968, S. 8) begonnen 1927, mit Trennung von rotem Phycoerythrin und

blauem Phycocyanin in einer Masse von Gelatine. Probleme ließen ihn zögern, so Konvektionen durch Wärme in den Lösungen. Bekannt gemacht wurde die Elektrophorese durch TISELIUS **1937**. Die zu trennenden Stoffe befinden sich in Lösung, und die Trennung erfolgt, weil es auch bei nahe verwandten solchen hochmolekularen Substanzen recht erhebliche Unterschiede in der Ladung gibt. Schon 1892 war festgestellt worden, durch H. PICTON und S. E LINDER, daß das Chromoproteid Hämoglobin in einem elektrischen Feld wandert (E. WIEDEMANN 1948, S. 25). Nun, mit der Elektrophorese konnten auch quantitativ getrennt werden die Proteine der Körperflüssigkeiten, so des Blutplasmas. Untersucht wurden etwa bei den verschiedenen Arten vorhandene Unterschiede im Blutfarbstoff, auch an Hämocyaninen, so bei verschiedenen Schnecken. Auch in der Ultrazentrifuge uniform erscheinende Protein-Präparationen ließen sich durch Elektrophorese aufteilen. Bisheriges 'rein' war also noch nicht 'rein' gewesen. Durch die Elektrophorese fanden sich im **Serum-Globulin** zuerst dem von Pferden, 3 Komponenten, die Alpha-, Beta-, Gamma-Globuline. Das wiederum beförderte das Verständnis für die Immunreaktionen, denn in einem Ratten-Serum mit Antikörper-Aktivität ließ sich mehr Gamma-Globulin nachweisen als in normalem Ratten-Serum und so fand man, in Zusammenarbeit auch mit HEIDELBERGER (H. N. EISEN 2001), in den **Gamma-Globulinen** die **Träger der Antikörper-Aktivität**.

THEORELL kam in der Mitte der 30-er-Jahre des 20. Jh. mittels eines veränderten Apparates auch zur Trennung von Enzymen. Später interessierte sich TISELIUS mehr für Chromatographie. TISELIUS erhielt 1948 den Nobelpreis für Chemie.
.

## Chromatographie – Weiterentwicklung zur Verteilungs- und Papier-Chromatographie, Autoradiographie, Dünnschichtchromatograph

Die **Trennung kleiner Stoffmengen** wurde **1941** möglich durch schließlich von MARTIN und SYNGE ausgebildete **chromatische** Trennverfahren, so die '**zweidimensionale Chromatographie**' (P. KARRER 1948).

ARCHER JOHN PORTER MARTIN (1953; J. LOVELOCK 2004) und RICHARD SYNGE (1952 / 1953; H. GORDON 1996, 2004) wurde 1910 in London geboren, studierte in Cambridge, kam in Cambridge mit SYNGE zur Zusammenarbeit und beide arbeiteten dann für das Forschungslaboratorium der Wool Industries Research Association / Wollindustrie in Headingley bei Leeds. SYNGE, geboren 1914, stammte aus Liverpool, studierte in Cambridge, betätigte sich antifaschistisch, ja schloß sich nach dem Beginn des Spanischen Bürgerkrieges des Kommunistischen Partei an und lernte aus Interesse an der Sowjetunion Russisch, für seine Welt sah

er wenigstens zeitweilig eine graue Zukunft voraus. MARTIN arbeitete dann für das Pharmawesen, im Lister Institute of Preventive Medicine in London, dann am National Institute for Medical Research at Mill Hill in London. SYNGE arbeitete seit 1943 in London ebenfalls im Lister-Institut, wurde 1948 Leiter des department der Protein-Chemie im Rowett Research Institute in Bucksburn, Aberdeen, Schottland, ging dann an das Agricultural Research Council's Food Research Institute in Norwich. Mit 4 anderen bildete SYNGE 1951 ein "science for peace" Komitee. 1952 erhielten SYNGE und MARTIN den Chemie-Nobelpreis. SYNGE fuhr 1956 im Auto mit seiner schließlich auf 7 Kinder anwachsenden Familie über Ostdeutschland und Polen nach Moskau, dort Kollegen zu treffen.

Gerade in einem **Institut für Woll-Forschung** kamen MARTIN und SYNGE zu den Trenn-Verfahren, weil synthetische Fasern der Wolle zunehmend Konkurrenz bereiteten. Schaf-Wolle besteht aus Eiweiß, Eiweiß aus Aminosäuren, Aminosäuren waren zu untersuchen, etwa in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Wolle. Ein anderer Professor MARTIN, nämlich Sir CHARLES JAMES MARTIN, der von England nach Australien gegangen war, Physiologie-Professor in Melbourne wurde, 1903 bis 1930 am Lister Institute of Preventive Medicine in London wirkte, hatte nach 1931 in Australien über die Abhängigkeit der Woll-Qualität von der Schafweide geforscht. Im Eiweiß der Schaf-Wolle sind schwefel-haltige Aminosäuren wichtig und diese sind von der Schaf-Nahrung abhängig.

Zuerst kam es unter weiteren chromatographischen Methoden zur Ausbildung der **Verteilungschromatographie**, **partition chromatography.** Diese nutzt die schon lange bekannte und auch zur Trennung verwendete Erscheinung, daß manche Flüssigkeiten sich nicht miteinander mischen und auch in ihnen gelöste Stoffe sich in der einen der beiden nicht gemischten Komponeten anreichert. **Acetyl-Derivate von Aminosäuren** wurden infolge ihrer unterschiedlichen Löslichkeit in Chlorofom und Wasser, zwei nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten, in einer Säule mit Silcagel getrennt wurden. Das Wasser wurde stationär an dem Silicagel gebunden und das Lösungsmittel mit den zu trennenden Acetyl-Aminosäuren rann in der Säule durch das Silicagel herab. Das Wasser am Silicagel und das Lösungsmittel der Acetyl-Aminsoäuren mischten sich als nicht mischbare Flüssigkeiten nicht Es trennten sich in dieser ersten durch die Verteilunschromatographie durchgeführten Trennung Acetyl-Alanin von Acetyl-Leucin. Später wurde das Verfahren der partition chromatography auch verwendet für Blütenfarbstoffe.

Zunächst angewandt ebenfalls für die Trennung ganz kleiner Mengen namentlich von **Aminosäuren** aus dem Eiweiß-Abbau wurde die noch bessere, um **1944** entwickelte **Papierchromatographie**, deren auf Entwicklung R. CONSDEN, A. H. GORDON, A. J. P: MARTIN und eben SYNGE zurückgeht. Auf speziellem Filterpapier wird ein Substanzgemisch infolge der Aufteilung auf 2 verschiedene

Flüssigkeiten getrennt und nach der Trennung auf dem Filterpapier markiert. Auch Filterpapier hält etwa das Wasser stärker als den in ihm freier beweglich Butylalkohol. In der Farbenindustrie war so etwas wie die Papierchromatographie, die Trennung von Farben auf saugfähigem Papier, schon bekannt. Hatten RUNGE und GOPPELSROEDER einst Farbstoffe auf Papier laufen lassen, so kamen dann die Säulen-Verfahren und ging es nun zu speziellen Papier. Die auf dem speziellen Filterpapier von MARTIN getrennten **Aminosäuren** gaben kaum sichtbare getrennte **Flecken**, wurden sichtbar gemacht auf dem getrockneten, erwärmten Filterpapier als **blaue Flecken** nach dem von A. H. GORDON empfohlenem **Daraufsprühen von** für den Eiweiß schon bekannten **Ninhydrin-Lösung**.

Eine Weiterentwicklung war die '**zweidimensionale Chromatographie**' (P. KARRER 1948, S. 112). Den Papierstreifen, auf welchem sich auf Grund ihrer unterschiedlichen Steighöhen die "einzelnen Komponenten an verschiedenen Orten in der Ausbreitungsrichtung der Flüssigkeit" verteilt hatten, wird dann um 90° gedreht und in das Bad einer anderen Entwicklungsflüssigkeit gebracht, die dann senkrecht zur "Ausbreitungsrichtung der ersten Flüssigkeit" emporsteigt. Eine weitere Trennung des zu trennenden Substanzgemisches kommt zustande. Welcher Aminosäure ein bestimmter Flecken zukam, also wie sie identifiziert wurde, mußte nach Vergleich mit der Wanderung von bekannten Aminosäuren auf einem anderen Teststreifen, einer "analogen Papierfläche", ermittelt werden. Feststellen ließ sich auch die Konzentration der Aminosäuren.

SYNGE konnte später die Aminosäure-Zusammensetzung des Gramicidin entschlüsseln und SANGER die Aminosäure-Folge im Insulin. MARTIN verfiel später jahrelangem 'Alzheimer',

Wurden auf dem Chromatographiepapier Substanzen mit radioaktiver Markierung (tracer), etwa mit 14C, eingesetzt, schwärzen die von ihnen gebildeten Punkte punktförmig darübergelegtes Fotopapier, eine vorher ungeahnte Nachweisempfindlichkeit kleinster Substanzmengen, ein als **Autoradiographie** bezeichnetes Verfahren. CALVIN mit seinem Team verwendete es zur Entschlüsselung der Schritte der Photosynthese der grünen Pflanzen.

MARTIN und JAMES hatten bis um 1950 auch die **Gaschromatographie** entwickelt. Getrennt werden konnten dann die **Fettsäure-Methylester aus Zellmembranen**, wofür wenige Milligramm ausreichten (J. LOVELOCK 2004).

Die Trennmethoden waren in Bereiche vorgedrungen, die einst phantastisch erscheinen mußten und es gab dann Methoden, um sogar der Konstitutionsformel in immer kleineren Mengen habhaft zu werden.

Das Prinzip der **Dünnschichtchromatographie** (DC) war schon um 1889 be-

kannt, angewandt bei BEYERINCK (E. STAHL 1983). Es bestand in einer dünnen Trennschicht auf einer Glasplatte, auf der sich Stoffe unterschiedlich weit ausbreiteten. Die moderne Dünnschichtchromatographie wurde ausgebildet durch EGON STAHL (Wikipedia 2014), ab 1958 am Botanischen Institut der Universität in Saarbrücken, 1965 bis 1985 Ordinarius. Der Firma Merck gelang ein spezielles Silicagel für die Dünnschichtchromatographie herzustellen, viel feinkörniger als das Aluminiumoxid Al2O3 der bisherigen Säulenchromatigraphie, dann auch bei der Säulenchromatographie eingesetzt. Die Firma Desaga lieferte die Apparatur. Und **1958** wurde das Verfahren auf der Internationaslen Chemie-Ausstellung (ACHEMA) in Frankfurt am Main bekannt gemacht. Die Stoff-Trennung auf der Silicagel-Dünnschicht als der stationären Phase auf ihrer Unterlage, die Trennung von Herzglykosiden, Alkaloiden, Zuckern, Aminosäuren u. a., geschieht schnell und läßt sich visuell verfolgen.

## "Physikalische Untersuchungsmethoden" für organische Substanzen

Als "**physikalisch**" wurden dann vor allem Methoden bezeichnet, die **Absorption bestimmter Wellenlängen** aus dem elektromagnetischen Spektrum zur Aufklärung der Konstitution nutzen.

Verwendbar wurde die **Raman-Strahlung**, benannt nach ihrem hauptsächlichen Entdecker CHANDRASEKHARA VENKATA RAMAN (F. A. MILLER et al. 1989), 1928, der dafür 1930 erster Inder den Physik-Nobelpreis erhielt. Tritt monochromatisches Licht durch eine staubfreie transparente Substanz ist beobachtbar, wie ein kleiner Teil des Lichtes in eine andere Richtung als die des Einfalls austritt und ein winziger Teil dieses Streulichtes weist eine je nach Substanz veränderte Wellenlänge auf. Diese Substanzspezifität kann also für qualitative Analyse dienen. Die Intensität der Raman-Strahlung ist abhängig von der Zahl der betroffenen Moleküle, was also eine quantitative Aussage ergibt. Angeregt zu seinen Untersuchungen über Streulicht wurde RAMAN vom Blau des Mittelmeeres.

Zur **Identifizierung** von Atomgruppen, von Doppelbindungen etwa, ob etwa konjugiert, trat die **Spektroskopie**, etwa mit **Ultraviolett**, in den Vordergrund, etwa bei der Untersuchung der Konstitution der Steroide, bei HEINZ DANNENBERG (1939).

Die Ermittelung auch der räumlichen Konstitution von sogar komplizierten Stoffen wurde durch die von den BRAGGS zunächst für anorganische Kristalle ausgearbeitete **X-Ray (Röntgenstrahl-)-Analyse** sehr wichtig, ja in der Röntgensturkturanalyse konnte man die Methode erblicken, welche die Konstitution einer Verbindung am

sichersten feststellen läßt. Die erste röntgenographisch in ihrer Struktur aufgeklärte organische Verbindung, eine noch relativ einfache, war **1922** durch DICKINSON und andere das **Hexamethylen-tetramin** (L. PAULING in C. MEAD et al. 2001) . Für **Proteine** wurde sie 1937 angewandt durch J. D. BERNAL und DOROTHY HODGKIN (M. F. PERUTZ 1963). Möglich war mit der Röntgenstrukturanalyse schließlich die so weite Folgen nach sich ziehende Aufklärung der Vererbungssubstanz **Desoxyribonukeinsäure, DNA**. Es folgten auch die Aufklärung von etwa Hämo- und Myoglobin. In den USA betrieben Röntgenstruktruanalyse ROBERT B. COREY und LINUS PAULING (C. MEAD et al. 2001). Unter den mit Hilfe der Röntgenstrahl-Analyse in ihrer Struktur jedenfalls weit aufgeklärten komplizierteren Substanzen befinden sich: durch D. HODGKIN (M. SUTTON 2010) Cholesterol 1942, Penicillin publiziert 1949, Vitamin B12 1964, Insulin 1969, durch ROGER KORNBERG (PH. BROADWITH 2009), Chemie-Nobelpreis 2006, RNA-Polymerase

Für das fast 2000 Atome enthaltende Enzym Lysozym, das antibakteriell wirkt und in Nasenschleim und Tränenflüssigkeit vorkommt, wurde erstmals die **3-dimensionale Struktur** eines Eiweißkörpers aufgeklärt (D. C. PHILIPPS 1966), und wurde dann festgestellt, daß für die Enzymwirkung auch diese tertiäre Struktur vorhanden sein muß. Die Auffaltung zu der 3-dimensionalen Struktur schien nicht, wie auch diskutiert wurde, ebenfalls unter dem Einfluß bestimmter Erbfaktoren zu stehen, sondern sich aus den Eigenschaften des einmal gebildeten Proteins zu ergeben (J. C. KENDREW 1963).

Bei dem Hämoglobin des Blutes etwa fand sich, daß selbst kleine Unterschiede, wenn etwa eine Aminosäure an Stelle einer anderen steht, andere Eigenschaften aufweist. Bei dem Hämoglobin der "Sichelzellen-Anämie" des Menschen steht an einer Stelle Valin anstatt der Glutaminsäure. Auch Insulin bei Mensch und Tier hat geringe Unterschiede in der Folge der Aminosäuren und auch das hat Auswirkungen. An diesen Beispielen wird die Bedeutung der Erforschung der Naturstoffe deutlich.

Einzelne bestimmte Atomgruppen in einem auch komplizierten Molekül festzustellen wurde möglich durch die **Infrarot**- oder **Ultrarot-Spektroskopie** (W. LÜÜTKE 1951), die **IR- Spektroskopie**, für die in den 80-er-Jahren des 19. Jh. ABNEY ein Voräufer war, und die sich nun durchsetzte auch im Zusammenhang mit der Erfindung immer preiswertere Apparaturen von der Industrie zu ihrer Nutzung. Diese nach 1935 immer mehr aufkommende IR-Spektroskopie beruht auf der wenigstens in grober Näherung selektiven Absorption bestimmter Wellenlängen der Infrarot-Strahlung, des Spektrum im Infrarot, durch **spezifische Absorptionsbanden**, durch die verschiedenen **Atomgruppen / funktionelle Gruppen**. So zeigen alle Aldehyde, Ketone, Ester und Carbonsäuren eine gemeinsame intensive

Bande, die der C = O – Gruppe, ihrer Valenzschwingung, ziugeordnet werden konnte. Ebenso absorbieren in begrenzten Bereichen die CH-, OH-, NH-, C-Halogen-, C=C-, C=N-Bindungen. Auch Ringspannung, Konjugation von Doppelbindungen, Wasserstoff-Brücken-Chelation, Verzweigungen der Kohlenstoff-Kette ließen sich feststellen, ein Aldehyd-Carbonyl von einem Ester- oder Säure-Carbonyl unterschieden, ja nur kurzzeitig auftretende Zwischenprodukte in einer chemischen Reaktion ermitteln. Auch quantitative Feststellungen wurden möglich. Wichtig wurde, die durch einen Verstärker auf einem Oszillator erscheinenden Banden zu identifizieren, zu lesen.

Nach 1940 erschien die **NMR-Spektroskopie**, "Nuclear Magnetic Resonance"-Spektroskopie.

# Naturstoff-Forschung nach der Einführung neuer Methoden

**Molekulargewichte** von Proteinen bestimmte SVEDBERG (1937) mit der Ultrazentrifuge. Auch **Proteine** zeigten **feste Molekulargewichte**, erwiesen sich damit als eindeutig definierbare Verbindungen. So fand SVEDBERG 1924, daß Hämoglobin aus Partikeln gleicher Größe besteht. Bei ihrer Größe erscheinen sie als monodisperses Kolloid, erster Beweis für Protein-Moleküle gleicher Größe. Überraschend groß erschienen die Moleküle von Hämocyanin, des Blutfarbstoffs der Schnecken.

Die Trennung der Aminosäuren auch in kleinsten Mengen gelang mit der Papierchromatographie.

Die Zusammensetzung der Eiweißstoffe aus Aminosäuren wurde dann weiter geklärt durch Anwendung der Chromatographie und Elektrophorese. FREDERICK SANGER (1959, E. DAVIES 2005, A. TISELIUS 1959), alleiniger Chemie-Nobelpreisträger von 1958, und für die DNA-Sequenzierung zusammen mit P. BERG und W. GILBERT zum zweiten Mal Chemie-Nobelrpeisträger 1980, ermittelte in Anregung vom Aminosaäure-Analytiker ALBERT CHARLES CHIBNALL in etwa 12-jähriger Forschung ab 1943 bis um 1955 beim **Insulin erstmals** die Reihenfolge, die **Sequenz der Aminosäuren im Molekül eines Proteins**. Insulin war rein dargestellt worden und und in ihm vorhandenen Aminosäuren waren auch bekannt, aber eben nicht die Anordnung im Molekül (M. SUTTON 2008). Jeweils das Ende der zwei Ketten ließ sich markieren und vom Gesamtmolkeül abtrennen und so zunehmend die Abfolge der Aminosäuren ermitteln. Ein Insulin-Molekül, so wurde ernittelt, besteht aus 51 Aminosäure-Bestandteilen von 25 verschiedenen

Aminosäuren. Die zwei Ketten werden durch zwei Brücken von Schwefel-Atomen zusammengehaltenen**.** Die eine Kette besteht aus 31 Aminosäuren, die zweite aus 20.

Ab 1967 wurde es zunehmend verbessert möglich, die Aminosäure-Sequenz in Proteinen **automatisiert** und damit viel schneller zu bestimmen. Wieder einmal war es möglich geworden, eine Erkundung, die vorher viel Zeit benötigte, entscheidend zu verkürzen.

Von der Vielgestaltigkeit der Eiweiße zeugt, daß selbst die Bakterie Escherichia coli etwa 3000 Proteine enthält, das größte, der Fettsäuresynthetase-Komplex, hat ein Molekulargewicht von etwa 3 Millionen, bestehend aus 35.000 einzelnen Aminosäure-Komponenten (J. E. DAVIES 1983).

Röntgenstrukturanalyse von Aminosäuren, zuerst von Glycine, dann von Alanin und dem komlplizierteren Threonin begann ROBERT B. COREY (C. MEAD et al. 2001).

Bis in die 50er-Jahre des 20. Jh. war diskutiert worden, ob die Faltung und damit die Stereostruktur der Proteine durch den Einfluß bestimmter Gene zustandekommt oder eine Stoffeigenschaft ist, also bei bestimmter Aminosäure-Sequenz von selbst, "automatisch", erfolgt. Letzteres wurde dann erkannt.

## Weitere Erforschung der Farbstoffe in Lebewesen

## Pflanzenfarbstoffe - die Pflanzenwelt grün und gelb und rot

Nach manchen Erkenntnissen über Hämoglobin und Chlorophyll im 19. Jh hat zunächst RICHARD WILLSTÄTTER (1958; H. FALK 1989, G. ZIRNSTEIN 1972) das **Chlorophyll** (1913, 1915) und ihnen nahestehende Substanzen wie die Porphyrine oder Bilirubin weiter aufgeklärt. WILLSTÄTTER, der am 13. August 1872 in Karlsruhe geborene Sohn eines jüdischen Geschäfstmannes, studierte ab 1890 Chemie an der Universität München, wurde hier nach der 1896 erfolgten Habilitation 1901 ao. Professor, folgte 1905 einem Ruf als o. Professor nach Zürich, 1911 einem Ruf an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem. Im Jahre 1916 wurde der 1915 mit dem Nobelpreis für Chemie Ausgezeichnete Ordinarius an der Universtität München, wo er jedenfalls auch in Protest gegen den aufkommenden Antisemitismus 1924 zurücktrat. Nach Schikanen nach einer mißglückten Flucht über den Bodensee konnte der als Jude Verfolgte 1938 in die Schweiz emigrieren und starb, schwer herzkrank, am 3. August 1942 in immer-

hin guten Verhältnissen in Locarno – während ein Gewitter über der Stadt grollte.

Über Chlorophyll hatten manche geforscht und war nach manchem Zweifel das für das Pflanzenleben schon als unentbehrlich erkannte Magnesium als Zentrum eines komplexen Moleküls erkannt worden, und, wie WILLSTÄTTER (M. SUTTON 2015, S. 51) nachwies der Magnesium-Gehalt erwies sich als konstant, etwa 3%. übereinstimmend bei Land- und Wasserpflanzen, was für die Rolle des Magnesium als konstanter Chlorophyll-Bestandteil sprach. Chlorophyll oder dessen Derivate lernte WILLSTÄTTER (1913, 1915) ab 1911 zu isolieren, in seinem Laboratorium in größeren Mengen und zwar innerhalb wenigen Stunden zu gewinnen. Als besonders geeignetes Ausgangsmaterial erwiesen sich die getrockneten Blätter der Brennessel, von denen 1 kg 4 – 6,5,g des Derivates Phäophytin lieferten. Als konstanter Bestandteil des Chlorophylls hatte man bei WILLSTÄTTER das nicht mit dem Magnesium verbundene **Phytol** festgestellt, das, eine Kette am Chlorophyll-Molekül, etwa ein Drittel des Moleküls ausmacht. Phytol ist ein ungesättigter primärer Alkohol, ein farbloses ziemlich dickes, unzersetzt siedendes Öl (1913, S. 311). STOKES hatte schon m 19. Jh. durch spektroskopische Untersuchung in den Absorptionsbanden 2 Chlorophyll-Arten wahrscheinlich gemacht (M. SUTTON 2015). TSWETT (R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 16/17) bestätigte die Existenz von 2 Chlorophyllen, dem blaugrünen **Chlorophyll a** und dem **gelbgrünen b**, die trotz optischer Verschiedenheit gemäß WILLSTÄTTER (M, SUTTON 2015, S. 51) sich in ihrer Zusammensetzung als sehr ähnlich, wohl nur durch den Ersatz von 2 Atomen Wasserstof durch 1 Atom Sauerstoff, erwiesen. Die Synthese des Chlorophyll gelang erst einer Gruppe um WOODWARD 1960 (S, 52). Nach Schätzung um 2012 wurden auf der Erde in jedem Jahr Über 10 hoch 9 Tonnen Chlorophyll, produziert. In ungünstiger werdender Jahreszeit wird Chlorophyll zu farbigen Kataboliten abgebaut und solche haben auch Anteil an der Herbstfärbung wie an der Fruchtfärbung (B. KRÄUTLER et al. 2012).

Mit dem Chlorophyll in den Farbstoffträgern, den Chloroplasten, vergesellschaftet erschienen die gelben oder roten **Carotinoide**, die sich rotfärbend in den Vordergrund drängen etwa in Karotten und Möhren, in Tomaten und Paprika, Krebsen und Hummern und ansonsten in den Chloroplasten etwa 1/4 der Pigmente ausmachen. Als Oxyd des Carotins erschien WILLSTÄTTER das **Xanthophyll**. In Braunalgen existiert das bei WILLSTÄTTER kristallisierte **Fucoxanthin**.

WILLSTÄTTER untesuchte fernerhin die bisher noch wenig erforschten **Anthocyane**, die **Blütenfarbstoffe**, so das **Cyanin** der blauen Kornblume. Er konnte nach kurzem Erhitzen mit 20-prozentiger Salzsäure den Farbstoff spalten in Zucker und die eigentliche Farbstoffkomponente, den Farbstoff also als **Glucosid** erweisen. Isoliert wurden die Anthocyane jedenfalls in manchen Fällen aus Blüten oder

den Häuten farbiger Beeren mit Alkohol oder Eisessig und wurden isoliert gefällt als Chloride oder, durch Pikronsäure, als Pikrate, also trennbare Verbindungen. Der Gehalt an Farbstoff in trockenen Blüten von Pelargonie und Malven betrug 6,5 bis 7,5%, es handelte sich also um in größeren Mengen gewinnbare Naturprodukte. Den Anthocyanen nahestehend erwiesen sich die **Flavone**, die **gelben** Farbstoffe. Dem lebenswichtgen und im Pflanzenreich so einheitlichen Chlorophyll standen die Farbstoffe in zahlreiche Varianten gegenüber, und hier konnte sich die Natur offensichtlich größeren Gestaltungsspielraum leisten.

## Der rote Blutfarbstoff Häm(in) - gebunden an ein Globulin: Hamoglobin und andere bedeutende Farbstoffe

Das **Chlorophyll** als Erzeuger für so gut wie alle organische Primärprodukion in der Natur und das Proteid **Hämoglobi**n resp. der daran gebundene Farbstoff **Häm**(in) für das Leben der höheren Tiere sind die wichtigsten farbigen Verbindungen in der Natur, beide wie andere bedeutende Verbindungen so Cytochrom gebunden an die **cyclischen Tetrapyrrole**. In den anderen Bestandteilen unterscheiden sich das Chlorophyll mit seinem Phytol und das Hämoglobin mit seiner Eiweißkomponente (R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 44). "Jeder Kubikzentimeter menschlichen Bluts enthält 5 Milliarden rote Blutkörperchen ..." und mit den etwa 5 "Litern Blut des erwachsenen Menschen wird fast ein Kilogramm Hämoglobin bewegt, das 1.3 Liter Sauerstoff binden und transportieren kann." Von dem durch "saure Hydrolyse" aus dem Hämoglobin abspaltbaren Häm hat "jeder Mensch etwa 30 Gramm." Diese müssen durch Biosynthese (s.d.) "innerhalb von 130 Tagen ... erneuert werden," Alle Menschen der Erde erzeugen pro Jahr etwa 400.000 Häm, fast so viel wie chemisch-industriell im Jahr organische Farbstoffe hergestellt werden (B. FRANCK 1982, S. 327).

HANS FISCHER (A. TREIBS 1967) in München hat mit einem in fast industriemäßiger Weise geleiteten Team die Konstitution des Chlorophylls wie des **Hämoglobin**-Farbstoff **Hämin** in ihren seinerzeitigen Konstitutionsformeln entschlüsselt. Den Beweis der Analyse suchte er erfolgreich in der Synthese, in der Zusammenfügung der Spaltprodukte wieder zu den Farbstoffen, was auch zahlreiche Umwegsreaktionen einschloß. Die erste Synthese eines Porphyrins, einer zum Hämin führenden Verbindung, gelang 1926, die vollständige **Synthese des Hämins 1928**. 1942 wurde Bilirubin synthetisiert. Als das Institut von HANS FISCHER, Chemie-Nobelpreisträger von 1930, zunehmend durch Bomben zerstört war, beging er am 31. März 1945, dem Ostersamstag, Suizid.

Neue Höhepunkte in der Aufklärung grundlegender Farbstoffe im Tierkörper brach-

te die Strukturaufklärung 1959 durch M. F. PERUTZ und 1958 J. C. KENDREW (1963). PERUTZ hatte in den kristallisierten Molekülen an bestimmten Stellen mit schweren Atomen markiert und untersuchte Hämoglobine und auch deren Veränderung bei Reaktion, wobei er. KENDREW untersuchte unter Anwendung des Verfahrens von PERUTZ das **Myoglobin** vom Pottwal, auch vom Seehund. Mit dem Myoglobin wurde das lange Tauchvermögen der Wale zusammengebracht.

## Weitere nicht-polymere Naturstoffgruppen

Die aus Tieren wie Pflanzen isolierten und untersuchten Substanzen erwiesen sich oft als in ihrer chemischen Konstitution ähnlich, ließen sich auf eine **Grundsubstanz** zurückführen, gehören also **Stoffgruppen** (A. BUTENANDT 1938) an. Manche aus Organismen gewonnene Substanzen erwiesen sich als **Spaltstücke**, die in komplizierteren Stoffen eingebaut sind. WARBURG und CHRISTIAN fanden 1935 die schon beim Abbau des Vitamin B1 nachgewiesene **Nicotinsäure** als Spaltstück eines Co-Fermentes im Pferdeblut (R. KUHN 1940). Bei allem Reichtum an Naturstoffen wurden gewisse Molekülreste in verschiedenen namentlich großen Molekülen gefunden, so **Phytol,** das nicht nur im Chlorophyll erscheint, sondern Phytol-Reste wurden ebenso in Vitamin E und Vitamin K nachgewiesen. RICHARD KUHN meinte 1940 (S. 310): "In dem verschwenderischen Reichtum über den die belebte Natur verfügt, beginnen wir so, die Sparsamkeit ihrer Mittel zu begreifen und zu bewundern. Wir ahnen, daß diese Wirkstoffe durch irgend etwas Gemeinsames in Beziehung zueinander stehen, durch einen Stoffwechsel höherer Ordnung, wie Butenandt es bezeichnet hat."

In den grünen Pflanzen wird das Chlorophyll begleitet von **gelben Pigmenten**, und BERZELIUS wollte sie, "Blattgelb" oder "Xanthophyll" genannt, aus dem von Chlorophyll nun freiem Herbstlaub herausholen (R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 231). Wie viele solche gelben Pigmente gibt es, die beiden **Carotin und Xanthophyll** (S. 21, 233, 246), und ist der rote Farbstoff in der Möhrenwurzel ebenfalls Carotin, und ist etwa Lycopin, etwa der Tomate, ein Isomeres des Carotin? Die **Carotinoide**, zu denen auch das Vitamin A gehört, erforschte neben KARRER namentlich RICHARD KUHN (A. BUTENANDT 1968 / 1969), in dessen Laboratorium auch die neuen Methoden, die Chromatographie, angewandt wurde. Die Carotinoide erwiesen sich als "Polyene", Kohlenwasserstoffe mit einer Häufung konjugierter C-Doppelbindungen.

RICHARD KUHN (G. OBERKOFLER et al. 1992) war am 3. Dezember 1900 in Wien als Sohn eines Wasserbau-Ingenieurs geboren und studierte Chemie in Wien und dann bei WILLSTÄTTER in München. Der sich als überaus befähigt erwei-

sende KUHN wurde der Vorzugsschüler von WILLSTÄTTER, und ein Bild von 1922 zeigt WILLSTÄTTER stehend neben dem sitzenden Vorzugschüler, wohl zu Recht gedeutet für die Anerkennung des Lehrers für seinen befähigten Schüler. Auch später (O. WESTPHAL 1968) werden KUHNs "rasche Auffassungsgabe, enorme Vorstellungskraft und Phantasie" verbunden mit größter Präzision und Disziplin betont. 1926 wurde KUHN ordentlicher Professor für allgemeine Chemie an der ETH, Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich. Am 1. Oktober 1929 übernahm er die Abteilung Chemie an dem in Heidelberg neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Institut für medizinische Forschung. Den ihm 1938 verliehenen Nobelpreis für Chemie mußte er wegen HITLERs entsprechendem Gebot ablehnen. In der Zeit des Nationalsozialismus hat KUHN sich aber mehr als nötig etwa in einer Ansprache 1942 als Präsident der Deutschen Chemischen Gesellschaft für HITLERs Krieg und seine Verbündeten gesprochen, hat an Giftstoff-Forschungen teilgenommnen und hat vor allem WILLSTÄTTER noch anderen bedrohten jüdischen Biochemikern wenigstens privat Mitgefühl ausgeprochen geschweige denn Hilfe geleistet. Nach 1945 weiterhin in Heidelberg war KUHN noch maßgebend in der Wissenschaft der Bundesrepublik Deutschland. Nach seinem Krebstod am 31. Juli 1967 rief ihm BUTENANDT in einer Trauerfeier nach, daß er "einer der ganz großen und in ihrer Art einmaligen Chemiker dieses Jahrhunderts" war. Mit der weiteren Aufarbeitung des Wirkens der führenden Forscher in der Zeit des Nationalsozialismus geriet gerade auch KUHN in Kritik (L. JAENICKE 2006), wird die Richard-Kuhn-Medaille nicht mehr verliehen sowie wurde seine Büste im Institut entfernt.

Bezüglich der pflanzlichen Farbstoffe, der **Xanthophylle** ist R. KUHN (et al. 1931) der Frage nach deren Einheitlichkeit durch die endlich einmal wieder angewandten, auf TSWETT zurückgehenden Trennmethode der Säulenchromatographie nachgegangen. Ausgangsmaterial waren etwa die aus dem frischen Zustand getrockneten Blütenblätter der gelbroten Studentenblume, Tagetes, die in einer Kugelmühle vermahlen und mit Petroläther und das tiefrote Filtrat mit Natriumäthylat in 96%igem Alkohol behandelt wurden. Die Ausbeute an weiter zu untersuchendem Rohprodukt betrug 3,1 g. Weiteres Material stammte etwa aus Brennesseln oder den Blättern der Roßkastanie. Untersucht wurde ebenso der Dotterfarbstoff aus Hühnereiern. Die Fraktionierung des in Schwefelkohlenstoff gelösten Materials geschah in einem mit Calciumcarbonat gefülltem Rohr von 15 cm Länge und 10 mm lichter Weite. Methanol wurde zum Elauieren nachgegeben. Etwa der Farbstoff in Hühnerei erwies sich nach der damaligen Trennmethode als Gemisch von Lutein und Zeaxanthin.

In den **Braunalgen** war zu erforschen das dort das Chlorophyll verdeckende, zu den Carotinoiden **Fucoxanthin** (R. WILLSTÄTTER et al. 1913, S. 20,

## Pterine – Farbstoffe der Schmetterlinge und anderer Insekten und Vitamin Folsäure

Die Farbstoffe der Flügel von Schmetterlingen mochten eine belanglose, des Erforschens kaum werte Sache sein. Aber der spätere führende Vitaminforscher FREDERICK GOWLAND HOPKINS sah das anders.

Als Knabe war HOPKINS Schmetterlingssammler, sah aus in Wasser erhitzten Schmettelrinsflügeln weißes Pigment in das Wasser strömen und begann sich für den Vorgang zu interessieren (H C S WOOD 1966). HOPKINS sah in den Farbstoffen der Schmetterlingsflügel Harnstoff resp. Abkömmlinge von ihm. Aber so eindeutig war das nicht. HOPKINs Interesse scheiterte am Materialmangel. Jedoch in Deutschland ist auf weiterer Materialbasis aufbauend der als Schüler ebenfalls am Schmetterlings-Sammeln interessierte CLEMENS SCHÖPF (J. THESING 1979) bei und mit HEINRICH WIELAND (et al. 1925) und mit PURRMANN 1925 / 1926 die noch nicht untersuchte Gruppe der Naturstoffe der Flügelpigmente der Schmetterlinge erfolgreich angegangen. Als erstc dieser **Pterine,** der Farbstoffe des Schmetterlings-Flügels, wurden erforscht die vom Zitronenfalter/*Gonepteryx rhamni*, von dem das gelbe **Xanthopterin** stammt, und die von Kohlweißlingen / *Pieris brassicae* und *Pieris napi*, mit dem farblosen **Leukopterin**. Auch die Erforschung der Farbstoffe der Schmetterlings-Flügel ist wieder ein Beispiel dafür, daß die organischen Chemiker alles Faßbare erfassen wollten, auch wenn etwa Schmetterlinge gegenüber anderen Organismen ferner stehen mochten, denn von den Pterinen aus kam es zur Erschließung eines wichtigen Vitamins, der **Folsaäure**. Vom Zitronenfalter benutzte man bei WIELAND (et al. 1925)zuerst 500 lufttrockene, 7,4 g wiegende Flügel des im Unterschied zum weiblichen Falter tiefgefärbten Männchens. In den Sommermonaten 1930 bis 1932 haben auf Veranlassung des Bayerischen Unterrichtsministeriums unter Beaufsichtigung von Lehrern Schulkinder etwa 200.000 Kohlweißlinge gefangen und getötet und etwa dieselbe Menge kam aus der Umgebung von Freiburg i. Br. (H. WIELAND et al. 1933). Wie schon bei den ersten Untersuchungen mit viel weniger Flügeln wurden mit Äther die Fette und Wachse herausgelöst, die ätherfreien Flügel dann mehrfach mit Wasser "digeriert", mehrfach die Flügel mit 4 Liter n/2-Ammoniak einige Stunden auf der Maschine geschüttelt und dann die "durch Filtrieren bzw. Absaugen erhaltenen hellbraunen Auszüge...auf dem Wasserbad auf etwa 1/6 ihres Volumens eingedampft"(S. 240). Das Leukopterin schied sich "als gelbliche amorphe Haut ab", als saures Natrium-Salz gefällt. Aus der "Verarbeitung" von 215.000 Schmetterlingen, das sind 1164 g Flügel, erhielt man 39,1 g dieses Rohprodukts, "das sind 3,5 Proc. des Flügelgewichts oder 0,190 mg pro Falter." Weitere Reinigung schloß sich an. Aus der Kenntnis der Eigenschaften der Harnsäure, ihrer Spaltprodukte, konnte dann der Zugang zu der eben doch etwas anderen Konstitution der Farbstoffe der

Schmetterlings-Flügel versucht werden. Untersucht wurden später (C. SCHÖPF et al. 1939) auch die zitronen- oder orangegelben Flügel größerer südamerikanischer Schmetterlinge der Gattung *Catopsilia*. Am Ende der Untersuchungen stand auch die Synthese (R. PURRMANN 1941). Die Pterine erwiesen sich als vom Purin ableitbare kondensierte Ring-Verbindungen mit mehrern Stickstoff-Atomen im Ring. Später erwies sich die **Folsäure**, eine Substanz des Vitamin B-Komplexes, zuerst isoliert aus Leber-Extrakten und dann aus Spinat-Blättern und Bakterien, als Pterin-Derivat. SCHÖPF konnte auch in seinem Falle darauf verweisen, daß etwas, das **als wissenschaftliche Grundlagenforschung** in Untersuchung augenscheinlich weniger praktisch wichtiger Stoffe, der Pterine, **begann**, auch **für die Medizin oder überhaupt für Anwendung von Bedeutung wurde**. Durch die Aufklärung der Pterine konnte auch die Konstitution der Folsäure aufgeklärt werden.

Nach der Aufklärung der Pterine wandte man sich auch den Farbstoffen der **Wespen** einschließlich der Hornissen zu (C. SCHÖPF et al. 1933. Im Herbst 1932 wurden in ihren Nestern 800 Hornissen / *Vespa crabro*, 20.000 der *Vespa germanica,* 30. 000 der schwächer gelb gefärbten *Vespa vulgaris* getötet und deren Hinterleibs-Integumente verarbeitet.

## Steroide - reichhaltige Gruppe von Naturstoffen mit unterschiedlichen Wirkungen - Weitere Steroid-Forschung

Die von etlichen der führenden Chemiker weiter betriebene Steroid-Forschung ließ schließlich über 200.000 hierher gehörige Verbindungen unterscheiden, Giftstoffe wie solche mit verschiedenen physiologischen Wirkungen, eben Hormonen etwa.

Kein Heilmittel gibt es bisher gegen das **Gift des Knollenblätterpilzes** *Amanita phalloides*. Dieses schon aus diesem Grunde für die Forschung zu isolieren mußte der WIELAND-Schüler BERNHARD WITKOP (1977) eine halbe Tonne teils frischer, teils getrockneter Knollenblätter-Pilze aufarbeiten. 1937 wurde durch Kristallisation eine Fraktion gewonnen, die wenigstens den einen, den rasch wirkenden Giftstoff, das **Phalloidin** (T. WIELAND 1987), enthielt. Durch die präparative Papierelektrophores wurde die Konstitution geklärt.

Für die Produktion von Steroiden, namentlich zur Herstellung der Kontrazeptiva, der "Antibaby-Pille", zunächst Progesteron, diente zuerst das Diosgenin aus den Wurzeln von *Dioscorea*-Arten, auch das Stigmatserin aus der Soja-Bohne. Dioscorea wurde in manchen Tropenländern in Plantagen angebaut – ein Fall von **Rohstoff-Gewinnung für kompliziertere Verbindungen aus Organismen**.

Mit den aus der Steroid-Forschungen gewonnenen Einblicken bestätigte sich H. WIELANDs (1934, S. 38) Feststellung, "daß alles was die Natur in der lebenden Zelle schafft, des stärksten Interesses des Chemikers würdig ist." Bei der Fa. Synthex in Mexico-City wurde auch das neu entdeckte und bei Rheuma-Kranken wirksame Medikament Cortison erzeugt.

## Alkaloide

Die nicht schwer isolierbaren **Alkaloide**, alkalisch reagierende, Stickstoff enthaltende und in ihrer Struktur recht unterschiedliche Subtsanzen, waren zum Teil schon im 19. Jh. bekannt geworden. KURT MOTHES nannte 1969 mehr als 1200 genau beschriebene. Alkaloide, B. FRANCK schrieb 1979 (S. 459) von etwa 5000 Alkaloiden. Eine Funktion in der Pflanze war kaum einsehbar, sie waren offenbar Neben- oder Abfallprodukte, zumal in manchen Pflanzenarten mehr als 50 verschiedene Alkaloide auftreten. MOTHES meinte (1969, S. 238): "Da ist die Natur doch das unberechenbare, einfallsreiche, spielende Kind, das fern von allem Zweckgenügen die Möglichkeiten seines Baukastens auszunutzen versteht."

## Gerbstoffe der Natur - Tannine

Die **natürliche Gerbstoffe, Tannine**, klärte FREUDENBERG, Sohn des Besitzers einer Lederfabrik, weiter auf (F. CRAMER 1984), wobei er im Privatlaboratorium seines Lehrers EMIL FISCHER fand, daß die Tannine Ester der Galloylgallussäure mit Glucose sind.

## Gefunden noch manches auch an neuen Stoffgruppen - weitere Substanzen

Als einen natürlichen **chemischen Resistenzfaktor** fand R. KUHN bei Solanum-Arten das gegen Kartoffelkäfer wirkende "**Demissin**" (A. BUTENANDT 1968 / 1969).

Chemisch aufgeklärt wurden auch die **Nukleinsäuren**, von großer biologischer Bedeutung, s.d.

## Die großartigen Natutstoff-Synthesen: WOODWARD

Sehr erfolgreich in der Synthese bedeutender Naturstoffe war ROBERT WOODWARD und seine Mitarbeiter an der Harvard-University. WOODWARD (M. SUTTON 2015, S. 52) war 1917 in Boston geboren, führte als Wissenschaftler das Leben eines workaholic, der mit bis 4 Stunden Schlaf auskam, von seinen Mitarbeitern ähnlich dauernde Arbeit verlangte, und auch nachts Seminare durchführte. Aber auch Tabak und Alkohol mußten diesem Leben nachhelfen und WOODWARD starb 1979 mit 62 Jahren. Zu den gelungenen Synthesen seiner Gruppe gehörten Chinin, cholesterol, Cortison, Strychnin, cephalosporin, Vitamin B 12, In 4 Jahren intensiver Arbeit gelang es bis 1965 in 55 getrennten chemischen Reaktionen **Chlorophyll synthetisch** herzustellen, WOODWARD hatte 1965 den Chemie-Nobelpreis erhalten. -

## Als Arzneimittel dienende Naturstoffe - Suche nach ihnen

Es wurde namentlich in neuerer Zeit regelrechte Suche nach bisher unbekannten Stoffen in Tieren, auch Meerstieren, und Pflanzen, namentlich noch wenig erforschter Länder betrieben, "**screening**". Das geschah etwa ab Anfang der 60-er-Jahre des 20. Jh. durch das 'National Cancer Institute' der USA (B. SCHÄFER 2011), wobei pro die Proben von etwa 1000 Pflanzenarten untersucht werden sollten (Internet: news medical net). Und dabei fand sich zum Beispiel in der am 21. August 1962 von dem Botaniker ARTHUR BARCLAY gesammelten Borke der in den Regenwäldern des nordwestlichen Nordamerika wachsenden Pazifischen Eibe / *Taxus brevifolia* Nutt. ein gegen gewisse Tumoren, auch gegen die Leukämie, einsetzbares Mittel, das **Paclitaxel**. Um alle Eierstockkrebsfälle und Melanome in den USA zu behandeln, hätten etwa 360.000 Eibenbäume pro Jahr gefällt werden müssen. Es gelang die Verbindung, in Deutschland mit dem Handelsnamen "Taxol", aus Zellkulturen, auch aus Mikroben-Zellen, zu erzeugen.

## Testen Naturstoffe auf Gesundheitsgefahren

Biochemie lehrte auch Gefahren erkennen. Eine von L. F. FIESER synthetisierte Verbindung, das 1,2,5,6 - dibenzanthracence wurde 1929 im Royal Cancer Institute in London als bei Mäusen **Tumore induzierende** Substanz erkannt - das erste in chemisch reiner Form erkannte Carcinogen (A. B. COSTA 1981). Von Ruß war die Cancer-Erzeugung schon im 18. Jh. bekannt geworden, aber es sind verschiedene Substanzen im Ruß.

# Die Umwandlung der Substanzen in den Lebewesen - Der Stoffwechsel/Metabolismus

## Grunderkenntnisse

Am Ende des 19. Jh. wurde angenommen, daß Wasser, Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate sowie wenige Mineralsalze für die Ernährung ausreichen und von den 3 Hauptnährstoffgruppen wurde namentlich der **Energiegehalt** ("Kaloriengehalt") bestimmt und abgeleitet, welche Menge eines Nährstoffs energetisch die Menge eines anderen ersetzen kann, ihr **isodynamisch** (**Isodynamie**) ist.

Es wurde auch untersucht, inwieweit **Bruchstücke der natürlichen Nährstoffe**, so wie sie offensichtlich durch die Verdauung im Darm gebildet wurden, zur Ernährung ausreichten. OTTO LOEWI (G. L. GEISON 1973) ernährte 1902 Hunde nur mit Aminosäuren anstatt mit Eiweiß, das in Aminosäuren zerfällt. EMIL ABDERHALDEN (M. KAASCH 2000) führte denselben Ernährungsversuch durch, wobei er in seinem augenscheinlichen Ehrgeiz die Beweiskraft von LOEWIs Untersuchung bestritt und die Priorität beanspruchte. Die Unersetzbarkeit bestimmter **Aminosäuren** in der Nahrung, der essentiellen, wurde auf jeden Fall deutlich.

Im 20. Jh. wurde die Notwendigkeit von bestimmten Mineralien und von Vitaminen in der Nahrung erkannt und wurden die für den Stoffwechsel erforderlichen Wirkstoffe zu großen Teilen aufgeklärt.

Hatte man im 19. Jh. für die ihm bekannten chemischen Elemente der Pflanzenernährung deren Nichtvertretbarkeit erkannt und das im "Gesetz vom Minimum" formuliert, so wurde im 20. Jh. deutlich, daß **zahlreiche** von außen und nicht vom Organismus erzeugbare Substanzen **nicht ersetzbar** sind, ob gewisse Metalle oder organische Stoffe, die eben "**essentiell",** seins-notwendig, **sind**, die unbedingt **von außen zugeführt werden müssen**. Die notwendige Aufnahme bestimmter Stoffe fand sich auch für Bakterien, für deren Züchtung bestimmte Minimal-Nährböden, artspezifisch, hergestellt werden müssen. Höhere Organismen können teilweise von ihnen nicht synthetisierbare Stoffe durch Bakterien in ihnen, etwa im Insekten-Darm, also mit ihnen in Symbiose lebende Mikroben "erzeugen lassen".

Was in den einen Organismen essentiell ist, auf Außenzufuhr angewiesen ist, kann in anderen synthetisiert werden. Vitamin C können auch viele Säugetiere im Körper aufbauen. Namentlich 16 verschiedene Aminosäuren setzen die Eiweiße der Lebewesen zusammen. Die Aminosäure Thyrosin ist für viele Tiere essentiell, andere können sie aus der ebenfalls essentiellen Aminosäure Phenylalanin im Körper aufbauen. Angesichts der **Vielfalt von Stoffwechsel-Prozessen** in den Lebe-

wesen könnte man wie vor einem Wunder stehen. Und fast wunderbar mag erscheinen, daß zahlreiche Menschen einen funktionierenden Stoffwechsel aufweisen. **Stoffwechsel-Erkrankungen** gibt es andererseits genügend. Aber einen umfangreichen **Stoffwechsel** gibt es **in jedem**, auch dem niederen verachteten **Tier,** der Spinne oder der Fliege, ja, teilweise anders, auch in Bakterien. Und von den Mikroben her läßt sich vieles im Stoffwechel der höheren Lebewesen ableiten. Wer von einem 'Gotteswunder' sprechen will, der Menschenkörper ist es nicht allein.

**Viele Tiere** sind viel mehr als der Mensch und etwa "allesverwertende" Schweine auf ein **geringes Nahrungsspektrum** angewiesen. Manche Insekten resp. deren Larven sind auf wenige oder gar nur eine Nahrungspflanze beschränkt. Der Koalabär Australiens benötigt bestimmte Eucalyptusblätter oder der Panda bestimmte Bambus-Pflanzen. "**Diät**" ist also weit verbreitet. Die relativ große mögliche Nahrungsvielfalt des Menschen, welche entsprechende Stoffwechsel-Leistungen voraussetzt, war eine Voraussetzung für die Besiedlung verschiedenster Umwelten, Voruassetzung für die Verbreitung von Menschen über fast die gesamte Erde.

Von außen zuzuführende essentielle Substanzen und Wirkstoffe mußte für die menschliche Ernährung auch die **Pflanzenzüchtung** beachten – verlangte die Züchtung von solche Substanzen enthaltende Sorten.

## Die für das Leben notwendigen Elemente und Substanzen der Natur

### In größeren Mengen nötige anorganische Elemente

Für **Wasser** sind die Schmelz- und Erstarrungstemperatur und das ungewöhnliche Dichte-Verhalten wichtig für Leben. Wasser ist flüssig bei Temperaturen, in denen Eiweiße existieren können, Eis schwimmt auf flüssigem Wasser und schützt lange das flüssige Wasser unter ihm.

Der in der Atmosphäre reichlich vorhandene gasförmige molekulare **Stickstoff, N2**,, muß aber gebunden werden, muß in von Pflanzen nutzbare Verbindungen, in eine '**reaktive** Form' (F. BERGAMIN 2011), in **Nitrat** vor allem, überführt werden, so auch über Ammoniak. Und nur die in den Pflanzen erzeugten Proteine liefern bei der Verdauung jene **Aminosäuren**, aus denen die Tiere ihre spezifischen Eiweiße / Proteine aufbauen. Und auch die Pilze leben davon.

**Kohlenstoff** ist **kein häufiges Element**, seltener als etwa Eisen **-** die scheinbaren Massen von Kohle-Lagerstätten täuschen. **Kohlendioxid, CO2,** ist nur ein geringer Bestandteil im Luftmeer, vorhanden zu reichlich 0,03%. Und CO2 ist

dennoch Grundlage allen höheren Lebens, aller in der grünen Pflanze aufgebauten Kohlenstoff-Verbindungen und damit auch aller Kohlenstoff-Verbindungen auch in jedem Tier. CO2 ist in seiner Bedeutung für das Leben nur mit dem Wasser zu vergleichen (J. SOENTGEN 2011). Und weil CO2 auf der Erdoberfläche gasförmig ist, kann es in den dauernden 'Kreislauf' zwischen Plfanzen und Tieren eintreten. Viel leichter als Phosphor. Aber in einigen Prozentwerte höherer Konzentration wirkt CO2 zumal auf höhere Tiere lebensbedrohend, ist ab 4% für Menschen lebensgefährlich. Und etwas erhöhte Werte, aber weit unter den tödlichen, bedrohen unser Klima. Der CO2-Gehalt im Blut bestimmt etwa beim Menschen die **Atemfrequenz**, erhöhr diese bei höheren Werten, ist das "Atemhormon",

Der für alles Leben unumgängliche **Phosphor** ist zwar das 11.-häufigste Element, aber der durchschnittliche Gehalt in der festen Erdrinde an Phosphorpentoxid wird mit nur 0,9 – 0,4% angegeben (V. M. GOLDSCHMIDT 1921) und ist auch nicht allzu konzentriert in seinen Vorkommen. Das für ein Element, daß im Lebensprozeß uneresetzlich ist. Nötig als Enzym-Bestandteil, in der Energiespeicherung in der Zelle, bei höheren Tieren zum Knochenaufbau. Ein Mensch von 70 kg enthält etwa 700 g Phosphor, davon etwa 600 g in den Knochen und der tägliche Ersatz durch die Nahrung beträgt etwa 1 bis 1,2 g.

Von lebenswichtigen **häufigeren Elementen** erscheint **Magnesium** im Chlorophyll, dem grünen Pflanzenfarbstoff, das recht häufige **Eise**n im roten Blutfarbstoff Hämoglobin, das Natrium, Kalium, Calcium sind nötig für wichtige Prozesse, im Nerven und Muskelsystem und Calcium etwa zum Knochenbau. Das viel seltenere **Kupfer** ist immerhin entscheidender Bestandteil im Blute mancher Wirbelloser, auch der Tintenfische und Pfeilschwanzkrebse/*Limulus*, in deren Blutfarbstott Hämocyanin..

## Nötig, aber in geringeren Mengen und nicht überall vorhanden

Es erscheint als eine der Merkwürdigkeiten und wohl auch Risiken des Lebens, daß neben häufigeren Elementen **selbst in geringen Mengen in der Umwelt vertretene Elemente von lebenswichtiger Bedeutung sein können**. daß von ihrem Vorhandensein Leben abhängt. Das mußte erst einmal erkannt werden. Nicht nur mit Wasser, Kohlendioxid und Stickstoff-Salzen, auch mit weiteren Mineralien waren auch Pflanzen sehr **außenabhängig**. Ebenso oder für manche Substanzen noch mehr galt das für Tiere.

Die Möglichkeit des auf der Erde bestehenden Lebens von der Verfügbarkeit bestimmter Elemente und Verbindungen wurde seit dem 19. Jh., etwa auch durch

J. LIEBIG mehr und mehr aufgeklärt. Der US-amerikanische Physiologe L. HENDERSON hatte (etwa 1927) herausgestellt, wie bestimmte physikalische Zustände und anorganischeSubstanzen auf der Erdoberfläche Voraussetzung für Leben waren und sind. 'Leben' konnte natürlich nur jene Substanzen verwerten, die es eben gab, und die jene Substanzen bilden konnten, welche Lebensprozesse möglich machen. So gering die Menge mancher Elemente in den Gesteinen und Böden ist, auf denen die Nahrung heranwächst, es mußte "**Bioverfügbarkeit**" gegeben sein. Und das war an gewissen Standorten nicht der Fall. Der Mangel von manchen lebenswichtigen, vielleicht in Enzymen unersetzlichen Elementen in manchen Regionen kann Leben begrenzen, kann Wohlbefinden, kann Gesundheit stören.

Gerade die Substanzen zeigen: **Die "Welt" ist keineswegs vollkommen, ja vielleicht nicht einmal recht 'gut' – um** vom Biologischen her **anständig** und fröhlich **zu leben. Der Mensch muß sich mit den natürlichen Gegebenheiten auseinandersetzen, Ausgleich versuchen. Es gilt zu ergänzen, was die Natur** wenigstens regionenweise **vorenthält.** Die Medizin, gerade auch die prophylaktische, hat hier eine bedeutsame Aufgaben. Die Pharmazie stellt sie bereit: die Präparate mit Jod, mit bestimmten Metallsalzen.

**In der Biologie des Lebens ist vieles oder fast alles Kompromiß.** Ein hohes Maß an Sonne kann Hautkrebs hervorrufen. Zu wenig Licht, gerade auch UV-Licht, führt zu Knochenweiche. Jod muß mancherorts künstlich zugeführt werden. Soll man dennoch mit LEIBNIZ denken. daß die Welt die beste aller möglichen Welten ist, auch ein Gott nur diese Schöpfung zustande bringen konnte?

Hätte es auch mit anderen Elementen als jenen mit Bedeutung in heutigen Lebewesen so etwas wie Leben geben können? Mit Arsen statt Phosphor? Man weiß es nicht, noch nicht jedenfalls.

## Jod - ausreichend oder auch nicht ausreichend bis zur Verblödung

Das in seinem Vorkommen ziemlich seltene **Jod** ist Bestandteil im Hormon der Schilddrüse der Wirbeltiere. Im Meer waren die verschiedensten Elemente verteilt und fanden in Substanzen dort lebender Organismen Verwendung (L. J. HENDERSON 1927). Mit den vorhandenen Substanzen mußte das Leben seine Funktionen durchführen. Auf dem Festland jedoch ist die Konzentration mancher lebensnotwendiger Elemente anders als im Meer, treten manche Elemente regional in giftigen Mengen auf, anderswo sind sie zu wenig vorhanden. In manchen Gebieten, solchen mit plutonischen Gesteinen wie Granit, etwa in manchen Alpenregionen, mangelt es an dem für das Schilddrüsen-Hormon nötigen **Jod** / Iodine, das andererseits

im Meer lebende Schwämme und Tange in ihren Körpern anhäufen. Jod-**Mangel** gar ab der Jugend führt zum Kropf und neben diesem zu schwerem körperlichen und geistigen Zurückbleiben, zu dem in manchen Gebirgsländern häufigen **Kretinismus**. Der Naturforcher M. PERTY erinnerte sich (1879, S. 270), 1835 bei Bex in der Schweiz durch Dörfer gewandert zu sein "voll Kröpfe und Cretinen ..." Der Körper eines erwachsenen Menschen enthält im Normalfall etwa 10-30 mg Jod, davon etwa 99% davon in der Schilddrüse. Andererseits war schon im 19. Jh. aufgefallen, wie der Apotheker F. HOLL 1822 an TROMMSDORFF (2000, S. 94) schrieb, daß in Schleswig-Holstein Kröpfe unbekannt sind, woran wohl die Seeluft und die vielen Speisen aus Meerestieren schuld sind. Meeresalgen, die man allerdings hierzulande nicht aß, haben bis 19 g Jod pro kg Trockengewicht. Schwämme aus dem Meer wurden schon im Altertum an Kropfkranke verabreicht und wurden Heilungen erlebt. Im 20. Jh. wird mit Jod-Verbindungen Kropf zu verhindern versucht oder Rückbildung angestrebt. Daß der geistige Zustand von Menschen von dem in manchen Regionen nicht ausreichend verfügbaren Jod abhängt mag fast als Beleidigung von Seiten der Natur – von einer Gottheit ganz zu schweigen – aufgefaßt werden! War ein angeblich gütiger Gott nun den Bergbewohnern besonders ungünstig gesonnen? In der Evolution war für die viel später auftretenden Menschen ein Auswandern in jodarme granitische Bergeregionen eben nicht 'vorausgesehen'.

Gerade beim Jod zeigt sich wie schon oben hervorgehoben: Die Medizin hat also manchen Anlaß, Ungleichheiten der Stoff-Verteilung in der Natur an Menschen wie Haustieren und Kulturpflanzen auszugleichen.

## Auch weniger häufige Metalle im Lebensgeschehen

Mangel an bestimmten **Metallen**, die wenigstens in Spuren, als "**Spurenstoffe**", und meist nur als solche, von Pflanzen und Tieren aufgenommen werden müssen, führt wie Jod-Mangel beim Menschen zu Krankheitssymptomen. Namentlich in den 30er-Jahren des 20. Jh. setzte eine starke Suche nach Spurenelementen ein, hoffte man etwa auch in den nach Autarkie strebenden Deutschland hiermit vielleicht die Erträge zu erhöhen. Etwa KURT MOTHES (1939) verwies auf die methodischen Schwierigkeiten, Spurenelemente im Mangelversuch sicher nachzuweisen, da kaum vermeidbare Verunreinigungen, auch aus der Wand der Versuchsgefäße, die Ergebnisse verfälschen können. Mit der eingehenderen Erforschung der Metalle in Bestandteilen der Lebewesen entstand als eigene Forschungsrichtung die **Bioanorganik**. "Biological chemistry ... cannot be restricted to so-called organic chemistry" (J. J. R. F. DA SILVA et al. 1994, Preface). Wenn manche Pflanzen auf Böden mit bestimmten Metallen wachsen, dann konnte allerdings auch angenom-

men werden, daß diese die Metalle **nur ertragen** und auf den Schwermetallstandorten wegen der Konkurrenzfreiheit durch andere Pflanzen vorkommen, geschützt durch anderen Gewächsen fehlende gewisse Resistenz. Die eventuelle Rolle aller Metalle im Lebensgeschehen war also aufzuklären.

Die Rolle von Metallen resp. ihren Ionen in Bakterien, Pflanzen und Tieren wurde deutlich, als man durch Zugabe, 'Düngung', eine Zustandsverbesserung erreichte. Frage war, wie die in Spuren nötigen Metalle wirken, ob als Metall schon in Katalysator-Funktion oder , wie sich dann zeigte, als Bestandteil in Enzymen, in den **Kofakoren**, gar als Zentralatom. In der Forschungsgeschichte wurde für eine Krankheit der Schafe in manchen Gegenden Australiens von UNDERWOOD 1937 als Ursache **Kobalt**-Mangel im Boden ermittelt. **Kupfersalz**-Düngung vermied die "Urbarmachungskrankheit" des Hafers auf sauren Böden, namentlich Hochmoorstandorten. **Molybdän**-Düngung bewirkte in etlichen Regionen beträchtliche Ertragssteigerungen. Der in Berlin-Dahlem wirkende Mikrobiologe HERMANN BORTELS wies nach, daß Molybdän auf das Wachstum des freilebenden stickstoffbindenden Bakteriums *Azotobacter chroococcum* (1930, 1938), damals geschrieben 'Azotobakter, fördernd einwirkt. Wie seine weiteren komplizierte Untersuchungen zeigten, war Molybdän auch nötig bei der Stickstoffbindung der in dem Wasserfarn *Azolla* symbiontisch lebenden Blau"alge" - heute: Blaubakterium - *Anabaena azollae* aus der Familie der Nostocaceen (1940), Es ist mit Eisen zentraler Bestandteil des aktiven Zentrums", des Kofaktors, des **Enzyms Nitrogenase**, mit welchem Bakterien Luftstickstoff binden. Also verbesserte Molybdän auf jeden Fall wohl die Stickstoffbilanz im Boden. Die Struktur dieses Kofaktors ist im Ruhezustand bekannt seit 1992 (M. REIHER 2009). Im Enzym Arginase fand 1936 EDLBACHER **Mangan**, das auch anderswo, so für die biologische Reduktion der Nitrate wichtig erschien. Im Ammoniaklaboratorium Oppau wurden ab 1938 (K. TAUBÖCK 1942) **Bor**-Mangelversuche durchgeführt, Lein etwa, *Linum*, zeigt wie Futterrübe und Kohlrübe bei Bor-Mangel Herz- und Trockenfäule.

Daß Metall-Atome Enzymbestandteile sind und in Enzymen wirken wurde zuerst für **Nickel** gefunden. 1975 entdeckte eine Arbeitsgruppe um B. ZERNER mit unter anderem N. E DIXON (et al. 1975) an der University of Queensland in Australien, daß die schon etwa 50 Jahre vorher als erstes Enzym kristallisierte Urease Nickel enthält und dieses für das Funktionieren wohl nötig ist (auch R. K. THAUER 1983). **Zink** ist Bestandteil des Insulin. Auch **Kupfer** wurde in manchen Enzymen gefunden (R. KUHN 1940). Und nunmehr sind Metall in weiteren Enzymen, auch solchen von Bakterien, bekannt geworden (H. DOBBEK 2014).

Metalle, manche in ganz geringen Mengen nötig, können andererseits **in höherer**, auch nur wenig höherer **Konzentration giftig** wirken. Jedoch wenige Pflanzen-Arten sind auf Böden mit höherem Gehalt an Metall-Salzen, etwa von Zink-Salzen

überlebensfähig, bei Zink die "Galmei-Pflanzen", so *Silene inflata*, was etwa der Botaniker WALTER BAUMEISTER (1954; H. BURGHARDT 1984) untersuchte. Solche mit Schwermetallen durchtränkte **Böden entstanden in Mitteleuropa in** alten oder neueren **Bergbau-Gebieten** gibt. Es gewann dadurch die Metall-Toleranz von einigen wenigen Pflanzen erhöhtes Interesse. Aber deutlich wurde BAUMEISTER (1954, S. 212) auch, daß Zink nicht nur wie zuerst vermutet wurde nur schlechthin ertragen wird, sondern die *Silene inflata* es benötigt.

Für den Menschen schwer **toxische** Metalle bzw. deren Ionen sind **Quecksilber, Cadmium, Thallium, Blei**, wobei man sich der Giftigkeit erst in neuerer Zeit bewußt wurde. Für die Gesundheit wäre es besser gewesen, sie in den Tiefen der Erde zu lassen. **Blei** ist fast eine paradigmatische Substanz für Nutzung und andererseits Verheerung, man denke an Bleirohre und die Benutzung des süßen Bleiacetats, des 'Bleizuckers'/Pb(CH3COOH)2, zum Süßen saurer Weine (W. TERNES 2013, S. 267), wie es auch BEETHOVEN tat. Die Natur meint es am besten? Hier zeigt sich die Welt wieder einmal anders. Ohne Chemiker und Toxikologen wäre wie auch ohne Mikrobiologen eine Gesellschaft zum langsamen Verfall verurteilt? Auch ein erhöhter Gehalt des radioaktiven Radon in der Atemluft, im oberen Vogtland, kann nur der Meßtechniker feststellen. Im 20. Jh. wurde bis zum Verbot **Bleitetraaethyl**, (C2H5)4Pb, als Antiklopfmittel in Motoren eingesetzt und es gelangte daraus freigesetzt als Blei-Oxide und -Halogenide in die Atemluft,, zum Schaden etwa kindlicher Gehirne (S. 266). Der Chemiker, der Bleitetraaethyl als Antiklopfmittel einführte, der schon genannte MIDGLEY, war auch derjenige der die FCKW brachte, also in einem Bestreben, Nutzen zu stiften, sich als menschlicher Unglücksrabe erwies.

# Substanzen bestimmen im Lebensgeschehen: Wirkstoffe

## In geringen Mengen wirkende Substanzen

Zahlreiche Substanzen wirken auf Vorgänge im Lebewesen, manche in sehr geringen, manchmal lange Zeit nicht meßbaren Mengen. Solche Substanzen werden teilweise im Körper selbst gebildet. Andere werden von außen zugeführt. Sie können Heilmittel oder Gifte sein. Gerade geringe Mengen von wirksamen Giften hatten schon vorher eine Vorstellung von der geringen Menge gegeben, in der manche Stoffe im Organismus wirken. In Tieren und dem Menschen heilend wirkende Substanzen aus der Pflanzen- oder auch der Tierwelt wurden natürlich nicht wegen ihrer Heilwirkung in die Pflanzen gelegt, sondern daß Pflanzern auf den Tierkörper

wirkende Substanzen enthält, ist, auch abhängig von der Dosierung, ein Effekt, der von der Vielseitigkeit der Wechselbeziehungen, auch von Ersetzbarkeit von Substanzen in verschiedenen Lebewesen zeugt.

Zuerst war die Entdeckung von Wirkstoffen wie Vitaminen, Hormonen, Enzymen eine Angelegenheit von **Biologen und Physiologen**, die etwa aus Problemen bei einseitiger Ernährung oder Ausfällen nach etwa Schilddrüsen-oder Nebennieren-Exstirpation auf das Fehlen bestimmter Substanzen schlossen. Dann konnten die **Chemiker** kommen, um die **Wirkstoffe zu isolieren** und ihre Konstitution festzustellen. Isolierte 'Wirkstoffe' mußten weiterhin in **'biologischen Tests'** an geeigneten Test-Organismen 'getestet' werden.

Mit stofflicher Beeinflussung durch körpereigene oder von außen zugeführte Substanzen wurde immer wieder gehofft in Körpervorgänge, etwa die Embryonalentwicklung einzugreifen, zum **Lenker von Lebensprozessen** zu werden. Das wurde erhofft etwa von den Sexualhormonen. Mit der Wirkung von kleinen Substanzmengen etwa bei Hormonen auf stoffliches Geschehen wurde auch der Begriff eines "Stoffwechsels höherer Ordnung" (A. BUTENANDT 1938, S. 617) geprägt, der den sonstigen Stoffwechsel überlagert, aber letztlich den normalen Stoffwechsel auch überhaupt erst ermöglicht.

Um in geringen, in Kleinstmengen in Organismen enthaltene Substanzen zu erhalten, 'präparativ darzustellen', mußte meistens riesige Mengen an Ausgangsmaterial, an sie enthaltenden Organismen, bereitgestellt und verarbeitet und dann mit den modernen Analysemethoden untersucht werden. Das galt für Pilzgifte wie Sexualhormone und andere. Der USA-Physiologe E. N. HARVEY (F. H. JOHNSON 1967) hatte festgestellt, daß das von ihm in Japan erforschte leuchtende Krebschen ***Cypridina hilgendorfii***, eine Ostracode, getrocknet und angefeuchtet wieder Licht aussendet. Der dieser hier blauen Licht-Emission zugrundeliegenden Substanz habhaft zu werden, wurden nach 1916 gegen 40 Jahre lang kilogrammweise getrocknete *Cypridina*-Krebschen von Japan zu HARVEYs Wirkungsort Princeton/USA per Schiff verschickt.

Zur chemischen Konstitution von Wirkstoffen zeigte sich in fast wunderbarer Weise, daß "Stoffe mit den unterschiedlichsten physiologischen Aufgaben chemische miteinander auf das nächste verwandt sein können" (A. BUTENANDT 1938, S. 617), daß **geringe Variationen in der Zusammensetzung der Substanzen**, "geringfügige chemische Variationen des Grundskeletts", die **Wirkung**, verstärken, schwächen. modifizieren, ja völlig **verändern** können. Die nahe chemische Verwandtschaft von Substanzen mit unterschiedlicher Wirkung erschien BUTENANDT (1938) als Ausdruck eines 'Prinzips höchster Ökonomie', der mannigfaltigen Abwandlung von Stoffen, die nach einem gemeinsamen Prinzip im Le-

bewesen synthetisiert werden, also auf wenigen Stoffwechselwegen beruhen, die erst auf dem Endstadium individuelle Besonderheiten ausbilden. BUTENANDT verwies 1938 auf die Steroide, auf die Carotinoide, die allerdings in größeren Mengen benötigten und so nicht als Wirkstoffe im klassischen Sinne zu bezeichnenden Verbindungen des Porphyrin-Systems, also Chlorophyll und dem ganz anderer Funktion dienenden Hämoglobin und den verwandten für den Sauerstoff-Transport nötigen Blutfarbstoffen niederer Tierklassen. Daß relativ ähnlich gebaute chemische Substanzen recht unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, war in der Chemie, namentlich der organischen, allerdings auch schon bekannt.

War die Struktur der kleinsten Mengen wirksamen Stoffe bekannt, vielleicht gar ihre Biosynthese, die Bildung im Lebewesen, aufgeklärt, konnte man vielleicht zueiner technisch tragbaren Synthese etwa für Heilzwecke schreiten.

**Zunächst** wurden die einzelnen **Wirkstoffe eher getrennt untersucht** und gelehrt. Jedoch mit der Feststellung, daß **Vitamine Bestandteile von Enzymen** sein können, daß wichtige anregende **Hormone im Gehirn** gebilder werden, daß Enzyme und ihnen zugrundeliegende **Erbfaktoren durch Außeneinflüsse**, etwa Zufuhr bestimmter Substanzen, **angeschaltet** oder auch nicht gebildet werden, waren auch die Wirkstoffe in das Gesamtgeschehen eines Organismus einzubeziehen – nicht in allgemeinen "o-Ganzheit"-Floskeln natürlich, sondern in exakten Untersuchungen über die einzelnen realen Beziehungen.

Als schon viel über Wirkstoffe, über Enzyme, Vitamine und Hormone bekannt war, faßte der damals in Deutschland führende Biochemiker RICHARD KUHN 1937 (S. 225) vor den "deutschen Naturforschern und Ärzten" in Dresden zusammen: "Das Stürmische der Entwicklung wird aber auch schon manchen von Ihnen zu der Frage geführt haben, wohin diese immer tiefer dringende "chemische Zergliederung des Lebens" noch führen wird; ja sie wird manchen mit der bangen Sorge erfüllen, daß zuletzt nur eine verwirrende Mannigfaltigkeit von einzelnen Hormonen, Vitaminen und Pro-Vitaminen, Fermenten und Co-Fermenten, von Wuchsstoffen, Regulatoren u. a. vor uns stehen wird..." Nach 1937 kamen noch viele neu erkannte Wirkstoffe hinzu.

Der Begriff der "Wirkstoffe" ist sicherlich nicht ganz scharf gefaßt, denn auch das nun nicht in winzigen Mengen in grünen Pflanzen vorhandene Chlorophyll "bewirkt" ja etwas.

Für Hormone, auch Gifte, so Alkaloide, auch Pharmaka, wurde namentlich nach der Mitte des 20. Jh. nach den Wirkorten gesucht und kam es zur noch im vollen Fluß befindlichen Erforschung der **Rezeptoren** auf den Zellmembranen, so in die Lipid-Membran der Zellmembran eingesenkte Proteine. **Wirkstoffe wirken** im allgemeinen **auf etwas**, das **potentiell vorhanden ist**. Enzyme wirken auf

Substanzen. Die mußten erst einmal von einem Lebewesen aufgenommen werden. **Von Enzymen** daraus gebildete Produkte werden von weiteren Enzymen dann in Folgeprodukte umgewandelt. Aber für Enzym-Tätigkeit muß etwas, müssen bestimmte Stoffe, vorhanden sein, damit neue Substanzen entstehen. **Hormone** setzen potentiell gegebene Zelleigenschaften in Gang. Eine minimale Zugabe des Hormons Thyroxin zur kiementragenden Larve des Axolotl läßt es zum Landmolch werden. Nicht gelang solche Wirkung beim ebenfalls larvenartigen Olm der Karsthöhlen in Istrien. Der Axolotl hatte im Unterschied zum Olm die nötige "Gewebsbereitschaft". 1954 hieß es (B. KLATT 1954, S. 4): "Das die Metamorphose verursachende Hormon ist nur der Auslöser, die - uns noch unbekannte - Reaktionsfähigkeit der Gewebe aber enthält die wichtigeren - Ursachen." Die **Embryonalentwicklung** auslösenden **'Organisatoren'** sind Auslöser, eben damit irgendwo ein Nervensystem 'induziert' wird, schaffen ein solches aber nicht.

## Enzyme

Enzyme, körpereigene Wirkstoffe, zerlegen Substanzen oder bauen sie auf. Im Magen und im Darm. Enzyme wurden zu einem der im 20. Jh. am meisten erforschten Natursubstanzen. Zahlreiche wirken in jeder Zelle nebeneinander, vielfach durch Trennmechanismen geschieden. Enzyme, um 1900 noch mehr erahnt als gefaßt, wurden auch zu einem Werkzeug in der chemisch-technischen Herstellung von Substanzen ohne die erhöhten Druck-und Temperaturverhältnisse, wie sie bei Verfahren mit anorganischen Katalysatoren erforderlich sind.

Im Verdauungstrakt etwa wirken die **extrazellulären**, aus den sie bildenden Zellen austretenden und oft als "**Fermente**" bezeichnenden Enzyme. Diese zerlegen im Darm die Nährstoffe in Bruchstücke, die dann durch die Darmwand ins Blut gehen und in den Körperzellen weiter umgebaut werden. Die extrazellulär wirkenden Femente wurden eher als die innerhalb von Zellen wirkenden **intrazellulären Enzyme** erschlossen.

Offen war zunächst der sichere Nachweis zellinnerer Enzyme, also von Enzymen, welche innerhalb der Zellen wirken. Frage war auch, inwieweit sie an den Lebensprozeß der gesamten Zelle gebunden sind oder in ihr relativ selbständig sich betätigen, damit also präparativ darstellbar, ja für praktische Zwecke gewinnbar wären.

EDUARD BUCHNER (1898, 1907 / 1909, C. HARRIES 1917) suchte zu klären, ob die **Hefezelle für die alkoholische Gärung**, die allbekannte Verwandlung von Zucker, vor allem Traubenzucker / Glucose, in Äthylalkohol und Kohlendioxid, intakt sein muß oder eine das bewirkende Substanz, ein "Enzym" etwa, heraus-

gelöst werden kann und unabhängig von den übrigen Zellbestandteilen wirkt. In Zusammenarbeit mit MARTIN HAHN entwässerte BUCHNER bei etwa 50 Atmosphären Druck Hefe um 1898 die aus Zellen bestehende Hefe-Zellen, mischte sie mit Kieselgur und Quarzsand und preßte die Masse in einer hydraulischen Presse bei bis 500 Atmosphären Druck, was nach weiterer Durcharbeitung nochmals geschah. Aus 1000 g Hefe wurde gegen 550 ccm Preßsaft erhalten. Der Preßsaft wurde noch durch Chamberland-Porzellanfilter gepreßt, damit in ihm eventuell enthaltene Mikroben zurückgehalten werden. Die Kontrolle unter dem Mikroskop erwies, daß nur noch wenige intakte Zellen in dem Hefepreßsaft vorhanden waren. Der also so gut wie zellfreie Hefepreßsaft **"vergärte" immer noch**, wenn auch **sehr viel schwächer**. Also nicht die lebende Zelle in intaktem Zustand, sondern eines ihrer herauslösbaren stofflichen Bestandteile, eben ein Enzym, war Ursache der Gärung. Die Abschwächung der Gärung durfte natürlich nicht weggewischt werden, wenn auch die Tatsache der weiteren Gärung im strukturlosen Zellsaft überhaupt die damals sicherlich bedeutsame Erkenntnis war. War auch die Zelle insgesamt zerstört, so wurde zum Geschehen in eventuellen subzellulären Bestandteilen, also Organellen, nichts festgestellt. Viel später wurde ja ohnehin bekannt, daß zwar der Kohlehydratabbau. der Traubenzuckerabbau zumal, im Cytosol, dem Zellsaft, stattfindet, aber die Atmungsprozesse mit Sauerstoff-Verbrauch, der Citratzyklus, an die Mitochondrien gebunden ist. Aber um 1900 war man von Mitochondrien nocht weit entfernt. BUCHNER **dachte** zunächst nur an **ein ausreichendes Enzym**, die '**Zymase**'.

1898 veröffentlichte eine Frau MARIE VON MANASSEIN, St. Petersburg, daß sie bereits 1871 in Wien dasselbe wie BUCHNER gefunden habe, was BUCHNER auch anerkannte. Andere konnten in eigenen Versuchen die zellfreie Gärung nicht bestätigen (A. STAVENHAGEN 1898). Auch BUCHNER hatte gefunden, daß Preßsaft aus manchen Hefen nicht wirkt und Preßsaft seine Gärfähigkeit rasch einbüßt. Das wurde (R. NEUMEISTER 1898) auf mitgerissene eiweißspaltende, also auch das Enzym der Alkohol-Gärung betreffende Enzyme zurückgeführt. Stellte man etwa mit Aceton Dauerhefe her (H. ALBERT et al. 1902) konnte die Zymase und damit die Zucker-Vergärung erhalten werden, gab es also eine Fixierung der Stoffe.

Neben positiven Ergebnissen gab es wie bei manchem Befund in der Geschichte der Wissenschaften auch das wenigstens zeitweilige **Problem der nicht gelingenden Wiederholung**.

Das Gesamtergebnis aber lautet: LIEBIG sah die Alkoholische Gärung/"Fermentation" **rein chemisch**, PASTEUR fokussierte auf die **Mikroorganismen**, also rein biologisch, BUCHNER erkannte **in** den Gärungsorganismen ein **faßbares Enzym**, Gärung ist also **biochemisch** .

Noch ahnte man nicht, welche Fülle von Enzymen all die Stoffumwandlungen in den Körperzellen bewirken und an welche Zellbestandteile sie gebunden sind. Die **Stoffumwandlungen** waren **eher bekannt als die sie bewirkenden Enzyme**. Das was **so bei** den zwischen Nervenzelle und Muskelzelle (LOEWI s. d.) oder zwischen den Nervenzellen bewirkenden **Transmittern**, etwa mittels des Acetylcholin. Erst danach fand man die sie freisetzenden und rasch abbauenden Enzyme, und dann auch die für sie zuständigen Gene. Und das war so für die Umwandlung **ATP - ADP** und zurück.

## "In vitro" – Lebensvorgänge im Gefäß, im Reagenzglas

Es erstand gerade im Zusammenhang mit der Gärung in (fast) zellfreiem Preßsaft die Frage nach der Möglichkeit, Lebensprozesse, sonst also **"in vivo"**(im Lebenden)**,** wirklich einigermaßen **getreu "in vitro"** (im Glas) ablaufen zu lassen (H.-J. RHEINBERGER 2007). Es hatte eigentlich auch schon bei LUDWIGs isolierten flüssigkeitsdurchströmten Organen gestanden. Auch wo die zellfreie Gärung gelang war das Ergebnis nicht gerade großartig, eben eine sehr viel schwächere als die normale Gärung stattfand, was die Frage nach dem "in vitro" aufwerfen mußte.

Bei anderen Prozessen, die man in Zellteilen außerhalb des Organismus 'in vitro' ablaufen lassen wollte, **gelang** das wenigstens zunächst und noch lange, **nicht**. Etwa in Untersuchungen bei und in der Ungebung von JAMES FRANCK (J. LEMMERICH 2007) endete die aktive Photosynthese in dem Moment, wenn die Pflanzenzelle zerstört ist und auch isolierte Chloroplasten funktionierten nicht. PRINGSHEIM berichtete von etwas Sauerstoff bei Belichtung an zellfreien Pflanzenextrakten.

Das bedeutet nicht geheimnisvolle Lebenskraft der intakten Zelle, aber weist wohl etwa auf die Umgebungsbedingungen, unter denen eine Zellorganelle funktioniert, auf die nötigen weiteren Faktoren.

## Traubenzucker-(alkoholische) Gärung – weitere Probleme

Ein besonderes Problem war auch die Entstehung von Nebenprodukten, so Glycerin, bei der Gärung, wie normalerweise auch. In Frankreich war durch M. E. DUCLAUX festgestellt worden, daß im Sonnenlicht bei Luftabschluß in alkalischer Lösung Zucker ebenfalls, also offensichtlich ohne Mikroorganismen-Beteiligung gespalten wird.

Das BUCHNERsche Experiment zur "**zellfreien Gärung**" wurde zwar später als

eher "trivial" betrachtet (A. TISELIUS 1948), regte aber die Enzymforschung sehr an. Ein im Lebewesen, "in vivo", sich abspielender Vorgang, Vergärung von Traubenzucker in Äthylalkohol, war nach außerhalb von Zellen, in das Reagenzglas mit dem Hefepreßsaft, "in vitro", verlegt worden. **Zellpreßsaft** aus anderer Herkunft wurde bald ein ganz bedeutsames **Mittel für die Erforschung von Enzymen und der Stoffwechsel-Schritte** überhaupt. Zur Gärung des Traubenzuckers, der Alkohol-Gärung, meinte BUCHNER allerdings zuerst, daß dafür eine einzige Substanz, die BUCHNER "**Zymase**" nannte, ausreicht. In seinem Vortrag aus Anlaß der Verleihung des Nobelpreises 1907 legte er seine nunmehrigen Meinung dar, daß aus dem Zucker zunächst Milchsäure und dann erst der Alkohol entsteht und es für jeden dieser Vorgänge ein eigenes Enzym gibt.

Der junge BUCHNER hatte aus finanziellen Gründen einst in einer Konservenfabrik gearbeitet und wurde hier schon mit Gärungprozessen bekannt. Er setzte dann sein Chemie-Studium in Erlangen fort, wurde 1896 Professor der Analytisch-Pharmazeutischen Chemie in Tübingen, 1898 Professor der allgemeinen Chemie an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin. Er wurde 1909 Professor in Breslau, 1911 in Würzburg. BUCHNER erhielt 1907 den Chemie-Nobelpreis. Als die Enzymforschung durch andere schon sehr viel weiter war, meldete sich BUCHNER 1917 trotz seiner 57 Jahre zum Kriegseinsatz, wurde in Rumänien als Führer einer Munitionskolonne am 11. August verwundet und starb im Lazarett in Foscani am 13. August 1917.

## Mehr über Gärungen noch bei BUCHNER

Was BUCHNER bei der Hefezelle für die alkoholische Gärung gefunden hatte, suchte er auch für andere Gärungen, also von Mikroorganismen bewirkte Stoffumwandlungen, nachzuweisen, speziell den Nachweis von abtrennbaren zellinneren Enzymen für die Milchsäure-Gärung und die Essigsäure-Gärung (1903). Man setzte wie so oft an anderen Phänomenen fort, was man an einer Stelle gefunden hatte. Auch hier arbeitete BUCHNER und Mitarbeiter mit dem Zerreißen der Zellen der bewirkenden Mikroorganismen. Immer noch rechnete BUCHNER mit **einem Enzym für einen ganzen Gärungsprozeß**. Gärungen waren dabei sehr unterschiedlicher Art, so eben der wohl kompliziertere Traubenzucker-Zerfall und die augenscheinlich viel einfachere Essigsäure-Bildung aus Äthylalkohol durch dessen Oxydation. Milchsäure wurde durch eine Anzahl verschiedener Bakterien hervorgerufen. Auf **Regulations-Vorgänge** verwies, daß die gebildete Milchsäure die Bildung weiterer Milchsäure verhinderte, also ein Stoffwechsel-Produkt dessen weitere Erzeung hemmte.

Es zeichnete sich ab, daß der **Alkohol-Gärung und der Milchsäure-Gärung**

augenscheinlich ein **gemeinsamer Prozeß** zugrundeliegt. Und schon KÜHNE war darauf gestoßen, daß sich im Tierkörper, **in tierischen Zellen**, **dieselben Prozesse** abspielen wie in Mikroorganismen. KÜHNE (zit. bei E. BUCHNER et al. 1903, S. 635) hatte eine spontane Milchsäure-Bildung "im ausgepreßten zellfreien Plasma aus entbluteten, fein zerriebenen Froschmuskeln" feststellen können. Daß ein ähnlicher Stoff, ein ähnliches Enzym, dem zugrundeliegen könnte, wurde anvisiert. Die Pflanzenphysiologen JULIUS STOKLASA und F. CZERNY, Prag beschrieben 1903, daß der anärobe Stoffwechsel der Zellen der **Pflanzen** und in von ihnen auch untersuchtem **Tiergewebe** mit dem der alkoholischen Hefegärung identisch ist – wobei Gleichheit schon mehr ist als Analogie. Die "abgspaltene Menge des Kohlendioxyds und des Alkohols" kam "dem Verluste an Saccharose bei der Zuckerrübenwurzel und der Stärke bei Kartoffen und Erbensamen" gleich (S. 622). Sie meinten in einem Niederschlag sogar das bewirkende Enzym "isolirt" zu haben.

### Die Auffindung größerer Komplexität der Gärung und dann als nötig für alle Stoffwechselschritte erkannte: Die Vielheit der Enzyme

Entdeckungen der **Folgezeit** gingen über rasch BUCHNER und Zeitgenossen 1898 / 1903 hinweg oder führte über ihn weit hinaus! Gärungsprozesse wie die Alkohol- und die Milchsäure-Gärung vollzogen sich **nicht unter der Wirkung von nur einem Enzym** und **nicht in einem Schritt**. Und was als mikrobenbewirkter Gärungsprozeß erschien fand in **gleicher Weise in den Zellen auch der anderen Organismen statt, durchzog die ganze Organismenwelt**, mit Abänderungen ehestens auf der Endstufe, also Milchsäure statt Äthylalkohol.

"Zymase" - als ein einfaches Enzym - so blieb es nicht. In England konnten ARTHUR HARDEN und WILLIAM JOHN YOUNG (1906a, b, 1908, R. E. KOHLER 1974) 1905 aus dem Hefe-Preßsaft eine Substanz abtrennen, die durch eine Kollodium-Membranen hindurchgeht, also "dialysiert", also niedrigmolekular ist, sich auch als hitzestabil erwies. Diese abgetrennte Substanz allein und andererseits der verbliebene Teil des Hefepreßsaftes allein erwiesen sich als unwirksam. Wurden beide vereint, bilden sie wieder ein "gärfähiges System". Der niedermolekulare Bestandteil wurde als "Coferment", "**Coenzym**" bezeichnet. Er erwies sich abei nicht als eine Art Hilfsbestandteil, sondern als die entscheidende, die reaktionsvermittelnde Komponente. War auch das gesamte Enzym offenbar nicht so einfach zu isolieren, hat 1928 der schwedische Biochemiker HANS VON EULER-CHELPIN (1930, 1937a, b) mit K. MYRBÄCK und R. NILSSON das Coenzym, also einen Teil des Enzyms, in recht reinen Präparaten dargestellt und bis 1937 als "Dinucleotid", bestehend aus einem Adenylsäurerest und Nicotinsäureamid, ermittelt. Das Coenzym war nicht auf Hefezellen beschränkt. Es fand sich in allen Zellen, auch des Menschen. EULER ermittelte in in etwa 1 Liter rote Blut-

zellen etwa 12 mg Coenzym. Für die Wirkung zwei notwendige Komponenten wurden auch bei anderen Enzymen gefunden. Enzyme bestehen, wie sich zeigte, grundsätzlich aus einem hochmolekularen "Apoenzym(ferment)" und einem "Coenzym(ferment)" bestehen. Zusammen bilden sie das allein wirksame "Holoenzym". In Holoenzymen fanden sich oft gleiche Coenzyme. VON EULER-CHELPIN (W. FRANKE 1953) war der am 15. Februar 1873 in Augsburg geborene Sohn eines bayerischen Offiziers. Er studierte unter anderem Chemie bei NERNST und VAN'T HOFF. ARRHENIUS holte ihn nach Stockholm, an dessen Universität er 1906 Professor für allgemeine und organische Chemie wurde. EULER-CHELPIN blieb an der Seite Deutschlands. Er war im Ersten Weltkrieg freiwilliger Flieger an der türkischen Front. Zusammen mit HARDEN erhielt EULER-CHELPIN 1929 den Nobelpreis für Chemie. Auch im Zweiten Weltkrieg sprach EULER-CHELPIN für Deutschland. Andererseits weilten in seinem Institut in Stockholm Gäste aus Nazi-Deutschland wie Emigranten aus Deutschland und Polen.

Da in BUCHNERs Hefepreßsaft gegenüber den Zellen die Gärung stark vermindert war und manche im Hefepreßsaft gar keine Gärung feststellten, wurde nach eventuellen weiteren für die Gärung nötigen Faktoren als nur die "Zymase" allein gefahndet. A. WRÓBLEWSKI (1901) in Krakau hatte dem Hefepreßsaft Neutralsalze zugesetzt. Er fand, "dass Phosphate eine bedeutende Steigerung der vergärenden Wirkung des Saftes bewirken" (S. 10). Dasselbe fanden HARDEN und YOUNG (1908), ohne den in Deutsch veröffentlichten Beitrag von WRÓBLEWSKI zu nennen. Notwendig erschienen auch Metallionen, so Mg++. Zur Gärung war also mehr als nur ein Enzym, auch mehr als dessen zwei Bestandteile nötig. Und war das alles nun fern von lebenden Strukturen?

EMIL FISCHER (1907, L. KNORR 1919) stieß auf die **große Spezifität der Wirkung** der einzelnen Enzyme. Geringe Unterschiede in der Konfiguration eines Substrats und schon war die Wirkung eines für diese Substanz zuständigen Enzyms verändert oder gar ausgeschaltet. FISCHER brachte für Substrat und Enzym den Vergleich von "**Schloß und Schlüssel**". Auch ein Schloß, das Substrat, war so konstruiert, das nur ein bestimmter Schlüssel, das spezifische "Enzym" paßte - jedenfalls im Normalfall. GEORG BREDIG und K. FAJANS fanden dann (1908), daß ein für die eine isomere Form zuständiges Enzym den anderen isomeren. Körper nicht etwa gar nicht, sondern bei den untersuchten Fällen nur viel langsamer angreift. CROFT HILL fand die **Umkehrbarkeit** von Enzym-Reaktionen.

Enzyme wurden lange aus ihren Wirkungen erschlossen. Enzyme zu erforschen hatte ihre präparative Darstellung zur Voraussetzung. Um die Gewinnung reiner Enzyme bemühte sich in Deutschland WILLSTÄTTER. Extrakte aus Drüsen und Abbauprodukte, Autolysate der Hefe unterwarf er der Säulenchromatographie. Er gewann wirksame Präparate, aber nicht reine Enzyme. E. WALDSCHMITZ-LEITZ

gelang bei WILLSTÄTTER immerhin die Trennung der 3 "pankreatischen" Enzyme, die also von der Bauchspeicheldrüse nach außen abgegeben werden. Nicht isolieren konnte man ein Enzym aus dem inneren einer Zelle, ein zellinneres Enzym. Es wurde sogar bezweifelt, ob es einzelne Enzyme gibt, sie (1926 S. 1) zu den "bekannten großen Gruppen der komplizierteren organischen Verbindungen zählen", und wenn, faßbar sind. Vielleicht, wurde auch diskutiert, findet Enzymwirkung an großen, nicht in Einzelstoffe trennbaren Kolloiden statt.

Da gab es denn Zweifel, als **1926** aus den USA die Mitteilung kam, daß ein bisher kaum bekannter Biochemiker, JAMES BATCHELLER SUMNER (J. S. FRUTON 1976) ein Enzym, die in ihrer Wirkung schon bekannte **Urease** aus einer Pflanze, aus der Jackbohne/*Canavalia ensiformis*, kristallin und damit in offenbar chemisch reiner Form dargestellt habe. Urease zerlegt den Harnstoff in Ammoniumcarbonat (A. TISELIUS 1948), also letztlich Ammoniak und Kohlendioxid, etwa in der durch Ammoniakgeruch auffallenden Urin-Zersetzung durch Urease-enthaltende Bakterien. Jahre vorher, im Herbst 1917 hatte SUMNER mit der Isolierung der Urease begonnen. Die Suche gerade nach diesem Enzym hatte er ausgewählt, weil dessen quantitative Bestimmung besonders rasch und genau möglich schien. Das richtige Objekt sollte auch hier den Erfolg bringen. Ein Kristallfachmann, Dr. A. C. GILL, untersuchte die erhaltene Urease auf ihre Kristallnatur. Sie gaben die Eiweiß-Reaktionen und erwiesen sich damit als Protein. Die Urease-Kristalle konnten auch mehrfach gelöst und rekristallisiert werden. SUMNER war der Sohn eines Landbesitzers. Seine frühe Leidenschaft war die Jagd. Mit einem Gewehr erlitt er einen Unfall. Der linke Arm mußte amputiert werden. SUMNER ging dennoch 1906 an die Harvard University. Nachdem er noch Biochemie studiert hatte, wurde SUMNER 1911 assistant professor, 1939 Vollprofessor an der Cornell University in Ithaca im USA-Staat New York. Als 1946 SUMNER (1948) zusammen mit NORTHROP und dem Viren-Forscher W. M. STANLEY den Nobelpreis für Chemie erhielt (A. TISELIUS 1948), meinte er, daß die Enzymdarstellung nicht nur aus technischen Gründen kaum möglich schien, sondern auch wegen der "inertia of men's ideas", wegen WILLSTÄTTER und seiner Schule, welche die Enzyme weder bei den Lipiden noch den Kohlehydraten oder Proteinen suchte, ihr Wirken in nicht präparierbaren Mengen annahm, ja sie nicht als Kristalle erwartete (S. 185). SUMNER sah seine Urease als reines Protein. Er wurde aber, 1975, durch eine australische Forschergruppe unter N. E. DIXON (et al.) ergänzt, die wahrscheinlich machte, das in dem Enzym nachgewiesenes **Nickel** für das Funktionieren der Urease unbedingt erforderlich ist, also Urease als ein "**metalloenzyme**" zu bezeichnen war (S. 4131). Seitdem sind Metalle in manchen Enzymen nachgewiesen. auch solchen von Bakterien (H. DOBBEK 2014).

JOHN H. NORTHROP vom Rockefeller-Institute in Princeton kristallisierte die

außerhalb von Zellen im Darmtrakt wirkenden Enzyme Pepsin, Trypsin und Chymotrypsin (A. TISELIUS 1948) sowie deren noch inaktive Vorstufen. Auch sie erwiesen sich als Proteine. Pepsin behielt auch nach 7 Kristallisationen die gleiche Aktivität, was für einen chemsch einheitlichen Stoff sprach.

Wichtig war die Aufklärung der Kette **der Atmungsenzyme** durch OTTO WARBURG. 1931 wurde ihm der Nobelpreis für Physiologie oder Medizin verliehen. 1931 wurde er Direktor in dem für ihn erbauten neuen Kaiser-Wilhelm-Institut für Zellphysiologie in Berlin-Dahlem.

Einen weiteren Schritt zur Aufklärung der **chemischen Zusammensetzung** eines Enzyms gelang 1934 dem Schweden HUGO THEORELL bei OTTO WARBURG. Das "Gelbe Atmungsferment" konnte er zerlegen in einen Proteinanteil und ein Coenzym. Das Coenzym erwies sich als Flavon. Dieses aber war dem Vitamin B2 zumindestens verwandt. Ein Vitamin war also wenigstens in diesem Fall ein Enzym-Bestandteil.

Die **Zahl ermittelter Enzyme** stieg vor allem nach 1950. Für fast alle Stoffwechselschrite wurde nach den Enzymen gefahndet und diese möglichst rein dargestellt. So wandte sich der vielseitige OCHOA 1980), in den USA, den Enzymen zu, welche im Zitronensäure-(Krebs-) Zyklus wirken, und "I began with isocitric dehydrogenase" (S: 14). 1961 wurden 900 Enzyme aufgelistet, 1984 über 2500 und die **Spezifität** vieler Enzyme, ihre Wirkung nur auf einen Vorgang, wurde immer deutlicher (E. H. FISCHER 1993). Manche Enzyme wurden in größeren Mengen verfügbar und es konnte von der in großen Skelettmuskeln vorhandenen Glykogenphosphorylase mit Mengen von etwa 10 g gearbeitet werden (E. H. FISCHER 1993, S. 1181).

**Nur durch** die Anwesenheit und Tätigkeit der oft etwa bei der Muskelkontraktion ganz kurzfristig wirkenden **Enzyme** wird ein normales, vielleicht 80-oder 90-jähriges Menschenleben möglich, von dem ein Großteil der Menschen keine Ahnung hat, nicht weiß, **wie man also,** und auch durch die Entwicklungsprozesse, zum **Lebendigsein** kommt. Gibt es Fehler in den Enzymen, gibt es oft schreckliche Leiden, und die sind dazu vielfach erblich. Einfach ist hier gar nichts und die Flucht hinter göttliches Wirken ist nicht unverständlich. Was mußte an Entwicklung ablaufen und muß stets an biologischem Geschehen stattfinden, damit eine herausragende Sängerin das 'Ave Maria' aus dem Schlußakt von VERDIs 'Othello' singen kann. Und die Geisteswissenschaftler schauen oft nur mit Verachtung auf die Naturwissenschaftler, weniger umgekehrt. Die vom Naturwissenschaftler meistens geschätzte Kultur ist auch das wundervolle Ergebnis all der biochemischen und auch enzymatischen Vorgänge, wobei auch der Naturwissenschafler im Opernhaus kaum noch daran denkt. Ebenso viel geschieht, bis ein Fußballer mit den Vorgängen

in seinen Muskeln ein bejubeltes Tor schießen kann. Und das meiste von diesen Dingen **aufgeklärt in wenigen Jahrzehnten von einem Jahrhundert**, dem 20., und das noch am Rande grausamer Kriege.

Erhielten die Enzyme zunächst irgendwelche Namen, so "Enolase", "Zwischenferment", "Katalase" und ähnliches, gab die von der "Internationalen Union für Biochemie" eingesetzte "Enzyme Commission" unter Vorsitz des österreichischen Biochemikers OTTO HOFFMANN-OSTENHOF eine **1961** auf dem Internationalen Kongreß für Biochemie in Moskau angenommene und im Prinzip beibehaltene **Nomenklatur** (P. KARLSON 1984). Grundlage der Benennung eines Enzyms war das von ihm angegriffene Substrat, angehängt wurde eine Kurzbezeichnung für den Reaktionstyp.

Enzyme wirken bei normaler Temperatur, bei normalem Druck. Die Bildung von Substanzen in Lebewesen, die "Biosynthese" mittels Enzymen, wurde von der chemischen Industrie mit ihren oft nötigen hohen Temperaturen und hohem Druck neidvoll als Vorbild künftiger auch industrieller Verfahren gesehen.

Mit der Auffindung von immer mehr Enzymen in den Zellen der Lebewesen, hatte schon etwa A. WRÓBLEWSKI (1901) gefragt, wie es möglich ist, daß viele verschiedenen Enzyme in einer Zelle **nebeneinander wirken** können. Das veranlaßte zu einer eingehenden weiteren Erforschung der Zellen. Dazu wurde zunächst Klärung gebracht nicht durch immer weitere Vergrößerung der Zellbilder in Mikroskopen, sondern durch **Zellfraktionierung** (P. SITTE 1982), das heißt die Trennung der oft winzigen Teilchen in Zellen, der Mitochondrien, Ribosomen und anderer, durch Ultrazentrifugieren. Die einzelnen Teilchen besaßen ihre spezifischen Enzymfunktionen.

Die Enzymforscher konzentrierten ihre Arbeit zunehmend **auf einzelne Enzyme**, die aus den Zellen und Geweben mit den für Enzyme angewandten Verfahren herausgelöst wurden wie einzelne Pflanzenarten aus einem artenreichen Pflanzenbestand und diese so zu einer monographischen Bearbeitung kamen. **Viele Zellen** waren zu **zerstören**, **damit erfaßbar** war, **was in der einzelnen Zelle geschieht.** In einer Zelle wirken zahlreiche Vorgänge nebeneinander, und sie wie die verschiedenen Enzyme waren getrennt voneinander zu untersuchen, und hatte sich jemand auf einen Vorgang oder ein Enzym konzentriert, dann, wie es OTTO WARBURG (zit. b. D. NACHMANSOHN 1972, S. 5/6) ausdrückte, "the rest of the cell is part of the test tube."

Mit der Isolierung und auch präparativen Darstellung von Enzymen, anderen Wirkstoffen und Substanzen aus dem Organismus überhaupt wurden die chemischen Vorgänge im Lebewesen auf **materielle Individualitäten**, also **einzelne faßbare Substanzen** zurückgeführt – eine sicherlich wichtige Erkenntnis und ein

Fortschritt über die Annahme der allgemeinen Wirkung wenig aufklärbarer Eiweiße und Kolloide hinaus.

Erkannt wurde, daß jedenfalls etliche Enzyme nicht irgendwie im Zellsaft wirken, sondern **an bestimmte Zellbestandteile gebunden** sind. Die **Atmungsenzyme** sind **lokalisiert** in den **Mitochondrien**, jenen winzig kleinen Zellbestandteilen, die erst mit neuen Methoden der Zellforschung aufzuklären waren (A. CLAUDE 1975).

Von verschiedener Seite wurden Einzelheiten des **Enzym-Verhaltens** zu erklären versucht. Enzyme, auch einzelne. können mit für sie spezifischen Substanzen, **Inhibitoren**, **gehemmt** werden, reversibel oder irreversibel, Die Kenntnis darüber kann wie im Falle der Acetylcholin-Esterase (N. ENGELHARD et al. 1967) lebensentscheidend sein. Wie ermittelt wurde, müssen die als Enzyme wirksamen Proteine eine bestimmte **dreidimensionale Struktur** annehmen, durch **Faltung**. "... Wirkgruppen im Enzym, die wie Serin und Histidin in der Aminosäurekette nicht unmittelbar benachbart sind" müssen in Annäherung gebracht werden. Es erschien also eine "Fähigkeit des Enzyms, sich den Substraten anzupassen" (N. ENGELHARD et al. 1967, S. 611). Gefunden wurden auch 'Multienzyme', Komplexe aus zusammenwirkenden Enzymen, erwähnt bei DAVID GREEN 1948 und erforscht etwa von LYNEN (H. WILL 2011, S. 187, 218/219).

So viele Enzyme auch im Körper wirken, es gibt doch zahlreiche Individuen auch beim Menschen bei denen sie einigermaßen abgeklärt funktionieren. Es gibt aber auch schreckliche **Leiden**, die **beim Ausfall von teilweise nur einem Enzym** auftreten. So bei der Phenylketonurie. Hier wird Phenylalanin nicht zu Tyrosin oxydiert (H C S WOOD 1966, S. 540) Und was mußte über diese Leiden zur eventuellen Verhinderung alles wissen! Die zur Phenolketonurier führende Enzymblockierung geschieht in der Leber - und hat dennoch mentale Auswirkungen, schädigt dasGehirn. Das zuständige Co-Enzym ist ein Pteridin-Derivat, isoliert aus der Ratten-Leber durch S. KAUFMANN. Wie viel über Aminosäuren und deren Umwandlungen mußte bekannt sein, um etwa bei der Phenylketonurie die richtige Diät zur Behebung der Störung einzusetzen (s. Stoffwechselstörung

Weil Enzyme bei Normaldruck und Normaltemperatur Prozesse katalysieren, die, wie die HABERsche Stickstoff-Bindung, in der chemischen Apparatur nur bei höherem bis hohem Druck und höherer Temperatur ablaufen, wurde immer wieder versucht, **Enzyme chemisch-synthetisch** herzustellen, damit **biomimetische** Verfahren möglich zu machen..Diese künstlichen Enzyme oder eher enzymähnliche Stoffe blieben bisher, also im Jahre 2011, beachtlich hinter der Leistungsfähigkeit natürlicher Enzyme zurück. Es wurden aber **Enzymen ähnliche Komplexe** hergestellt, Kristalle, etwa Eisen- und Nickel-Komplexe, welche die Distickstoff, N2,

und Diwassersrtoff, H2-Moleküle reduzieren/aktivieren, so bei CHR. LIMBERG (2011), Berlin. Die Rede ist von , "**bioinspirierter Chemie**", wegen der Herstellung mit Metall-Ionen von "**Bioinorganic Chemistry**".

## Weitere Faktoren für die Lebewesen und den Menschen von außen: Vitamine

## Die ersten Befunde und der Weg zu chemisch definierten Substanzen

Im ersten Jahrzehnt des 20. Jh. wurde deutlich, daß außer den bekannten Nährstoffen, also außer Eiweiß, Fett, Kohlehydrate sowie Wasser und Salz bisher unbekannte "akzessorische" Wirkstoffe mit der Nahrung dem Körper zugeführt werden müssen. Ihr Fehlen löst "**Mangelkrankheiten**" aus. Diese "**Vitamine**" wurden zuerst aus der Wirkung erschlossenen, es wurde auch vieles von ihrem Vorkommen in Pflanzen und Tieren bekannt und dann wurden sie auch als chemische Substanzenfaßbar. Niedere Organismen und Pflanzen, jedoch auch manche höheren Lebewesen bauen solche Vitamine in ihrem Körper selbst auf. Für sie sind sie wie die Enzyme körpereigene Wirkstoffe. Vielen Tieren und namentlich auch dem Menschen müssen diese Substanzen mit der Nahrung von außen zugeführt werden und diese sind also in bezug auf die Vitamine vom Stoffwechsel anderer Organismen abhängig.

Mit dem Nachweis der Vitamine ab dem Ende des 19. Jh. fiel Licht auf ältere medizinische Erfahrungen. Seefahrer erkrankten auf hoher See oder auch Polarforscher im Eis an dem scheußlichen **Skorbut** (scurvy), mit Zahlfleischzersetzung, Zahnausfall und Schwäche bis zum Tod. Konnten etwa auf einer angefahrenen Insel Früchte oder Gemüse gegessen werden, heilte der Skorbut oft erstaunlich rasch. JAMES LIND aus Edinburgh, "Vater der Seemanns-Medizin", schrieb 1753 in dem "Treatise on scurvy" über die skorbut-verhütende Wirkung von Zitronen (V. L. BULLOUGH 1973, K. C. CARTER 1977, R. E. HUGHES 1975). Die britische Marine verlor jedoch noch während des Siebenjährigen Krieges 1756 - 1763 lediglich 1512 Seeleute im Kampf, jedoch 133.708 durch Desertin und Krankheit und Skorbut war dabei. Gegen Skorbut wirksame Zitronen waren teuer. Der Seefahrer J. COOK nahm Sauerkraut und Malz an Bord und unter Strafandrohung mußte das gegessen werden. Schlimme Skorbutfälle mit Tod blieben bei COOK aus. Nicht jedoch Malariatote in Batavia. JOHN ELLIOTSON, Medizin-Professor am Londoner University College, sah 1830 Skorbut als Folge einer einzigen fehlenden Substanz, der Zitronensäure. Skorbut auf Schiffen wurde nunmehr als Schuld der

aus Kostengründen auf einseitige Ernährung der Mannschaften setzende Schiffseigner gesehen und sie wurden im Falle von Skorbut als kriminell, als Mörder beschuldigt (K. C. CARTER 1977). Später wurden allerdings auch bakterielle Erreger für den Skorbut gesucht. Die Ascorbinsäure, das Vitamin C, wurde erst im 20. Jh. bekannt.

Ost-und Südost-Asien waren in den letzten Jahrzehnten Schauplatz eines anderen eigenständigen, sich mancherorts rasant ausbreitenden Krankheitsbildes, der **Beriberi** (K. C. CARTER 1977). Eigenartige Bewegungen waren eines ihrer Symptome und deuteten auf Störungen im Nervensystem. Im alten Japan durfte von den Bauern nur ungeschälter brauner Reis gegessen werden und dieser war oft mit anderen Getreidekörnern versetzt, während die Stätder weißen geschälten Reis zur Nahrung hatten. Dann wurden die Städter teilweise merkwürdig krank und wurde von der Hauptstadt benannten 'Edo-Krankheit' gesprochen, die sich bei einem Landaufenthalt mit dortiger Nahrung kurieren ließ (so bei W. M. TSUTSUI ed. 2006, S. 478), In der japanischen Marine K. C. CARTER 1977) waren von 35.300 Männern 1876 3868, also etwa 11 Prozent, von Beri-beri befallen. 1878 gab es unter 36.100 Männern 13.629 Beriberi-Kranke, also etwa 38 Prozent.der Mannschaft. Beriberi breitete sich aus unter den aus Einheimischen bestehenden Kolonialsoldaten in Niederländisch-Indien und unter Gefängnisinsassen, aber auch Bessergestellte blieben nicht verschont. Der in London ausgebildete japanische Mediziner KAMEHIRO TAKAKI, Sohn eines Soldaten der japanischen kaiserlichen Palastgarde, nun Direktor des Tokyo Naval Hospital, sammelte Daten, die ihm für den Ausbruch der Beri-beri einen Ernährungsmangel nahelegten, etwa eine Abweichung vom normalen Verhältnis von Stickstoff zum Kohlenstoff, 1: 15, in der Nahrung. Die Ernährung in der japanischen Marine wurde geändert. In den nächsten 5 Jahren erlosch in ihr die Beriberi fast völlig. Aber die tiefere Ursache war damit nicht gefunden. Wegen der Häufung der Beri-beri in Niederländisch-Südost-Asien entsandte die niederländische Regierung 1883 eine Beriberi-Kommission unter C. A. PEKELHARING mit A. WINKLER und als Assistenten CHRISTIAAN EIJKMAN nach **Java**. Gesucht wurde nach einem die rasante Ausbreitung erklärenden Erreger. Bald schien er im Blute von an Beriberi Erkrankten nachgewiesen zu sein. Aber ein Rest an Unsicherheit über die Ursache blieb. EIJKMAN (1897a, 1897b, 1930) reiste zunächst nicht nach den Niederlanden zurück, sondern blieb auf Java. Er hielt Hühner und fütterte sie mit dem auch für Menschen verwendeten geschältem Reis, aus der Küche eines Militärkrankenhauses. Geschälte Reiskörner waren auf Schleifsteinen von der Schale befreit worden, weil er so besser zu munden schien und die Schleifmühlen Absatz fanden. Merkwürdige Bewegungsstörungen der Hühner fielen EIJKMAN auf, und sprach von Polyneuritis gallinarum. EIJKMAN sah darin Ähnlichkeiten mit der Beriberi bei Menschen. Bürokratie kann - selten - nützlich sein: Aus Kostengründen wurde für EJKMANs Hühner der geschälte

Reis gesperrt. Nun mußte ungeschälter Reis für die Hühner gut genug sein. Die Krankheitssymptome verschwanden. EIJKMAN überlegte, ob vielleicht die Beriberi des Menschen auch mit der Nahrung zusammenhängt, daß möglicherweise in der Schale der Reiskörner lebensnotwendige Substanzen enthalten sind, notwendig für eine vollwertige Ernährung, und dachte zuerst an eine Entgiftungsfunktion dieser Substanz. Mangel an einer lebenswichtigen Substanz vermutete EIJKMANs Assistent GERRIT GRIJNS 1901 (M. EGGERSDORFER et. al. 2012, S. 13142). Daß zunächst gemeint wurde, einen Beri-beri-Erreger gefunden zu haben, sah der spätere Vitaminforscher CASIMIR FUNK (1914, S. Einleitung) als ein "gutes Beispiel" dafür, "dass eine grosse Entwickelung eines Teiles unserer Wissenschaft" - gemeint war die Mikrobiologie - "nachhaltige Folgen auf andere Gebiete haben kann. Es kann sogar zu einer regulären Hemmung kommen", weil unbesehen die Ergebnisse der einen Fälle auf andere übertragen wurden. Wissen konnte auch einmal neues Wissen verhindern.

CASIMIR FUNK (A. J. IHDE 1972), ein Pole, als Forscher in Paris, London und ab 1914 in den USA, suchte das "Anti-beri-beri-Prinzip" zu isolieren, präparierte noch am Lister-Institut in London ein Pyramidin enthaltendes Konzentrat aus den Schalen des Reiskorns, das bei Tauben Beri-Beri-ähnliche Symptome behob. FUNK vermutete, daß auch gegen Skorbut, die Hautkrankheit Pellagra, die Rachitis solche verhütenden Substanzen existieren und schlug für diese 1912 wegen des Stickstoffgehalts in der von ihm isolierten Substanz den Terminus "vitamines", Vitamine, vor.

Damit wurden die Vitamine **chemisch faßbare** und möglicherweise industriell-technisch herstellbar **Substanzen**. Die spezielle Substanz aus der Schale des Reiskorns wurde in der 1916 von MC COLLUM eingeführten Nomenklatur der Vitamin-Benennung mit Großbuchstaben das Vitamin B1, chemisch "Aneurin" und später Thiamin genannt. 1941 waren alle **13 Vitamine** identifiziert, in ihrer Struktur aufgeklärt, konnten synthetisiert werden und das nicht nur im Labor, sondern auch auch in chemisch-technischen Verfahren in der Pharma-Industrie (M. EGGERSDORFER et al. 2012, S. 13136 u. a.). Die Vitamine erwiesen sich allerdings nicht gemäß FUNKs Erwartung als eine Gruppe chemisch verwandter Substanzen, sondern haben unterschiedliche chemische Konstitution. Gemeinsam ist ihnen eine physiologische Wirkung. Und etliche erwiesen sich als **Enzyme resp. Enzymbestandteile** oder wie **B 12** (TH. C. STADTMANN 1971) **in** seinen **Derivaten als Enzym**. Der Terminus "Vitamine" wurde beibehalten, auch als sich Substanzen mit Vitamin-Wirkung als frei von Stickstoff erwiesen.

Zu den Vitaminen gehören nicht nur die Entdecker und ersten Untersucher, die Pioniere in der Vitaminforschung, sondern **um jedes Vitamin gruppierten sich** wie anderen biochemische wichtigen Substanzen aus oft zahlreichen Personen be-

stehende **Arbeitsgruppen** und brachten viele Einzelheiten ans Licht.

## Die verallgemeinerte Vitamin-Auffassung: HOPKINS

Entscheidende Erkenntnisse über Vitamine verdanken Medizin und Ernährungsforschung Sir FREDERICK GOWLAND HOPKINS (E. BALDWIN 1972). Er war am 20. Juni 1861 in Eastbourne in Sussex geboren worden, verlor seinen Vater früh verlor, war zunächst ein mäßiger Schüler, arbeitete dann in einem Versicherungsbüro, lernte bei einem analytischen Chemiker und an der Bergbauschule in South Kensington. Er legte schließlich Prüfungen in Chemie ab und studierte nach Arbeit in der Gerichtsmedizin am Londoner Guy Hospital Medizin. HOPKINS erhielt 1898 in Cambridge eine Dozentur für Physiologische Chemie. Er wurde das Haupt der englischen Biochemiker. Er forschte über Aminosäuren und die Milchsäure im Muskel.

Versuchstiere von HOPKINS, die nur mit einer Mischung aus reinem Protein, Fett und Kohlenhydraten ernährt wurden, wuchsen auch bei Zusatz von Mineralsalzen nicht auf. Zusatz von Kuhmilch behob das. Lebensnotwendige "essentielle" Aminosäuren schieden als Ursache von Mangelerscheinungen damals deshalb schon aus, weil die Aminosäuren alle als bekannt galten und sie nicht die Ernährungsmängel allein behoben. Die Vitamine mußte also andere Substanzen sein. Die Entdeckung erster Vitamine fiel in eine Zeit, in der schon angenommen worden war "alle oder nahezu alle unsere Nahrungsbestandteile gekannt zu haben" (C. FUNK 1914, S. 5). Eine Berücksichtigung der Vitamine in der vollwertigen Ernährung, vielfach eine Nahrungsumstellung, erschien nun als unumgänglich. Eine Ursache von Krankheit und Leiden konnte dank wissenschaftlicher Forschung beseitigt werden. Die USA votierten für ein Verbot des Reispolierens auf den Philippinen. HOPKINS und der unterdessen 74 Jahre alte EIJKMAN erhielten 1929 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Der nunmehr 74 Jahre alte EIJKMAN war allerdings nicht mehr reisefähig und konnte seinen Nobelvortrag, in dem er den Weg zu seiner Entdeckung darlegte, nur nach Stockholm einsenden. EIJKMAN starb am 5. November 1930, HOPKINS am 16. Mai 1947 in Cambridge.

## Viel Weiteres über Vitamine und neue Vitamine

Bis um 1930 war viel manches über weitere Vitamine festgestellt worden und es kam nach 1930 das mit fruchtbarste Jahrzehnt der Vitaminforschung. Es gelang zunehmend die Isolierung und die Aufklärung der chemischen Konstitution der Vitamine. Die Vitamine wirkten, wie deutlich wurde, auf verschiedenste Vorgänge

im Körper, und die Ausfallserscheinungen waren nur besonders auffällige Symptome in einem ganzen Spektrum von Mangelerscheinungen. Auch Mikroorganismen, so die Milchsäurebakterien, erwiesen sich als auf Vitamine angewiesen (R. KUHN 1942).

Das Anti-beri-beri-Vitamin, das **Vitamin B 1,** auch Aneurin oder Thiamin genannt, das bei der Auffindung der Vitamine eine Schlüsselstellung eingenommen hatte (G. DANNHARDT et al.), wurde 1926 durch die Niederländer B. C. P. JANSEN und W. P. DONATH isoliert und seine chemische Konstitution war Foschungsgegenstand von WINDAUS, WILLIAMS und MAKINO. Aneurin dient als Coenzym bei der Phosphorylierung.

Das um 1800 von dem englischen Chemiker BLYTH aus Milchserum isolierte Lactoflavin oder Riboflavin erwies sich als das **Vitamin B2**, von dem allerdings beim Menschen keine Avitaminose bekannt wurde, wohl aber für Ratten. Um 1933 hat RICHARD KUHN (1936) zusammen mit PAUL GYÖRGY und WAGNER-JAUREGG aus 5.400 l Molke 1 g von diesem Farbstoff isoliert, der sich für das Wachstum junger Ratten als mit für sie 0.008 g je Tag unersetzbarer Bestandteil in der Nahrung zeigte. Etwas vorher, 1932, hatten O. WARBURG und W. CHRISTIAN gefunden, daß in der Hefe ein wohl diesem identischer gelber Farbstoff an einen kolloidalen Träger gebunden vorkommt, das **gelbe Ferment**. HUGO THEORELL (1935) hat um 1934 das gelbe Ferment kristallisiert und fand das Lactoflavin, also das Vitamin B2 als **Coferment**. Damit wurde erstmals für ein Vitamin, das B2, eine Stellung in einem Stoffwechselfaktor erkannt, **ein Vitamin als Bestandteil eines Enzyms**. Das bedeutete einen Brückenschlag zwischen zwei Wirkstoffgruppen, den von außen kommenden Vitaminen und den Emzymen im Zellstoffwechsel.

Als wohl ebenfalls Vitaminmangel-Krankheit erwies sich die unter den Armen im Maisgürtel der USA und in Maisgebieten Südeuropas (CH. ROSENBERG 19) grassierende **Pellagra**, die sich auf der Haut durch Rötung und Abschälen äußert. Das im Mais zu wenig vorhandene Vitamin, dessen Erforschung JOSEPH GOLDBERGER in den USA vornahm, erwies sich als vom B2 unterschieden, wurde von P. GYÖRGY als **B6** und auch als das "**antidermatische** Vitamin" oder "Adermin" bezeichnet. RICHARD KUHN mit WENDT, ANDERSAG und WESTPHAL isolierten es und klärten seine chemische Konstitution als Derivat der Nicotinsäure. Es gibt von B6, Pyridoxin, verschiedene Varianten (M. EGGERSDORFFER et al. 2012, S. 13148),

Das **Vitamin A**, dessen Fehlen die Schleimhäute schädigt und zur Nachtblindheit führt, wurde um 1931 als Abkömmling des Carotins erkannt. Die Carotinoide waren die ersten Substanzen, die seit TSWETTs Chlorophyll-Forschung durch

Säulenchromatographie getrennt wurden. Die elementare Zusammensetzung des **Carotin** hatte WILLSTÄTTER, die Konstitution 1930 PAUL KARRER (C. H. ENGSTER 19) in Zürich ermittelt. R. KUHN (O. WESTPHAL 1968), KARRER und ROSENHEIM fanden 1931 gleichzeitig und unabhängig voneinander, daß das Carotin der Mohrrübe aus den 2 Komponenten Alpha-Carotin und dem optisch inaktiven Beta-Carotin besteht. Der tierische Organismus spaltet Beta-Carotin in Vitamin A, das Axerophthol, entsteht, und war also "Provitamin".

Das **Vitamin C**, die **Ascorbinsäure**, hat so viele Funktionen und muß wenigstens vom Menschen in solchen Mengen aufgenommen werden, daß davon gesprochen wurde, daß sie den "Rahmen eines Vitamins" "sprengt" (E. DEGKWITZ 1985). Seine Isolierung allerdings war dennoch nicht einfach, erfolgte zuerst Mitte der 30er-Jahre des 20. Jh. aus Paprika und dann auch aus anderen Früchten durch SZENT-GYÖRGYI.

Einen ebenfalls fast unwahrscheinlichen Weg in seiner Aufklärung ging das **"antirachitische" Vitamin D**. Der englische Mediziner FRANCIS GLISSON hatte 1650 in der Schrift "De rachidide" die Rachisis als eigenes Krankheitsbild beschrieben. Hauptsymptome sind Knochenweiche. Ab der Jugend Betroffene haben oft X- oder O-Beine. Ursache der immer wieder beachteten Rachitis sollten die unreine und feuchte Luft in den Straßenschluchten der Großstädte sein, die schlechte Ernährung ebendort, ja sogar die angebliche Domestikation des Menschen wurde angeführt (E. HAGENBACH-BURCKHARDT 1895, A. LÜTTRINGHAUS 1934, B. RUDDER 1946). Das schien bestätigt zu sein, weil sich mit unterschiedlichen Therapien Heilerfolge erzielen ließen. Namentlich EDWARD MELLANBY (G. L. GEISON 1978) und MC COLLUM in den USA setzten auf Spezieldiäten, etwa die "Mc Collum Diät 3127". Um 1909 verwiesen SCHMORL wie 1912 RACZINSKI auf den Mangel an Sonnenlicht als Rachitis-Ursache. Der Berliner Kinderarzt K. HULDSCHINSKY beschrieb 1919, wie bei 4 schwer rachitischen Kindern durch Behandlung mit der Quarzquecksilberlampe Heilung eintrat. Monatlich wurde der linke Unterarm dieser Kinder geröntgt, um die Knochenheilung zu kontrollieren. Als Testorganismen für die Feststellung antirachitischer Agenzien dienten schließlich junge, auf "rachitogene" Diät gesetzte Ratten. Der New Yorker Kinderkliniker ALFRED F. HEß(SS) fand, daß selbst die Bestrahlung des Käfigs von rachitischen Ratten heilsam ist. Wieso das? Gedacht wurde an den Einfluß von Ionisierung der Luft. Aber wirksam gegen Rachitis erwiesen sich selbst der im Käfig verbliebene Kot und Nahrungsreste, die von den Ratten nachträglich noch gefressen wurden. Nun wurde Nahrung gezielt bestrahlt. Ihre antirachitische Wirkung wurde festgestellt. Als wirksam ließ sich der Spektralbereich des UV-Lichts zwischen 310 und 280 mμ eingegrenzen. Dieser Spektralbereich entsprach der 1913 von DORNO in Davos in der Schweiz als heilwirksam ermittelten UV-Strahlung, lag also an der

unteren Grenze des die Erdoberfläche erreichenden UV-Lichtes und lag im Absorptionsbereich des Cholesterin. HEß und der Londoner ROSENHEIM wandten sich nun an den seinerzeit besten Kenner des Cholesterin, ADOLF WINDAUS (A. BUTENANDT 1960, K. DIMROTH 1986) in Göttingen, der 1925 von HEß nach New York eingeladen wurde. WINDAUS zog zur Untersuchung der Lichtabsorption von Cholesterin seinen Göttinger Kollegen von der Physik, POHL, heran. WINDAUS, Chemie-Nobelpreisträger von 1928, fand 1927, daß das bestrahlte **Ergosterin** stark antirachitisch wirkt, im Rattentest noch bei einer täglichen Gabe von 1 / 40 000 mg und dieses ein "Provitamin" sein muß. Therapeutisch wurden von bestrahltem Ergosterin abgeleitete Präparate eingesetzt: Viosterol, Sterogyl, Radiostol, Radiosterin, Aktinoson, Präformin. Gefunden wurde eine "Photoreaktionskette", die bisher in der organischen Chemie neu war. Daß Dorschleber antirachitisch wirkt, wurde darauf zurückgeführt, daß Dorsche das Vitamin in größerer Wassertiefe mit ihrer Nahrung aufnehmen und speichern. Aus Thunfischleberöl wurde 1936 das natürliche Vitamin gewonnen, wobei, durch BROCKMANN, Nachfolger von WINDAUS in Göttingen,.die chromatische Adsorption bei der Auffindung eingesetzt wurde.

Das für die Blutkoagulation wichtige **Vitamin K** wies 1929 HENRIK DAM (1937, 1946, A. LICHTENSTEIN 1946) am Biochemischen Institut der Universität Kopenhagen nach. Hühnerküken erhielten bei Untersuchungen zum Cholesterin-Stoffwechsel eine sehr fettarme Kost. Nach etlicher Zeit gab es bei den so ernährten Tieren blutunterlaufene Körperstellen, Hämorrhagien. Ihr Blut koagulierte langsamer. RODERICK, HOLST und HALBROOK fanden in den USA 1931 und 1933 dasselbe. Mangel bekannten Vitaminen wie Vitamin C konnte ausgeschlossen werden. Die Blutungen der Küken ließen sich nach Untersuchungen von DAM und F. SCHÖNHEYDER durch Hanf-Samen beheben, die als Vitamin K bezeichnete Substanz dann auch im Samen von Kohl, Tomaten, Sojabohnen, Luzerne, aber auch in der Leber nachweisen. In den USA zeigte 1938 ALMQUIST die Bildung dieses Vitamins durch Darmbakterien. DAM isolierte 1939 aus Luzerne ein unlösliches gelbliches Öl mit hoher Vitamin K-Wirkung und nahm die Zusammenarbeit mit der Schweizer Forschergruppe unter P. KARRER auf. In einem regelrechten Wettlauf in verschiedenen Laboratorien der USA wurde die Isolierung des K1 angestrebt und 1939 gewann die Gruppe um EDWARD A. DOISY K1 in reiner kristalliner Form aus Luzerne-Samen und K2 aus Fischmehl, chemisch ein Naphthoquinon-Derivat. DOISY (1976) stammte aus einem kleinen Dorf in Illnois FREDERICK FIESER fand eine Synthese (A. B. COSTA 1981). Gabe des Vitamin erwies sich als erforderlich bei gewissen Darmkrankheiten, bei Operationen und bei Neugeborenen. DAM und DOISY wurden 1943 Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin.

Voller Überraschungen waren Entdeckung und Erforschung des **Vitamin B12**. Auf seinen Mangel oder dessen gestörte Aufnahme im Darm wurde zurückgeührt die "Perniziöse Anämie", der Mangel an roten Blutkörperchen (I. HOLMGREN 1935) oder wenigstens eine Form davon. An der "Perniziösen Anämie" starben vor 1926 in den USA pro Jahr etwa 6000 Menschen. GEORGE HOYT WHIPPLE (J.M. PRATT 1972) suchte ab 1920 noch unabhängig von Vitaminforschung nach Faktoren, die nach Blutverlust, wie im Kriege häufig, die Blut-Neubildung anregen. Hunde wurden durch Blutung blutarm gemacht (S. 2). Kann Blutbildung durch bestimmte Diät stimuliert werden? Unter verschiedener geprüfter Nahrung fand WHIPPLE erhöhte Blutbildung bei den blutarm gemachten Hunden durch Ernährung **mit Leber**. GEORGE RICHARDS MINOT und MURPHY in Boston suchten, 1926, an Perniziöser Anämie erkrankte Patienten durch viel Leber zu heilen und fanden bei bis 240 Gramm Leber pro Tag eine bleibende Verbesserung des Blutbildes. Ein wirksamer Leberextrakt wurde hergestellt. MINOT, MURPHY, WHIPPLE wurden 1934 zusammen die Träger des Nobelpreises für Physiologie und Medizin. In über 20-jähriger Arbeit wurde danach ein "antipernicious anaemia factor" (APA-Faktor) gesucht und als Vitamin B12 1948 durch die zwei Teams K. FOLKERS et al. und ERNEST LESTER SMITH mit L. F. J. PARKER isoliert und kristallisiert in Gestalt von dunkelroten Kristallen (J. M. PRATT 1972, S. 1). Einen rascher Test für die die Anwesenheit dieses Faktors Vitamin B 12 (B. ZAGALAK 1982) bot die Mikrobe *Lactobacillus lactis* DORNER, für die, wie 1947 MARY KORB gefunden hatte, der "antipernicious anaemia factor" (APA) ein essentieller Wachstumsfaktor ist, also ließ dessen Anwesenheit sich am Wachstum der Testmikrobe nachweisen ließ. Unerwartetes brachte die chemische **Konstitutionsaufklärung** zutage, nämlich im Molekül ein **zentrales Kobalt-Atom** und eine bis unbekannte Ringkonstitution, den "Corrin-Ring" (Cyanocobalamin), der sich vom "Porphyrinring" des Blutfarbstoffs und des Chlorophylls unterscheidet, aber auch Ähnlichkeiten hat. "Corrin-Ringe", wie sich zeigten, werden ansonsten ausschließlich von Mikroorganismen gebildet. Und noch mehr der Überraschung: Vitamin B2 hatte sich als Enzym-Bestanteil erwiesen. Vitamin B12 war nicht selbst Enzym oder Teil eines solchen, sondern das waren **Derivate** des Vitamin B12, mußten sich also aus dem Vitamin B12 bilden (TH. C. STADTMANN 1971). Bei den meisten Menschen wird das Vitamin B12 von Bakterien in der normalen Darmflora gebildet, wird als Vitamin also nicht von außen aufgenommen. Aber diese Bildung von B12 kann gestört sein oder ebenso die Absorption in der Darmwand. Die **Totalsynthese** von B12 gelang 1972 (R. B. WOODWARD 1979).

Nachdem im 18. Jh. SCHEELE Früchte, so Beeren, auf organische Säuren durchsucht hatte, wurden nunmehr solche Pflanzenteile auf Vitamine und andere Wirkstoffe durchforstet (P. WALDEN 1942/1943).

Alle Vitamine werden nunmehr auch industriell erzeugt. China hat ein Vitaminprogramm zur Vorbeugung von Ernährungsschäden in seiner Bevölkerung durchgeführt (M. EGGERSORFER et al, 2012). Im allgemeinen, heißt es, macht die heutige vielseitige Ernährung Vitamin-Tabletten unnötig.

# Die Welt die Signalstoffe - besonders die der "Hormone" - Chemische Kommunikation im Lebewesen

## Zellen empfangt die Signale! - Signalstoffe

Zellen reagieren auf Reize. Einzeller können nur auf Umweltreize reagieren. Zellen im Verband, und seien es zwei Zellen, benötigen Kommunikation. Das geschicht zum einen durch elektrische Potentiale, ausgesandt und empfangen. Aber ausgebildet wurde dann chemische Kommunikation, durch abgegebene Substanzen, die auf andere Zellen wirken. Besonders nötig war das bei der Kommunikation über "extrazelluläre Distanzen" (B. SCHARRER 1987), also zwischen sich entfernt voneinander befindenden Zellen. Eine Kommunikation ist über eine Körperflüssigkeit, bei höheren Tieren also über die Blutbahn, möglich. In der Evolution haben sich verschiedene Signalstoffe herausgebildet, solche, die in der unmittelbaren Nachbarbarschaft wirken und solche mit Einfluß auf größere Entfernung und dann oft auf allgemeine Phänomene des gesamten Organismus. Wirkung etwa auf den Stoffwechsel. Signalstoffe gehören - wie die Vitamine - nicht einer gemeinsamen chemischen Gruppe an. Sie sind Amine, Peptide, Steroid-Verbbindungen oder können auch einfache anorganische Verbindungen wie Kohlendioxid oder Stickstoff-Oxide sein.

## Hormone - eine besondere Gruppe chemischer Signalstoffe

Die Endokrinologie, die Hormonforschung, die Erforschung dieser besonders eindrucksvollen Signalstoffe mit Wirkung über das Blut, ist ein Gebiet, in dem sich manche **Vorstellungen nicht nur ablösten, sondern umkehrten** und das in besonders eindrucksvoller Weise vorführte, wie die Erkenntnis von heute nicht die der weiteren Jahre beliben muß. Das Nervensystem galt zunächst als einziges Kommunikationssystem im Tierkörper, aber gerade mit der konsequenten Erfor-

schung der Nervenleistungen wurden körpereigene, an verschiedenen Orten produzierte Substanzen deutlich, die ebenfalls Kommunikation bewirken. Über das Blut vermittelte Signalstoffe sind jene, die als die klassische Hormone gelten. Mehr distanzterte man sich vom Begriff "Hormon" bei Substanzen, wekche **unmittelbar von Zelle zu Zelle** oder sogar von Organismus zu Organismus wirken. Chemische Kommunikation ist eines der großen Kapitel biologisch-chemischer Forschung im 20. Jh., von großem Einfluß auf die Medizin.

**Zuerst** erfaßte man die Signalstoffe, namentlich die 'klassichen' Hormone **biologisch,** in **ihrer Wirkung im Organismus**. Erschlossen aus Wirkungen bei krankheitsbedingter Veränderung oder bewußter Exstirpation bestimmer Drüsen waren die 'Hormone' zuerst nicht mehr als Namen für eine in den betroffenen Drüsen vermutete Substanz. **Dann** wurde nach präparativer Darstellung die **chemische Zusammensetzung** dieser Substanzen zu klären versucht.Wurden die Hormone **zuerst als einzelne Substanzen** in ihren einzelnen Wirkungen gesehen, fast wie 'vita propria' von Substanzen, so fand sich dann auch die **Unterordnung** der Hormone **in das Gesamtgeschehen im Organismus**, mit zunächst der **Hypophyse** als leitender Hormondrüse und diese wurde dann erfahren als **verbunden mit dem Gehirn**, dem sie anhing. Aber das war ein längerer Weg. Die Bildung vieler Hormone fand sich als **außenstimuliert,** etwa durch Stress, beim Adrenalin. **Später** kam die vor allem an die eingehende Aufklärung der Zellmenbran und auch an die Erforschung von Genen gebundene Aufklärung der **Rezeptoren,** in der Zellmembran, der **Wirkorte**, und auch der Wirkungsweise der Hormone, ihrer Einflußnahme im einzelnen.

## Auf dem Wege zum Hormon-"Konzept" in seinen Anfängen

Nachdem die verschiedensten Nervenleistungen bekannt geworden waren, suchte der Göttinger Physiologe ARNOLD ADOLPH BERTHOLD (1849) zu ergründen, welche Nerven bewirken, daß Hähnchen nach einer Kastration bestimmte, vom kastrierten "Kapaun" bekannte Veränderungen ausbilden, so Stimmenveränderung, Kampfunlust, Zurückbildung von Kamm und Halslappen. BERTHOLD entfernte bei 6 Hähnchen die Hoden. Die Kastrationsfolgen traten ein. In die kastrierten Hähnchen wurden wieder Hoden eingepflanzt. Die Kastrationsfolgen schwanden. Dafür zuständige spezifische Nerven fanden sich nicht. BERTHOLD zog die Schlußfolgerung, daß die Hoden **über das Blut** "auf den allgemeinen Organismus überhaupt" und dann allerdings auch auf das Nervensystem als "einen sehr wesentlichen Teil" des Organismus wirken. Kommunikation im Organismus über das Blut - das war ein neuer Gesichtspunkt. Wiederholung solcher Versuche durch andere führte damals nicht zu denselben klaren Ergebnissen. BERTHOLDs kaum

6-seitige Arbeit wurde vergessen, bis sie 1910 als "Klassiker" der Hormonforschung wieder ausgegraben wurde.

In der Folgezeit fand sich, daß krankheitsbedingte Schädigung oder chirurgische Entfernung von in ihrer Funktion unbekannten Drüsen ohne Ausführgang, also von Schilddrüse, Nebenniere, auch Thymus und Milz, charakteristische Ausfälle auftreten lassen. Wiedereinpflanzen solcher Organe nach Ausfall oder Injektion ihrer Produkte konnte die Ausfälle wenigstens mindern.

Es zeigte sich das bei der **Nebenniere,** einem in der Nähe der Niere liegendem Organ, das aus zwei voneinander ziemlich unabhängigen Teilen, Mark/Medulla und Rinde. besteht Der englische Mediziner THOMAS ADDISION (L. G. WILSON 1984) hatte 1855 an Hand von 11 Fällen am Guy's Hospital in London ein vorher unbekanntes und von ARMAND TROUSSEAU 1855 nach ihm als "**Addisonsche Krankheit**" benanntes Krankheitsbild beschrieben, bei dem Anämie, zunehmende Schwäche und auch braune Hautfärbung auftraten. Die Krankheit, wegen bräunlicher Hautverfärbung auch "bronzed disease" genannt, endete mit dem Tod. Wurden die Verstorbenen geöffnet, fiel ADDISON eine geschädigte Nebenniere auf. Davon angeregt entfernte der führende französische Physiologe BROWN-SÉQUARD bei Kaninchen, Hunden und Katzen die Nebenniere gänzlich oder teilweise, konnte durch Einpflanzen von Nebennieren die Schäden wieder lindern. Wie andere später zeigten, ist der lebenswichtige Teil die Rinde (T. REICHSTEIN 1950).

Auffallend waren auch die Folgen einer Entfernung der **Schilddrüse** und Substitution ihrer Produkte. Namentlich in den Alpenländern fielen viele und oft mißgebildet bleibende Menschen durch eine **vergrößerte Schilddrüse**, einen "Kropf" auf. Die Chirurgen THEODOR KOCHER und REVERDIN wagten sich in den 60er-Jahren des 19. Jh. daran, solche Kröpfe chirurgisch zu entfernen, und zwar vollständig, in Totaloperation. Die Schilddrüse galt allgemein als funktionslos. Um 1883 jedoch wurde bei etlichen Operierten ein allgemeiner Verfall, ein "Myxödem" deutlich. KOCHER sprach von der "Cachexia strumipriva". Zufuhr von Schilddrüsenextrakt minderte die Ausfallserscheinungen. Daraus mußte die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Schilddrüse offenbar ein lebensbotwendiges Produkt in den Köper abgab oder entgiftend wirkte. KOCHER war einer der vielseitigsten und führenden Chirurgen auf der Erde, seit 1872 Ordinarius in Bern und hielt seiner Hochschule 43 Jahre die Treue. 1909 wurde er Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin.

Krämpfe folgten, wenn bei der Schilddrüsen-Operation die zuerst von dem schwedischen Medizinstudenten IVAR SANDSTRÖM und von EUGÈNE GLEY in Paris beschriebenen **Nebenschilddrüsen** (parathyroids) unbeabsichtigt mit weggeschnitten wurden.

## Organ-Therapie als Möglichkeit der Behandlung mit zunächst unbekannten Hormonen

Als eine neuartige Therapie behandelten am Ende des 19. Jh. manche Mediziner Kranke mit "Säften", mit "Extrakten", aus verschiedenen Organen. Man sprach von "**Organtherapie**". Auf sie wurden manche Hoffnungen auf Gesundung gesetzt. In Organen vorhandene Signalstoffe, also auch die gar nicht so leicht zerstörbaren Hormone, wurden mit der Aufnahme von Organextrakten in den Körper von im Experiment von Versuchstiern oder bei Therapie in den Körper von Menschen aufgenommen und wirkten hier. Vielfach wurde das dann auch an Versuchstieren getestet. Das war wie die Ausschaltung von Krankheitserregern **kausale Therapie**, das heißt eine Behandlung, die Faktoren, "Ursachen", ausglich und durch reinere Präparate abgelöst wurde.

1889 berichtete der damals 73-jährige CHARLES-ÉDOUARD BROWN-SÉQUARD, daß er sich selbst mit einem Extrakt aus Stierhoden behandelt hat und bei sich gesteigerte körperliche und geistige Leistungsfähigkeit, nahezu eine "Verjüngung", empfand. Seinen Harnstrahl habe er wieder weiter als vorher wegspritzen können. Auch ist die Rede von Injektion von Hodenextrakt aus getöteten Meerschweinchen und Hunden. Es muß offen bleiben, was Selbstsuggestion war. Die Sensation war groß. Ein Mittel gegen das Altern schien, wie manches Mal, gefunden zu sein. Dennoch starb BROWN-SÉQUARD am 1. April 1894. Er hatte aber eine "innere Sekretion" von allen Geweben verkündet (W. H. HOWELL 1897). BROWN-SÉQUARD (J. M. D. OLMSTED 1946) war am 8. April 1817 in Port Louis auf der 1810 von den Briten den Franzosen abgenommenen Insel Mauritius, der Ile-de-France, geboren. Sein Vater war ein amerikanischer Kapitän, der bei einem Schiffbruch ums Leben kam. Die französische Mutter, nunmehr britische Staatsbürgerin, übersiedelte mit dem Sohn nach Paris, wo er Medizin studierte. BROWN-SÉQUARD wirkte mehrfach in den USA und in Frankreich, auch einmal auf Mauritius. Etwa 60mal überquerte er den Atlantischen Ozean, muß deshalb zusammengerechnet etwa 6 Jahre auf dem Meer gewesen sein. 1878 wurde BROWN-SÉQUARD als Nachfolger des verstorbenen BERNARD Professor am Collège de France in Paris. Auffallende Versuche an Tieren charakterisieren ihn. Er war es, der zuerst einen abgetrennten Hundekopf 8 Minuten danach durch Zufuhr suaerstoffreichen Blutes noch einmal zu Lebensäußerungen brachte.

In Großbritannien spritzten GEORGE OLIVIER und der von ihm herangezogene Edinburgher Physiologe EDWARD ALBERT SHARPEY-SCHÄFER seit 1893 Glycerin-Extrakte von Nebennierenrinde, Schildrüse, Gehirn in Testpersonen. Solche Injektionen bekam sogar OLIVIERs Sohn (M. BORELL 1978). Ein Ergebnis war, daß Extrakt aus der **Nebenniere** den Blutdruck erhöht. Schilddrüsenausfällen

wurde mit **Schilddrüsen-Gewebe** begegnet. Patienten wurden Schilddrüsen von Schlachthaustieren aufs Brot gestrichen (G.HABERLANDT in C. ZANGERL 2014, S. 124). BETTENCOURT und SERRANO (1890) minderten das Myxödem durch Einpflanzung von Schilddrüsen. HERMANN EMMINGHAUS und REINHOLD übertrugen Schilddrüsengewebe, MURRAY (1891) injizierte subkutan Schilddrüsenextrakte, MACKENZIE (1892) gab Schilddrüsengewebe durch den Mund, "oral" (H. HIMSWORTH et al. 1972). In den 1920-er-Jahren forschte an Organ-Therapie LUDWIG HABERLANDT (in C. ZANGERL 2014) in Innsbruck, mit **Hirn-Emulsionen** und **Hirn-Extrakten.** Aus der Klinik von BIER in Berlin waren "organtherapeutische Erfolge bei Gehirn- und Rückenmarkskranken mit Centralnervensubstanz" gemeldet worden (in C. ZANGERL 2014, S: 127). HABERLANDT fütterte Frösche mit "Gehirn- und Rückenmarkssubstanz" und fand "daß die früher beobachteten Effecte - gesteigerte Lebhaftigkeit der Tiere und erhöhte Reflexerregbarkeit - auch nach interner Verabreichung von Gehirn- und Rückenmarks-Emulsionen auftreten, während Fütterungen mit Leber- und Milz-Emulsionen bei Controlltieren unwirksam waren" (S. 127). HABERLANDT (S. 134) fütterte nach dem Tagebuch für 1930 Meerschweinchen täglich mit rohem Rinderhirn, später mit Hirnpräparat. Und: "In der Tat traten nun auch bei diesen Tieren die von den Kaltblüterversuchen aus mir bekannten Effecte auf: die Meerschweinchen wurden lebhafter, kletterten an den Käfigwandungen ... zeigten auf akustische Reize beträchtlich gesteigerte Reflexerregbarkeit ..." Der vermutete Hirnerregungsstoff mußte aber sehr hitzeunbeständig, 'thermolabil' sein und Hofnungen auf ein Präparat erfüllten sich nicht.

## Diabetes hängt mit einer Substanz aus der Bauchspeicheldrüse zusammen

Wegweisend für die Erkenntnis von der Funktion der Bauchspiecheldrüse war die Zufallsentdeckung von JOSEPH Freiherr von MERING und OSKAR MINKOWSKI in Straßburg **1889** (1890), daß die zu Untersuchungen zum Fettstoffwechsel durchgeführte und vorher kaum für möglich gehaltene Exstirpation der **Bauchspeicheldrüse** (Pankreas) bei Hunden "künstliche" **Diabetes** auslöst. BERNARD hatte einst in Paris gefunden, daß der Stich in einen bestimmten Punkt auf dem Boden des 4. Gehirnventrikels, der "Zuckerstich", den Blutzuckergehalt steigen läßt. Damit galt Diabetes als Nervenkrankheit. Der Straßburger Kliniker NAUNYN hatte einmal sogar gemeint, daß es nichts Langweiligeres gibt, als die Sektion eines Diabetikers, es sei denn die Leichensektion von zwei an dieser Krankheit Verstorbenen. Nunmehr zeigte sich eine offensichtliche Beziehung der Diabetes zur Bauchspeicheldrüse. Die Hunde ohne Pankreas bei VOM MERING und MINKOWSKI

urinierten mehr als normal. Der die Hunde ausführende Institutsdiener beteuerte, daß er sie genug ausführt. Blut aus gesunden Hunden wurde auf die Hunde ohne Pankreas übertragen. Die Symptome klangen ab. E. PFLÜGER in Bonn meinte allerdings, daß bei der Pankreas-Entnahme unbeabsichtigt das Sonnenganglion im Bauch mit geschädigt wurde und deshalb die Symptome der Diabetes auftraten. Das ließ sich nicht halten. GUSTAVE-ÉDOUARD LAGUESSE in Lille verwies 1893 auf die von PAUL LANGERHANS schon lange beschriebenen "**Inselzellen**" in der Pankreas als mögliche Bildner eines den Zuckerstoffwechsel beeinflussenden Stoffes, der zwar noch nicht gewonnen werden konnte, aber schon als "Insulin" bezeichnet wurde.

Für Signalübertragung durch Blut sprach auch, als HUGO RIBBERT (1898) eine Milchdrüse eines weiblichen Meerschweinchens in die Nähe des Ohres transplantierte und bei einer anschließenden Schwangerschaft diese Milchdrüse am ungewöhnlichen Ort und damit fern ihren Nerven wenigstens bei Druck etwas Milch abgab.

## Beginn einer kausalen Therapie mit Hormon-Präparaten noch im 19. Jahrhundert

Wegen der durchaus vorhandenen Wirkung von Schilddrüsen-Material bei Myxödem, also Organtherapie, wurde noch in den 90-er- Jahren des 19. Jh. versucht, in **innersekretorischen Drüsen** wie der Schilddrüse **vermutete Substanzen präparativ** darzustellen, also nicht Organgewebe zu verabreichen. EUGEN BAUMANN (A. KOSSEL 1897), seit 1883 Ordinarius für Chemie an der medizinischen Fakultät in Freiburg i. Br., berichtete über Jod in der Schilddrüse. Das gab eine nachträgliche Erklärung dafür, daß seit alten Zeiten Meeresschwämme als Mittel gegen Kropf galten. Im Meer und seinen Organismen gibt es Jod. Es war auch schon aufgefallen, daß Kropf wie Kretinismus in Küstengegenden, wo man viel Fisch aß, fehlten. Das betonte etwa JULIUS WAGNER-JAUREGG 1906 (M. WHITROW 2001). BAUMANN in Freiburg verarbeitete mit Unterstützung der Farbenfabriken FR. BAYER & Co. über 1000 Schilddrüsen vom Hammel und man kam zu dem Präparat "Thyrojodin".

### Von der präparativen Darstellung zur Synthese: Nervenbotenstoff Adrenalin

Ein Markstein für die Darstellung einer Substanz aus einer innersekretorischen Drüse wurde 1901 die des Nervenbotenstoffs und bei Stress vermehrr ausgeschütetem **Adrenalin** aus dem Nebennierenmark in kristallinem Zustand durch THOMAS BELL ALDRICH (1861) und den Japaner JOKICHI TAKAMINE unabhängig

voneinander in den USA (BOCKMÜHL 1930). Die chemische Struktur des Adrenalin ermittelte der 1890 in die Farbwerke Höchst eingetretene FRIEDRICH STOLZ. Ausgehend vom Chloraceto-brenzcatechin stellte er Adrenalin synthetisch her. Das war die **erste chemische Synthese,** und das auch in einer Fabrik hergstellt, einer bald als "**Hormon**" bezeichneten Substanz. Als Präparat erhielt die Substanz die Bezeichnung "Suprarenin". Adrenalin fand sich später auch im Zentranervensystem.

**Später dank der Nebennieren-Forschung - Auf dem Wege zum Cortison -**

Ab 1930 isolierten einerseits KENDALL (D. J. INGLE 1975) und in der Schweiz der aus Polen stammende TADEUS REICHSTEIN die Hormone der **Nebenniere**. Sie gewannen ein Gemisch aus Corticosteroiden, nicht ein erhofftes "Cortin" gegen die "Addisonsche Krankheit". Die Forschungen wurden in den USA forciert, als es 1942 hieß, daß Deutschland in Südamerika Nebennieren-Extrake kauft, die den Stress von Piloten abfangen. Entdeckt wurde durch KENDALL und PHILIP SHOWALTER HENCH 1949 die "compound E", das spätere "**Cortison**". HENCH stieß darauf, daß bei einer Rheumakranken, die schwanger war und bei einem Rheumakranken, der Gelbsucht hatte, die Rheumakrankheit zurückging. Rheuma war also reversibel. Er suchte nach den bewirkenden Faktor, fand ihn weder in der Leber noch im weiblichen Sexualhormon. Aber es fand sich Ähnlichkeit mit der Wirkung eines von KENDALL aus der Nebenniere gewonnenen Stoffes. Mit KENDALL und Team an der Mayo Clinic wurde das Cortison isoliert. 14 Patienten wurde es rasch besser. Cortison oder das Corticotropin aus der Hypophyse erschienen nahezu als Wundermittel gegen Rheuma und Allergien. Leider waren sie nicht frei von Nebenwirkungen (R. E. KOHLER 1978). HENCH, KENDALL und REICHSTEIN erhielten 1950 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

## Vom Hormon-Begriff zum vielumfassenden Hormon-Konzept

Mit all diesen und weiteren Erfahrungen war die Rolle chemischer Signale, die "humorale" Kommunikation im Körper deutlich geworden. Die Erkenntnis war, wie ARTUR BIEDL 1911 (S. 270) analysierte, zustandegkommen namentlich durch "... die zielbewußte Gruppierung eines schon lange bekannten Tatsachenmaterials und unter Anwendung eines mehr geistreich-flüchtigen als auf exakten Beobachtungen beruhenden Beweisverfahrens". Die zu postulierenden oder gar schon weitgehend dargestellten chemischen Signalstoffe erhielten durch die englischen Physiologen WILLIAM MADDOCK BAYLISS und E. H. STARLING (s. 1906, STARLING 1907; J. HENDERSON 2005) **1905** die bald allgemein bekannte Bezeichnung "**Hormone**", "Botenstoffe".

BAYLISS und STARLING hatten einen solchen "Botenstoff" nicht aus einer der innersekretorsichen Drüsen, sondern aus der Dünndarm- (Duodenum-) Wand nachgewiesen. Wurden in den Anfangsteil des Dünndarms, das Duodenum / Zwölffingerdarm Nahrung eingebracht, gab die Pankreas schon Pankreas-Saft ab, bevor die Nahrung in dem Darmteil ankam, in den der Ausführungsgang der Pankrea mündete. Das geschah auch, wenn Säure in den Darm eingeführt wurde. Der russische Physiologe PAWLOW, der das eingehend untersucht hatte, führte das auf Nerven zurück, die über das Gehirn die Ankunft von Nahrung oder Säure der Pankreas "meldeten". Es wurde aber festgestellt, durch den bei seinerzeit bei PAWLOW forschenden LEON POPIELSKI, später Pharmakologie-Professor in Lemberg, daß jedenfalls die großen Nervenstränge dafür nicht in Frage kamen, allernfalls örtliche Nerven. Jedenfalls mußte die Meldung von Säure im Duodenum / Dünndarm an die Pankreas nicht über das Gehirn verlaufen.

Auch BAYLISS und STARLING suchten die in Frage kommenden Nerven zu erfassen – vergeblich. Von einem Hund in Narkose wurde eine Dünndarm-Schlinge herausgezogen, die Nerven alle gekappt. Dennoch führte in das Duodenum eingebrachte verdünnte Salzsäure zur Sekretion von Pankreas-Saft. STARLING sagte, wie jedenfalls der anwesende Physiologe MARTIN (1928, S. XXII) später mitteilte: Dann muß es sein ein "chemischer Reflex" sein, eine Vermittlung der Meldung von der Salzsäure im Duodenum zur Pankreas **über die Blutbahn**. Die Annahme wurde weiter bewiesen, als ein Stück Dünndarm-Schleimhaut mit Sand in schwacher Salzsäure abgeschabt wurde und man dieses aus dem Material rasch filtrierte Extrakt in die Blutbahn injizierte. Innerhalb von 2 Minuten sezernierte die Bauchspeicheldrüse. Selbst wenn nicht alle Nerven aus der Darmwand gekappt waren, die Wirkung eines Extraktes aus der Darmwand bewies die Möglichkeit eines chemischen Mechanismus für die Stimulierung der Pankreas. Die über die Blutbahn vermittelnde hypothetische Substanz bekam die Bezeichnung "pankreatisches **Sekretin**"/'Secretin'. Rascher Transport im Blut war augenscheinlich. Und spezifische Zielzellen, mit Rezeptoren, waren anzunehmen. Neben der Wirkung auf die Pankreas gab es auch Blutdruck-Abfall, was augenscheinlich durch Histamin aus der Darmwand bewirkt wurde.

PAWLOW, der gerade die Rolle von Nerven beim Verdauungsprozeß aufgeklärt hatte, stand der neuen Erkenntnis zunächst abwehrend gegenüber, erkannte sie aber im Mitarbeiterkreis an. PAWLOW erhielt für seine Forschungen über die Nerventätigkeit bei der Verdauung 1904 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin, erwähnte in seiner Nobelpreis-Ansprache die andersartigen Erkenntnisse von STARLING aber nicht!.

Der 1866 geborene STARLING, der auch über die Lymphbildung und das Herz forschte, begann 1889 als Instruktor am Guy's Hospital und war, als bald führender

Physiologe, 1899 bis 1923 Professor für Physiologie am University College in London. 1906 trug STARLING über "Die chemische Koordination der Körpertätigkeiten" auch auf der 78. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart vor. BAYLISS lehrte Physiologie in Oxford, war ab 1888 am University College in London, wo für ihn 1912 eine Professur für allgemeine Physiologie geschaffen wurde. BAYLISS arbeitete nicht nur eng mit STARLING zusammen, sondern heiratete auch dessen Schwester. Erkrankt unternahm er 1927 eine Erholungsreise nach Jamaica und starb noch vor der Ankunft dort auf dem Schiff am 2. Mai 1927.

Eine so eindrucksvolle Sache wie die mit dem **Sekretin** wurde von anderen weiterverfolgt, vieles korrigiert, so von dem Physiologen JOHN MELLANBY (1926, P. WEINDLING 2004), Professor an der Universität London und ab 1936 in Oxford. Secretin liegt in der Darmwand als Prosekretin vor, seine Wirkung erfolgt in Verbindung mit Gallensubstanzen, deren Bildung in der Leber auch Sekretin anregt. Wie MELLANBY feststellte, induziert Sekretin in der Pankreas eine alkalische Flüssigkeit, also das Medium für die Enzyme der Pankreas, die also unabhängig sezerniert werden. 1932 erhielt aus dem Darm von Katzen ein Sekretin-Präparat als feines weißes Puder, von dem 1/40 Milligram injiziert in die Blutbahn Wirkung entfaltet – also durchaus ein für ein Hormon würdig niedriger Betrag.

Im Darmtrakt wirken die verschiedensten Teile miteinander und offensichtlich aufeinander, ob bei der Freisetzung der Verdauungssäfte oder der von Galle bei der Fett-Verdauung. Es konnte durchaus gedacht werden, daß die verschiedensten Beziehungen durch weitere chemische Signale über die Blutbahn vermittel wurden. Schon 1905 berichtete EDKINS (R. A. GREGORY 1977, S. 110 ff.) über ein von ihm nachgewiesenes "**Gastrin**", das im oberen Magenteil, dem Pylorus produziert wird und die Drüsen im Magenfundus anregt. Von vielen bezweifelt, wurde es schließlich doch in den 1960-er-Jahren als von Sekretin verschiedenes Hormon klargestellt. Weitere Hormone folgten. **Verdauung** - das war also nicht nur ein **Geschehen** von Fermenten, sondern auch **von Hormonen**, welche die Ferment-Bildung entscheidend bestimmten.

Der Terminus "Hormon" wurde manchmal auf die Signalstoffe der inkretorischen Drüsen, also Schilddrüse oder Hypophyse, eingeengt. Die 'Hormone' im Magen-Darm-Trakt werden in diffus verteilten Zellen, jedoch für jedes chemische Signal in einem eigenen Teil erzeugt, Die Insulin abgebende Pankreas sezerniert das Insulin nur in einem Teil ihrer Zellen, in spezifischen. Nicht jede anregende Substanz mußte ein Hormon sein im Sinne besonderer Wirkung und Vermittlung durch das Blut. Nicht etwa das allüberall auftretende Histamin. Auch der von außen zugeführte Kaffee beeinflußt sie Vorgänge im Darm. Eine klare Abgrenzung von "Hormonen" von anderen chemischen Signalen blieb mehr oder weniger umstritten.

Mit der Entdeckung der **Hormone** sollte es **neben dem Nervensystem ein zweites Kommunikaitonssystem** geben. Zwischen **"humoraler" und "neuraler" Kommunikation**, zwischen Nerven- und Hormonsystem, sollte nach erster Ansicht dabei kaum eine Verbindung bestehen. In der Forschung rückte das Hormonsystem nunmehr sogar vor das Nervensystem. BIEDL schrieb 1911 (S. 271), daß "eine Umwertung eingetreten ist, daß der neurale und humorale Consensus partium in der Wertschätzung der Biologen die Rollen getauscht haben." Wirkten die Hormone bzw. Hormondrüsen spontan, ohne Beeinflussung vom Nervensystem, dann waren es nicht Nerven, auch nicht das Gehirn, sondern "Säfte", die vieles im Körper bestimmten. BAYLISS und STARLING erörterten 1906, daß chemische Signale im Organismus in der Evolution älter sein müßten als das den niedersten Tieren fehlende Nervensystem.

## "Hormone" in den verschiedensten Organismen

Nach Anerkennung der humoralen Kommunikation wurde eine solche für die verschiedensten Vorgänge erwartet, ja regelrecht gesucht. Die in der Entwicklungsphysiologie ausgebildeten experimentellen Verfahren, so Exstirpation oder Transplantation, auch bei Insekten (S. KOPEC 1911), wurden auch bei der Suche nach hormonell gesteuerten Vorgängen eingesetzt. JÜRGEN HARMS transplantierte 1912 - 1914 ein Hautstückchen von der Daumenschwiele eines männlichen Frosches auf dessen Kopf. Im Winter und Frühling habe es sich umgebildet wie am normalen Platz (A. PÉZARD 1928, S. 602). Entscheidend war eben die Blutzufuhr, nicht die von bestimmten Nerven.

Daß Hormone auch Faktoren in der Keimesentwicklung sind fand al einer der ersten der US-Amerikaner J. FRIEDRICH GUDERNATSCH (1913) Er fütterte in recht einfachen Versuchen in Neapel Meerestiere und 1912 bei einem Gastaufenthalt in Prag Kaulquappen von Gras-Frosch/*Rana temporaria* und Wasser-Frosch /*Rana esculenta* mit Extrakten von verschiedenen Organen von Pferd oder Kalb, so Leber, Hypophyse, Thymus und anderem. Die Verfütterung von Schilddrüsenextrakt brachte eine schnelle Metamorphose der Kaulquappen, aber sie wuchsen nicht, wurden zwerghafte Fröschlein. Ein Hormon aus Säugetieren, das der Schilddrüse, wirkte also auf die Entwicklung von Tieren einer ganz anderen Tierklasse, was zu Überlegungen über die Spezifität der Hormone bei den einzelnen Organismen anregte. Der anregende Versuch veranlaßte bald Nachahmung und Erweiterung. BABÁK hatte Axolotl, *Amblystoma tigrinum*, die normalerweise als kiementragende Larven geschlechtsreif werden, mehr als 10 Jahre zu Tausenden gezüchtet. Nie trat die Metamorphose ein (L. ADLER 1916). V. O. LAUFBERGER und EDWARD BABÁK (1915) gaben dann Stückchen aus der Schilddrüse zum Fressen

an Axolotl. Die Metamorphose erfolgte, die Kiemen verschwanden. Um 1920 fand JULIAN SORELL HUXLEY (J. R. BAKER 1976) ebenfalls, daß Verfütterung von Stückchen der Schilddrüse von Ochsen an Axolotl deren Metamorphose einleitet. Von "Young Huxley" hieß es sogar, er habe das 'Elixir of Life' gefunden. Für die Metamorphose in der Natur galt es etwa für Frösche noch nachzuweisen, daß die eigene Schilddrüse für die Metamorphose erforderlch ist und nicht nur fremdes Schilddrüsen-Hormon in gar nicht üblicher Weise eingreift, ebenso wie herzwirksame Glykoside aus dem Fingerhut, Digitalis-Glykoside, sicherlich nicht wegen ihrer Wirkung auf das menshcliche Herz dort vorhanden sind G. R. DE BEER 1926).

Es wurde überlegt, ob aus der Wirkung von Hormonen auf die Keimesentwicklung vielleicht abgeleitet werden kann, daß Veränderungen in der Hormonproduktion vielleicht in der Evolution Wirkung hatten, vielleicht gravierende Umbildungen in der Evolution erklären.

## Chemische Kommunikation in Pflanzen

Wieviel Ähnlichkeiten bestehen zwischen Tieren und Pflanzen? Öfters war das erörtert worden. Gefunden wurden nun Substanzen mit Signalwirkung auch bei Pflanzen. Und der Terminus "Hormon" wurde benutzt. Eingehend s. u.

## Das Einzelhormon für die Hand des Mediziners oder anderer praxisdienender Biologen - 20. Jahrhundert

Hormone, gewonnen aus Organismen oder dann auch synthetisch, können einem Lebewesen, auch dem Menschen, **von außen zugeführt** werden und entfalten dann **zusätzliche**, allerdings wie sich dann zeigte auch in den natürlichen Hormonbildungsprozeß eingreifende **Wirkungen**.

Mit Hormonen, **Wuchsstoffen wie Auxin**, griffen auch Botaniker in das Lebensgeschehen, sie bei **Pflanzen**, ein, oft um Ertragssteigerungen zu erzielen.

Für die **Medizin** sah STARLING (1923; J. HENDERSON 2005) die Möglichkeiten, im Minimum befindliche Hormone zuzuführen, vielleicht synthetisch hergestellte, in den Zellbestand oder das Zellwachstum der Hormone bildenden Drüsen einzugreifen, die Hormonproduktion – falls das Zustandekommen bekannt wäre – anzuregen. Therapie mit Hormonen war eine Art von **kausaler, verstehbarer Therapie**, weniger blind als die nur in ihrer Wirkung auf die Symptome angewandten Heilpflanzen und sonstigen Medikamente.

## Schilddrüse - und Kropf und Kretinismus

Verfügbar wurde von Hormonen früh das der **Schilddrüse**, von OSTERBERG "**Thyroxin**" genannt. Anknüpfend an BAUMANN erhielt EDWARD CALVIN KENDALL (D. J. INGLE 1975, N. MORGAN 1981 b), USA, im Dezember 1914 eine gereinigte Schilddrüsen-Substanz, aus 3 Tonnen Schweine-Schilddrüse 33 Gramm, was etwa 001 % der Schilddrüsenmasse entsprach (H. HIMSWORTH et al. 1972).

Erst allmählich mußte dämmern, daß schon **Jod-Mangel** zur Unterproduktion des Schilddrüsen-Hormons führt, daß man oft allein mit Jod-Zufuhr die Probleme einer Unterfunktion der Schilddrüse, die zu Kropf und dem schrecklichen Kretinismus führte, vermeiden oder wenigstens lindern konnte. Natürlich gibt es andere Ursachen der Schilddrüsen-Erkrankung. Vom Gehirn her. Und es gibt auch Überfunktion der Schilddrüse.

Wie problematisch noch um 1917 die Entstehung von Kropf und Kretins selbst für einen führenden Pathologen wie LUDWIG ASCHOFF (1966, S. 250/251) war, wird aus einem Brief an seine Frau aus Bukarest deutlich, nachdem er im gebirgen Rumänien, am Rotenturm-Paß auf viele dortige Kretins und Täger von Kröpfen gestoßen war. Ein Kretin von dort glich dem aus dem südlichen Mitteleuropa. Es war also offensichtlich das gleiche Syndrom, eine gleiche Krankheit. Kropf und Kretinismus hatte ASCHOFF noch als unterschieden betrachtet, mußte nun aber diese "meine alte Anschauung ... doch aufgeben." Eine Infektion konnte Kropf oder Kretinismus nach ASCHOFFs Überlegungen nicht sein, weil diese "zu sehr an bestimmte Orte gebunden" sind. Zwischenwirte wie bei manden Infektionskrankheiten waren ebenfalls nicht erkennbar. Auch Inzucht, wie in Gebirgssdörfern durchaus oft gegeben, schien aber für Kropf und Kretinismus auch keine Anhalt zu bieten. ASCHOFF schlußfolgerte: "Sollte doch das Wasser oder die Luft an allem schuld sein?" Wenn Zeit wäre, müßte man "Wasserversuche machen." ASCHOFF wußte aber wohl nicht, wie lange es dauern kann, bis Kropf ausbricht und wie wollte er "Wasserversuche" anstellen - mit Menschen, mit Jodmangel? Aber der geographisch-pathologische Gesichtspunkt schien, und wohl mit Recht, Lösung zu bieten: "Erst wenn wir wissen, wo überhaupt in der Welt Kropf vorkommt, können wir an die genauere Erforschung gehen. ... Wo ich" bei der Fahrt zum Rotenturm-Paß "einen Kretin oder besonders Kropfträger sah, ließ ich halten, und besah ihn mir."

CHARLES ROBERT HARINGTON bekam aus getrockneter Schilddrüse 0,1 % Thyroxin. STARLING führte in seiner Harveian Oration vor dem Royal College of Physicians in London schon 1923 an, daß im Schweizer Kanton St. Gallen der Kropf bei Schulkindern von Januar 1919 bis Januar 1922 von 87,6% auf 13,1% gefallen wäre. HARINGTON korrigierte 1926 KENDALLs Strukturformel und stellte dem

Thyroxin ähnliche Verbindungen her.

Statt sich auf Thyroxin-Präparate zu verlassen, die man bei ausgebrochenem Kropf einsetzte, wollten **vorbeugend**, prophylaktisch **gegen Kropf** der österreichische Mediziner JULIUS WAGNER-JAUREGG in Österreich wie E. BIRCHER in der Schweiz **jodiertes Kochsalz** eingeführt wissen (WHITROW 2001). Hier, in den Alpenländenr, wo Jodmangel wegen des Gesteins vielerorts gegeben und Kropf häufig war, 1938 wurde das in Österreich wegen Bedenken untersagt, 1944 wegen ansteigender Zahl von Kröpfen wieder eingeführt. Schließlich ist der Salz-Verbrauch der einzelnen Menschen nicht gleich.

## Die ersten Erkenntnisse über die Hormon-Bildung der Hypophyse

An die Hypophyse beim lebenden Tier kam man schwer heran, aber man konntge sie bei toten Tieren gewinnen. DALE (F. HARTLEY 1967, S. 221) fand **bei Extrakten aus dem Hinterlappen** der Hypophyse 1906 Wirkungen auf den Uterus und 1910 Wirkungen auf die Milchdrüsen. Noch war auch das nur Erkenntnis von Wirkung, noch nicht eine handhabbare Substanz.

## Gegen die Diabetes: Insulin

In größerem Maßstab eingesetzt wurden Präparate des **Insulin**, des in der Bauchspeicheldrüse, Pankreas, erzeugten Hormons, das den Traubenzucker-Gehalt im Blut steuert. Die bei Insulin-Mangel auftretende Diabetes verkürzte das Leben stark (F. YOUNG et al. 1982). Das zunächst hypothetische "Insulin" aus der Pankreas zu isolieren erforderte, es von den in der Pankreas produzierten Verdauungsfermenten, vornehmlich dem Trypsin, fernzuhalten, da diese Insulin zersetzten. Das zu lösen begannen am 17. Mai 1921 an der Universität in Toronto in Kanada FREDERICK GRANT BANTING und der 22-jährige CHARLES HERBERT BEST. Sie berichteten im Februar 1922, daß sie von Hunden durch Abbinden des Pankreasganges ein Präparat erhalten hatten, daß auf künstlich diabetisch gemachte Hunde günstig wirkte. Sie hatten auch auf niedrige Temperatur gegen die Zersetzung des Präparates geachtet. Vor den kanadischen Forschern hatte der Rumäne NICOLAS C PAULESCO den erfolgreichen Weg beschritten, wurde jedoch durch den Ersten Weltkrieg unterbrochen. In Amerika wurden für die Behandlung von zuckerkranken Menschen namentlich durch COLLIP Extrakte aus fötaler Ochsen-Pankreas gewonnen. Im Fötus werden die störenden Verdauungsenzyme erst nach der beginnenden Sezernierung von Insulin ebenfalls gebildet. Am 11. Januar 1922

wurden am Toronto General Hospital der erste Zuckerkranke mit einem Insulin-Präparat behandelt. BANTING und der Institutsdirektor JOHN MACLEOD erhielten 1923 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. BANTING teilte ihn mit dem jungen BEST, der leer auszugehen drohte. BANTING kam bei einem Flugzeugunglück am 21. Februar 1941 ums Leben. Die Insulin-Isolierung war die erste große medizinische Errungenschat von Forschern in Kanada.

Standardisierte Insulin-Präparate lieferte die Eli Lilly Company in Indianopolis (USA). Andere Forscher suchten andere Wege zur Insulin-Gewinnung. Der Engländer EDWARD CHARLES DODDS (F. DICKENS 1975) setzte seinem Präparat die Trypsinwirkung hemmende Substanzen zu. In Deutschland wurde nach Bericht der "Deutschen Medizinischen Wochenschrift" (1923, Nr. 33) Insulin erstmals 1923 durch den Internisten WILHELM ERCKLENTZ am Allerheiligenhospital in Breslau eingesetzt. FRITZ LINDNER (C. PRIESNER 1985) baute die flächendeckende Insulinversorgung in Deutschland auf. Hoechst stellte 1936 als erste Insulinproduktionsstätte der Welt nur kristallines Insulin her.

## Hormonerzeugende Organe liefern mehr als 1 Hormon

Wurde anfangs von dem Hormon in einer Hormondrüse gesprochen, so mußte das mit weitergehender Forschung korrigiert werden. Es gibt nicht nur nur 1 Hormon in der Darnschkeimheit, nicht nur ein weibliches Geschlechtshormon, In der Nebenniere wurden bis 1967 (F. HARTLEY) über 20 hormonartig wirkende Substanzen bekannt.

## Sexualhormone

Bei den Hormonen, die offensichtlich das Geschlecht, die Männlichkeit oder Weiblichkeit, bestimmten, den **Sexual-Hormonen**, kam es bei der weitgehend parallelen Auffindung der **Geschlechtschromosomen** zu der Frage nach dem Einfluß beider. Am einfachsten schien das Problem gelöst zu sein, wenn anzunehmen war, daß die Geschlechtschromosomen die Bildung männlicher oder weiblicher Hormone hervorriefen, Chromosomen wie Hormone als aufeinander abgestimmt wirkten. Aber die Umstimmung des Geschlechts durch Injektion von Hormonen des anderen Geschlechts ließ die Lösung diffiziler werden. Ja es gab bei manchen Organismen auch Mitwirkung der Umwelt bei der Geschlechtsbestimmung. Die Wirkung ist individuell nicht gleich, und Transsexuelle oder sich sexuell im 'falschen Körper' Fühlendes gibt es auch (s. a. Internet).

Was die chemische Zusammensetzung der Geschlechtshormone betrifft, um es vorwegzunehmen: ein einziges C-Atom entscheidet, ob männliches oder weibliches Geschlechtshormon (C. DJERASSI 2001).

**Therapeutisch** wurde von den **Sexualhormonen** der Keimdrüsen viel erwartet. Bevor solche Hormone isoliert, ja kaum anerkannt waren, wurde mit Extrakten aus Keimdrüsen, die solche Hormone enthalten mußten, Therapie betrieben, wie einst bei BROWN-SÉQUARD. Keimdrüsen-Extrakte wurden in Männer injiziert, die ihre Potenz schwinden sahen. Es waren bedeutende Physiologen, die solche Injektionen durchführten: EUGEN STEINACH (1920) in Wien ab 1910, unabhängig von ihm SERGIUS VORONOFF, seit 1917 Direktor des Laboratoire de chirugie experimentale in Paris. Die Medien hatten ihre Sensation. STEINACH berichtete von einem 44-jährigen Manne ohne Libido und Potenz, die ihm durch Hormonbehandlung wiederkehrte. Ein 66-jähriger Mann erhielt durch Keimdrüseneinpflanzung in "Libido und Potenz" eine "Intensität wie zur Jugendzeit" zurück. Man wußte noch nicht, daß das künstlich geschaffene Überangebot an Sexualhormonen sich der Hypophyse mitteilt und diese darauf reagiert und die natürliche Produktion von Sexualhormonen sehr mindert. Auf längere Zeit war also nicht viel gewonnen.

**Bevor das "Corpus luteum"-Hormon**, Progesteron, bekannt und isoliert war, wurde auf ein von dem nach dem Eissprung reifen Corpus luteum-Körper ausgehendes Hormon zurückgeführt**,** daß ein mögliche Schwangerschaft vorbereitet wird, indem sich die Uteruswand, später die Symphyse zwischen den Schambeinknochen zur Geburtserleichterung lockert und, wie zuerst vor allem in den USA um 1929 festgestellt wurde, ist eine zweite Schwangerschaft verhindert, solange das Corpus luteum besteht (W. M. ALLEN 1930). Besteht es krankhafterweise länger als nötig, wird ebenfalls ein weiterer Ei-Sprung, eine Ovulation, verhindert. Mit Corpus luteum-Präparaten, also zunächst noch nicht dem reinen Hormon, ließ sich gemäß Untersuchungen ab etwa 1928 die Schwangerschaft verlängern (W. O. NELSON et al. 1930).

Es schien aber durchaus sinnvoll, mit **isolierten Sexualhormonen** Therapie zu betreiben, wenn man die Hormone denn hätte. Drei Arbeitsgruppen in der Welt, zwei in den USA, eine um EDGAR ALLEN und eine um DOISY, und eine in Deutschland um ADOLF BUTENANDT erstrebten die Isolierung und Darstellung der Sexualhormone (F. NEUMANN et al. 1983). BUTENANDT (EU. HINSCHES 1983) war am 24. März 1903 in Bremerhaven in einfachen Verhältnissen geboren. Interessiert an Biologie und Chemie begann er 1921 sein Studium in Marburg, wo ihm die Vereinigung beider Fächer noch nicht recht offensichtlich möglich schien. Das war der Fall bei WINDAUS in Göttingen. Als WALTER SCHOELLER, der wissenschaftliche Leiter der Schering-Kahlbaum AG in Berlin WINDAUS um Unterstützung bei der Isolierung und Erforschung der weiblichen Sexualhormone

bat, schlug WINDAUS für diese Forschung seinen 24-jährigen, 1927 bei ihm promovierten Assistenten BUTENANDT vor. BUTENANDT wurde 1933 Ordinarius für organische Chemie an der Universität Danzig, lehnte einen Ruf an die Harvard University in den USA ab, übernahm 1936 die Leitung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biochemie in Berlin-Dahlem. Hier war der vorherige jüdische Direktor NEUBERG entlassen worden. Den BUTENANDT 1939 zusammen mit RUZICKA verliehenen Nobelpreis für Chemie durfte er nicht annehmen, weshalb er Goldmedaille und Urkunde erst 1949 erhielt. Sein Institut wurde während des Zweiten Weltkrieges schrittweise nach Tübingen verlegt. BUTENANDT war noch 1945 bis 1956 Professor in Tübingen, 1956 bis 1960 in München, dann Präsident der Max-Planck-Gesellschaft. Seine eher zustimmende Haltung während der Nazizeit wurde später kritisch beurteilt, er, der als Student einer schlagenden Verbindung und dem Jungdeutschen Orden angehört hatte. Seiner Isolierung von Sexualhormonen folgten weitere bedeutende Forschungen über Wirkstoffe.

Für die Isolierung der Sexualhormone wurde angenommen, daß sie im Harn ausgeschieden werden, also aus ihm gewonnen werden könnten. Zur Aufbereitung wurde in biologischen Tests ermittelt, in welchen Fraktionen bei den Aufbereitungsprozessen sich jeweils die Hormone befanden. Das Vorhandensein weiblichen Sexualhormons wurde getestet an Veränderungen an der Vaginalschleimhaut von Mäusen. Die Versuchstiere konnten immer wieder verwendet werden. Männliche Sexualhormone wurden an Hähnchen getestet, deren Kamm je nach Hormongabe anschwoll. Aus dem in Kliniken gesammelten Harn von in schwangerer Frauen gewann BUTENANDT 1929 eine kristallisierende Substanz mit oestrogener Wirkung, "Follikulin", später "Oestron" genannt. Seine Bruttoformel ermittelte er mit C18 H22 O2. Ein verwandtes Hormon, "Östriol", fand 1930 MARRIAN in London. Um 1934, nun in Danzig, isolierte das Team um BUTENANDT aus 50.000 Eierstöcken von Schweinen ein zweites weibliches Sexualhormon, Progesteron, das Gelbkörper- oder "**Corpus luteum"-Hormon**. Aus Männerharn, 15.000 Liter, gesammelt etwa in Reichswehrkasernen, wurden 15 Milligramm des männlichen Sexualhormons "**Androsteron**" isoliert. 1929 schrieb BUTENANDT von etwa 25 mg aus Hunderttausenden Liter Männerharn. Für 1 g Testosteron wären nach BUTENANDT (1942) etwa 15.000 Stier-Hoden erforderlich gewesen, für 1 g kristallisiertes Oestradiol die Ovarien von 15 - 20 Mill. Schweinen. Nur viel geringere Mengen konnten also isoliert werden. Die Isolierung dieser Substanzen verglich BUTENANDT (1942) mit der Isolierung radioaktiver Elemente. Sexualhormone offenbarten wie später auch andere Hormone eine durchschaubare chemische Konstitution, erwiesen sich als Steroide. Sie erwiesen sich auch als recht widerstandsfähig und hielten so den Reinigungsprozessen stand. So umwegig ihre Gewinnung aus Lebewesen war, mit der Kenntnis der Konstitution wurde die **Synthese** und damit bei ihrer **Gewinnung die Unabhängigkeit von der Natur** möglich. Das "Corpus

luteum"-Hormon stellten BUTENANDT und WESTPHAL 1939 auch aus Cholesterin her. Nicht unbedenklich ist, daß damit Hormone gehäuft in die Umwelt, etwa in Wasser, gelangen.

Aus in den Urin abgegebenes Hormon während der Schwangerschaft ließ sich auch bei der Menschenfrau die Schwangerschaft frühzeitig nachweisen, durch **Schwangerschafts-Tests**, bei denen Tiere als Test-Objekte dienten. 1927 entwickelten ASCHEIM und ZONDEK den nach ihnen genannten Test mit noch nicht ausgereiften Mäusen, denen wiederholt Urin unter die Haut / subcutan gespritzt wurde. Auf eine Schwangerschaft weisende Erscheinungen an den Mäusen erschienen aber erst nach über 5 Tagen. Billiger war der Befund von LANCELOT HOGBEN (M. KEYNES 1999), der als Test-Tier in den frühen 40er-Jahren den Krallenfrosch, ***Xenopus laevis***, gefunden hatte. Der Frosch trägt immer Eier im Abdomen, in 4 bis 5 Stunden zeigten sie bei Hormon im eingespritzten Urin Ovulation. Die Testfrösche konnten nach einiger Zeit auch wieder verwendet werden. Positive Befunden galten als sicherer Schwangerschafts-Nachweis. Negative Befunde erwiesen sich als nicht so sicher. Steroid-Hormone führten dann auch zur chemischen Geburtenkontrolle.

Wie sich zeigte, waren die Hormone beider Geschlechter in jedem Menschen in mehr oder weniger großer Konzentration vorhanden. Wie dann das? Und was bewirkten die unterschiedlichen Chromosomen, wie stand es mit der darin anzunhmenden Vererbung des Geschlechts?

## Gegeneinander von männlichem und weiblichen Geschlechtshormonen bei Tumoren

Der USA-Mediziner CHARLES BRENTON HUGGINS (R. E. FORSTER II 1999), geboren 1901 im kanadischen Halifax, Chemie-Student an der New Yorker Columbia University, dann auch Medizinstudium u. a. an der Harvard Universitry, war seit 1927 an der Medical School in Chicago, fand 1941, durch Untersuchungen an Hunden, daß das männliche Geschlechtshormon Testosteron die Aktivität der Prostata anregt und so auch das Wachstum von **Prostata-Cancer** (Krebs). Weibliches Geschlechtshormon, **Östrogen**, wirkt auf die Prostata-Aktivität **hemmend**. Kastration mit Entfernung der Nebennieren-Rinde und Östrogen-Gabe half Männern mit Prostata-Cancer vielfach deren Leben wenigstens zu verlängern, allerdings um den Preis einer Verweiblichung im Aussehen. Bei Brustkrebs bei Frauen ließ sich durch Ovarien- und Nebennieren-Entfernung die Metastasen-Bildung stoppen. Deutlich wurde, und das war eine wichtige physiologische Allgemeinerkenntnis, daß wenigstens gewisse **Zellen von Tumoren** / Cancer **nicht außerhalb jeder Regulation** stehen, **nicht völlig autonom**, autark, wachsen, daß sie

durch chemische Stoffe, hier Hormone, beeinflußbar sind. Zusammen mit ROUS erhielt der 1997, also 96-jährig gestorbene HUGGINS 1966 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

## Hormone - Lenker im Lebensgeschehen

Vielerorts, und gerade in Deutschland, wurde mit den einzelnen Hormonen gerechnet und behandelt und wurde dem Einzelhormon ein ziemlich unabhängiger Einfluß zugestanden. Hormonen sollten die Lebensprozesse wie Marionetten zum Tanzen bringen können. STARLING hatte gehofft, mit den Hormonen "in derselben Weise in die Körperfunktionen des Menschen bestimmend einzugreifen, wie wir gelernt haben und noch lernen, die rohen Naturgewalten zu meistern (1907, S. 246) und erwartete die Zeit (s. 260) , "in dem wir Ärzte - im Besitz vollständiger Kontrolle über die Funktionen unseres Organismus - die Herrschaft über den menschlichen Körper wirklich antreten werden." "Deine Hormone - dein Schicksal", rief Dr. GERHARD VENZMER seinem auf neue medizinische Kenntnisse erpichtem Publikum zu und erwartete 1934 (S. 324) gar, daß die Hormone erlauben, "dem Menschen gleichsam sein Horoskop stellen: nicht aus den Sternen, sondern aus dem Wirken seiner inneren Drüsen und dem Mischungsverhältnis der von ihnen erzeugten Säfte."

Für den Biologen stellte sich das Spiel der Wirkstoffe und namentlich auch der Hormone zunehmend so dar, daß in einem aus einem Ei hervorgehenden neuen Lebewesen möglicherweise von den Erbanlagen (Gene) her, von "Organisator"-Stoffen aus, sich autokatalytisch vermehrende, spezifisch katalysierende Substanzen das Entwicklungsgeschehen in Gang setzen und dann über andere Wirkstoffe weiterführen. Von den Erbanlagen bis zu den fertigen Organen und Lebensleistungen mochte eine Kette von Wirkstoff-Wirkungen alles Geschehen im Lebewesen bestimmen.

Gefunden wurde mit zunächst Überraschung, daß **Nerven** auf Erfolgsorgane, also **auf Muskeln und auf andere Nerven** über **chemische Signalstoffe,"Transmitter"** (s. u.), wirken, die Nerven also selbst chemische Signale abgeben. "Hormone" oder wenigstens hormonähnliche Stoffe, chemische Signale, produzierte also auch das Nervensystem. Das **riß die Kluft zwischen** den beiden Kommunikationssystemen, dem **Hormon- und dem Nervensystem**, wieder **nieder**.

**Nerven und Hormonproduktion** - das erwies sich immer mehr als **zusammenhängend im Lebensgeschehen**. Schon bei die rasche vermehrte Ausschüttung von Adrenalin und Cortisol aus der Nebenniere bei "physischen und psychischen Belastungssituationen", bei Streß, der sich zuerst im Nervensytem fühlbar ma-

chen mußte, zeigte die Verbindung von Nervenystem und Hormonsystem, Bei Streß zeigte sich auch eine vermehrte "Produktion und Freisetzung von Hypophysenhormonen wie Prolaktin, Wachstumshormon und Neuropeptiden wie Beta-Endorphin", Und einbezogen wird auch das Immunsystem (M. SCHEDLOWSKI et al. 1996, S, 214). Das Hormonsystem ist also ein sehr reaktives System, und in zeitlicher Abfolge im Lebensgeschehen, im Zusammenhang mit biochronologischen Vorgängen, geschieht ja auch die verschiedene Hormonproduktion im Zyklus der Frau in gebärfähigen Alter und auch mancher Hormonverlust beim alternden Menschen.

**Zusammenspiel der Hormone - "tropic hormones" Die Hypophyse als übergeordnete Hormondrüse -**

Nach 1920 wurde, und zwar in den USA, deutlich, daß die **Hypophyse** (pituitary gland) ein **übergeordnetes Organ** der Hormonbildung und -wirkung ist - eine die Endokrinologie (Hormonlehre) umwälzende neue Vorstellung.

Eine frühe Vorstellung von unterschiedlicher Funktion der Hpyophyse ging von HOWELL aus, der vom hinteren Lappen eine die Blutgefäß-Kontraktion bewirkende Substanz postulierte (G. W. CORNER 1972).

BERNARDO ALBERTO HOUSSAY in Buenos Aires gelang um 1910 die Hypophysen-Entfernung bei Fröschen und Hunden (F. YOUNG 1974). Um 1920 war noch fraglich, ob die Exstirpation der Hypothese lebensbedrohlich ist. BABÁK (1905,1915) hatte bei Entfernung distaler Gehirnteile in Kaulquappen Hemmung der Metamorphose festgestellt und die bei der Operation offenbar mitbetroffene Hypophyse dafür als Ursache vermutet. Wegen ihrer Lage unter dem Mittelhirn war es bei allen Tieren schwierig an die Hypophyse allein überhaupt heranzukommen. Unsichere, voneinander abweichende Ergebnisse waren die Folge. LEO ADLER (1914) hatte von RICHARD GOLDSCHMIDT erfahren, daß neotenische Kaulquappen eine unterentwickelte Hypophyse aufwiesen. ADLER versuchte 1913 bei Kaulquappen mittels eines spezifischen Gerätes durch elektrischem Strom die Hypophyse wegzubrennen. Etwa 1200 Kaulquappen wurden in 4 Tagen so behandelt. Drei Tiere überlebten, als Riesenkaulquappen. Aber es blieb offen, welchen Anteil an dieser Entwicklung die Hypophyse hatte, denn gleichzeitig war die Schilddrüse bei dem Eingriff mitbetroffen.

Einen Durchbruch in der chirurgischen sichereren Entfernung der Hypophyse gelang PHILIP E. SMITH in Berkeley bei Kauquappen, Ratten, Mäusen. Ohne Hypophyse blieb die Metamorphose aus. Die führende Stellung der Hypophyse im Hormonsystem wies dann der Direktor des anatomischen Departments an der Universität in Berkeley HERBERT Mc LEAN EVANS mit seinen Mitarbeitern nach. Wegfall der Hypophyse bedeutete Ausfälle in der Hormon-Produktion durch

die großen Hormondrüsen. Durch Substitution von Hypophysen-Vorderlappen-Gewebe oder Hypophysenextrakt in Tiere ohne Hypophyse ließ sich der Ausfall beheben. Zunehmend wurden einzelne Komponenten der Hypophysen-Wirkungen deutlich. 1921 fanden J. A. LONG und EVANS (G. W. CORNER 1974) und J. A. LONG Persistenz der Corpora lutea nach Injektion eines Extraktes aus dem Hypophysenvorderlappen. 1922 veröffentlichte EVANS (1931) mit J. A. LONG, daß solche Injektion bei jungen Ratten stärkeres Wachstum, ja Gigantismus hervorruft. SMITH berichtete 1927, daß Hypophysen-Exstirpation bei jungen Ratten völligen Wachstumsausfall nach sich zieht, bei adulten Ratten Kachexie, in allen Lebensaltern von Ratten eine Atrophie des Genitalsystems mit Verlust der Libido, im Weibchen ein Aufhören des Sexualzyklus, die Atrophie der Schilddrüse, der Nebenschilddrüse, der Nebenierenrinde mit sich bringt. Nach täglichem Einpflanzen von Hypophysengewebe begann bei Versuchstieren nach 2 bis 3 Tagen wieder ein normales Wachstum. Ein thyreotropisches, also die Schilddrüse anregendes Hormon der Hypophyse wurde vermutet (s. a. A. F. W. HUGHES 1977). J. B. COLLIP, H. SELYE und D. L. THOMSON, berichteten 1933 über eine solche Vereinfachung der "Smith-Technik", daß die Hypophysenentfernung zu einer Fünfminuten-Operation wurde und bestätigten bei mehr als 600 Albino-Ratten Wirkung auf Schilddrüse, Nebennierenrinde, Gonaden und das Wachstum. HOUSSAY, Nobelpreisträger von 1947, fand um 1930 Wechselwirkungen zwischen Hypophyse und Insulin-Wirkung, die Verstärkung der Insulin-Wirkung nach Entfernung des Hypophysen-Vorderlappens. In der Mitte der 30er Jahre des 20. Jh. (s. u. a. H. M. EVANS 1933) galten als gesicherte und in verschiedenem Reinheitsgrad vorliegende "tropic" hormones, also andere Hormonsekretion beeinflussende Hormone der Hypophyse: das Somatotropin (Wachstumshormon, STH), das follikelstimulierende Hormon (FSH), das luteinstimulierende (LH) und das Interstitialzellen stimulierende Hormon (ICSH), das die Thyreoidea stimulierende Hormon (thyreotrop, TSH) und jenes, das die Nebennierenrinde stimulierte (ACTH).

Von den Hormondrüsen im Körper, den "peripheren Hormondrüsen", ging auch eine Rückwirkung auf die Sezernierung der Hypophyse aus. Wurden Ratten kastriert, wie bei EVANS 1929 ermittelt wurde, wirkte Material aus ihrer Hypophyse auf andere Ratten stärker als von nichtkastrierten Tieren. Gedacht wurde an eine Speicherung des die Gonaden anregenden Hormons der Hypophyse infolge der Entfernung der Gonaden.

Die Therapie mit Einzelhormonen war also von der Einsicht in ein von der Hypophyse als einer dominierenden Hormondrüse überragt worden. Von den bisherigen Vorstellungen trennte sich EVANS, wenn er etwa am 10. Mai 1933 sagte (S. 425): "We are conceivably at the inauguration of a new era, an era which shall witness the same startling disclosures and confer on us the same beneficent instruments of

prevention and control as characterize what I may term the bacteriologic epoch so gloriously inaugurated by the labors of Louis Pasteur and Robert Koch. Endocrinology, which suffered obstetric deformation in its very birth by the extravagant claim of the septuagenarian Brown-Séquard that he had magically restored his youth with testicular substance, has continued to suffer the same sort of obliquy through similar claims of the modern steinach school, whereas to be an endocrinologists among the practicing profession today means too often to be primarly concerned with making fat ladies thin".

FRITZ LINDNER (C. PRIESNER 1985) trennte die Hypophysenhinterlappen-Hormone **Oxytocin** und **Vasopressin** ab.

## Hormone aus dem Gehirn - Zusammenspiel Nerven- und Hormon-System - "releasing hormones"

In den 30er Jahren des 20. Jh. begann auch bekanntzuwerden, daß die Hypophyse nicht die Alleinherrscherin über die Hormone ist, sondern sie wiederum vom Gehirn stimuliert wird, speziell von Zellen des Hypothalamus, im Vorderlappen des Mittelhirns. Hier werden die für die Sezernierung der Hypophysen-Hormone bestimmenden "releasing" hormones (... factors, RF) abgegeben.

ERNST und BERTA SCHARRER hatten 1928 sekretorische Tröpfchen im Hypothalamus von Knochenfischen (Teleostiern) gesehen ( u. a. A. F. W. HUGHES 1977). Die Abgabe der relasing-Hormone durch den Hypothalamus klärte dann mit seinen Mitarbeitern namentlich GEOFFROY WINGFIELD HARRIS (M. VOGT 1972), London und später in Oxford. Anregend war 1936 die Feststellung F. H. A. MARSHALLs am Christ's College in Cambridge, daß bei der Auslösung der Ovulation das Zentralnervensystem eine Rolle spielt. 1938 gelang HARRIS mit dem rumänischen Gast T. POPA die Entfernung des zum Hypothalamus führenden Hypophysenstiels bei Versuchstieren. Es fanden sich danach neben extensiven histologischen Veränderungen im Hypophysengewebe Atrophie der Gonaden und der akzessorischen Sexualorgane in beiden Geschlechtern. Als das "anatomische und funktionelle Verbindungsglied zwischen Hypothalamus und Hypophyse" (G. W. HARRIS 1965, 1947) erwiesen sich dabei Blutgefäße, die hypophysären Pfortadergefäße. Am besten konnten diese erforscht werden bei der Robbe Phocaena phocaena. Wurde die Hypophyse an andere Körperteile verpflanzt, so unterblieb wegen der hier fehlenden Verbindung der Hypophyse zum Gehirn die Sekretion der gonadotropen, thyreotropen, adrenocorticotropen und somatotropen Hormone und blieb lediglich das ebenfalls von der Hypophyse ausgesandte Laktationshormon. Im Jahre 1937 berichtete HARRIS andererseits über sichtbare Folgen elektrischer

Stimulierung im Hypothalamus.

So erstand als regelrecht neues Fachgebiet die "Neuroendokrinologie" (G. W. HARRIS 1965). Die bisher eher vage angenommene Verknüpfung von Soma und Geist, von körperlichen Krankheiten und Psyche, erhielt durch die erkannte Beeinflussung der Hypophyse durch das Gehirn eine materielle Grundlage, noch verstärkt die durch die Streßforschung von SELYE seit 1936. Der Chirurg F. SAUERBRUCH (1951) hatte schon berichtet, daß etwa schwere Erlebnisse im Krieg die durch Schilddrüsen-Überfunktion gekennzeichnete Basedow-Krankheit auslösen können. Veränderungen in der Umgebung, sensorische Reize, so Jahreszeiten oder Anwesenheit eines Partners, können die reproduktiven Vorgänge erheblich beeinflussen, sich Kümmernisse bei Frauen auf den Menstruationszyklus auswirken, Kälte die Schilddrüsenfunktion hemmen.

Was sonst innerhalb des Gehirns geschieht s. d.

## "Hormone" bei wirbellosen Tieren, namentlich bei Insekten

Da sich bei ausgebildeten Insekten bei Kastration oder Gonadenimplantation keine Veränderungen in den sekundären Geschlechtsmerkmalen einstellten, galten Insekten manchen zunächst als hormonfrei (V. B. WIGGLESWORTH 1947 / 1948). Hormone bei Insekten wurden zwar etwa 3 Jahrzehnte später als Hormone bei Wirbeltieren anvisiert, aber es fanden sich Parallelen über den Einfluß des "Gehirns" der Insekten auf hormonproduzierende Drüsen. So wie bei Wirbeltieren der Hinweis auf Hormone bei Untersuchungen des Nervensystems zustandekam, wurde auch bei Insekten im Zusammenhang mit Untersuchungen über die Funktionen des "Gehirns" während der Metamorphose zuerst nahegelegt, daß vom Gehirn ausgehende Hormone dafür nötig sind. Der polnische Zoologe STEFAN KOPEC (**1922**) durchschnürte Raupen des Schwammspinners *Lymantria dispar L.* Oft verpuppte sich dann das Vorderstück, nicht das Hinterstück. In letzterem fehlte augenscheinlich der wirksame Faktor. KOPEC entfernte dann das Gehirn. Die Verpuppung unterblieb. Ein aus dem Gehirn austretender, für die Verpuppung nötiger Faktor wurde eben nicht mehr abgegeben und vom Gehirn ausgehende humorale Kommunikation für den normalen Metamorphose-Ablauf war nahegelegt. Einpflanzen fremden Gehirns, was den Beweis gebracht hätte, unterließ KOPEC jedoch (H. PIEPHO 1972).

Um 1925 untersuchte GOTTFRIED KOLLER (1926) in Kiel bei der in der westlichen Ostsee häufigen Garneele *Crangon vulgaris* den Farbwechsel bei Änderung der Untergrundfarbe. Eine Aufnahme des Reizes von der Farbe des Untergrundes

erfolgte offensichtlich durch die Augen und wurden von ihnen ohne Beteiligung von Nerven über das Blut, also "hormonell", übertragen. Ergebnis war die Bewegung der Pigmentzellen, wodurch die Hautfarbe verändert wurde. Aus einem in bestimmter Weise gefärbten Tier wurde Blut auf eine gerade farblose Garneele, ein "Weißtier", übertragen. Dieses färbte sich letzteres wie die Garneele, aus der das Blut stammte. der Blutspender. Entdeckt wurde diese durch Blut übermittelte Farbänderung, als ein stärkeres "Gelbtier" nachts einen "schwächeren Gefährten" auffraß und danach selbst stärker gelb wurde (S. 237). Diese Untersuchungen werden als die Entdeckung von Hormonen bei Arthropoden angesehen.

Hormone wurden ab der 30er-Jahre des 20. Jh. für die Regelung der **Häutung** und der **Metamorphose** bei Insekten dingfest gemacht. Voran ging bei solchen Untersuchungen VINCENT BRIAN WIGGLESWORTH (1940, M. LOCKE 1997). Er wirkte an der London School of Hygiene and Tropical Medicine, zuständig für die Rolle der Insekten bei Tropenkrankheiten, und wirkte später an der Universität Cambridge. WIGGLESWORTH verwendete für seine Forschungen die südamerikanische Wanze *Rhodnius prolixus*, ein Insekt mit unvollkommener Verwandlung, also Hemimetabolie. Diese Wanzen-Art ist Überträger des Erregers der Chagas-Krankheit. Häutungen gibt es bei dieser Wanze nur nachdem sie von einem Säugetier Blut saugte. Wird nach einer solchen Blutmahlzeit eine solche Wanze vor Ablauf einer kritischen Periode geköpft, konnte sie zwar mehr als ein Jahr am Leben bleiben, jedoch Häutungen unterblieben. Vom Kopf ging offenbar eine Anregung zur Häutung aus. Wurde mittels einer Kapillarröhre von einer mit Blut gesättigten Wanze deren Blut auf eine geköpfte Hungerwanze übertragen, häutete sich diese kopflose Wanze. Es wurden auch mit Blut gesättigte und hungernde Rhodnius-Wanzen körperlich miteinander verbunden. Auch jetzt häutete sich auch die Hunger-Wanze. Im Kopf einer zur Häutung befähigten Wanze wurde offensichtlich eine Substanz gebildet, welche Häutung auslöst. Sie konnte aus dem Blut häutungsfähiger Wanzen auf kopflose oder hungernde Wanzen übertragen werden. Gefunden wurde dann, daß vom Gehirn die im Brustbereich liegenden Prothorakaldrüsen angeregt wurden und von dort der weitere Häutungsimpuls ausging. Zur weiteren Bestätigung wurde das Gehirn einer Rhodnius-Wanze in das Abdomen (Körper) einer kopflosen eingepflanzt. Das reichte, um Häutung auszulösen. Gefunden wurde 1933 fernerhin, daß ein von den Corpora allata stammender Faktor bei der letzten Häutung die Umbildung vom Jugend- zum Imago-Stadium verhinderte, wenigstens für einzelne Hautpartien. Das von den Corpora allata ausgehende Substanz wurde als Juvenilhormon bezeichnet. Auch ihre Ausschüttung erwies sich als stimuliert vom Gehirn.

HANS PIEPHO (1938 a, b) an dem von WIGGLESWORTH 1939 besuchten Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem experimentierte mit der Wachs-

motte Galleria mellonella L. Wurden Hautstücke zwischen verschiedenen Arten ausgetauscht, häuteten sich die fremden Implantate mit dem Wirt, was auf Nicht-Art-Spezifität und bei Austausch zwischen Arten verschiedener Schmetterlingsfamilien auf Nicht-Familienspezifität des Verpuppungshormons verwies. Der Japaner FUKUDA (H. PIEPHO 1972) zeigte dann beim Seidenspinner Bombyx mori, daß die Verpuppung durch ein Hormon der paarigen Prothorax-Drüse, Prothorakal-Drüse, ausgelöst wird, dem also das Juvenilhormon bei etlichen Häutungen entgegenwirkt. Der US-Amerikaner WILLIAMS zeigte beim Riesenseidenspinner *Hyalophora cecropia*, daß die Prothorax-Drüse vom Gehirn zu ihrer Sezernierung stimuliert wird. ERNST HADORN, ein Schweizer Biologe, erwies durch Transplantation, daß die zuerst als "Weismanns Ring" bekannte kopfnahe Prothorakladrüsedrüse bei Dipteren das Häutungshormon abgibt (K. SANDER 2002). PIEPHO (1950) trennte bei Raupen der Wachsmotte die Herausnahme von Gehirn und der eng anliegenden Corpora allata und erwies, daß vom Gehirn ein Häutungshormon ausgeht, das zu immer mehr dem Vollinsekt, der Imago, sich nähernden Stadien führt. Implantate der Corpora allata, möglichst mehrerer, in fast verpuppungsreife Raupen verhinderten mehr oder weniger, daß nach der normalerweise zur Verpuppung führenden Häutung volle Verpuppung zustandekam, wenigstens erhielt sich die Haut rings um die Einstichstelle für das Implantat im Larvenzustand, entstanden so auch Mischformen zwischen Larve und Puppe. Hier wirkte das Verjüngungshormon bzw. "Hemmungs hormons" (H. PIEPHO 1950, S. 261) nur rings um das Transplantat, was auf die Weite der Wirkung von Hormontransplantaten wies. Exstirpation der Corpora allata, der offensichtlichen Quelle des Verjüngungshormons während des drittletzten Raupenstadiums ergab wenigstens bei 23 von 29 den Eingriff überlebenden Räupchen eine vorzeitige Verpuppung, was zu Zwergpuppen und daraus entstehenden Zwergfaltern führte. Um 1955 (A. BUTENANDT) war ermittelt, durch BERTA SCHARRER, daß neurosekretorische Zellen des "Gehirns" von Insekten ein adenotropes, also auf Drüsen wirkendes Hormon ausschütten und dieses die Prothorakaldrüse zur Sezernierung ihres Hormons anregt. Wurden bei Insektenlarven, so bei der Made der Schmeißfliege (Calliphora), mit einem feinen Baumwollfaden das Gehirn vom übrigen Körper abgeschnürt oder gar abgeschnitten, hörte die Häutung auf, weil die Prothorakaldrüse keine Anregung mehr erhielt. Wurde solchen "Dauerlarven" wieder ein "Gehirn" eingesetzt, ging die Entwicklung weiter. Entfernte man die Corpora allata, gab es eine vorzeitige Puppenhäutung. Das Verpuppungshormon, also das der Prothorakaldrüse, wurde 1954 gewonnen, indem der Arbeitsgruppe um BUTENANDT (1955) im Sommer 1953 etwa 1 Million Kokons von dem für die Seidengewinnung gehaltenen Seidenspinner (Bombyx mori) zur Verfügung gestellt wurden, ein Untersuchungsobjekt, das in größeren Mengen zu erhalten und besser zu halten war als andere Insekten. Jede Puppe wurde einzeln aufgeschnitten und aus dem Kokon herausge-

nommen, für die Hormongewinnung nur die männlichen Puppen ausgelesen und für die weitere chemische Bearbeitung in Methanol konserviert. BUTENANDT und KARLSON haben 1954 das Hormon **Ecdyson** isoliert (s. a. R. WIECHERT 1970), .aus 500 kg Frischpuppen 25 mg eines einheitlichen, in langen Nadeln kristallisierenden Stoffes mit einem Schmelzpunkt von 235° bis 237°. Die Steroid-Struktur des Ecdyson wurde 1963 bekannt, 1965 durch Röntgenstrukturanalyse die vollständige Struktur ermittelt.

## Chemische Kommunikation zwischen den Individuen einer Art - Pheromone

Chemische Signale, zwischen den Individuen einer Art wirkende Substanzen, wurden ebenfalls erkannt. Sie hießen zuerst "Soziohormone", bei BUTENANDT (1942) auch "Ektohormone", schließlich nach dem Vorschlag von KARLSON (1959) und MARTIN LÜSCHER **Pheromone** (E. O. WILSON 1963). Hier erfolgt selbstverständlich keine Übertragung durch eine Körperflüssigkeit, sondern gasförmig durch die Luft oder gelöst im Wasser. Der Begriff "Hormon" wird damit wesentlich und von manchen als unzulässig angesehen erweitert. Einen ersten Hinweis auf solche Substanzen erhielt noch im 19. Jh. der französische Insektenforscher JEAN HENRI FABRE, als ein Weibchen des Großen Nachtpfauenauges in einem Drahtbehälter von zahlreichen Männchen umschwirrt wurde. Einen neueren Befund solcher interindividuell wirkenden Substanzen erhielt KARL VON FRISCH (1938), der die "**Schreckstoffe**" fand. Er hatte am Wolfgang-See in Österreich die in Schwärmen auftretenden Elritzen (Phoxinus laevis) auf Töne dressiert hatte, so daß sie auf entsprechende Töne herangeschwommen kamen. In diesen Schwarm warf er wohl zufällig eine verletzte Elritze. Innerhalb von einer halben bis einer Minute sank die Zutraulichkeit des Schwarmes, "als würde ihnen etwas Gräßliches aufdämmern" (S. 602). Die verletzte Elritze konnte nicht optisch wirken, denn als VON FRISCH eine völlig zerquetschte Elritzen ins Wasser warf, gab es dieselbe Reaktion. Aus dem Blut einer Elritze mochte eine abschreckend wirkende Substanz abgegeben worden sein. Es gab jedoch auch individuelle Abweichungen in der Reaktion bei verschiedenen Schwärmen.

A. BUTENANDT (1955) und Mitarbeiter wandten sich den offensichtlichen Lockstoffen bei Schmetterlingen zu. Sie **isolierten** ab 1939 mit finanzieller Unterstützung von der Firma Schering AG Berlin, deren Hauptlaboratorium unter WALTER SCHOELLER stand, den "Lockstoff" des weiblichen Seidenspinners *Bombyx mori L.,* das "Bombykol". Seidenspinner konnten in größeren Mengen aus der Seidenindustrie zur Verfügung gestellt werden. In den Sommer- und Herbstmonaten wurden massenweise kurz vor der Schlupfreife den reifen Puppen das letzte Abdomenseg-

ment mit den Sacculi laterales abgeschnitten. Kurz vor dem Schlüpfen erschien der Lockstoff-Gehalt am höchsten. Später wurden aus dem Fundus von 1 Millionen in ihrem Kokon ruhenden Seidenspinnerpuppen die weiblichen benutzt, nachdem die männlichen für die Gewinnung des Häutungshormons Ecdyson (s. oben) ausgelesen worden waren. Aus etwa 31.3000 Puppen weiblicher Falter wurde ein Extrakt mit einer wirksamen und als (10E, 12Z)-10,12-Hexadecadienol identifizierten Substanz gewonnen. Bei Seidenspinnermännchen löste die Substanz noch in hoher Verdünnung unter anderem "Flügelschwirren, ... präkopulatorische Bewegungen" aus (H. J. BESTMANN et al. 1982).

## Über die 'klassischen Hormone' hinaus: Noch mehr körpereigene chemische Kommunikation, oft infolge äußerer Anregung - etwa Histamin

Transmitter waren schon Stoffe, die nicht über die Blutbahn, sondern zwischen Zellen wirkten. Sekretin wurde über die Blutbahn vermittelt, war aber kein "klassisches" Hormon aus einer der "klassischen" größeren Hormondrüsen. Eine weitere größere Zahl von zwischen Zellen vermittelnden "Mediatoren" wurde gefunden, die man dann meistens nicht als 'Hormone' bezeichnete. HENRY HALLETT DALE (1953, W. FELDBERG et al. 2004) fand mit Mitarbeitern vieles über das **Histamin**. Als Pharmakologe suchte er die Wirkstoffe aus dem Extrakt des seit langem als Heilmittel benutzten Mutterkornpilzes zu isolieren und fand 1907 in ihm das Histamin, das, wie sich 1911 zeigte, wie wiederholte Gabe desselben Serums Anaphylaxie hervorruft. Als Testorgan für Wirkstoffe hatte ebenfalls 1907 FERDINAND KEHRER das Horn des Uterus der Katze mit seinen tonischen Muskeleffekten vorgeführt und ermöglichte so Testuntersuchungen auf Histamin. Dieses fand sich auch in der Darmschleimhaut, Mucosa, des Ochsen. Hier war nicht auszuschließen, daß es hier ein Produkt der Bakterientätigkeit ist. 1929 isolierte DALE mit HAROLD DUDLEY Acetylcholin und Histamin aus terischen Organen und wies sie so als körpereigene Substanzen nach. Sie greifen bei den verschiedensten körperinneren Vorgängen ein, schädigen auch bei Übermaß. WILLIAM HENRY HOWELL in den USA fand 1922 das die Blutkoagulation behindernde **Heparin**, seitdem ein wichtiges Medikament zur Verhinderung von Blutballungen.

## Nach ersten Hinweisen eine lange Pause: Die Signalstoffe Prostaglandine

ULF VON EULER (H. K. F. BLASCHKO 1985), Sohn des Biochemikers HANS VON EULER-CHELPIN, fand wie einige andere um 1932, daß Samenflüssigkeit etwa vom Schaf glatte Muskulatur kontrahieren läßt. Frauen bekamen bei künstlicher Insemination heftige Uterusrelaxation, was auch die Orgasmus-Wirkung der Spermaflüssigkeit erklärt. Eine dafür zuständige im Sperma enthaltene Substanz war anzunehmen (B. PERNOW 1982). Das war der Hinweis auf eine von Samenzellen ausgehende und von VON EULER schon charakterisierte Substanz, der erste Hinweis auf die **Prostaglandine**. Den Durchbruch in ihrer Erforschung brachte SUNE BERGSTRÖM (1982) mit Mitarbeitern in den späten 50er Jahren des 20. Jh., was zur Isolierung und Strukturbestimmung dieser Substanzen führte. Als Grundkörper wurden ungesättigte Fettsäuren deutlich. 1,5 % des Trockengewichts der Polype *Gorgonia* erwiesen sich als solche Substanz, die offenbar schon früh in der Evolution auftrat. BERGSTRÖMs Schüler BENGT SAMUELSSON (1982) fand die "Leukotrine" (leukotriens), JOHN R. VANE (1983) das Prostacyclin, eine der bedeutenden Komponenten des Systems der Prostglandine, abgegeben von den Zellen der Säugetiere bei der kleinsten Reizung. Aspirin, so wurde erkannt, hemmt die Prostaglandin-Biosynthese, was auf die Rolle der Prostaglandine für Entzündungen und Fieber verwies. Prostaglandine verhindern auch die Verklumpung von Blutplättchen, wirken auch blutdrucksenkend. Die Wirkung des Aspirin wurde jedenfalls bis zu gewissem Grade verstehbar. Bei Vieh wurden Prostaglandine zur Synchronisierung der Befruchtungsbereitschaft benutzt, was bei künstlicher Besamung wichtig ist. Die Entdeckungen über die Prostaglandine wurden bei der Auszeichnung der drei Forscher BERGSTRÖM, SAMUELSSON und VANE mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 1982 als ein schönes Beispiel dafür bezeichnet, "of how a support to basic research has turned out to be a very good investment for society as a whole" (B. PERNOW 1982, S. 27).

## Wachstumsfaktoren

Chemische Substanzen in der Embryonalentwicklung wurden bei SPEMANN vermutet. Ein alte Frage zur Keimesentwicklung was, was etwa **Nerven zu ihren Erfolgsorganen** führt, denn es erschien, als ob die zu innervierenden Organe die für sie zuständigen Nerven geradezu anziehen (G. R. DE BEER 1926). Ein Ausdruck wie "Neurobiotaxis" konnte das Problem benennen, aber war keine Erklärung.

Eine italienische Jüdin, die sich unter MUSSOLINI und dann vor allem vor den

Deutschen der Verfolgung verbergen mußte, RITA LEVI-MONTALCINI (1964, 1986, 2013) konnte einen **Wachstumsfaktor ('Nerve Growth Factor',** NGF) ausmachen (R. A. BRADSHAW 2013, K. HALL 1986), zuerst in Italien in ihrer verborgenen Wohnung. Der in die USA emigrierte Entwicklungsphysiologe VIKTOR HAMBURGER hatte bei Hühnerföten die sprossenden Gliedmaßen weggeschnitten und fand ein Atrophieren der zuständigen Nerven. Offensichtlich lockten die jungen Organe, welche hier nun entfernt waren, die für sie zuständigen Nerven an und ohne die anlockenden Organe unterblieb das Nervenwachstum. HAMBURGER dachte zunächst an einen näher bezeichneten Induktionsfaktor. RITA LEVI-MONTALCINI begründete die Vorstellung von einer die Nerven anlockenden Substanz in den wachsenden Geweben und jungen Organen. Wachsende "Nervenzellen" folgen "keinem geordneten Plan, die an einen integrierten Schaltkreis erinnnern, sondern wie man einst Röhrenempfänger selbst bastelte (R. DAWKINS 2016, S. 28), wo man die Drähte auch durcheinander anlegt. Nach dem Kriege konnte LEVI-MONTALCINI einer Einladung von HAMBURGER in die USA folgen. Bei HAMBURGER (R. A. BRADSHAW 2013) wurde durch einen Studenten, ELMER BUEKER, in 3 Tage alte Hühnerembryonen ein schnell wachsendes Sarkoma aus einer Maus transplantiert und rasch wuchsen Nervenfasern aus dem Rückenmark der Hühnchen-Embryonen in das eingebrachte Tumorgewebe ein. In Rio de Janeiro hatte LEVI-MONTALCINI (R. A. BRADSHAW 2013) 1952 das Auswachsen von Nervenfasern aus Neuronen in einer Zellkultur in zwei tumortragende Mäuse feststellen können. Die Auffindung des Nervenachstumsfaktors war ein wichtiger Schritt zum Verstehen der **Signalsubstanzen von Zellen**. Man verstand wie im normalen Embryo Nervenfasern in die zunächst nervenlosen Drüsen, die anfangs nervenlose Milz und andere Organe gelenkt werden. "Ziel"-Zellen lenken also durch Produktion des Nerve Growth Factor die Wachstumsrichtung von Nervenfasern und 'finden' so ren Weg in Gewebe. STANLEY COHEN reinigte den Nervenwachstumsfaktor. COHEN fand einen weiteren, die Entwicklung neugeborener Mäuse beschleunigenden Wachstumsfaktor in Speicheldrüsen. Nach Injektion von Speicheldrüsen-Extrakten öffneten junge Mäuse rascher ihre Augenlider öffneten und bildeten schneller ihre Zähne. COHEN und RITA LEVI-MONTALCINI erhielten 1986 den Nobelpreis für Physiology or Medicine. RITA LEVI-MONTALCINI wurde die große alte Dame der Wissenschaft, vor allem in Italien. Gestorben 2012 mit 103 Jahren war sie die älteste große Wissenschaftlerin gewesen.

## Synthese von Hormonen und ihnen ähnlichen Substanzen, Analoga

Hormone ließen sich synthetisieren. Dabei wurden auch den körpereigenen Hormonen **ähnliche**, aber doch auch abweichende **Substanzen, Analoga** (F. HARTLEY 1967) gewonnen. Sie haben auch ihre eigenen Wirkungen. So konnte für die Antibaby-Pille mit verschiedenen Derivaten experimentiert werden. Das erste synthetisierte **Peptid-Hormon** war das **Oxytocin**, neben dem **Vasopressin** Hormon des Hinterlappens der Hypophyse. Das **Oxytocin** regt die Wehen an, durch Wirkung auf die Glatte Muskulatur der Gebärmutter, und stimuliert den Milchfluß aus der Mammardrüse. Die Synthese des Oxytocin gelang 1953 unter VIMCENT DU VIGNEAUD (F. HARTLEY 1967, S. 221; Wikipedia 2014). zuletzt Professor an der Cornell University in Ithaca/Staat New York. 1949 hatte VIGNEAUD das Oxytocin isoliert und die Struktur aufgeklärt. 1956 wurde Oxytocin industriell erzeugt. und bald auch Analoga. Dem überaus erfolgreichen Biochemiker VIGNEAUD, 1955 Nobel-Preisträger für Chemie, gelang auf Aufklärung und Synthese des chemisch nur in wenigen Aminosäuren sich vom Oxytocin unterscheidenden **Vasopressin**.

## Wirkorte/Rezeptoren der Hormone - Umkehrung in der Hormonforschung

Die Hormone greifen ins Körpergeschehen ein. Dem Entwicklungsphysiologen CURT HERBST (1944, S. 368) erschien es rätselhaft, wie die vermeintlich so chaotisch gelagerten Gene und die Hormone zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Wirkort in das Lebensgeschehen eingreifen und meinte, daß hiefür ein vitalistisches Prinzip verantwortlich wäre: "Die Gene und Hormone also steuern und regulieren die Geschehnisse nicht, sondern sie werden von etwas anderem dazu benutzt. Was aber ist dieses etwas Andere? Die einzige richtige hypothesenfreie Antwort lautet: der lebende Organismus." Der Organismus wäre ein Naturobjekt - aus beseelter Materie. Mit der Entdeckung der Regulationsmechanismen wurden solche Auffassungen aufgegeben.

Es bestand auf jeden das Problem: Kastration und damit Ausfall der Sexual-Hormon führt zu körperlichen und psychischen Veränderungen, Mangel an Schilddrüsen-Hormon in jungen Jahren führt bis zum Kretinismus. Warum ist das so? Was im Körper, vermutlich im Stoffwechsel, fällt bei Hormonmangel aus? Oder was wird bei Zugabe oder gar Überschuß eines Hormons im Stoffwechsel anders? Es ging um die **Wirkungsweise der** einzelnen **Hormone** oder ihrer synthetisch hergestellten Analoga (F. HARTLEY 1967). In der Forschung verschob sich der Blick

zum **Wirk(ungs)ort.** Die Hormon-Forschung kam von der Biologie, von relativ groben biologischen Wirkungen, dann kam die Chemie mit der Strukturaufklärung und Synthesen. Nun ging es wieder in die Biologie, in die Feinstrukturen, in die Molekularbiologie. Wobei in dem Weg Biologie - Chemie - Biologie die Chemie ihre Rolle behielt.

Erwartet worden war dann etwa vom Biochemiker CARL FERDINAND CORI (M. COHN 1992), daß Hormone **vielleicht an einem ganz bestimmten Stoffwechselschritt angreifen** und meinte einmal für das **Insulin** die Stelle im Glykogen-Abbaus gefunden zu haben. Es konnte nicht aufrechterhalten werden. Diskutiert wurde die Wirkung an den Transportfähigkeiten der Zellmembranen, was aber auch nicht als einzige Wirkung erschien (F. HARRIES 1967). Diskutiert wurde ein Einbau von Hormonen in Enzyme (R. SCHAUER 1972), ja ein Angreifen an der Vererbungssubstanz direkt. Weiteres aufzuklären, etwa beim Insulin, wurde das untersucht an Tieren, an perfundierten = durchströmten Organen, an isoliertem Gewebe wie Zwerchfellmuskeln, an Zellkulturen, schließlich an zellfreien Systemen (E. G. KREBS 1993, S. 1177).

Der 1971 mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin ausgezeichnete Earl WILBUR SUTHERLAND (1972), USA, fand, daß etwa bei Stress freigesetzte Hormone der Nebenniere auf die Glukose-Freisetzung im Zellinneren wirken, vermittelt jedoch durch eine durch das Hormon in der Zellmembran freigesetzte vermittelnde Substanz, einen "**second messenger**", die **cyclic AMP** (P.REICHARD 1972). Das Hormon, der "Bote", klingelt gewissermaßen an der Haustür, der Zellwand, den "Brief" in das Innere des Hauses befördert der den Boten nicht einlassende Hausdiener, das c AMP. Das c AMP wird enzymtisch inaktiviert. Manche weiteren Hormone wirkten ebenfalls durch Freisetzung von cyclic AMP, wobei die verschiedenen Hormone auf verschiedene Rezeptoren in der Zellwand wirken. Bei Steroidhormonen fand sich Wirkung auf die Vererbungsubstanz direkt. Für das Häutungshormon der Insekten, das Ecdyson, fand KARLSON, daß es die DNS- und RNS-Synthese steigert, ja auslöst, also direkt auf die Vererbungssubstanz wirkt.

## Die "Releasing Hormone" des Gehirns gewonnen

Die **präparative Darstellung** der aus dem Hypothalamus in den Hypophysenvorderlappen offensichtlich abgegebenen **"releasing"-Hormone** geschah in den USA teilweise in einem wissenschaftlichen Wettlauf (N. WADE 1978) namentlich zwischen dem aus der französischen Stadt Dijon stammenden ROGER GUILLEMIN (geb. 1924) (1977) und dem aus Wilna in Litauen gebürtigen Offizierssohn ANDREW VICTOR SCHALLY (1977) und auch den Kanadier MURRAY SAF-

FRAN. Der eigentliche Erforscher der Releasing-Hormone, HARRIS, fühlte sich für diese Arbeit nicht mehr geeignet. Zur Isolierung von releasing-Hormomen wurden in vitro, außerhalb des Körpers, Gewebe und Extrakte des Hypothalamus gemeinsam mit Hypophysen-Gewebe kultiviert (L. DUFY-BARBE 1985, R. LUFT 1977). Große Mengen von Tierorganen waren schon immer in der Hormonforschung notwendig. Für die Isolierung der Hypothalamus-Hormone wurde noch einmal jedes bisherige Maß übertroffen. In etwa 10 Jahren hat die Gruppe von GUILLEMIN über 5 Millionen Gehirne von Schafen aufbereitet. Die Gruppe um SCHALLY, der auch 5 Jahre GUILLEMIN angehörte, verarbeitete ebenfalls große Mengen von Hypothalamusmaterial von Schweinen. Nur Großschlachthäuser konnten das liefern. Zu Ende des Jahres 1968 teilte GUILLEMIN (1977) gemeinsam mit dem Koautor BURGUS mit, daß aus 300 000 Hypothalami von Schafen 0,1 mg eines ersten solchen Hypothalamus-Hormons gewonnen worden waren, und zwar auf dem Weg über die Hypophyse der die Schilddrüse anregende "**thyreotropin releasing factor**" (TRF). Ein Jahr später war die Primärstruktur dieses Hormons als die eines Tripeptids, bestimmt (hypothalamic hypophysiotropic peptides) worden. Aus 100 000 Hypothalami von Schweinen gewann die Gruppe um SCHALLY 1966 ein sich als identisch erweisendes Hormon. Das chemisch relativ einfach gebaute Peptid ließ sich synthetisch herstellen. Der zunächst riesige Aufwand zur Gewinnung winziger Mengen dieser Hormon-Substanzen endete also in ihrer künstlichen Erzeugung. Damit konnten klinisch verwendbare Mengen erhalten werden. Gewonnen wurde auch der das Wachstumshormon der Hypophyse freisetzende Faktor Somatotropin wie das dessen Freisetzung hemmende **Somatostatin**. Seine Handhabbarkeit erwies sich jedoch als schwieriger, seine Wirkung als mannigfaltiger. Die Hypothalamus-Hormone wurden dann auch anderswo im Körper gefunden, so in Zellen des Darmtraktes. Wie das Gehirn geht auch der Darmtrakt immerhin aus dem Ektoderm hervor.

GUILLEMIN, SCHALLY und für andere Forschungen Frau YALOW wurden Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1977.

Peptid-Hormone dirigieren also, in den Keimdrüsen etwa, auch Steroid-Hormone.

## Hormone wechselnd im Organismenleben

Hormone sind als Teil des Gesamtgeschehens im Lebewesen und speziell auch des Menschen zu sehen. Sie werden nicht kontiunierlich in gleicher Quanität produziert. Die Produktion von Sexualhormonen wechselt mit den Stadien im Geschlechtsleben, von der Jugend über die Hochzeit des Testosteron bei jungen Männern, bei Frauen bestimmend manches in den Wechseljahren, abklingend überhaupt im Alter. Hormonprduktion ist abhängig von der Nahrungsaufnahme, so beim Insulin.

Hormonproduktion geschieht im Zusammenhang mit Schlaf, so beim Metionin, ist anders bei Ruhe oder beim Stress und bei Angst, wie im Falle des Adrenalin. Gefühlsabhängigkeit besteht beim Bindungshormon Oxytocin.

### Hormone in Science fiction

Wirkstoffe, namentlich "Hormone" im weitesten Sinn, wurden von science fiction Autoren wie den Nachkommen von HUXLEY, dem Enkel ALDOUS HUXLEY als in späteren menschenreichen und gelenkten Gesellschaften von der herrrschen Elite eingesetzte Beherrschungsmittel gesehen, etwa als Mittel zur Heranzüchtung unterschiedlich begabter Menschen oder die Menschen auch unter ungünstigen Umständen zufriedenstellende Glückshormone.

Bedenklich erscheint nicht nur als science fiction, daß offensichtlich weibliche Geschlechtshormone oder ihre ebenfalls wirkenden Derivate aus Medikamenten, besonders den Antibabypillen, sich in Gewässern anhäufen und bei Tieren verstärkte "Verweiblichung" und männliche Zeugungsunfähigkeit hervorriefen. Wenn das für Lappland berichtet wurde, dann vielleicht wegen des in dem kühlen Klima begrenzten Abaues im Wasser. Befürchtet wird, daß mit dem Trinkwasser auch der Mensch betroffen sein kann.

## Der Weg in die Biochemie des Stoffwechsels im Lebewesen

### Grundsätzliches zum Stoffwechsel - Forschung seit und in Jahrzehnten

**Die in einem Organismus aufgenommenen Substanzen erleiden dort irgendein Schicksal**. Wenige werden bei kleinen Mengen nur abgelagert. Die meisten kommen zu **Umsetzungen**, zu einem Stoffwechsel, dem **Metabolismus**. Manche Substanzen sind in größeren Mengen nötig, sind Energie und Aufbausubstanzen liefernde **'Nahrung'** i. e. S. Andere Substanzen sind Katalysatoren, die in kleinen Mengen nötigen Vitamine. Und noch **andere** Substanzen sind jedenfalls in etwas größeren Mengen schädlich, sind **Gifte**, sind vielleicht **Drogen**. Auch sie werden zunächst in Stoffwechselprozesse einbezogen, auch unübliche, bis vielleicht der Organismus an ihnen zugrundegeht.

Auch im 19. Jh. war schon manches vom Stoffwechsel aufgeklärt worden und gab es also in der Mitte des 20.Jh. ein zusammenhängenderes Bild. Die **grünen Pflanzen bauen** mit Hilfe des Sonnenlichts aus Kohlendioxid und Wasser unter Sauerstoff-Abgabe **organische Substanzen auf**, die zwar Sauerstoff auch enthalten, aber **weiter oxydierbar** sind. Aus dieser 'Oxydation', ein viel komplizierter Vorgang, gewinnt ein Lebewesen, ob Pflanze oder Tier, Energie.

Bevor die vom Tier aufgenommenen Substanzen aus anderen Lebewesen in ihr Blut und in die Zellen zum Abbau gelangen, müssen sie in einfacher Bestandteile zerlegt werden, unterliegen der "**Verdauung**". Schon dieser Prozeß hört sich einfacher an, als er ist. Die verschiedenen Tiere, auch unter den Säugetieren, sind unterschiedlich befähigt, aufgenommene Nahrungsstoffe aufzuschließen. **Zellulose** können Tiere verdauen, die dafür **Mikroben** im Darm haben. Ziegen können einige Zeit sogar von Zeitungspapier leben, weil sie die darin enthaltene Zellulose aufschließen. Man sagt gern, diese Tiere sind "genügsam, aber besser wäre, wie J. H. REICHHOLF (2010, S. 201) geistreich meint, daß sie in der Nahrungsverwertung "außerordentlich effizient" sind. **Wasser** entstammt **bei manchen** Tieren **vor allem der Nahrung**, auch der äußerlich trockenen. Lange ohne Wasser kommen die Oryx-Antilopen aus, die man nach Bilddarstellungen im alten Ägypten zähmen wollte, was aber nicht recht gelang. Auch Schafe kommen mit dürftiger Nahrung aus, müssen aber viel grasen, um mit den dürren Gräsern auszukommen. Rinder sind ebenfalls Wiederkäuer, brauchen aber mehr Wasser und "höherwertige" Pflanzennahrung. Im Pansen bilden die Mikroben auch Eiweiß, aus den nicht sehr eiweißreichem Pflanzenmaterial oder gar durch Bindung von Luftstickstoff. So kommt auch aus reiner Pflanzennahrung schließlich Milch zustande. Bei hochwertigen Milchkühen wird natürlich entsprechendes Kraftfutter zugegeben.

Wer kein hochwertiges Pflanzenmaterial benötigt, zahlt mit einem niedrigen Grundumsatz, wie die trägen und damit energiesparenden Faultiere Südamerikas. Manchen Säugetieren reicht das in der Nahrung, und sogar karger Nahrung enthalene Wasser. Die Koala"bären" Australien kommen mit Eucalyptusblättern aus. Um wenig Wasser abzugeben, verschlafen sie viel Zeit, und australische Zoos halten möglichst immer etliche Koalas, damit die Besucher nicht nur auf schlafende Tiere treffen.

Mannigfaltig und erstaunlich sind also die Anpassungen an Nahrung, und der Mensch ist also nicht gerade zu einfacher Ernährung ausgestattet.

## Was ist nun die Biochemie des 20. Jahrhunderts?

Untersuchung der Substanzen im Lebewesen und wenn möglich auch deren Umsetzungen liefen bis zum Anfang des 20. Jh. unter dem Etikett "**Physiologische Chemie**". Mit der Zuwendung vor allem zu den Stoffumsetzungen, deren Einzelschritten, wurde zunehmend der Terminus "**Biochemie**" verwendet. Der neue Terminus setzte sich vor allem auch in den Titeln von **Zeitschriften** durch, ab 1905 in den USA durch das "Journal of Biological Chemistry", in Großbritannien ab 1906 durch das "Biochemical Journal", in Deutschand gab es ab **1906** die "Biochemische Zeitschrift". Biochemie war letztlich Chemie, denn es konnte viel an wenigen Organismenformen geklärt werden und beherrscht werden mußten die Substanzen. Pharmazie und Biochemie gingen zuerst oft nicht beklatschte Verbindung ein. Vorkliniker wurden mehr denn je auch Forscher (C. F. CORI 1971, S. 15). Hinter jeder physiologischen Lebensäußerung, ob bei der Stoffveränderungen in den Zellen, ob Leber- oder Muskelzelle, beim Sehvorgang, der Nerventätigkeit - überall galt es, wenn vorhanden, die biochemische Reaktion dahinter zu entschlüsseln (F. HUCHO et al. 1984). Die Biochemie enthüllte Vorgänge, Reaktionen und deren Bindung an bestimmte Zellbestandteile, Zusammenspiel und Regulation, und was sich hier an Feinheiten zeigte ließ die Bewunderung für die Streifen des Zebras als Anpassungsmerkmal weit zurücktreten. Den **1.** wenigstens **Internationalen** Nachkriegs**Kongreß** für Biochemie gab es 1**949** in Cambridge (S. OCHOA 1980, S. 28).

## Aufrechterhaltung der Proportionen der Stoffe im Körper - Regulation

Aufrechterhaltung der Stoff-Zusammensetzung im Blut, Konstanz etwa des pH-Wertes, "**Pufferung**" (buffers), war ein wichtiger Teil des Stoffwechselgeschehens, erfaßt, aber jetzt nicht immer deutlich erwähnt durch BERNARD mit seinem konstanten "milieu intérieur". WALTER BRADFORD CANNON (A. C. BARGER 1978), USA, schrieb von "Wisdom of the Body" und prägte 1926 den Begriff der "**Homoeostase**". Die Haltung der Zustände, die Pufferung, im Blut untersuchte in England JOSEPH BARCROFT, der sich dem Gasgehalt zuwandte. LAWRENCE JOSEPH HENDERSON an der Harvard Medical School befaßte sich etwa mit dem Säure-Basen-Gleichgewicht. Zufuhr von Säure oder Base wurden jedenfalls in gewissem Rahmen ausgeglichen.

### Der Intermediär-/ Zwischen-Stoffwechsel

Als ein ganz wesentliches Ziel biochemische Forschung erschien der Intermediär-

oder Zwischenstoffwechsel, die Erfassung der Einzel-, der "Zwischen"schritte beim **Stoffabbau** und **auch Stoffaufbau** im Organismus. In seiner Autobiographie berichtet der Biochemiker CARL F. CORI (1971, S. 13), daß er in einem von ihm für die 'Physiological Review', USA, geschriebenen Artikel über den Kohlehydratstoffwechsel feststellte, daß "Intermediary metabolism as we know it today was largely unexplored" und das meiste war getan am ganzen Tier und nur gelegentlich an Gewebepräparaten. Der Stoff-Abbau wurde zuerst und mehr aufgeklärt. aber dann auch die Aufbau von komplizierten Substanzen aus einfacheren aufgeklärt, also wurden die Schritte von **Biosynthesen** bekannt.

Am Anfang etwa stand die Erkenntnis: In etlichen Einzelschritten, nicht auf einen Ruck, wurde eben Glucose, der Traubenzucker, in einfachere Produkte zerlegt. Hier wurden bisher ungeahnte, anscheinend nicht einmal angehbare Dinge enthüllt. Der Umsatz erfolgt rasch und das Erfassen der Stoffe in ihren Reaktionsketten war nicht einfach. Die Verleihung etlicher Nobelpreise für die Aufklärung von Stoffwechselschritten zeugt von der Bedeutung, die man solcher Aufklärung zumaß. Wurde doch gehofft in Einzelschritte mit Medikamenten einzugreifen, wobei die Vielfalt der über die Grundvorgänge hiausgehenden Stoffwechselwege dem Grenzen setzte. Die Biohemiker in Deutschland haben neben den Physikern wohl die meisten Emigranten aus rassischen Gründen, als Juden gestellt, wobei andererseits andere, "arische", Biochemiker weiterarbeiteten.

Wurde für das Weltall mit seinen mannigfaltigen Erscheinungen immer einmal wieder zur Bewunderung aufgerufen, so mußte Bewunderung ebenfalls den mannigfaltigen Stoffwechselvorgängen in jeder lebenden Zelle, beim Menschen ist von 100 Billionen die Rede, gelten. Stoffwechselvorgänge, die zudem jedenfalls zum Teil differenziert in verschiedenen Zelltypen ablaufen, gebunden an die verschiedenen Zell-Organelle innerhalb der Zelle, gebunden etwa an verschiedene Stellen der Zellmembran, die sich immer deutlicher als viel mehr als ein einfaches Häutchen abzeichnete.

## Die Grundvorgänge im Stoffwechsel in der Organismenwelt, die 3 Stufen im Stoffwechsel der Zelle höherer Organismen

Jedes Lebewesen benötigt organische Substanzen. Im hypothetischen Urmeer mögen organische Substanzen ohne Mithilfe von Organismen durch rein chemische Prozesse entstanden sein und konnten sich die Urorganismen einst davon ernähren. Mit der Weiterentwicklung von Erdkruste und Organismenwelt und selbstverständlich auch heute ist jede Entstehung organischer Substanzen in der Natur, nicht so im

Laboratorium, an farbstoff- und meistens chlorophyllführende Zellen gebunden. Nur deren Ernährung ist **Autotrophie**. Die grüne Pflanzenzelle lieferte im Anschluß an das Urmeer nicht nur alle organischen Substanzen, sondern setzte, in langen Zeiträumen, auch jenen Sauerstoff frei, welcher den tierischen Abbauprozessen noch aufgestülpt ist. **Heterotroph** sich ernährende Organismen, also alle Tiere, sind an die 'Urproduktion' organischer Stoffe durch die autotrophen Pflanzen gebunden. Sie wandeln allerdings wenigstens viele aufgenommene organische Substanzen in andere, 'körpereigene', um. Vor allem aber bauen sie einen Großteil der aufgenommenen organischen Substanzen zur Energiegewinnung ab. Als die immer wieder beachtete 'alkoholische' Gärung untersucht wurde, so auch durch BUCHNER, war noch nicht bewußt, daß damit ein Vorgang untersucht wurde, der sich als **erste Stufe** (s. u.a. DICKERSOn et al, 1988) des Stoffabbaus auch in allen Zellen aller höheren Organismen abspielt. Später erst wurde deutlich der für die Zellen höherer Organismen zutreffende weitere Abbau der Brenztraubensäure, unter viel höherer Energiegewinnung. namentlich in Citronensäure- oder Krebszyklus, also eine **zweite Stufe** im Abbau. Hefen und niedere Organismen, wenigstens viele, bleiben bei der ersten Stufe. Sie scheiden dann eben etwa den von manchen hoch begehrten, den Wein bestimmenden Äthylalkohol, Ethanol. aus. Und eher als Zusatz, als **dritte Stufe**, erscheint dann die für höhere Tiere unabdingbare Nutzung von Sauerstoff, die Oxydation, oft als "Atmung" im engeren Sinne bezeichnet. Und sie war wiederum früh, ja als erstes, von den umfassenden Stoffwechselprozessen im Blickfeld er Physiologen, wenn man von der Verdauung und dann auch der Urinbildung in der Niere absieht.

**Zwischenstoffwechsel - Allgemeines**

Zu den Formeln des Glucose- /Traubenzucker-Abbaus zum "Alkohol", zum Ethanol, meinte der 1913 an das Kaiser-Wilhelm-Institut für experimentelle Therapie berufene CARL NEUBERG (1913): "Ein Blick auf die Formel des Traubenzuckers und seiner Vergärungsprodukte" allein zeigte, "daß ein glatter Einsturz des Glukosemoleküls zu den Trümmern Alkohol und Kohlensäure nimmermehr führen kann", also mehrere Zwischenstufen anzunehmen sind, und diese aufzufinden war NEUBERGs und anderer bedeutender Biochemiker langjähriges Bestreben.

Kannte man die aufeinanderfolgenden Substanzen beim Abbau, so mochte es möglich sein, an einzelnen Schritten Medikamente zur Beeinflussung einzusetzen – eine nicht so recht erfüllte Hoffnung.

Als ein herausragendes Ergebnis, um es vorwegzunehmen, wurde die grundsätzliche **Gemeinsamkeit in der Stoffumwandlung bei allen wenigstens höheren, den eukaryotischen Lebewesen** und in vielem bis hinunter zu den Mikroben und auch **in den verschiedensten Zellen** desselben Lebewesens erkannt.

Derselbe Glucose-/Traubenzucker-Abbau, der in den Hefe-Zellen nachgewiesen wurde und bei diesen zum Ethanol, bei anderen Lebewesen normalerweise zur Milchsäure führt, fand sich bei höheren Tieren nicht nur, wie zuerst festgestellt, in den Muskelzellen, sondern in allen Zellen, mit denselben Enzymen und Co-Faktoren, so der "Cozymase". Dieser überall gleiche Traubenzucker-Abbau wurde dann "**Glykolyse**" genannt. Schon sehr früh in der Evolution müssen die grundlegenden Stoffwechselschritte ausgebildet gewesen sein, aus denen dann Spezifitäten hervorgingen. Dieselben Substanzen erschienen an verschiedenen Stellen im Stoffwechselgeschehen. Deutlich wurde, daß jeder einzelne Schritt im Stoffabbau oder Stoffaufbau durch ein spezifisches Enzym zustandekommt. Der Aufbau erfolgt meist, aber nicht immer, als die Umkehr des Abbaus.

Mit der Aufklärung der Einzelschritte der Stoffwechsel-Prozesse erhielten die Substanzen in den Lebewesen, in den Zellen, einen Platz in einem Geschehen. Zitronensäure war nicht mehr nur eine hier durch ihre Anhäufung auffallende Spezifität in Zitrusfrüchten, sondern erwies sich als Zwischenprodukt im Stoffwechsel aller Organismen. Für andere Stoffe, Fumarsäure etwa, traf dasselbe zu. Damit wurde überwunden, was FRIEDRICH MIESCHER, der erste Erforscher der Nukleinsäuren, in einem Briefe 1874 bemängelt hatte: "Die physiologische Chemie besteht nun aus einem solchen Haufen unzusammenhängender Facta, daß es wenig Sinn hat, noch mehr Heckerling hinzutun zu wollen." Es träfe auch FREUDENBERGs Bemerkung über die Chemiker zu: "Unser Studium erfordert zuerst Kleinarbeit und Gedächtnisarbeit ... Die eigentlichen Kombinationen sind uns erst später möglich, dann aber auch um so interessanter" (zitiert nach F. CRAMER 1984, S. 61).

Die etwa in Pflanzen spezifisch erscheinenden Stoffe, die durch Geruch, Geschmack, Farbe, auch Giftigkeit, auffielen, hatten zuerst die Aufmerksamkeit der Pharmakologen und Chemiker gefunden und die Stoffwechsel-Gemeinsamkeiten waren durch die vordergründige Beachtung der "**Sekundärstoffe**" verdeckt gewesen, aber letztere waren nur Produkt von Nebenwegen, wobei die Sekundärstoffe gewiß oft große medizinische oder wirtschaftliche Bedeutung haben.

Die **Zwischenstufen** in den Stoffwechselketten, den "metabolic **pathways**", wurden **auf verschiedene Weise aufgeklärt**. Die zur Aufklärung der Stoffwechselschritte benutzten Bestandteile aus Organismen waren abgesehen von Gesamtorganismen mit Fütterungsversuchen 1. **Zellbrei**, hergestellt etwa aus zermahlenen Hefezellen oder auch zermahlenen Muskeln, 2. isolierte und etwa von Ringer-Lösung **durchströmte Organe**, etwa isolierte Leber oder isolierte Muskeln. 3. O. WARBURG (H. A. KREBS 1932) bildete die **Gewebeschnittmethode** aus, bei der mit dem Rasiermesser von Gewebe, etwa der Leber, ganz dünne, etwa 0,3 bis 0,4 mm dicke Schichten, also etwa 50 Zellschichten stark, abgeschnitten wurden und

hier das Schicksal von Substanzen in intakten Zellen verfolgt werden konnte.

In der Forschungs-**Methodik** wurde etwa 1. der **Stoffwechsel plötzlich unterbrochen**, regelrecht eingefroren, etwa gereizte Muskeln bei FLETCHER und HOPKINS. 2. Aus den Formeln der Ausgangs- und Endprodukte des Stoffwechsels wurden die **möglichen Zwischensubstanzen** vermutet und mit diesen reagierenden Substanzen abzufangen versucht, etwa die Brenztraubensäure (pyruvic acid) mit Beta-naphthylamin. Auch colorimetrisch konnten, gemäß LIPMAN (H. A. BARKER 1978, S. 16), Substanzen in kleinen Mengen spezifisch nachgewiesen werden. 3. dem Untersuchungs-Material wurden **die vermuteten Zwischenprodukte zugegeben**, etwa Zitronensäure, und deren eventuell den Stoffwechsel steigernder Einfluß verfolgt, ja wurden die Versuchorganismen, siehe bei NEUBERG, **mit anzunehmenden Zwischenprodukten** anstatt des Traubenzuckers **ernährt**. 4. Als Zwischenprodukte auch im normalen Stoffwechsel wurden Substanzen angesehen, die bei bestimmten **Stoffwechselkrankheiten** (u. a. T. THUNBERG 1920) auftreten und offenbar durch eine Blockade der normalen Umwandlung sich anhäuften. 5. Zugabe reiner Enzyme und Verfolgen ihrer Wirkung, 6. Den Abbau von Substanzen und ihre Umsetzung im Lebewesen zu verfolgen dienten auch Marker und dann Isotope, nicht-radioaktive wie schließlich die viel leichter nachweisbaren **radioaktiven Isotope**.

## Isotope in der Stoffwechsel-Forschung - zuerst nicht radioaktive, dann radioaktive

**Isotope,** zunächst **nicht-radioaktive, als tracer** in der Stoffwechsel-Forschung nutzten ab dem Ende der 30er-Jahre des 20. Jh. dann namentlich RUDOLF SCHOENHEIMER (J. S. FRUTON 1981). Sohn eines Mediziners, studierte SCHOENHEIMER in seiner Geburtsstadt Berlin, arbeitete als Pathologe, ging zur biochemischen Ausbildung nach Leipzig, arbeitete dann bei ASCHOFF in Freiburg i. Br. 1930 war er in den USA, wurde danach Vorsteher für physiologische Chemie an der Universität Freiburg i. Br. Als Jude mußte auch er 1933 von Freiburg i. Br. emigrieren und arbeitete dann an der Columbia-University in New York. Zu Depressionen neigend, endete er 1941 sein Leben selbst. Zunächst nutzte SCHOENHEIMER das Deuterium, den schweren Wasserstoff, mit gegenüber dem normalen Wasserstoff-Atom doppelt so schweren Atom. Mäuse wurden mit Leinsamenöl gefüttert, in dem ein Teil der Wasserstoff-Atome durch Deuterium ersetzt war. Bald ließ sich Deuterium im Körperfett nachweisen. Körperfett war offensichtlich mehr und rascher in den ständigen Stoffwechsel einbezogen als bisher vermutet wurde.

Mit der Verfügbarkeit **radioaktiver Isotope von verschiedenen Elementen**

wurden solche Isotope in etwa körpereigene Produkte eingebaut. Das radioaktive Isotop 15 N trat überraschend schnell in die Proteine inakter Tiere ein. SCHOENHEIMER sah das als Folge sich rasch öffnender und schließender präformierter Bindungen in Proteinen (M. HEIDELBERGER 1979, S. 10).

## Größere Komplexität der Stoffwechselprozesse als zunächst angenommen

Der Traubenzucker-Abbau, die Gärung, erschien zudem komplizierter, als ursprünglich angenommen, weil in geringerer Menge neben dem Alkohol auch andere Endprodukte auftraten, etwa Glycerin, dessen Anteil sich auch steigern ließ und somit augenscheinlich die "Alkohol-Gärung" nicht nur eingleisig verlief. Neben dem **Abbau** gibt es in Pflanzen für Kohlenhydrate sowieso und auch im Tier für Eiweiße aus Aminosäuren, für das Glykogen, den Fetten aus Acetyl-CoA auch **Aufbau**. Der Aufbau von Substanzen im Stoffwechsel geht nicht bis ins Unerträgliche weiter, sondern es gibt **Regulation**, durch **Endprodukt-Hemmung**, durch Rückkoppelung, Verminderung des weiteren Aufbaues durch die erzeugten Substanzen. FEODOR LYNEN erkannte etwa die hemmende Wirkung der langkettigen Fettsäure-Verbindungen. Fettsäure-Ketten wurden im Organismus nur bis zu einer gewissen Länge gebildet.

Wurden zum einen die großen Abbauwege aufgeklärt, so wurden schon früh Vertreter aus verschiedenen Gruppen der Tierwelt auf Stoffwechselschritte, etwa auf Exkretstoffe und ihre Bildung, auch auf Abweichungen und Besonderheiten, untersucht (C. HEIDERMANNS 1938), also **vergleichende Physiologie**, hier vergleichende Stoffwechsel-Forschung betrieben.

## Enzyme - Erfassung für den Stoffwechsel

Die einzelnen Substanzen im Stoffwechsel werden erzeugt durch offensichtlich jeweils nur einen Schritt katalysierende **Enzyme**. Neben den als Zwischenprodukte erscheinenden Substanzen ging es bei der Stoffwechel-Aufklärung ebenso um diese Enzyme. BUCHNER hatte noch mit einem einzigen, "Zymase" genannten Enyzm für die gesamte Alkoholgärung gerechnet, aber der Traubenzucker zerfiel eben über eine ganze Reihe von Zwischenstufen. Für den Abbau des am Ende des Glucose-Abbaus erscheinenden Brenztraubensäure in Kohlendioxid und das rasch weiter umgesetzte Acetaldehyd erschien NEUBERG das von ihm als **Carboxylase** (F. F. NORD 1961, W. PALLADIN et al. 1914) bezeichnetes, wenn auch nicht rein dargestelltes Enzym, ein erstes Enzym, das für nur einen einzigen Stoffwechselschritt

beim Kohlenhydratabbau festgestellt wurde. Die Orte der Stoffwechselprozesse und damit der sie bewirkenden Enzyme befinden sich entweder **im** Zellsaft, dem **Cytosol**, oder sind gebunden **an** bestimmte Zellbestandteile, **Organellen**. Im Cytosol findet der Glukose-Abbau und auch der Aufbau der gesätigten Fettsäuren (A. L. LEHNINGER 1987, S. 541) statt.

# Spezielle Stoffwechsel-Aufklärung

## Stoffwechselwege / metabolic pathways - zunehmend im Zusammenhang

Zuerst wurde der durch verschiedene Stadien gekennzeichnete **Weg einzelner Nährstoffe** aufgeklärt, jedenfalls bis zu einem bestimmten Stadium. Besonders war der Abbau des Traubenzuckers, der Glukose, im Fokus der Untersuchung. Zunächst bei Brenztraubensäure und Milchsäure resp. Äthylalkohol/Ethanol beendet, wurde das später mit deren Abbauschritten erweitert, also an den Glukose-Abbau angeschlossen. Dann kam der Abbauweg weiterer Substanzen. Und ebenso der Aufbau von Substanzen und deren Abbau, so zwischen **Glukose und Glykogen**. Für jede Substanz in einem Organismus gibt es einen Aufbauweg,eine **Biosynthese**, und selbstverständlich einen Abbau, wenn es nicht zur Ablagerung gewisser Substanzen kommt. Und jede Biosynthese muß von Stoffen ausgehen, die irgendwie in der Welt der Organismen gebildet wird, vor allem in den grünen Pflanzen. Es stehen also die verschiedensten Prozesse im Zusammenhang. In der welt der Mikroben gibt es auch Sonderwege. Mit der zusammennehmenden Kenntnis von **metabolic pathways** kam dann die Stunde ihrer **Zusammenfassung** in einer großen **kartenähnlichen Übersicht**, schließlich farbig, wie es der 1916 geborene Brite DONALD NICHOLSON (2007) 1955 begann und auch noch im 91. Lebensjahr fortsetzte. NICHOLSON ist damit einer der großen Ordner und Systematisierer in der Wissenschaft. In der Mitte der 1950-er-Jahre waren erst gegen **20** metabolic **pathways**, Abbau wie Aufbau, bekannt. 500 bis 600 Enzyme fanden sich einbezogen. Den Mediziner interessiert, an welchen Stellen solche pathways wegen meist genetisch bedingtem und damit oft angeborenen **Enzymausfall gestört**, ja oft an einem bestimmten Punkt beendet sind und damit zu Krankheitsbildern wie Phenylketonurie oder Mukoviszidose, führen.

## Einzelne Stoffwechsel-Wege/Pathways - Abbau von Substanzen, Katabolismus

## Zentrum der Erforschung des Zwischenstoffwechsels: Glykogen-Abbau. Traubenzucker-Abbau, letzteres die "Glykolyse"

Der Zwischenstoffwechsel wurde zuerst eingehender untersucht bei der "**alkoholischen Gärung**", der Umbildung von Traubenzucker in Äthylalkohol (Ethanol), C6H12O6 zu 2 C2H5OH + 2 CO2, und dieser **Traubenzucker-Abbau** wurde neben dem in Hefezellen auch in den Zellen anderer Organismen, ob in den Roten Blutkörperchen oder den Muskelzellen nachgewiesen, erschien also, um 1925 bekannt geworden, als ein die gesamte Organismenwelt durchziehender wesentlicher Stoffwechsel-Vorgang, ja als der zentrale Stoffabbau überhaupt. Er wurde "**Glykolyse**" genannt. In Hefezellen entsteht **am Ende** das Ethanol. In den Muskelzellen und anderen Körperzellen fand sich Milchsäure und der 3 C-Körper **Brenztraubensäure/Pyruvat.** Das **alles ohne Sauerstoff-Beteiligung**. Brenztraubensäure, die einfachste Ketosäure, CH3-CO-COOH, ist frei "eine ... stechend riechende, mit Wasser mischbare Flüssigkeit, die ähnlich den Alpha-Oxysäuren eine höhere Aktivität bestitzt als die entsprechende Fettsäure. Sie besitzt die üblichen Ketoeigenschaften, Durch Reduktion mit nascierendem Wasserstoff ... geht sie in die d,1-Milchsäure über" (Lehrbuch H. BEYER 1953. S. 181).

Nur wenig war von den Vorgängen schon andeutungsweise bekannt, so wenn der Physiologe LUDIMAR HERMANN, seit 1884 Ordinarius in Königsberg, schon im 19. Jh. feststellte, daß der Muskel auch bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff ein beträchtliches Maß an Arbeit leisten kann, also ein vom Sauerstoff unabhängiger Stoffumwandlungsprozeß, unabhängig von der Sauerstoff-Veratmung, in ihm stattfindet.

**Milchsäure** im Muskel vermutete schon BERZELIUS und bewies LIEBIG. Nachdem um 1905 fand Sir WALTER MORLEY FLETCHER (T. R. ELLIOT et al. 2004) unter Benutzung eines zur Messung des Gasaustausches bei Blättern konstruierten Apparates gefunden hatte, daß Kohlendioxid, CO2, aus dem isolierten Muskel, untersucht am Frosch-Muskel, nicht plötzlich freigesetzt wird und in größtem Maße ohnehin nur während der Muskel-Erholung auftritt, fanden 1906 fanden FLETCHER und HOPKINS durch plötzliches Versetzen gereizter Muskeln in eiskalten Alkohol und dann schnelles Zermahlen angehäufte **Milchsäure** – ein damals noch isolierter Befund, der aber ein Endprodukt des Traubenzucker-Abbaus im tätigen Gewebe erfaßt haben mochte. Entsprechende Methoden des Milchsäure-Nachweises waren Voraussetzung.

Daß zwischen Traubenzucker und Milchsäure oder Alkohol davor weitere Zwischenprodukte auftreten wurde deutlich durch das rasche Verschwinden von zum Hefe-Preßsaft gegebenen **Phosphat**, wofür angenommen wurde, das es sich mit der Glukose zu einem Ester verbindet, den 1907 YOUNG isolierte.

NEUBERG (et al. 1911, 1922; F. F. NORD 1961) züchtete etwa Hefezellen ohne Traubenzucker, gab in die Kulturen aber die anzunehmenden Zwischenprodukte vom Traubenzucker abwärts bis zum Alkohol, Wenn diese in solchen "zuckerfreien Hefegärungen" weiterverarbeitet wurden, hielt er sie für Zwischenprodukte, die auch im unbeeinflußten Stoffwechsel auftreten. Als Zwischenprodukt erschien ziemlich am Ende des Abbauweges des Traubenzuckers die **Brenztraubensäure** (pyruvat), eine weitere damit deutlich erfaßte Substanz des Traubenzucker-Abbaus. Ihr weiteres Schicksal war dann besonders interessant. NEUBERG, Jude und Emigrant, wurde 1939 Professor in Jerusalem und ging 1941 nach New York.

Die zwischen dem Glycogen und dem daraus gebildeten Glucose/Traubenzucker und der Milchsäure liegenden weiteren Abbauschritte im isolierten und gereizten Muskel klärten genauer mit ihren Forschergruppen namentlich MEYERHOF, EMBDEN, PARNAS.

OTTO MEYERHOF (J. S. FRUTON 1974, 1975, O. MEYERHOF 1924, 1930, D. NACHMANSOHN 1960, et al. 1979, S. OCHOA 1980, S.5 ff.) wurde zu Recht bezeichnet wurde als "einer der größten Biologen und physiologischen Chemiker" des 20. Jh. (H. H. WEBER 1952), ein universaler und auch an allgemeinbiologischen sowie philosophischen Fragen hoch interessierter jüdischer Forscher. In etwa 15 Jahren haben MEYERHOF und EMBDEN den Abbauweg, den den Embden-Meyerhof-"pathway", vom Glykogen über Traubenzucker, aufgeklärt.

Als Kaufmannssohn war MEYERHOF am 12. April 1884 in Hannover geboren worden. Nach längerem Krankenlager studierte er Medizin, in Freiburg i. Br., Berlin, Straßburg und Heidelberg, wobei ihn der Chemiker BREDIG und dann OTTO WARBURG für die Physiologie gewannen. 1912 wurde er an der Universität Kiel Assistent, 1918 Professor. Zusammen mit HILL erhielt MEYERHOF 1922 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. 1924 wurde für MEYERHOF eine eigene biochemische Abteilung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem eingerichtet. Im Jahre 1929 wurde MEYERHOF Direktor des neuen Kaiser-Wilhelm-Instituts für medizinische Forschung in Heidelberg. Als Jude mußte auch er nach 1933 emigrieren, wobei er im September 1938 nach einem Urlaub in der Schweiz nach Paris ging, um dort zunächst wieder eine leitende Stellung zu übernehmen 1940 konnte er nach dramatischen Fluchttagen in die USA gelangen. MEYERHOF, der an Herzattacken Leidende, starb unerwartet am 6. Oktober 1951 in Philadelphia.

Der mit MEYERHOF den Nobelpreis empfangende HILL hatte 2 Phasen bei der Bildung der Kontraktionswärme des Muskels festgestellt, 1. Die unmittelbar mit der Muskelarbeit verknüpfte, die bei An- wie Abwesenheit von Sauerstoff gleiche "initiale Wärme" und 2. die nur bei Anwesenheit von Sauerstoff folgende "verzögerte Wärme". Dieser Befund und der von FLETCHER und HOPKINS über die Milchsäure-Anhäufung habe MEYERHOF, wie er bei der Nobelpreisverleihung 1923 ausführte, "wie ein Leuchtfeuer über einem nebeligen Meer" (S. 2) geleitet, als er am isolierten Froschmuskel messend feststellte, daß sich während der anaeroben Arbeitsphase annähernd proportional der geleisteten Arbeit Milchsäure anhäuft unter Verschwinden einer entsprechenden Menge Glykogen, aber **bei** Anwesenheit von **Sauerstoff** anschließend unter Aufnahme einer bestimmten Menge Sauerstoff **ein Teil der Milchsäure weiter abgebaut**, zu weiteren Produkten, die dann etwa KREBS zusammenfassend aufklärte. D**er größere Teil** der gebildeten Milchsäure, 3/4 davon, wird **in Glykogen zurückverwandelt**. Gifte schädigen die Rückverwandlung von Milchsäure in Glykogen. Bei Gegenwart von Sauerstoff verschwindet also alle gebildete Milchsäure wieder. Und der zum Glykogen zurückgebildete Teil kann wieder in den Abbau einbezogen werden. Diese zwei Phasen waren mit den Phasen der Wärmebildung von HILL korrelierbar. Unter **anaeroben Bedingungen** ist also mit der Bildung von Milchsäure oder Ethanol Schluß mit dem weiteren Abbau und der weiteren Energiegewinnung.

Glykogen verschwindet, wie MEYERHOF weiter feststellte, auch im ruhenden Muskel. Frage war, was bei der Muskelkontraktion bei der "explosiven" Milchsäure-Freisetzung geschieht. Unter MEYERHOF (S. OCHOA 1980, S. 6) war angenommen worden, daß die die aus dem Glycogen erfolgende Bildung der Milchsäure direkt zur Muskelkontrakion führt. Aber aus dem Laboratorium von EMBDEN (s. u.) war berichtet worden, daß die Milchsäure vor allem entstand, wenn die Kontraktion vorüber war. EINAR LUNSGAARD, der im Sommer 1930 zum Vorführen seiner Experimente nach Heidelberg kam, konnte zeigen, daß mit Iodoacatete vergiftete Muskeln keine Milchsäure produzierten, aber kontrahierten bis ihr Vorrat an Phosphocreatin erschöpft war. KARL LOHMANN (C. PRIESNER 1987), einmal MEYERHOFs Assistent gewesen, konnte einige Jahre später mit Muskelextrakten klären, daß Phosphocreatin/-kreatin konnte nur bei Anwesenheit von ADP/Adenosindiphospha dem Hydrolyseprodukt des schon 1929 bekannten ATP, abgebaut werden, die Lohmann-Reaktion (S. OCHOA 1980, S. 6), ergab also den Zusammenhang von **ADP** und dessen durch die Phosphatübertragung von Kreatinphosphat gebildeten Energiespeicher **ATP**/Adenosintriphosphat. In Muskelzellen muß das in sehr kurzer Zeit geschehen.

MEYERHOF (1930) studierte auch die Vorgänge im **zellfreien Muskelextrakt**, in dem die Enzyme/Fermente von Zellstrukturen abgetrennt sind In zellfreien

Extrakten laufen die Vorgänge bis zur Milchsäure-Bildung ab, jedoch die **Atmungsfermente** wirken **nicht** mehr. Die **Glykolyse** bis zur Bildung des Pyruvat/Brenztraubensäure geschieht also i**m Cytosol** (W. MÜLLER-ESTERL 2009). Dann müssen die Mitochondrien eintreten.

Teilweise parallele und weiterführende Untersuchungen wie bei MEYERHOF zum Kohlenhydrat-Abbau und dem Stoffwechsel im Muskel vollführte GUSTAV EMBDEN (D. NACHMANSOHN 1979, E. SCHMAUDERER 1971, K. TH. 1934) EMBDEN war 1874 geborener Sohn eines Hamburger Juristen, arbeitete unter anderem bei dem führenden Biochemiker FRANZ HOFMEISTER, wurde 1904 'chemischer Assistent' am städtischen Krankenhaus in Frankfurt a. M. und studierte hier den Stoffwechsel bei Diabetes. Dabei fand er die Aceton-Bildung in der Leber. und suchte deren Herkunft zu ermitteln. Infolge von EMBDENs bedeutenden Arbeiten konnte das Institut autonom werden und 1914, bei der Gründung der Universität Frankfurt a. M. wurde es dieser eingegliedert und EMBDEN hier Professor, bis zu seinem Tode 1933.

EMBDEN verbesserte die Durchströmung der isolierten Leber, aber untersuchte auch am Muskel-Preßsaft. Er hatte (1912a) festgestellt, daß die glykogenhaltige durchströmte Leber im Unterschied zur glykogenfreien wesentlich mehr Milchsäure bildet, aber die glykogenfreie Leber mehr Milchsäure entstehen läßt, wenn Traubenzucker oder Alanin dem die Leber durchströmenden Blut zugesetz werden. Damit war sicherer bestätigt, was manche noch bezweifelten, daß der Kohlenhydrat-Abbau, und zwar der von 6C-Molekülen, Milchsäure ergibt, "Milchsäure ein auf dem Hauptwege des Kohlenhydratabbaues im Tierkörper gelegenes intermediäres Produkt" ist (1912b, S. 45). Keine Milchsäurebildung gab es aber im Leberpreßsaft, jedoch im Muskelpreßsaft. Das verwies auf Unterschiede in Leber und Muskel. Für die Milchsäurebildung vermutete EMBDEN eine Vorstufe, eine Vorprodukt, das noch hypothetisch war und das er "Lactacidogen" nannte. Das kann verdeutscht werden mit Milchsäurebildner. Beim Blut blieb damals offen, ob Milchsäure hier entsteht oder von Leber oder Muskel hineingelangt. EMBDEN (et. al. 1914/ 15) resp. seine Mitarbeiter suchten nun das "Lactacidogen" zu isolieren. Im Preßsaft des Skelettmuskels von Hunden entstand bei kurzdauerndem Stehen neben der Milchsäure reichlich anorganische Phosphorsäure, und zwar der Milchsäure-Bildung äquimolar, was auf die Spaltung einer Verbindung in Milchsäure und Phosphorsäure wies. Dem Organismus wurden Phosphor-Verbindungen zugesetzt, die für die Verbindung in Frage kamen. Den Umsatz steigerte die **Hexosediphosphorsäure**, die dem HARDEN-YOUNGschen Ester entsprechen mochte und das "Lactacidogen" war. Offenbar paarte sich immer neues Kohlenhyrat mit derselben Phosphorsäure, die so die Kohlenhydrate dem fermantativen Abbau zuführte. Lactacidogen ließ sich nicht mit dem Eiweiß-Anteil fällen. Wie kompliziert die Untersu-

chungen waren, zeigen wiederum andersartige Ergebnisse bei Uterus- und Frosch-Muskulatur. Nur im quergestreiften Muskel zeigte sich Lactacidogen-Abbau. EMBDEN wandte sich dann der Aufklärung der Muskel-Kontrakion zu. Ihn beeindruckte die **rasche Reversibiliät der chemischen Prozesse bei der Muskelkontraktion**.

Hexosediphosphorsäure, so war etwa 1927 (G. EMBDEN et al.) klar, entstand unter bestimmten Bedingungen auch bei der alkoholischen Hefegärung in großen Mengen.

Der ebenfalls über die Kohlehydratumsetzung im Froschmuskel forschende JAKUB KAROL PARNAS war in Tarnopol in der heutigen Ukraine geborener Pole, studierte Chemie, wurde nach einer ao. Professor in Straßburg 1920 bis 1940 Professor in Lwow (Lemberg) und starb, 1941 nach Moskau geholt, im Jahre 1949 angesichts Bedrohung durch den sowjetischen Geheimdienst.

Spätere Forschungen bei diesem und anderen Stoffwechselprozessen wurde immer wieder die die Enzyme, Phosphorylase, bewirkte **Phosphorylierung** (u. a. E. G. KREBS 1993) festgestellt und die Notwendigkeit bestimmter Co-Faktoren,

Im Umkreis von MEYERHOF (S. OCHOA 1980, S. 6) wurde auch darüber geforscht, daß, wie EINAR LUNSGAARD gefunden hatte, mit Jodacetat vergiftete Froschmuskel zwar keine Milchsäure produzieren, aber vermutlich dies mittels **Phosphokreatin** können, bis dieses erschöpft ist. Der Abbau des Phosphok(c)reatin erschien als der mit Muskelkontraktion am engsten verknüpfte Prozeß. Milchsäureproduktion erschien als gekoppelt mit der Resynthese von Phosphokreatin, Einige Jahre später fand LOHMANN in Muskelextrakten, daß Phosphokreatin nur bei Anwesenheit von ADP die Kontraktion bewirken kann, und dieses wurde zu der schon bekannten Energiespeicher-Verbindung ATP (s.d.) regeneriert, geschehen durch die vom Phosphokreatin vermittelte Übertragung von Phosphat auf ADP, die sogenannte 'Lohmann-Reaktion'. MEYERHOF stand diesen Erkenntnissen, die über die Ergebnisse der bloßen Glykolyse für die Muskeltätigkeit hinausgingen, länger skeptisch gegenüber (S. 6).

**Glukose** (Glucose) "ist das Schlüsselmolekül des menschlichen Stoffwechsels" (W. MÜLLER-ESTERL 2009), Aus der Glukose entsteht die Pentose D-Ribose, welche für die Vererbungssubstanz, die NucleotideI, die Nucleinsäuren nötig ist. Glukose ist innerhalb der Zellen wenig vorhanden. Es wird immer wieder vom Blute zugeführt. Es wird aus der Speichersubstanz Glykogen immer wieder erzeugt. Bei **zu viel Glukose im Blut** infolge Insulin-Mangel tritt '**Überzuckerung**' ein, entsteht Diabetes. **Insulin-Zufuhr** wirkt dem entgegen, Mit Diabetes ist also ein entscheidender Regulationsvorgang im Körper gestört.

In späterer Zeit wurde auch aufgeklärt, wie auch **die anderen Zucker**, die außer der Glukose/Traubenzucker, also **Mannose**, **Fructose**/Fruchtzucker, **Galactose**/Milchzucker in die Glykolyse eingebracht werden, "an geeigneter Stelle in die Glykolyse einzumünden" (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 495).

## Fettsäure-Abbau

Früh wurde auch der Fettsäure-Abbau untersucht. FRANZ KNOOP (H. K. BERTHOLD 1998, P. OHLMEYER 1948) in Freiburg i. Br., markierte Verbindungen im Körper, indem er um 1900 Benzolreste oder Chlor an Fettsäuren koppelte und dann den Abbau der so markierten **Fettsäuren** verfolgte Er fand, daß jedenfalls bei Fettsäuren mit unverzweigten Ketten Säuren abgeschieden wurden, die 2 C-Atome weniger aufwiesen, also beim Abbau an jedem zweiten Kohlenstoff-Atom angegriffen wird, nach der Bezifferung der C-Atome im Fettsäuremolekül Beta-Oxidation stattfindet. Aus Phenylbuttersäure, mit 4 C-Atomen wollte er, später bezweifelt, die 2 C-Atome enthaltende Phenylessigsäure erhalten haben. Später wurde in den USA auch durch Markierung mit Deuterium nachgewiesen, daß Stearinsäure mit 17 C-Atomen eben zu Palmitinsäure mit 15 C-Atomen stattfindet. Wie KNOOP gefunden hatte, geschah der Abbau anders als im Reagenzglas, was darauf verwies, daß sich der lebende Organismus "gewiß noch manche Reaktion" "gestattet", "die dem organischen Chemiker noch unbekannt ist" (F. KNOOP 1908, S. 413). KNOOP war 1875 in Schanghai als Sohn eines deutschen Kaufmanns geboren worden, studierte dann in Freiburg i. Br., Kiel und Berlin, promovierte als Mediziner, arbeitete bei BAUMANN und FRANZ HOFMEISTER, und wurde 1920 in Freiburg i. Br. Ordinarius für physiologische Chemie.

KNOOP befaßte sich noch mit dem **möglichen Übergang der Nährstoffgruppen** im Körper **ineinander**, also etwa von Zucker in Fett, sowie mit der **Umkehrbarkeit** der Stoffwechselprozesse. Da später bekannt wurde, daß die Fettsäuren auf Acetyl-CoA zurückgehen und diese aus dem Glukose-Abbau zustandekommt, können also in Triglyceriden/Fette speicherbare Fettsäuren aus Zucker stammen.

Der Fettsäure-Abbau erfolgt nicht in einem dem Fettsäure-Aufbau gegenläufigen Prozeß (A. L. LEHNINGER 1987, S. 541).

## Von Glukose zum Speicherkohlenhydrat Glykogen und vom Glykogen wieder zu Glukose

Die **zwischen Glykogen und Glukose** stattfindenden Stoffwechselschritte erforschte weiter das Ehepaar CORI, neben B. A. HOUSSAY 1947 Nobelpreisträger

für Physiologie oder Medizin.

## Sauerstoff in den Endphasen des Stoffwechsels – "Atmung" im engeren Sinn

Der Weg vom Glykogen zum Traubenzucker/Glucose und von diesem zum "Alkohol"/ Ethanol oder zur Milchsäure benötigt keinen Sauerstoff. Er konnte schon in sauerstofffreier Atmosphäre ausgebildet werden und wird von niederen Organismen teilweise stets und dafür angepaßten höheren Organismen in Räumen unter Sauerstoffmangel durchgeführt. Erst beim weiteren Abbau der Endprodukte der Glykolyse, so namentlich der Brenztraubensäure/Pyruvat, tritt Sauerstoff in Aktion, um den beim Abbau dieser Substanzen entstehenden Wasserstoff zu binden. Bei höheren Organismen ist die "Luft-Atmung" so wichtig, geworden daß Luft- resp. Sauerstoff-Mangel rasch zu irreversiblen Schädigungen und zum Tode führt. In der Evolution wurde die **Einbeziehung des Luft-Sauerstoffs** in den Stoffabbau und damit die Energiegewinnung offensichtlich erst auf einer fortgeschritteneren Stufe erreicht, wurde **der** nicht Sauerstoff benötigenden **Glykolyse aufgesetzt**, zugefügt. Sauerstoff fehlte der ursprünglichen, reduzierenden Atmosphäre und reicherte sich erst langsam, mit dem Aufkommen photosynthetischer grüner Pflanzen, lange einzellige, an. Wegen der auffallenden Notwendigkeit von Sauerstoff bei höheren Organismen wurde das in der Biochemie lange verkannt, ja die Sauerstoff-Aufnahme fast als wichtigster physiologischer Vorgang betrachtet. Unter Sauerstoff-Nutzung kann aus einem Molekül Glucose/Traubenzucker wegen des weitergehenden Abbaus nach dem Ende der Glykolyse sehr viel mehr Energie gewonnen werden (E. BRODA 1977) als bei der einfachen Glykolyse, also wurde ein evolutionärer Fortschritt erreicht.

Die Enzyme/Fermente bei der mit Sauerstoff verbundenen Atmung, der Wasserstoff-Oxydation, die **Atmungsfermente**, fand OTTO WARBURG (s. d.).

## Weiterer Abbau der Produkte des Traubenzuckerabbaus und anderer Abbauprozesse hinter Milchsäure resp. Ethanol

Besonders wichtig erschien, **wie aus dem Endprodukt der Glykolyse**, aus Brenztraubensäure/Pyruvat und die folgenden Produkte Milchsäure oder Alkohol, **Kohlendioxid und Wasser** entsteht und dabei Energie gewonnen wird. Manches wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. geklärt. Im 20. Jh. erst wurde bekannt,

daß die Stoffwechselschritte unter Sauerstoff-Verbrauch innerhalb der Zellen **in den Mitochondrien**, den 'Kraftwerken der Zelle' stattfinden, und es wurde 2012 (A. S. DIVAKARUNI et al.) vorgestellt, wie, mit welchen Transportmechanismen resp. - substanzen das **Pyruvat(e) auf die Mitochondrien übertragen** wird, "A Mitochondrial Mystery, Solve" (S. 41), das einen "pyruvate carrier" erwarten ließ. Das Pyruvat "lies at the junction of aerobic and anaerobic metabolism and is the precursor for biosynthetic pathways including glucose, liquid and amino acid syntheses.

Aber zurück zu den Anfängen: F. BATELLI und LINA STERN (1911) an der Universität Genf hatten schon kurz nach 1900 gefunden, daß Zugabe von Bernsteinsäure, Zitronensäure, Apfel- und Fumarsäure die Sauerstoff-Aufnahme und damit die "Atmung" im isolierten Froschmuskel steigert. Die Befunde bestätigte und ergänzte der Schwede TORSTEN THUNBERG (1920) (G. KAHLSON 1976), der vom eigentümlich steigernden Einfluß auf den Gasaustausch der Muskulatur durch diese Säuren schrieb. Sie mochten Zwischenprdoukte auf dem Weg von der Milchsäure am Ende der Glykolyse zu Wasser und Kohlendioxid sein. 1936 synthetisierten KNOOP und MARTIUS Zitronensäure durch Kondensation von Oxalessigsäure und Brenztraubensäure, letztere, wie bemerkt, am Ende der Glykolyse erscheinend. MARTIUS verfolgte den weiteren Abbau der Zitronensäure.

Unter Benutzung schon bekannter Daten stellte in seinem neuen englischen Domizil nach 1933 KREBS die Stufen des "**Zitronensäure**"- oder "**Krebs-Zyklus**" zusammen, bei dem über etliche durch spezifische Enzyme katalysierte Zwischenstufen einmal Wasser und Kohlendioxid gebildet werden und ein Teil der Brenztraubensäure am Ende wiedererscheint. Der noch junge Forscher KREBS, 1903 geborener Arztsohn aus Hildesheim, wurde wegen seiner Auffindung der Harnstoff-Bildung 1932 allgemein bewundert und zu Kolloquien eingeladen. 1933 jedoch wurde er als Jude von der Universität Freiburg i. Br. entlassen. Er ging und fand eine Anstellung in Cambridge/England, 1945 als Professor. 1953 hatte der 1981 gestorbene KREBS zusammen mit LIPMAN den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten und dann in Oxford garbeitet.

Die zunächst von der Zitronensäure bzw. dem –citrat-Ion ausgesehenen Abbauschritte führten zu Säuren bzw. deren Salzen resp. Anionen, Zwischenprodukten = Intermediaten, von denen manche sich in bestimmten Pflanzen in gehäufter Menge finden und schon im 19. Jh. präparativ dargestellt und untersucht wurden. Auch im Reagenzglas ließen sich gerade diese Säuren ineinander umwandeln. Aber damit war über die Vorgänge in der Zelle noch nichts bekannt und mußte die Biochemie mit ihren Methoden aufklären. Die **Zitronensäure / citrate** geht gemäß dem "Krebs-Zyklus" unter H2O-Abspaltung in die **cis-Aconitsäure / cis-aconitate** über, diese unter nochmaliger H2O-Abspaltung in **Isozitronensäure**

**/ isocitrate**, es folgt bei Abspaltung von 2 H und CO2 Alpha.**Oxoglutarsäure**, dann unter H2O-Aufnahme und CO2-Abgabe **Bernsteinsäure / succinate**, unter 2H-Verlust **Fumarsäure / fumarate**, unter H2O-Aufnahme **Äpfelsäure / malate**, unter H2-Abgabe **Oxalessigsäure / oxaloacetate**. Unter Aufnahme erneuter Abbauprodukte vom Pyruvat bildete sich **wieder Zitronensäure**. Die Umsetzung geht in jeder Zelle, in den Mitochrondrien, vor sich – und liefert Energie. Kritik an dem Zyklus kam zunächst, weil Hefen und Bakterien zugesetzte Zitronensäure nur unzureichend verwerteten, bis deutlich wurde, daß ihre Zellmembranen für diese Säuren undurchlässig sind, was den Abbau nur im Inneren der Zelle aus zelleigenen Produkten vor sich gehen ließ (K. DECKER 2001). ..

Wie etwa KNOOP zeigte, ist Brenztraubensäure auch Enprodukt beim Abbau zahreicher Aminosäuren, münden also auch diese, also verschiedene Nährstoffe, in den "Krebs-Zyklus"

Den zunächst unbekannt gebliebenden **Anfang** dieses nach der Brenztraubensäure / Pyruvat erfolgenden Abbaus, bei dem Zitronensäure noch nicht sofort gebildet wird, klärte FRITZ LIPMAN (1954), zuerst in Königsberg und später in den USA, der 1947 "aktivierte Essigsäure", also Acetylphosphat, "**acetyliertes Coenzym A**" (CoA), an Essigsäure gebundenes Coenzym A, in Taubenleber-Exkrakten fand und 1947 isolierte und dieses als in den Zitronensäure-Zyklus einklinkend erkannte. Unabhängig von ihm fand das FEODOR LYNEN (1951) in München. Essigsäure konnte Hefen und Schimmelpilzen als einzige Kohlenstoff-Quelle dienen. Mit Deuterium oder radioaktivem Kohlenstoff markierte Essigsäure fand sich eingebaut in zahlreiche Verbindungen der Organismen. Eine durch 15-bis 20-stündiges Schütteln unter Sauerstoff an oxydierbaren Substanzen verarmte Hefe setzte zugesetztes Acetat aber erst nach einem längeren Zeitraum um, der sich durch minimale Mengen "eines dehydrierbaren Alkohols, Aldehyds oder Glukose sehr stark", bis zum Verschwinden, verkürzen" ließ und mit einer "Aktivierung" der Essigsäure in Anwesenheit von ATP erklärt wurde, und "aktives Acetat", mit Coenzym A verbunden, wurde aus der Hefe schließlich isoliert und als "Acetyl-mercaptan", also eine Schwefel enthaltende Verbindung, gefunden. "Aktivierte Essigsäure" erschien nicht nur der erste Schritt im Stoffabbau der Kohlenhydrate, sondern ebenso der der Fette, Steroide, Proteine. KREBS und LIPMAN wurden 1953 Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin.

Der Zitronensäurezyklus bedeutet aber **nicht nur Abbau**, sondern von den entstehenden Säuren resp. Ionen aus **auch Aufbau** anderer bedeutender Substanzen, vor allem über Aminosäuren den Aufbau der **Eiweiße** und auch der **Fette**. Und diese Substanzen werden wie die Kohlenhydrate über den Zitronensäure-Zyklus auch **wieder abgebaut** (s. etwa L. STREYER 1996) (z. Biosynthese s. unten).

## Energiespeicherung bei Abbauprozessen und Energiebereitstellung

Dem Organismus die notwendige Energie zu liefern ist der Grundprozeß, von dem aller übrige Stoffwechsel abhängt. Energielieferung bedeutet nicht nur Bereistellung von schlechthin Wärme, sondern auch die Energie für die Muskelarbeit, die Arbeit der Nieren, der Drüsensekretion, war neben der Ersatz der den Körper aufbauenden Stoffe der Grund für den Stoffwechsel, wobei die Energie-Lieferung beim Stoff-Abbau zustandekommt (F. LEUTHARD 1948). Beim Stoffabbau kann jedoch nicht einfach Wärme zerstreut werden. Die Energie wird, und das ist eine der ganz großen Entdeckungen der Biochemie, chemisch gebunden, aufgenommen, **in einer energie-reichen Verbindung** und von dieser schrittweise abgegeben. Als solche energeispeichernde Substanz wurde ermittelt bei und mit MEYERHOF durch namentlich KARL LOHMANN das 1929 erstmals als schwerlösliches Bariumsalz aus Muskeln dargestellte **Adenosintriphosphat,** abgekürzt **ATP**, Molekulargewicht 507, Brutto-Zusammensetzung C10H16O13N5P3, auch schon synthetisiert. DE DUVE (2013) nannte LIPMANs Buch 'Metabolic generation and utilization of phosphat bond ernergy', von **1941** mit der Hervorhebung der Rolle der "high-energy phosphate bond", also mit dem Begriff also **der "energiereichen Substanz**", eine andere 'Revolution in the Life Sciences"(s. a. E. BRODA 1974), eine Schlüsselentdeckung für den Stoffwechsel in tierischen Lebewesen, Unter Energieabgabe geht ATP in ADP über durch "hydrolytische" Abspaltung der endständigen "Phosphoryl"-Gruppe unter Aufnahme eines Moleküls Wasser. Wiederbildung des ATP aus dem ADP erfolgt durch Aufnahme eines Molekül Orthophosphat, eine Reaktion, die stark "endergon", energieaufnehmend, ist. Der Abbau von ATP in ADP ist eng mit energiefordernden Prozessen gekoppelt, dem Aufbau von Proteinen und Nukleinsäuren, dem Pumpen gelöster Stoffe entgegen dem Konzentrationsgefälle, der Trennung elektrischer Ladungen etwa in Nervenfasern, dem Zustandekommen von Kontraktion von Fasern, so der Muskeln. **Isoliert** ist ATP (G. SCHATZ 2011, S. 33) ein weißes Pulver, daß eben in Wasser unter Abspaltung von zwei Phosphaten und eben Wärme-Freisetzung zerfällt. Zunächst wurde ATP als einer der phosphorhaltigen Kofaktoren bei der Glykolyse, als Teil des Kofermentes der Milchsäurebildung gesehen, bis dann seine besondere Rolle deutlich wurde. ATP ist die schon in niederen Lebewesen vorhanden. Der stationäre Gehalt von ATP in den Zellen ist gering. Verbrauchte ATP wird sehr rasch wieder aufgebaut. Beim Menschen werden täglich etwa 100 kg ATP auf- und wieder abgebaut (S. 446). Und es wurde, in den USA, ein Enzym gefunden, welches den Abbau und auch Aufbau des ATP steuert (G. SCHATZ 2011, S. 85). ATP, Baustein der RNA, wird gebildet im Citratstoffwechsel in den Mitochondrien, (Internet).

## Biosynthesen - Aufbau von Substanzen aus einfacheren Komponenten im Lebewesen - Anabolismus

## Der große Aufbau-Prozeß in der Natur: Die Photosynthese

Die **Photosynthese** ist der wohl wichtigste Lebensprozeß in der Natur für die Existenz der Organismenwelt, namentlich mit dem Aufbau von Traubenzucker aus Kohlendioxid und Wasser in grünen Pflanzen und dem darauf folgenden Aufbau weiterer Substanzen. Bei der Photosynthese wird **elektromagnetische Energie**, speziell aus Spektralbereichen des sichtbaren Lichtes, **in chemische Energie** verwandelt, niedergelegt in den aufgebauten organischen Verbindungen. Es war lange bekannt, daß dieser einst nur in der Summenformel bekannte Prozeß **an Chlorophyll gebunden** ist und dieser grüne Pflanzenfarbstoff sich in spezifische Zellorganelle, den Chloroplasten, befindet. Da sich das Chlorophyll bei der Photosynthese offensichtlich nicht verbrauchte, wurde die Photosynthese auch als eine Katalyse gesehen (M. CALVIN 1963, S. 1). An den komplexen Vorgang wurde wie bei der Erforschung des Gehirn **von verschiedenen Seiten herangegangen**. Es ließen sich **lange nur Einzelvorgänge aufklären** (J. LEHMANN 1968), und viele dem Prozeß nähertretende Forscher erlitten eher Enttäuschungen. Schritte des Herangehens an die Photosynthese (z. T. nach M. CALVIN 1963), vielfach getrennt solche von Biologen und solche von Chemikern, waren etwa: 1. durch Botaniker die spezifische Wirkung von Licht verschiedener Intensität und Wellenlaänge, also die **selektive Nutzung unterschiedlicher Spektralbereiche** für das Gedeihen von bstimmten Pflanzen, erforscht etwa bei TIMIRJASEW, und bei R. WILLSTÄTTER (et al. 1913, S. 49), bei Algen mit Anpassung bei Licht- und Schattenpflanzen bei R. HARDER (1915) - 2. die **Bilanz von Stoffaufbau** und folgendem **Abbau,** also die Festellung des **Kompensationspunktes** in der Pflanze, ab welchen Lichtverhältnissen also eine Substanz-Zunahme stattfindet ermöglicht und welche Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzen bestehen, bei Pflanzen etwa im hellen Licht und solchen am dunklen Urwaldboden, - 3. **chemische Zusammensetzung** und Konfiguration des **Chlorophyll**, wie es etwa Pionierarbeiten von R. WILLSTÄTTER und dessen erstem Assistenten ARTHUR STOLL anstrebten, - 4.. morphologische **Struktur** und dann elektronenmikroskopische Ultrastruktur der **Chloroplasten**, - 5. **Herkunft** des bei der Photosynthese besonders auffallendem freigesetzten **Sauerstoff**, .- 6. Quantifizierung der Energieübertragung, also Feststellung des Wirkungsgrades der Energieübertragung von der elektromagnetischen Energie zur chemischen, .

7. die **Einzelschritte** bei Stoffaufbau, der **pathway** von den Ausgangsstoffe Koh-

lendioxid und Wasser zu den höheren organischen Verbindungen, was nicht mehr lichtgebunden sein mußte.

Es war etwa ein Fortschritt, wenn BLACKMANN 1905 die Trennung des Gesamtablaufs in lichtinduzierte Reaktionen und Dunkelreaktionen feststellte. Weil BARBIER und GRIGNARD für organische Magnesium-Verbindungen eine große Reaktionsfähigkeit gefunden hatten, sollte dies nach WILLSTÄTTERs (et. al 1913, S. 23) einmal geäußerter Hoffnung das Verhalten auch des Chlorophylls als einer Moleküls mit Magnesium erklären, ja ließe sich (S. 24/25) "die Funktion des Chlorophylls so denken, daß die Kohlensäure durch die Affinität der Magnesiumverbindungen angezogen und daß ihre Reduktion durch die Chlorophyllkomponente a in dem Prozesse bewirkt wird, der die absorbierte Lichtenergie verbraucht. Das Chlorophyll a oxyiert sich dabei zum Chlorophyll b und dieses wird unter Abspaltung von Sauerstoff wieder in die erste Komponente zurückverwandelt; zwischen beiden Komponenten stellten sich ein Gleichgewichtszustand ein." Und als gefunden wurde, daß sich in metallfreie Chlorophyllderivate Metalle und auch das Magnesium einführen ließen wie in das aus 4 Pyrrol- Molekülen bestehende Porphyrin, als Komplexverbindungen, und das schon in sehr geringen und ansonsten kaum nachweisbaren Mengen (S. 323), erschien ein kleiner "Schritt der Chlorophyllsynthese verwirklicht" (S. 325). **Hoffte** man unausgeprochen auf baldige Photosynthese in Menschenhand, als wiederum Erwartung von **Nahrungsmittelherstellung durch die Chemie**, wie einst BERTHELOT**?** Wie dann von Fett aus Kohle?

So einfach kam es nicht, die grüne Pflanze, der Chloroplast in der Pflanzenezelle, blieb bisher unersetzlich. In der **Streitfrage**, ob der aus den grünen Pflanzen im Licht **freigesetzte Sauerstoff aus dem** aufgenommenen **Wasser, H2O, oder dem CO2** stammt, mußte für die Herkunft **aus dem H2O** entschieden werden, wie etwa 1931 der Mikrobiologe NIEL feststellte. Der so auf dem H20 kommende Wasserstoff tritt mit dem CO2 in höhere Verbindungen ein. RUBEN, HASSID und KAMEN fanden mit dem Stoffwechseluntersuchungen wegen der kurzen Halbwertszeit kaum benutzbare, durch 11 C radioaktive CO2 immerhin, daß es in Gerstenkeimlingen sowohl in der Dunkelheit als auch im Licht in organische Verbindungen eintritt und die Primärprodukte keine Zucker sind, also der Prozeß offensichtlich weniger einfach als nur eine Verbindung von Kohlendioxid und Wasser und darauf schon zu Zucker ist. Um J. FRANK (J. LEMMERICH 2007) wurde auf eine Art 'Narkose-Effekt' verwiesen, eine Substanz, die bei Überproduktion die Photosynthese unterdrückt.

Entscheidende Fortschritte für die Klärung der Schritte bei der **Einbindung des Kohlendioxd in Produkte in der grünen Pflanze** brachte mit seinem vielköpfigen Mitarbeiter- und Gäste-Team, mit namentlich ANDREW BENSON und ANDREW BASSHAM, ab 1946 der vom Manhatten-Projekt zurückgekehrte MELVIN CAL-

VIN (1962, 1992; G. B. KAUFFMAN et al. 1996, V. MOSES 1997, J. W. OTVOS et al. 2000, M. SUTTON 2015). Publiziert wurden erzielte Ergebnisse nach etwa 10-jähriger Arbeit. CALVIN erhielt 1961 den Nobelpreis für Chemie. CALVIN war 1911 in St Paul in Minnesota als Sohn von Emigranten aus dem Zarenreich geboren. Er wirkte nach Aufenthalten am Michigan College of Science and Technology, an der Universität in Minnesota, 1937 in Manchester an der University of California in Berkeley. Hier waren die Voraussetzungen für seine Untersuchungen zur Photossynthese gegeben. Hier hatte ERNEST LAWRENCE 1931 das Radiation Laboratory gegründet, hatten RUBEN und KAMEN 1940 das 14C gefunden, wirkte der CALVIN auch fördernde Chemiker G. N. LEWIS und stellte LAWRENCE Mittel und Raum für CALVIN zur Verfügung. Und mit den Atomreaktoren stand mehr 14C zur Vrfügung (V. MOSES 1997). Grünalgen der Art *Chlorella pyrenoidosa* wurde statt des normalen CO2 mit 12C solches mit dem radioaktiven C14 zugeführt. Unterschiedlich lange nach dem Beginn der Aufnahme von mit 14C markiertem CO2 wurden die Algen in Alkohol rasch getötet, der Stoffumsatz damit also ruckartig gestoppt. Die abgetöteten Zellen wurden rasch extrahiert und auf entstandene organischen Verbindungen untersucht, die radioaktiven 14C enthielten. Die Ermittlung der nur in Spuren vorhandenen Verbindungen war möglich, weil MARTIN und SYNGE die Papierchromatographie zur Trennung von Substanzspuren, etwa von Aminosäuren, auf dem Papier in 2 Dimensionen entwickelt hatten. Die 14C-Spuren wurden durch Schwärzung von fotografischem Chromatographiepapier festgestellt, also Autoradiochromatographie betrieben. Bekannte Vergleichssubstanzen auf dem Papier dienten dazu, die unbekannten Substanzen aus den abgetöteten Zellen zu identifizieren. Die Zeit von Beginn der 14CO2-Aufnahme bis zum Abtöten wurde immer mehr verkürzt. Schließlich war der radioaktive Kohlenstoff nur noch in einer, in der zu allererst entstandenen Verbindung nachzuweisen, und als diese erschien die 3-**Phosphogylcerinsäure**. PGS. Sie entstand also nach wenigen Sekunden als erstes Reaktionsprodukt bei der CO2-Fixierung in der Chlorella-Zelle. Eingebaut wurde das CO2 in das Ribulose-1,5-diphosphat. Die 3-Phosphoglycerinsäure setzte sich zu den weiteren Substanzen auf dem Wege zum Traubenzucker um. Mit dem auf die 3-Phosphoglycerinsäure folgenden 3-Phosphoglycerinaldehyd war schon die Stufe der Kohlenhydrate erreicht. 3-Phosphoglycerinsäure ist dieselbe Substanz, die beim Abbau des Traubenzuckers, bei der Glykolyse, als Schlüsselsubstanz in Erscheinung tritt, also auf dem umgekehrten Wege als beim Traubenzucker-Aufbau.

**Kohlenndioxid**, das also im Gegensatz zum Wasser nicht zerfällt, wird also als solches, als CO2, in eine bestehende Verbindung **eingebaut** zur Bildung neuer, an Kohlenstoff reicherer Kohlenstoff-Moleküle und das wurde genannt "**Carboxylation**" (D. A. WALKER 1974, S. 8).

Nach nachfolgenden Erkenntnissen wirkt Licht auch noch an anderen Prozessen mit. Das Verstehen der Photosynthese erfordert auch die Kennntis der Einbettung des Chlorophylls in die Strukturen der Chloroplasten.

## Biosynthesen nicht nur in den grünen Pflanzen - auch im Tierkörper

Die **grünen Pflanzen** sind in vielem ein Synthese-Laboratorium. Von der D-Glukose aus werden hier die verschiedensten Pflanzenstoffe aufgebaut. In den heterotrophen Lebewesen, also den Tieren etwa, werden Stoffe aus der Pflanzennahrung, so Zucker und Stärke, unter Energiegewinnung abgebaut, und auch in den tierischen Lebewesen gibt es dann Synthesen, **Biosynthesen**, einst war die Rede von **"Biogenese", Aufbau von Verbindungen** aus einfacheren, und das ebenfalls über Zwischenstufen und auch die Gefahr der Unterbrechung und der Umleitung auf ungeeignete Komponenten. Aufgebaut werden muß, um **körpereigene Substanzen** zu schaffen oder auch zur **Bindung** und Beseitigung und Ausscheidung **von giftigen Produkten** aus den Abbauvorgängen, so dem Ammoniak aus dem Eiweiß-Stoffwechsel.

Für den Weg einer Biosynthese kann man von den Formeln der vermuteten Ausgangstoffen ausgehen und dann die weiteren Stufen hypothetisch ableiten und dann **nachzuweisen** versuchen. Für die Entstehung von Cholesterin war als entscheidende Zwischenstufe Squalen, ein Squalen, zu vermuten. Gemeinsames "Vorkommen von Squalen und Cholesterin in Fischleberölen" legte eine Beziehung nahe (A. MONDON 1953, S. 335). Ein wichtiges Verfahren zur Verfolgung der Umsetzung war die **Verwendung von** Ausgangssubstanzen **mit radioaktiv markierten Atomen**, wurde die Feststellung ob die markierten Atome dann in den weiteren Substanzen und der Endsubstanz nachzuweisen waren.

Die Biosynthesen geschehen von **Schlüsselbausteinen** (B. FRANCK 1979) aus, und erst im Verlaufe der Biosynthesen erfolgen Verzweigungen. **Isopren** führt zum Kautschuk und auch dessen Verwandten. Alkaloide gehen fast alle aus den 4 **Aminosäuren** Ornithin, Lysin, Tryptophan und Phenylalanin und deren Derivaten hervor (S. 459). **Porphyrine** bilden den Ausgang zum Blutfarbstoff Häm und verwandte Substanzen, und Porphyrine sind uralt, waren schon vor 2,5 Milliarden Jarhen auf der Erde und entstanden wohl auch aus dem Material der Ur-Atmosphäre noch ohne Tätigkeit von Lebewesen. Was sich einst bewährte blieb in der **Evolution** bewahrt. Bei der Biosynthese/"-genese" der meisten Indol-Alkaloide, der Cinchona-, Ipecacuanha- und Pyrrolochinolin-Alkaloide, von über tausend Alkaoiden , von seinerzeit nahezu einem Viertel der Alkaloide, steht das

**Secologanin**, ein Monoterpenglykosid, "die wichtigste Schlüsselverbindung in der Alkaloid-Biosynthese, die sich nicht von einer Aminosäure ableitet", Stammverbindung auch der Secoiridoide (L-F. TIETZE 1983, S. 840).

Aufklärung von Biosynthesen kann nicht nur den Ausgangsstoffen und Zwischenstufen gelten, den einzelnen Komponenten im pathway, sondern auch **indirekt daran beteiligten Substanzen** und den die einzelnen Schritte steuernden **Enzymen**. So erfordert die Synthese von Proteinen Ribonucleinsäuren. Diese gehen nicht selbst in die Proteine ein, vermitteln aber den Code, nach dem an den Ribosomen Proteine entstehen. Und den Code liefert dieDesoxyribonukleinsäure, die DNA. Biosynthese mußte also auch aufgeklärt werden in bezug auf die beteiligten Gene. Zunächst gab es Einzelbefunde, bevor ein zusammenhängenderes Bild zustandekam. So klärte JEAN BRACHET (1960, S. 195), Brüssel, daß ein **hoher Gehalt an Ribonucleinsäure** in einer Zelle **korreliert mit Proteinsynthese**. Manche metabolisch sehr aktive, also stoffwechsel-intensive, Substanzen abbauende Zellen wie die von Niere, Herz und Muskeln, bilden nur wenige Protein und haben andererseits auch nur wenig Ribonucleinsäure. Das war einer der Ausgangsfeststellungen für den Zusammenhang von Ribonucleinsäure und Proteinbildung. Und **Proteine gibt es sehr viele**, also besteht ein **Vielzahl von Aufbauprozessen** in den Zellen, bei aller Ähnlichkeit. Die **artspezifischen Kohlenhydrate und Fette** und andere Naturstoffe werden in Aufbau und Abbau und in den Umsetzungen ebenfalls von Enzymen und damit in der DNA codierten und somit im Erbgut einer Art verankerten Proteinen bewirkt. Das müßte erklären das Zustandekoimmen ererbter artspezifischer Fette wie Leinöl, Rapsöl, Palmöl und andere. Die Schalen von Muscheln, Brachiopoden und anderen Schaltieten sind in ihrem kristallinen Aufbau durch Elektronenmikroskopie untersucht wurden und sind Biopolymere dünnschichtig dazwischengeschaltet (W. SCHMAHL 2014). In ihnen mögen die ererbten Faktoren, Proteine, liegen, welche dazu führen, daß die einzelnen Arten schalentragender Wesen, ob Kalk-Schalen oder solche aus Siliziumdioxid artspezifische Schalengestalten aufbauen, also Miesmuschen eben andere Schalen haben als Teichmuscheln und es viele sich in ihrer Schale unterscheidende Diatomeen gibt.

Im Jahre 2002 veröffentllichte die 'Nature' die seit 1996 durch etwa 52 Autoren in verschiedenen Forschungseinrichtungen begonnene Sequenz eines ersten vollständigen Genoms, des Genbestandes des Malaria-Parasiten *Plasmodium falciparum*. Trotz aller bei einem Parasiten bestehenden Ausfälle wurden etwa 5.300 Protein-codierende Gene identifiziert (S. 499). Es gibt auch hier, ein Eukaryont, ein reiches '**Proteom**', einen reichen Proteinbestand, wobei sich dem Parasitenleben dienende Proteine etwa zur Immunabwehr mit darunter befinden.

Von Schlüsselverbindungen aus ließe sich wohl relativ erfolgreich versuchen, den

Naturprodukten ähnlich Substanzen mit vielleicht sonst nicht verfügbaren Eigenschaften zu erhalten, in **biomimetischer Synthese** (ebd.).

**Besondere Substanzen in spezifischen Zellen** legen auch besondere Stoffwechselschritte zu deren Aufbau nahe, von den Hauptwegen durchaus nicht völlig getrennt. .

## Harnstoff muß aus dem Körper heraus - der Stoffwechselverlauf bei der Harnstoff-Bildung

Teilprozesse des Stoffwechsels wurden auch schon vor der Klärung aller Grundvorgänge aufgeklärt, ja boten deren Erforschung Anregung. Das galt für die, wie bekannt, in der Leber stattfindende **Bildung** von **Harnstoff**. Ausgeschieden wird der Harnstoff neben anderen 'harnpflichtigen Substanzen' mit dem Urin. Harnstoff in größeren Mengen muß aus dem Körper heraus. Er ist beteiligt an dem Krankheitsbild der Urämie. Etwa 30g Harnstoff scheidet der erwachsene Mensch pro Tag aus. Immer wieder wurde die Klärung der Harnstoff-Bildung versucht (E. DRECHSEL 1880). Die **Schritte der Harnstoff-Entstehung in der Leber** klärten 1932 HANS ADOLF KREBS (K. DECKER 2001) und KURT HENSELEIT in einer wegweisenden Untersuchung zum Zwischenstoffwechsel. Beim Abbau der Stickstoff-Verbindungen im Körper entsteht Ammonium NH4. Dieses wird in den mit dem Urin ausgeschiedenen Harnstoff umgewandelt, gemäß Summenformel 2NH3 + CO2 = CO(NH2)2 (Harnstoff) + H2O und der Körper so entgiftet. Die Zwischenschritte zu ermitteln, wurden dünne Gewebeschnitte von der Leber von Ratten angefertigt, nachdem die Ratten längere Zeit gehungert hatten. Aus den Gewebeschnitten wurde dann aller Harnstoff herausgelöst. Diese Gewebeschnitte wurden bewegt in NH3-haltigem, mit Sauerstoff versetzten Wasser, dem schrittweise verschiedene und namentlich die als Zwischenprodukte anzunehmenden Substanzen zugesetzt wurden. Die zugesetzten Aminosäuren Glykokoll, d-, l-Alanin, d-Valin und andere zeigten keine Wirkung. Zusatz der Aminosäure Ornithin jedoch erhöhte die Harnstoffbildung ebenso wie Citrullin. Beide waren offenbar Zwischenprodukte bei der natürlichen Harnstoffbildung. Bei der Reaktion von Ornithin + NH3 + CO2 entsteht die Aminosäure Arginin, die in Ornithin und Harnstoff gespalten wird. Der Harnstoff wird ausgeschieden. Ornithin bildet sich also immer wieder zurück.

Zum Harnstoff führt vor allem auch der Purin-Abbau (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 612).

## Bildung von Cholesterin und auch der Steroid-Hormone

Die Biosynthese des **Cholesterin** (cholesterol) und den **Fettstoffwechsel** klärten die unabhängig voneinander forschenden Biochemiker KONRAD E. BLOCH (1965) und, in München, FEODOR LYNEN, beide Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1964. Dazu hatten RITTENBERG und SCHOENHEIMER diese Untersuchungen 1937 begonnen. Als Ausgangspunkt auch der Cholesterin-Synthese fand sich die aktivierte Essigsäure (Acetat), einer "der wichtigsten Fixpunkte im Stoffwechselgeschehen", nachgewiesen, als eine in den vorhergehenden Schritten gestörte Mutante des Schimmelpilzes *Neurospora crassa* auf mit radioaktiv markiertem Kohlenstoff versehenem Acetat wuchs und Ergosterin bildete und in dieses der markierte Kohlenstoff restlos einging. Aus Acetat-Einheiten mußten große Moleküle entstehen können. Auf dem Wege zum Cholesterin fand sich festgestellt mit radioaktiv markierten Acetat dann aktives Isopren und, wie von L RUZICKA bereits angenommen, das aus 6 Isopren-Resten aufgebaute **Squalen**, C30H50, ein in Haien aufgefallener Stoff. Ein großer Fortschritt in der Ermittlung der Biosynthese von Terpenen und Sterinen brachte 1956 die Entdeckung der Mevalonsäure. Der Aufbau des Cholesterin erfordert 30 Schritte. Cholesterin führt auch zu Gallensäuren und zu **Steroidhormonen**, also Cortison und Sexualhormonen, auf deren Biosynthese damit Licht fiel (F. LYNEN 1966). Es fand sich auch, daß das gebildete Cholesterin auf seine Bildung "zurückwirkt", also eine **Rückkoppelung** besteht, die gebildete Menge im gesunden Organismus also dem Bedarf angemessen wird. Sterine durften als notwendig für zellinnere Membranen gesehen werden.

## Biosynthese des Roten Blutfarbstoffs Häm(in)

Es wurde gefunden und zwar seit etwa 1947 durch SHEMIN und seine Mitarbeiter, daß Häm im Organismus aus 2 "sehr einfachen Bausteinen" gebildet wird, aus je 8 Molekülen Glycin und Bernsteinsäure und verläuft dann über das Monopyrrol Porphobilinogen (B. FRANCK 1979, S. 461; 1982, S. 128). SHEMIN hatte zuerst 66 g mit 15N markiertes Gylcin im Selbstversuch aufgenommen und dieses dann im Häm wiedererscheint. Weitere Versuche folgten mit hämolysierten Entenblut. Bei Schädigungen, auch durch Substanzen von außen, können sich Porphyrine anhäufen, kommt es zu den als **Porphyrie** bezeichneten Krankheitssymptomen (S. 334, 335), auch zu Sauerstoffmangelschäden im Gehirn. Porphyrine gehören zu den Substanzen, die bei Versuchen mit der Nachbildung der vermuteten Uratmosphäre auf der Urerde auch ohne Lebewesen auftreten konnten, also zu jenen Substanzen gehörten, die dann mit helfen konnte, daß Leben lebensfähig wurde.

Häm hatte für andere Forscher noch andere Überraschungen bereit. durch den pH-Wert, also die H+-Bindung und die Bindung von CO2 an entfernten Stellen des Protein des Hämoglobin wird die O2-Bindung verändert (L. STRYER 1996, S. 39), eine bemerkenswerte Anpassung, eine Regulierung auf der molekularen Ebene

## Besondere Stoffwechelwege bei zahlreichen Bakterien

Teilweise andere Stoffwechselprozesse als bei den vielzelligen Organismen fanden sich, wie zuerst namentlich ALBERT JAN KLUYVER (1956) (D. D. WOODS 1957) betonte, bei den **Mikroorganismen**. Bakterien besitzen im Stoffwechsel viel größere Diversität. Unter ihnen gab es Gruppen, die eigene Wege der Evolution gegangen waren, so die Archaebakterien. Eigene Stoffwechselwege fanden sich auch bei **anaeroben** Formen. Der Stoffwechsel in der Welt der Bakterien ist eben viel weniger kanalisiert als bei den höheren Organismen.

Die Erforschung der Stoffwechselwege der Bakterien verlief neben der Aufklärung der Stoffwechselwege der höheren Organismen, der Eukaryoten. In Delft bei KLUYVER ausgebildet war H. A. BARKER, der dann vor allem in Berkeley mit Team und Gästen wirkte. H. A. BARKER (1978) meinte in seiner Selbstdarstellung, daß er sich bei seiner Forschungsrichtung in einem ruhigeren Terrain der Wissenschaft bewegen konnte, abgelegener vom Hauptstrom biochemischer Forschung und mit weniger Wettbewerb und deshalb mit der Möglichkeit, auch Sommerferien zu genießen (S. 32). Bildung von **Methan** wurde bei verschiedenen Bakterien gefunden und aus verschiedensten organischen Ausgangsmaterial (S. 8). Dieselben Bakterien bildeten teilweise verschiedene Substanzen. Bei *Clostridium acidi-urici* und *C. cylidnrosporum* fand sich rascher **Abbau von Harnsäure** und anderen Purinen (S. 12, 24). BAKER war zu diesen Bakterien gekommen, als ein Kollege ihm erzählt hatte, daß er in eine Tonne Extremente seiner Hühner füllte und rasch starker Ammoniak-Geruch auftrat (S. 24). Durch *Clostridium tetanomorphum* und *cochlearium* fand sich rascher Abbau des auch als Zwischenprodukt beim Histidin-**Abbau** auftretendem **Glutamat** (S. 12). Kompliziert war die erste Isolierung von *Clostridium kluyveri*, welches **Butter- und Capronsäure bildet** (S. 12/13). Von herausragender Bedeutung im Haushalt der Natur sind jene, die sich in den **Stickstoff-Kreislauf** einschalten, ob als Stickstoff-Binder, Fixierer, Wandler von Stickstoff-Verbindungen, Stickstoff freisetzende Bakterien - also Denitrifizierer. Etliche den Stickstoff der Luft bindende Bakterien, Gattung *Rhizobium*, leben dabei in Symbiose mit bestimmten Pflanzen, den Leguminosen, in Knöllchen an deren Wurzeln. Von den nicht-symbiontischen Bakterien gelang 1960 L. E MORTENSEN und Mitarbeitern bei *Clostridium pasteurianum* in einem zell-

freien Extrakt Stickstoff zu binden (A. L. LEHNINGER 1987, S. 592), also den Enzymen näherzukommen. Im 20/21. Jh. wurde viel aus der Fülle der Stoffe der Mikroben bekannt, ihr Subtanzen zur Kommunikation oder zur Abwehr anderer Mikroben (R. BENNDORF et al. 2017). Bakterien sind überall, im Meerwasser Millionen bis Milliarden pro Liter (B.JÖRGENSEN 1995, S. 269). Am Meeresboden gebildeter Schwefelwasserstoff wird in den oberen sauerstoffreichen Schichten durch Schwefelbakterien wieder in Sulfat verwandelt (S. 274). Und ein eigenwilliges Bakterienleben gibt es **in den heißen Quellen** am **Ozeanbode**n in 2000 m Tiefe (S. 276).

Die Zellen der höheren, der eukaryontischen Lebewesen, jene mit Zellkern, entstanden augenscheinlich durch Symbiose, Vereinigung von Bakterienzellen. Dabei kamen auch Stoffwechselprozesse zusammen und aus der Fülle möglicher Kombinationen wurden dann einige ausgelesen, jene der grünen Pflanzen und die der Tiere.

## Biosynthesen in der chemisch-technischen Industrie, biomimetische Prozesse, Biotechnologie

Bier und Wein wie Essig und später Buttersäure wurden schon lange mit Hilfe von Mikroben erzeugt. Vor der Ära der Mikrobiologie kannte man nicht jene Mikroben, welche aus Milchbestandteilen den Jogurth hervorbringen, den Kefir, die verschiedenen Käse-Sorten, das Sauerkraut und Silage durch Produktion von Milchsäure haltbar machen oder die Rotte der Flachsstengel zuwegebringen (P. PRÄVE 1977, S. 212). Nunmeher sind viele dieser Mikroben bekannt, ja werden auch die aus ihnen isolierten Enzyme benutzt.

Bei manchen Verfahren wird **mit** rentabler **aus Organismen gewonnenen Stoffen** begonnen und anknüpfend an diese Produkte, für den Industrieprozeß ein Zwischenprodukt, die Synthese fortgeführt. So bei der **Antibiotika**-Gewinnung (H. KROATH 1983). Oder mit dem **Diosgenin** (s. ob.), das aus einer in tropischen und subtropischen Plantagen angebauten Art der Gattung *Dioscorea* gewonnen wurde und von dem aus in 5 Zwischenstufen eine hohe Ausbeute an dem Hormon Progesteron zu erhalten waren und damit dann auch das Medikament Cortison. Für die **Prostaglandine** fand sich in der Gorgonia-Koralle im Golf von Mexico zu 1,5% im Trockengewicht das "15-Epiprostaglandin PGA" und das konnte "leicht in die bekannten Prostaglandine umgewandelt werden". 1973 wurde die Totalsynthese möglich (S. BERGSTRÖM 1983, S. 867).

.

## Nicht alle Gewächse haben genau die gleichen Stoffwechselprozesse: C3-Pflanzen und 'CAM'

**Bei Pflanzen** es neben allen **Gemeinsamkeiten** auch **Unterschiede** in den Stoffwechselvorgängen. Der mit 3-Phosphoglycerat beginnende Stoffaufbau in der grünen Pflanze ist der Grundtypus der Photosynthese. Aber wie HUGO KORTSCHAK um 1950 im Zuckerrohr-Forschungsinstitut auf Hawaii fand, bilden Gräser, wie eben Zuckerrohr, als erstes Produkt solche mit 4 C-Verbindungen, L-Malat und L-Aspartat (Wikipedia). So werden unterschieden **C3- und C4-Pflanzen**. **C4-Pflanzen** können **mehr CO2 verwerten**, wird eine höhere Photosyntheserate erzielt, mehr Biomasse in der Zeiteinheit geschaffen. Bei den C3-Pflanzen dagegen wird an sonnigen Tagen das CO2 in den Chloroplasren rascher erschöpft, erscheint viel Sauerstoff/O2, erreicht die Photosrespiration, also Veratmung, das gleiche Niveau wie die Photosynthese (D. VOET et al, 2002, S. 588). Manche unserer Kulturpflanzen gehören zu diesen C4-Pflanzen, Hirse wie Mais und Zuckerrohr, und von den Meldegewächsen der Amarant, und für die erhoffte Gewinnung von Biorohstoffen auch in Aussicht genommene Chinaschilf/*Miscanthus sinensis*.

Ein noch abweichenderen Stoffwechsel haben namentlich die Fettblattgewächse / **Crassulaceae**, den CAM, den **Crassulacean Acid Metabolism**, den von MEIRION THOMAS geprägter Terminus (Wikipedia). Die Spaltöffnungen ihrer Blätter sind in der Hitze des Tages geschlossen und wird somit die Wasserabgabe durch die Spaltöffnungen unterbunden. Nachts sind die Spaltöffnungen offen, kann also CO2 eindringen. Das im Dunkeln nicht verwertbare Kohlendioxid wird als Äpfelsäure in den Zellvakuolen gespeichert und tagsüber daraus das Kohlendioxid zur Verwertung im Calvin-Zyklus innerhalb der Zelle freigesetzt. Einen ersten Befund für diesen besonderen pflanzlichen Stoffwechsel lieferte der als Missionar in Indien tätige deutschbürtige BENJAMIN HEYNE (Wikipedia), der auch Botanik betrieb. In einem Brief an die Londoner Linnean Society meldete er 1813, daß die Blätter der medizinisch interessanten *Kalanchoe pinnata*, der seit 1817 auch in Weimar als '*Bryophyllum cacinum*' bekannten Goethe-Pflanze, morgens saurer als Sauerampfer schmecken, mittags aber geschmacklos sind. Ein Befund stand also im Raum. Noch ohne Erklärung.

## Sekundäre Pflanzen- und auch Tiersubstanzen im Zusammenhang mit den Grundvorgängen

Die zahlreichen einzelnen Substanzen in Gewächsen, welche Geruch, Geschmack, Gitigkeit, Heilwirkung, Schmerzempfindung, Drogenwirkung ausmachen, waren in

der Geschichte der Pharamzie eher Untersuchungsobjekt als die in der Organismenwelt so gleichartigen Grundvorgänge, an denen in der Natur in der Evolution wneigstens bei den Eukaryoten festgehalten wurde. Wegen in der Apotheke verwertbaren Substanzen wurden Pflanzensäfte im Mittelalter destilliert, wurden im 19. Jh. Alkaloide, also Morphin, Strychnin, Chinin,, isoliert. Wie standen all diese weiterhin wichtigen "**Sekundären Pflanzenstoffe**", Sekundärmetabolite, zu den Grundvorgängen? An die linearen Sequenzen der Grundvorgänge , die "Iteration", werden Stufen hinzugefügt (A. KIRSCHNING et al 2012), am Ende der Grundvorgänge. Frage: Kann man das mit morphologischen Vorgängen in der Evolution vergleichen, bei denen an das Ende einer Embryonalentwicklung etwas angehängt wurde, wie es SCHMALHAUSEN erforscht hatte?

## Biomasse - Bilanz

**Erdweit** werden nach Schätzung am Anfang des 21. Jh. in der Natur **jährlich** etwa 170 Milliarden Tonnen **pflanzliche Biomasse** in Trockengewicht erzeugt, angegeben auch 140 bis 220 Milliarden Tonnen. Diese Biomasse enthält damit etwa 77 Milliarden Tonnen Kohlenstoff. Etwa 75% der erzeugten Biomasse sind Kohlenhydrate, 20% Ligin und Hemizellulose, der Rest Eiweiß und Fett. Von der Biomasse werden etwa 3 bis 4% wirtschaftlich genutzt.

Der am 8. Januar 1997 verstorbene CALVIN, seit 1971 Professor an der University of California, Erforscher auch der möglichen Entstehung des Lebens und möglichen Existenz von Leben im All, suchte nach der Ölkrise 1973 **Treibstoff** aus Pflanzen, also **aus Biomasse**, speziell aus Milchsaft von Pflanzen, zu gewinnen. Er beachtete dabei den kautschukliefernden Baum *Hevea*, dann *Euphorbia lathyris*, also ebenfals einem Wolfsmilch-Gewächs, und bereiste die Erde zur Suche nach weiteren geeigneten Gewächsen, so das an Euphorbien reiche Brasilien, beachtete Arten der Schwalbenwurz, *Asclepias*.

Besonders rasches Wachstum und daher gute Nutzung als Biomasse boten die **C4** (hat nichts mit Radioaktivität zu tun)**-Pflanzen**, zu dem das schnellwüchsige Chinaschilf, *Miscanthus sinensis*, gehört.

Innerhalb weniger Jahrzehnte hatten sich in der Erforschung des Stoffwechsels gewaltige Veränderungen vollzogen. EDUARD BUCHNER hat noch **einen einzigen Stoffwechsel-Vorgang** angenommen für die Umwandlung von Traubenzucker in (Äthyl)Alkohol und dafür **ein** einziges **Enzym**, die "Zymase", vorgestellt. Andere fanden fördernde **Zusatzstoffe**, namentlich Phosphate. Dann wurde deutlich, daß sich der **Stoffwechsel in vielen Schritten** vollzieht und **jeder** Schritt **ein eigenes Enzym** erfordert. Und immer mehr Stoffwechselprozesse und Wirkstoffe

wurden gefunden.

**Abgebaut** werden nicht nur jene Substanzen, die normale Bestandeile der täglichen Nahrung sind, sondern durch dafür gebildete eigene Enzyme auch normalerweise körperfremde **Fremdstoffe,** also neu oder selten in den Körper gelangende andersartige Substanzen, **so Pharmaka**, auch bis zu gewissen Mengen Giftstoffe, Die umgewandelten Stoffe werden durch den Golgi-Apparat aus der Zelle ausgeschieden. Eine wichtige Rolle in der Fremdstoff-Ausscheidung besitzen die Zellen der **Leber**, das Entgiftungsorgan.

In **Biosynthese und Abbau** hat sich bis zum Ende des 20. Jh. das Bild eines Stoffwechselgeschehens herausgebildet, das sich in zahlreiche Zweige verknüpft und für den Überblick zunächst die großen Zusammenhänge beachtet werden müssen, um dann die vielen Stränge zu erfassen (u. a. L. STRYER 1996).**Grundflage** ist der (oben beschriebene) **Zitronensäure-Zyklus**, und Glykolse wie der Pentosephosphatweg. In ihm entstehen Zwischenprodukte, die zum Aufbau anderer Substanzen dienen. Ohne den Zitronensäure-Zyklus gäbe es in den Organismen nbicht Aminosäuren und Eiweiße, nicht Alkaloide und anderes. Pflanzen nehmen mit der Bodenflüssigkeit das **NO2**-Ion auf. Unter seinem Einbau werden aus etwa im Zitronensäuezyklus entstehende Säuren in Pflanzenzellen **Aminosäuren** gebildet. Diese sind die Monomere der zahlreichen Proteine, der Eiweißstoffe, ob Aufbaumaterial oder Enzyme. Die Synthesewege der einzelnen Aminosäuren erwiesen sich als **unterschiedlich**, waren einzeln zu erforschen (A. L. LEHNINGER 1987, S. 579 ff.). Der Mensch etwa muß von seinen 20 nötigen Aminosäuren 9 von außen aufnehmen, die **essentiellen** Aminosäuren. Die Synthese der essentiellen Aminosäuren wurde besonders an Bakterien geklärt, abgeleitet etwa aus Mutanten, welche bestimmte Vorstufen zur Bildung aromatischer Verbindungen benötigen (S. 581)Die anderen, die nicht-essentiellen, bildet der Mensch selbst. Als Stickstoff-Quelle können die höheren Tiere für die in ihnen synthetisierten, also nicht-essentiellen Aminosäuren nur Ammonium-Ionen, NH4, verwerten, nicht wie die Pflanzen auch Nitrit- oder Nitrar-Ionen (A. L. LEHNINGER 1987). Bakterien können teilweise viel mehr. *Escherichia coli* kann alle Aminosäuren aus Ammoniak herstellen. Anorganischer Schwefel wird in die Schwefel enthaltenden Aminosäuren eingebaut. Wie schon bemerkt:Für die Bildung der für Blutfarbstoff und Chlorophyll nötigen **Porphyrine** ist eine von 2 Komponenten die Aminsäure Glycin, was (s.ob.) um 1944 bekannt wurde. Von Aminosäuren her kommen auch die **Purine** und **Pyrimidine**. Von den Ami nosäuren aus geht es also zu weiteren Substanzen. Es erscheint das Bild eines grandiosen Netzwerkes. Abkömmlinge der aromatischen Aminosäuren sind auch die **Alkaloide**, manche **Hormone**, so das der Schilddrüse (S. 586) .Über den Zitronensäure-Zyklus werden die aus dessen Abtweigung entstandenen Substanzen auch wieder abgebaut.

.

# Näher an die Biologie

## Was ist Leben?

Immer einmal wieder ist versucht worden, eine Definition dafür zu finden, was 'Leben' ist. 'Leben' besteht nur in lebendigen ein- oder mehrzelligen Lebewesen. Es gibt etwa laut dem viel zitierendem HEINZ PENZLIN (1986, S. 12) **kein Abstraktum 'Leben',** gelöst von einem Lebewesen wie manche die vom Körper unabhängige 'Seele' sehen möchten. Es gibt auch keine "lebendigen Moleküle" (S. 12). 'Leben' bestehe auch noch nicht in den komplexesten Eiweißen, die mit den Nukleinsäuren gewiß eine stoffliche Voraussetzung für Lebendigsein ist. Als überzeugende Definition erscheint schon 1929 der niederländische Tierphysiologe H. J. JORDAN (so zit. bei H. PENZLIN 1986, S. 16): "Das Leben ist nicht die Eigenschaft eines homogenen Stoffes, sondern die Leistung eines Systems." Sicherlich war dabei nicht ausgeschlossen, daß das 'System' aufzuschlüsseln war, in seine Komponenten.

Vielfach führte man nur die Eigenschaften, die **Vorgänge** an, die lebende Systeme im allgemeinen von nicht-lebenden unterscheiden und mit dem Tode eines Lebewesens enden: Wachstum, Reproduktion, der Umwelt widerstehende und in der Leiche nicht mehr vorhandene Autonomie. Vor allem aber erschien dem für diese Fragen um 1940 maßgebenden LUDWIG VON BERTALANFFY (so 1949) **der immerwährende Stoffwechsel** maßgebend, die immerwährende Aufnahme von Bestandteilen aus der Außenwelt und die Abgabe der Endprodukt wieder an die Außenwelt. Der Stoffbestand eines Organismus änderte sich immerfort, aber der Organismus als solcher blieb. BERTALANFFY (1949, S. 43/44) schuf für diesen Sachverhalt den Begriff '**Fließgleichgewicht**'. und der Organismus war zu erklären als '**offenes System**'. Um BERTALANFFY zu Wort kommen zu lassen: Es ist "der lebende Organismus nicht ein nach außen abgeschlossenes System ... sondern ein offenes System , das fortwährend Bestandteile nach außen abgibt und von außen neue aufnimmt, das sich aber in diesem ständigen Wechsel in einem stationären Zustand oder einem Fließgleichgewicht, wie wir es nennen wollen, erhält bzw. in seinen Wandlungen in ein solches übergeht" (Hervorhebungen im Original). Fließgleichgewicht war ein neues Problem, denn die phyikalische Chemie hatte sich "fast ausschließlich mit den Reaktionsverläufen und chemischen Gleichgewichten in geschlossenen Systemen beschäftigt, ..." (S. 44). Ein lebendes System war **wie eine Flamme**, die mit immer neuer Substanz genährt weiterbrennt. Eigen ausge-

drückt: Bei der im Alter von 20 Jahren umarmten Frau umarmte man bei der 50-jährigen eine in vielem neue Substanz. BERTALANNFY sprach von einer 'organismischen Auffassung', welche sowohl die mechanistische, physikalisch-chemische wie die mit unbekannten Lebenskräften rechnende vitalsitische Auffassung überwand. BERTALANFFY war Professor in Wien, hat aber ab 1948 an verschiedensten Universiäten der angelsächsischen Länder gelehrt, in London, in Montreal, in den USA. Der Tübinger Pflanzenphysiologe ERWIN BÜNNING (1949, S. 23) konnte nicht bestimmte einzelne Stoffe in den Lebewesen und deren Zellen als lebend oder 'tot' sehen, nicht einfache Moleküle wie Zucker noch komplexere wie Eiweiße. Die "Atome und Moleküle der Organismen" sollten "sich nicht durch ihre **Beschaffenheit**, sondern nur durch die **Art ihre Zusammenwirkens** von denen der leblosen Körper unterscheiden" (Hervorhebungen im Original), Leben erschien also gebunden an ein **komplexes Zusammenspiel zahlreicher Stoffe**, wobei das noch vor der Molekulargenetik eine ziemlich allgemeine Vorstellung sein mußte, die zu konkretisieren war. Wie es BÜNNING (1949, S. 56) dann auch formulierte: "Physiologisch gesehen ist das Leben nur eine in hochkomplizierten und geordneten Systemen ablaufende Wechselwirkung unentbehrlicher Elemente, von denen sich keines schon durch den Grad der Lebendigkeit vor den anderen auszeichnet, in denen z. B. das Eiweißmolekül ebensowenig lebt wie das Kaliumion." (Hervorhebung im Original). Das Virus-Molekül ist allein 'tot', wird zu 'Leben' erst im Zusammenspiel mit einem befallenen Partner (S. 57).

Leben hatte sich ausgebildet in Form von **Individuen**. Auf Außenfaktorren zeigten diese Reaktionen, die für die Art und "sogar ... " für das "Individuum charakteristisch sind" (E. BÜNNING 1949, S. 47).

Auch Philosophen, unter ihnen auch geistvolle Leute, haben versucht Definitionen von Leben zu geben oder die Besonderheiten von Tieren und Pflanzen zu charakterisieren. HELMUTH PLESSNER (zit. b. C. DIETZE 2006, S. 62) definier: "... der offenen Positionalität der Pflanze mit ihren nach außen gewandten Flächenbildung und ihrem gleichfalls nach außen gewandten Stoffwechsel steht der Positionalität des Tieres gegenüber." Na gut. Auch die Pflanzen baut ihre Substanzen natürlich im Inneren auf und mit solchen Definitionen wie der obigen ist nicht allzu viel abzunehmen, wenn sie auch zu einem gewissen Allgemeinbild beitragen.

### Biologie und Physiologie - vieles nicht mehr ohne Chemie und Physik, Biologie die getragene Wissenschaft

Lebensvorgänge ließen sich vielfach ohne ihne Verknüpfung mit Teilen der Chemie und Physik nicht mehr untersuchen. Allerdings beim Feststellen von Zusammenhängen, bei höheren Tieren etwa von Vorgängen im Gehirn, ließ sich auch noch eigenständige Physiologie betreiben.

Wie man alle Eigenschaften und Reaktionen chemischer Stoffe durch den Aufbau der Atome und die Struktur der Moleküle zu erklärten suchte, so wurde zunehmend angestrebt **alle physiologischen Vorgänge und ihre Beeinflussung**, etwa durch Drogen oder Gifte **auf die 'bio'chemischen Vorgänge**, ob Stoffreisetzung oder auch die Eigenschaften der Rezeptoren **zurückgeführt.** Das war dann die **Molekularbiologie**.

Angesichts der trotz auch Vereinheitlichungen durch immer neue Befunde **immer komplexer erscheinenden Vorgänge** möchte mancher an einen **Designer denken**, der das alles zuwegebrachte. Aber nicht nur im Menschen und in den höheren Tieren, **auch in den Bakterien,** ja in den Archaebakterien, gibt es **großartig** erscheinende **Stoffwechsel-Vorgänge**, mit Enzymen, mit Co-Faktoren. Auf sie lassen sich die Vorgänge in höheren Organismen zurückführen, was die Evolution auch in der Biochemie nahelegt. Kleine Fehler in dem komplexen Geschehen bei manchen Menschen können entscheiden über Leben, Leiden oder Tod. Bei allen pharmazeutischen Eingriffen erscheinen viele Therapien wegen der Komplexität des Lebens eben unvollkommen.

Bei der auf der Evolutionstheorie aufbauenden modernen wissenschaftlichen Weltsicht kann man die Natur bewundern, die Evolution bestaunen, die so faszinierende Ergebnisse ausgelesen hat. Aber man sollte auch wissen, daß die Natur **nicht** in allem für den Menschen **Vollkommenes** hervorbrachte und hervorbringen konnte. Weil eben die Dinge nicht im Interesse des Menschen entstanden. Welche Nahrung ist schon vollkommen auf dfe Befriedung aller Bedürfnisse der Menschen oder auch der Tiere zugeschnitten? Von den essentiellen, also unbedingt erforderlichen Aminosäuren fehlten beim Mais Lysin und Tryptophan. Für Tierfutter wird dann Mais mit Sojamehl versetzt, in dem aber die Aminosäure Methionin ein Defizit aufweist (P. ECKES et al. 1987, S. 406). Alles kann noch verbessert werden! Leben ist nur Kompromiß. Wie viele Defekte können in den Erbanlagen, in den Stoffwechselvorgängen, in all den Enzymen und Rezeptoren auftreten! Milliarden-, ja **Billionen-fache -Auslese** bei den niederen Organismen und auch noch in die Milliarden gehende Selektion bei den höheren Organismen mußte **das Niveau der Anpassungen halten**. Der 'Mensch' wirkt nun den immer wieder auftretenden Mängeln entgegen, harmlos bei häufigen Zahnreperaturen und Brillen auch in jungen Jahren, oft modische und verschönernde, aber **wo endet** jemals das Bemühen um die Korrektur bei all den Mißhelligkeiten im Stoffwechsel, die zu schweren Störungen ab der Geburt führen und manche schon früh und lebenslang mit der Dauergefahr eines Herzinfarktes bedrohen (M. S. BROWN et al. 1986). Man kann über die angeblichen Erfolge des sowjetrussischen Obstzüchters MITSCHURIN nur Kritisches denken, aber sein von manchen als gottlos angesehener Anspruch, daß man **von der Natur keine Gnadengeschenke erwarten kann**

und man Gutes ihr entreißen muß, sollte schon die angewandte Biologie und die Pharmazie bestimmen.

## Organismen und Umweltfaktoren

Die im Inneren der Lebewesen, Tiere oder Pflanzen, verlaufenden Vorgänge waren das eine, aber jedes Lebewesen wird trotz aller Autonomie stark mitbestimmt von seiner Umwelt. Das war nicht neu, aber nunmehr wurden weitere Faktoren in die Untersuchung ihrer Wirkung einbezogen. Beachtet wurde die **Wirkung auf die verschiedenen Stadien** der **Ontogenese**, von den Keimzellen bis zum hohen Alter, Umweltfaktoren haben nicht nur getrennte Einzelwirkung, sondern beeinflussen ihre Wirkung auch im Nebeneinander, haben etwa Synergie-Effekte. Die **Faktoren** waren 1. **chemische** Faktoren, also alle Substanzen, mit denen Lebewesen in Berührung kommen, 2. die **verschiedensten Bereiche des elektromagnetischen Spektrums**, von den langwelligen Radiowellen bis zu den kurzwelligsten Gamma-Strahlen. Das Leben hatte sich unter dem Vorhandensein von den es beenflussenden **Faktoren** in einem relativ **engen Bereich ihrer Quantität** entwickelt, das heißt unter der Häufigkeit bestimmter chemischer Elemente und bestimmter Grade der elektromagnetischen Strahlung. Zu viel Ultraviolett - und das Leben wäre beendet worden. Zu wenig Ultraviolett - und dem höheren Lebewesen fehlte ein bstimmtes Vitamin, D. Zu viel kosmische Strahlung, zu viel radioaktive Strahlung oder selbst Licht - und es gibt den Strahlentod. Zu wenig Jod - und der Mensch wird krank, und zuviel - ergibt ebenfalls Krankheit bis zum Verfall. Daß sich das Leben durch Jahrmillionen und vorher schon entwickelte bezeugt, daß die Umweltfaktoren **in all den langen Zeiträumen nur in engen Grenzen variierten**.

## Tier-Physiologie/Zoophysiologie, und der Mensch einbezogen

## Kausale Medizin - Medizin mit neuen Einsichten auf neuen Wegen

Die alte Medizin nicht nur bis zur beginnenden Neuzeit war im wesentlichen Empirie oder es lagen ihr unbegründete, spekulative Theorien oder besser Hypothesen zugrunde. Sichtbare Schäden wie Knochenbrüche oder Blasensteine konnten sachgemäß behandelt werden. Aber im Inneren war es dunkel und was aus dem Harn abgelesen wurde enthüllt wenig. Der Chirurg, stets der weniger angesehene, ja

als Außenseiter angesehene Mediziner, konnte an sichtbaren Strukturen angreifen, aber auch das brachte erst im 19. Jh. hohe Anerkennung.

Schon noch nicht alles umfassende Kenntnis der Physiologie von Organen ließ '**Kunstorgane'** schaffen, welche die Funktion natürlicher Organe im Körper wenigstens zeitweise ersetzten, etwa bis zum Wiedereintritt des Funktionierens natürlicher Organe. Der Anatom, der Chirurg, der Medizintechniker wurden dabei sicherlich die entscheidenden Personen, Bei Brustkorb-Operationen mußte zeitweilig die '**Herz-Lungen-Maschine**' einspringen. Mit einer noch etwas primitiven '**künstlichen Niere**' hat der später in die USA gegangene Niederländer WILLEM JOHAN KOLFF (Wikipedia 2013) im September 1945 erstmals den zeitweiligen Nierenausfall einer Patientin erfolgreich überbrücken können.

Mit den Mikroben waren **Faktoren für Krankheitsentstehung** ermittel worden, konnte es, unter Beachtung dieser Ursache, nach der **kausalen Ätiologie kausale**, auf die Ursachen gerichtete **Therapie** geben. Das Spektrum der lebenden Krankheitsursachen wurde erweitert, namentlich durch die Viren. Als Krakheitsursache erschien **Mangel an bestimmten Hormonen**, teilweise durch Hormon-Zufuhr behebbar. Ebenso konnten **Vitamin-Mängel** angegangen werden. Bei manchen schweren Leiden, die von den Eltern zu den Nachkommen weitergegeben wurden, waren **Defekte in der Vererbungssubstanz** zu vermuten und wurden mit der Genomanalyse auch nachweibar. Eine Therapie war kaum möglich und ist bus heute oft begrenzt. Ausschließen von Trägern von Erbkrankheiten schien einzig mögliche Therapie zu sein.

Aber es konnte auch anderswo zunehmend tiefer in die Kausalität Einsicht genommen werden. Nunmehr im 20. Jh., wurden viele **Einzelheiten im** 1. **Stoffwechsel, im Metabolismus**, bekannt und konnten 2. die **Rezeptoren in den Zellwänden** erschlossen werden. Von diesen Dingen her, Stoffwechselschritten und Rezeption von Substanzen an den Zellwänden, wurde die Wirkung von Medikamenten, von Pharmaka, verstehbar, auch die Wirkung von Drogen. Und aus der Kenntnis der Dinge wurde dann gezielt nach weiteren, vielleicht besseren, die aus der Natur stammenden Vebrindungen übertreffenden Pharmaka gesucht. Nicht ohne Erfolg.

Unabhängig voneinander veröffentlichten 1940 die britischen Mediziner D. D. WOODS und P. FILDES die "**Antimetaboliten-Theorie**", wonach die antibakterielle wirkenden und in Deutschland gefundenen Sulfonamide an einer bestimmten Stelle im Stoffwelchsel der Bakterien eingreifen und sie zum Absterben bringen (so bei G. B. ELION 1989, Nobel-Vortrag, S. 893). Gewiß hatte CORI einmal gemeint, die Stelle im Stoffwechsel gefunden zu haben, wo das Insulin eingreift. Das reichte nicht. Erkennbar wurde aber nicht allein, wo Medikamente eingreifen, sindern

auch **Gifte**. Auch Medikamente können Gift sein. Es wurde ermittelt, daß Bleivergiftung darin besteht, daß ein Schritt in der Biosynthese des Blutfarbstoffs Häm eingreift, bei der Delta-Aminolävulinsäure-Dehydrase und dann sich Porphyrine anreichern (B. FRANCK 1982, S. 334). Als schädigend für die Häm-Biosynthese wurden mehr als 100 Medikamente nachgewiesen, "Barbiturate, Sulfonal, Ergotalkaloide, Griseofulvin, Östrogen und auch Ethanol ...." (ebenda), Aber die Suche nach den Angriffstellen von Pharmaka war damit nicht aus der Welt. Auch, wenn noch manche Änderungen kamen etwa bei der Beurteilung des Cholesterin. Zu dem allen aber hier nur die Andeutung und später etlcihes Nähere.

## Umweltfaktoren im Tier- und Menschenleben

CARL DORNO (Wikipedia 2014) erschloß die biologische Wirkung von **Ultraviolett/UV-Licht**. Geboren 1865 in Königsberg hat er dort Wirtschafts- und Rechtswissenschaften studiert, übernahm das väterliche Handelsgeschäft, studierte noch Naturwissenschaften. Zur Heilung seiner Tbc-kranken Tochter zog der vermögende DORNO 1904 nach dem für Tbc-Heilung bekannten Davos. Hier suchte er auch nach den Ursachen für die Wirkung des dortigen Heilklimas und kam so dem UV. Zuletzt erblindet beging DORNO 1942 Suizid. OSCAR HERTWIG und fortgesetzt durch seine Tochter PAULA erforschten die Wirkung **radioaktiver 'Strahlung'** auf Lebwesen und dabei fand sich nicht nur die Wirkung auf das Individuum, sondern über die beeinflußten Keimzellen auch auf die Nachkommen (S. GERSTENGARBE 2012). Während langwellige Strahlung wohl unbedenklich der Kommunikation etwa im Radio dienen kann, erschien kurzwellige elektromagnetische Strahlung um so lebensfeindlicher, je kürzer die Frequenz und ist nicht nur ebenfalls nicht zu umgehen, sondern bewirkt über Mutationen auch die Evolution mit.

## Ökologischer Faktor Temperatur - die 'Vorzugstemperatur'

Eine eigenwillige Methode zur Feststellung von durch Tiere bevorzugte Temperaturen entwickelte KONRAD HERTER (1941) von der Universität Berlin durch die Feststellung der **Vorzugstemperatur**. In einem "Temperaturorgel" genannten langen Glasgefäß wird eine Bodenplatte von der einen queren Seite her beheizt und von der anderen abgekühlte. Auf der Bodenplatte bildet sich ein Temperaturgefälle, ein Temperaturgradient, zwischen den beiden Temperaturen an den schmalen Enden. Bei Landtieren verschiedenster taxonomisher Zugehörigkeit, Nagertiere wie Mäuse, Eidechsen, Blindschleichen, Agame, Insekten, wurde beobachtet, bei welchen Wärmegraden an der Bodenfläche sie sich am meisten aufhielten,

ja ruhten. Das untersuchte bewegungsfähige Tier zeigte also selbst an, wie es zum Umweltfaktor Temperatur steht. Die Vorzugstemperatur erwies sich als 'artlich und rassisch' konstant. Die ermittelte Vorzugstemperatur mußte also eine Eigenschaft gelten sie die Färbung. Die Vorzugstemperatur erwies sich als verknüpft mit der Intensität des Stoffwechsels, und die Stoffwechsel-Intensität ließ sich bei den Wechselwarmen, den Poikilothermen, überprüfen an der Atemhäufigkeit (S. 100). Bei der Vorzugstemperatur gab es ein Stoffwechselminimum (S. 101), was einen Vorteil bedeutete. Die Temperatur wurde von den Tieren offensichtlich durch Temperaturrezeptoren festgestellt und über das Zentralnervensystem das Verhalten zur Vorzusgtemperatur vermittelt. Homoiothemre, 'Gleichwarme', halten zwar ihre Körpertemperatur, aber das ist bei Abkühlung wie bei Überwärmung mit Stoffwechselaufwand verbunden und es gibt eine Temperatur, bei der am wenigsten nachreguliert werden muß. Forscher verschiedenster Länder haben solche Untersuchungen zur Vorzugstemperatur durchgeführt und das bis 1941 in Rußland, Palästina, Istrien, auf Adriainseln, in Wüsten. Und es zegte sich, daß die Vorzugstemperatur und damit der dahinter stehende Stoffwechsel mit den Bedinungen in den Biotopen der Tiere harmoniert. Also die bis Skandinavien verbreitete Wieseneidechse/Lacerta vivipara hat eine entschieden niedrigere Vorzugstemperatur als die an wärmere Standorte gebundene Smaragdeidechse/Lacerta viridis. Anpassugn auch in physiologischen Eigenschaften an ökologische Standortfaktoren war offensichtlich. Es war Physiologie von außen, am unbeschädigten lebenden Tier, wenn man nicht Entzug von Hirnteilen hinzufügte. Als Anregung zu den Untersuchungen nennt HERTER (S. 155) die Alltagsbeobachtung von meistens an bestimmten Stellen in der Natur bevorzugt anzutreffenden, ja ruhenden Tieren. Sicherlich war das alles nicht der höchste Gipfel der Zoophysiologie im 20.Jh., aber doch ein gutes Stück **Aufdeckung von Zusammenhängen**, von der Ökologie zur Stoffwechselphysiologie und der Sinnesphyiologie, "geeignet .. Brücken zwischen den verschiedensten Zweigen der Zoologie zu schlagen" (K. HERTER, S. 164).

## Vergleichende Physiologie durch das gesamte Tierreich, Ähnlichkeiten und Unterschiede in den auftretenden Substanzen und den Lebensvorgängen durch die Organismenwelt

Was Antomie/Morphologie schon stark hinter sich hatten, nämlich der Vergleich von verschiedenen Tier- und auch Pflanzengruppen, wurde für die Lebensvorgänge, für die Physiologie, in vielem jetzt durchgeführt. Als es möglich wurde. Die vergleichende Anatomie/Morphologie hatte schon im 17. Jh. mit etwa MALPIGHI und dessen Darstellung zum Beispiel der Stigmen, der Atemlöcher, und der Tracheen bei Insekten zunehmend auch die **Physiologie einbezogen**, erörterte die Funkti-

on der Organe, der Strukturen. Anders war die Beschreibung der Strukturen nicht sehr sinnvoll. Die vergleichende morphologische Beschreibung der verschiedenen Lichtsinnesorgane im Tierreich etwa 1924 bei PLATE war ohne Erörterung der Sehmöglichkeiten etwa bei Lochauge, Kameraauge, Linsenauge, zusammengesetztem Auge nicht möglich. Ein Institut für **Vergleichende Physiologie** richtete ab 1915, 1919, HERMANN JACQUES JORDAN (Wikipedia 2016) an der niederländischen Reichsuniversität Utrecht ein und trat 1929 mit dem 734 Seiten starken Buch 'Allgemeine Vergleichende Physiologie' hervor. JORDAN war am 9. Juli 1877 als Kaufmannssohn in Paris geboren worden. Seine Mutter war Jüdin. Er wuchs in Deutschland auf, studierte hier und wirkte, ab 1911 als Professor, an der Universität Tübingen. 1913 wechselte JORDAN nach Utrecht, wurde hier 1915 Extraordinarius, 1919 Ordinarius. Nicht nur selbst Halbjude, sondern auch verheiratet mit einer Jüdin, wurde er 1943 von der Universität entlassen, mußte sich mit seiner Frau verstecken und starb am 21. September 1943.. In seinem viele Ergebnisse verschiedener Forscher auswertendem Buch von 1929 behandelte JORDAN die **Verdauung** beispielsweise beim Flußkrebs/*Astacus* (S. 29) und bei zahlreichen niederen Tieren auch die anderen Lebensvorgänge. Auch bei niederen Tieren wurde ins Nervensystem (s. u. ) eingegriffen, mit Exstirpationen (S. 524).

In Deutschland sprach von **Vergleichender Physiologie** ALFRED KÜHN. Vor allem vertrat die Vergleichende Physiologie WOLFGANG VON BUDDENBROCK (D. BRÜCKMANN 1985, F. SCHALLER 1985). VON BUDDENBROCKs 4-bändige "Vergleichende Physiologie" 1950, 1952, 1953 behandelte ausführlich Sinnesphysiologie, Nervenphysiologie, Hormone. Auch die Ausbildung der dafür zuständigen Organe, also etwa der Lichtsinnesorgane und der Hormondrüsen, wurden dabei beschrieben.

Der1941 gestorbene italienische Physiologe FILIPPO BOTTAZZI (L. BELLONI 1970), Professor in Genua und dann in Neapel, verglich von den Wirbellosen bis zum Menschen den **osmotischen Druck der** organischen **Flüssigkeiten** in ihnen. Bei den Knochenfischen beginnend und dann ab der Amphibien erschien der osmotische Druck der Körperflüssigkeiten nicht mehr gleich dem des umgebenden Milieus, war also wie die Körpertemperatur der höheren Wirbeltiere umgebungsunabhängig. BOTTAZZI sprach von **poikilo-osmotic** und **homeo-osmotic**, Nicht nur in der Körpertemperatur, auch im osmotischen Druck des Blutes war, wie schon bekannt, etwa der Mensch ziemlich umgebungsunabhängig.

Von der Feststellung der **Sehpigmente** bei zahlreiche Tierarten berichtet G. WALD (1968), der (1935) die von ihm untersuchten Vorgänge in der isolierten Retina im Auge des Ochsenfrosches/*Rana catesbiana* beschrieb und dabei die Rolle des Vitamin A, das Endprodukt der Bleichung des 'visual purple', das im gesunden Auge aus dem Vitamin A resynthetisiert wird. Vitamin A bildet sich also zum

'Sehpurpur'

Als allgemeines Merkmal erschien, daß sich der Ablauf von Vorgängen wie der Nervenleitung etwa vom Gehirn zum Muskel in **Kaskaden von Vorgängen** abspielte, wurden also nacheinander und in Wirkung aufeinander verschiedene Substanze, Enzyme etwa, mobilisiert, und an ihnen wirkten **etliche Faktoren, Aktivatoren, Hormone** und andere mit (E. G. KREBS 1993). Enzyme wirken auch auf Enzyme (E. H. FISCHER 1993). Als immer mehr komplex erkannt wurden auch immunologischen Vorgänge, 'ein Fremdstoff in die Blutbahn und eine Immunantwort' - das war einmal.

## Verbindung von Organismenuntersuchung mit Chemie: Biolumineszenz

Fliegende Leuchtkäferchen oder am Boden glühende Leuchtkäferweibchen oder gar leuchtende Tiere im Meer, gar in der Tiefsee, stehen vielleicht etwas außerhalb allzu großer Aufmerksamkeit, aber wurden doch ein interessantes Kapitel physiologischer Forschung im 20. Jh. "**Kaltes Licht**", Abgabe von Lichtenergie, "Phosphore", gibt es auch bei chemischen Prozessen. Pyrogallol gibt Licht bei Zugabe von Oxidasen aus Pflanzen, etwa in Saft von Kartoffeln oder Rüben, und etwas Wasserstoffperoxid (F. H. JOHNSON 1967). Auch bei den leuchtenden Tieren zeigte sich, daß ein Leuchtstoff von einem Enzym angeregt werden muß, bestand nach der Terminologie von DUBOIS ein **"lucife´rine"-"luciferase"-System**. In Extrakten von heißem und kalten Wasser hatte DUBOIS die Komponenten getrennt 1885 vom westindischen Käfer *Pyrophorus* und 1887 von der Meeresmuschel *Pholas*. Der mit führende USA-Physiologe EDMUND NEWTON HARVEY (F. H. JOHNSON 1967), Princeton, griff das erneut auf. Auch wenn ihm die ReinDarstellung der chemischen Komponenten noch nicht gelang, fand er bei verschiedenen Gruppen von Leuchttieren unterschiedliche für das Leuchten zuständige Komponenten, was für HARVEY auf unabhängige Entstehung von Bioluminszenz bei verschiedenen Tiergruppen sprach.

## Aufeinanderabgestimmtsein und Zusammenwirken der Vorgänge - Regulationen

Die Physiologen, auch die Großen wie CARL LUDWIG, hatten vielfach die Einzelvorgänge im lebenden Körper festgestellt, die Einzelprozesse als die "Atome" der Physiologie, das heißt wie wirkt ein bestimmter Nerv auf das Herz, den Darm, und welche Hormone haben welche Einzelwirkung. Und das war sicherlich erst einmal

unumgänglich. Nun, etwa auch mit PAWLOW, rückte das **Zusammenwirken** in das Blickfeld der Physiologen, die sich zu Internationalen Physiologenkongressen trafen, in Leningrad, 1938 zum XVI. Internationalen Physiologen-Kongreß in Zürich. Die Physiologie bekam dadurch wieder mehr einen Zug ins Große. Statt allgemeiner Verkündigungen wurden aber die für die Zusammenhänge gültigen Vorgänge zu ermitteln gesucht. Aktivität in den einen und gleichzeitig Hemmung in anderen Gehirnbereichen, wie es PAWLOW und andere, wie HESS, **Gehirnphysiologen** und Neurologen untersuchten, liegt auf einer Ebene.

Schon BERNARD hatte auf die Konstanz der Zusammensetzung der körperinneren Flüssigkeit aufmerksam gemacht, auf das "**innere Milieu**", von dem die Zellen mit Ausnahme der an den Oberflächen, umspült waren. In gleichartiger Umgebung vollführten die Organe und Zellen im Körperinneren ihre Funktionen.

Dieses innere Milieu aufrechtzuerhalten wirkten verschiedene Dinge, so die Pufferung, welche den pH-Wert aufrechterhielt, im Blut, eingehend untersucht von dem US-Physiologen LAWRENCE JOSEPH HENDERSON (1928; J. PARASCANDOLA 1972). Der ebenfalls US-Physiologe WALTER BRADFORD CANNON (S. BENISON et al. 1978) prägte 1926 für Aufrechterhaltung des 'inneren Milieu' den Ausruck "**Homöostase**" / 'homoestasis'. Zuständig waren nicht nur das Nerven- und das Hormon-System. Etwa Zunahme des Kohlendioxid im Blut erhöhte über Nerven die Atemfrequenz und damit den Luftaustausch. Die Verbindung von Nervensystem und phsiologischen sowie psychischen Vorgängen lieferten die Forschungen CANNONs über die **'körperlichen Veränderungen bei Schmerz, Hunger, Furcht und Wut'**. (Buchtitel: "Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage" 1923). Hunger, Schmerz, Furcht, Wut wirkten etwa auf die Verdauung. .

Der führende Schweizer Physiologe WALTER RUDOLF HESS, ein bedeutender Hirnforscher, warf um 1931 die Aufmerksamkeit auf das **Zusammenspiel**, **ein sinnvolles Aufeinander-Abgestimmtsein in den Vorgängen** im Lebewesen, an denen Nervensystem wie Hormone beteiligt sind. Das Nebennieren-Hormon **Adrenalin**, wie HESS 1931 ausführte, wirkt **fördernd** auf die **Herztätigkeit** und hat **Hemmungswirkung auf die Verdauungsorgane**. In einer angespannten Situation muß das Herz sinnvoll stimuliert werden, muß ihm verstärkt Blut zugeführt werden. In diesem Zusammenhang ist Funktionshemmung der Verdauungsorgane sinnvoll, ist diese "tatsächlich eine sehr wichtige Unterstützung der Aktivitätssteigerung des Herzens, und sie verhilft zu einem regulatorischen Volleffekt" (S. 11/12). Solche Zusammenhänge im Organismen festzstellen wäre ebenso wichtig wie die bisher vorherrschende analysierenden Forschungsmethoden. HESS wandte sich gegen Forscher, "welche alles das, was über die Fixierung der Resultate des funktions-analysierenden Experimentes hinausgeht, ablehnen. ... Denn

die Feststellung von Zusammenhängen, welche die Teilvorgänge in eine dem Organismus zweckdienlich Gesamtleistung zusammenfügen, ist nicht weniger auf die Erforschung des Tatsächlichen gerichtet als die Funktionsanalyse. ...

Denn alles organische Geschehen ist geordnetes, und zwar eingeordnetes Geschehen ..." "Eine wirklich befriedigende Erkenntnis ist erst erreicht," heißt es bei HESS weiter (S. 12), "wenn die Einzel- und Teilvorgänge auch in den Zusammenhängen verstanden werden, aus welchen sie das analysierende Experiment herausgelöst hat ..."

Auch das **Immunsystem** ist in alles das mit einbezogen.

## Die entscheidenden Lebensvorgänge und die zuständigen Organe - Physiologie

Auch für einen manchmal als simple Gas-Diffusion durch gasdurchlässige Membranen aufgefaßten Vorgang wie die **äußere Atmung**, den Gasaustausch mit der Atmospäre wurden die Zusammenhänge genauer erfaßt. **Atmung**, die äußere, der Gaswechsel zwischen Außenluft und Blut durch eine durchblutete gasdurchlässige Membran, so in der Lunge, war nicht nur ein einfacher leicht verstehbarer physikalischer Stoff-Austausch, eine einfache Diffusion, sondern wird durch zahlreiche Vorgänge reguliert. Manches war schon im 19. Jh. bekannt geworden, Vieles wurde ergänzt und etwa für den Stand von 1929 von H. J. JORDAN vorgestellt. Säure im Blut, normalerweise Kohlensäure(CO2), aber auch angehäufte Milchsäure, regen wie angenommen von der Medulla oblongata aus die Atmung an (S. 153). Bei Fröschen der Gattung *Rana* reicht in großen Teilen des Jahres die **Hautamtung**, aber im Frühjahr, in der Begattungs- und Laichzeit, muß die immer mögliche **Lungenatmung** unbedingt **hinzutreten**, was in einem komplizierten Apparat ermittel wurde (S. 152). Bei etlichen Tiergruppen gibt es auch verschiedene andere **Blutfarbstoffe** als das in den Wirbeltieren vorhandene Hämoglobin, welche den Sauerstoff-Transport im Blut bewirken. Nicht an Blutkörperchen gebunden ist das im Blutplasma aufgelöste, Kupfer enthaltende **Hämozyanin** zahlreicher Muscheln und Schnecken und auch der Cephalopoden, also auch der Tintenfische (H. J. JORDAN 1929, S. 200 ff.). **Hämoglobin** wurde als der wieksamste der Sauerstoff übertragenden Blutfarbstoffe festgestellt. J. B. S. HALDANE (zit. bei O. KOEHLER 1933, S. 174) stellte für die **Atmung** zusammen: "Erleichterung der Oxyhämoglobinbildung durch den Verlust der CO2 in der Lunge. Erleichterung der CO2-Aufnahme in den Geweben(Bikarbonatbildung) durch die Sauerstoffabgabe in den Geweben. Förderung beider Prozesse durch Anwesenheit der Salze. Beziehungen der Blutreaktion zur Nahrung. Regulation durch die Nieren, die Lun-

genventilation. Blutpufferung, Alkalireserve, Nervöse und chemische Regulation der Atmungsgröße. Konstanz des CO2-Drucks in der Lunge. Regulation der Kapillarenweite in tätigem bzw. in ruhendem Gewebe. Konstanz des Sauerstoffdrucks in der Lunge, seine Regulation in den Geweben (Zirkulation). Akklimatisation an höheren und niederen Sauerstoffdruck des Atemmediums durch Vermehrung oder Verminderung der Hämoglobinmenge, entsprechende Alteration der blutbereitenden Organe. Anwachsen der Atmungsgröße im Hochgebirge, aktive Sauerstoffsekretion der Wandzellen der Lungenkapillaren wie in der Schwimmblasenwand der Fische, Toleranz des Gehirns gegen zu niederen arteriellen Sauerstoffdruck." Die Blutbeschaffenheit ist nicht immer gleich. Die Gewebszelle befindet sich nicht in konstanter Umwelt (O. KOEHLER 1933, S. 174).

Der **Herzschlag/Systole,** sein Rhythmus, seine Sequenz, war einesteils autonom, aber auch durch etliches beeinflußbar. Überhaupt aber Automatismus (A, BETHE 1952, S. 284 u. a.): Ist ein Herzschlag ein Reiz für den nächsten Herzschlag, der dann eine Reaktion auf einen Reiz ist und damit wäre das Herzgeschehen ein immer wiederkehrender Kettenreflex? **Bei allem Automatismus** ist der Herzschlag durch verschiedene Faktoren beeinflußbar, unterliegt **Regulationen**: Schon im 19. Jh. (s. d.) fand man **Hemmung** durch vom Nervus vagus ausgehende Nerven und zur **Beschleunigung** anregende, vom Nervus accelerans her. Bei stärkerer Hemmung kann es bis zur vollkommenen Erschlaffung in der Diastole kommen, aber auch bei anhaltender Reizung setzt der Herzschlag wieder ein (H. J. JORDAN 1929, S. 234). **Blutdruckerhöhung** und damit **stärkeren Herzschlag** und Stoffwechselanregung bewirkt das Nebennieren-Hormon **Adrenalin** (S. 235).

Die große Rolle der Nieren und der von ihm im Tierreich vergleichend erforschten **Exkretionsorgane** überhaupt für die Konstanz der Körperflüssigkeiten erforschte der bei CANNON ausgebildete US-Physiologe HOMER WILLIAM SMITH (1957, 1959; W. F. BYNUM 1975, R. F. PITTS 1967, H. D. RILEY jr. 1981), 1928 bis 1961 als Professor Direktor der Physiologischen Laboratorien am New Yorker University College für Medizin.

## Krankheiten - abgegrenzte

Manche bisher als wenig akzentuierte Leiden auftretende Krankheitserscheinungen wurden als deutlich unterscheidbare Krankheiten abgegrenzt.

War es nun für Mediziner so schön, wenn ihre Name mit einer oft schrecklichen Krankheit verbunden wurde? Etwa der des Mediziners ALZHEIMER, oder von CREUZFELD und JAKOB. Was als **Alzheimersche Krankheit** bezeichnet wurde, ist eben nicht eine allgemeine Alters"trödelei", sondern eine "echte, bösartige

Alterskrankheit mit einem typischen Verlauf"(D. E. ZIMMER 1993, S. 29) und wohl nicht ohne erbliche Grundlage. Werden neuere Zweifel das verändern?

Wo es angebracht erschien, einen klaren Krankheitsbegriff zu vermeiden, sprach man von "**Syndromen**".

## Erstaunliches in der Chirurgie

FERDINAND SAUERBRUCH ermöglichte durch seine technischen Erfindungen 1904 Operation **am geöffneten Brustkorb**, ohne daß die Lunge zusammenfiel. Der damals als Assistenzarzt in Eberswald tätige WERNER FORßMANN, dem französische Forscher 1861 bei Pferden vorangegangen waren, hat **1929** von seiner Armevene aus einen 'geölten dünnen Schlauch' in Richtung Herz bewegt und dann auch mit einem von ihm stammenden Kontrastmittel nachgewiesen, daß die Herzwände unbeschädigt blieben und somit die **Herzkatheder-Methode** gefunden (M. KOCH 2019, a. Wikipedia 2019 u. a.). Als NSDAP-Mitglied seit 1932 erhielt FORßMANN 1945 bis 1950 Berufsverbot. Er hat dann als Urologe gearbeitet und war fast vergessen. Aber die Akademie der Wissenschaften der DDR verlieh FORßMANN 1954 die Leibniz-Medaille. Unabhängig wurde das Verfahren der Herzkathederisierung auch in den USA gefunden, durch ANDRE´ COURNAND und DICKINSON W. RICHARDS und diese stießen auch auf die Arbeit von FORßMANN, benahmen sich sehr anständig und so erhielt zusammen mit COURNAND und RICHARDS der ausfindig gemachte und überraschte FORßMANN den Nobelpreis für Physiologe or Medizin 1956.

## Gewebekultur - entwickelt aus den Experimenten zur Entwicklungsphysiologie

## Versuche zur Gewebe-Kultur bei Pflanzen

Bei **Pflanzen** hatte HUBERT LEITGEB, Graz, festgestellt, daß einzelne Spaltungsöffnungszellen an verfaulenden Schaftstücken etwa des Liliengewächses *Galtonia candicans* lange überleben (G. HABERLANDT 1902). GOTTLIEB HABERLANDT (1902) versuchte davon angeregt **seit 1898** einzelne Pflanzenzellen isoliert zu halten und aufzuziehen, Kultur pflanzlicher Zellen zu betreiben. G. HABERLANDT, einer führenden Botaniker seiner Zeit, war als Sohn eines Agrikulturbotanikers 1854 in Ungarisch-Altenburg geboren worden, wurde 1888 Ordinarius für Botanik in Graz, 1910 in Berlin. Für die Aufzucht erschienen ihm aus einem

lockeren Verband herauslösbare, aber zur Assimilation und damit zum Weiterleben geeignete Zellen als besonders geeignet. Er zerzupfte Teile von Hochblättern der Purpur-Taubnessel/*Lamium purpureum* L., auf einem Objektträger in einigen Tropfen Nährlösung mit zwei Nadeln, bis isolierte Zellen nachzuweisen waren. Die Kultur solcher und anderer isolierten Zellen betrieb er zuerst im hängenden Tropfen von Nährlösung, dann in kleinen bedeckelten Glasschälchen mit etwa 10 Kubikzentimeter Nährlösung. Im diffusen Tageslicht blieben die isolierten Zellen lange am Leben, assimlierten noch, wenn im normalen Entwicklungsgang des Gesamtorganismus das bei diesen Zellen hätte beendet sein müssen und zeigten erhöhten Turgordruck. Das verwies, und das wollte HABERLANDT damals vor allem herausfinden, auf Regulationen in der intakten Gesamtpflanze, so wegfallenden Hemungsreiz. HABERLANDT fand bei seinen isolierten Zellen nie Teilung. Das ließ HABERLANDT nach Faktoren zur Auslösung von Zellteilungen fragen, und er postulierte sie in "Wundhormonen" (s. d.). Trotzdem HABERLANDT keine Teilung fand, hoffte er, daß es mit solchen isolierten "vegetativen" Zellen vielleicht doch einmal gelingen könnte "künstliche Embryonen", hier von Pflanzen, also vegetativ entstandene Pflanzenindividuen, "zu züchten" (S. 90), was in der Praxis allerdings noch auf sich warten ließ.

## Gewebe-Kultur aus Zellen von Tieren

Mehr Aufsehen, namentlich wegen Beachtung auch in der Medizin, erregten Gewebekulturen von **Tier und Mensch**. Die Abtrennung und Sonderung von Zellen der Keime, wie sie ROUX und DRIESCH durchführten, wurde, als "logical outcome" durch HARRISON 1907 (1912, S. 182) weiterentwickelt zur Aufzucht von Zellen, schließlich auch von Zellen älterer Organismen, womit die Zell- resp. **Gewebekultur** entstand, die Aufzucht der einem Organismus entnommenen Zellen außerhalb des Körpers, **in vitro**. HARRISON hielt Nervengewebe vom Frosch-Embryo im 'hängenden Tropfen' aus geronnener Lymphe und von geronnenem Blutplasma an der Unterseite eines Deckgläschens über einem ausgehöhlten Objektträgerglas. Von dem Gewebe wuchsen Fäden in das zellfreie Medium, was für die Neuronentheorie, die Herkunft der Nervenfasern aus Nervenzellen sprach.

Isolierte Zellen zeigten eines ziemliche Selbstdifferenzierung. Es gab auch Entdifferenzierungen und folgten andersartige Differenzierungen (G.. R. DE BEER 1926), was schon auf die Stammzellen-Forschung am Beginn des 21. Jh.hinweisen kann. Auch die Einwirkung, Interaktion der Zellen aufeinander öffnete sich der Untersuchung. Gewiß konnte hier wie gegen eigentlich jedes physiologische Experiment eingewandt werden, daß innerhalb des intakten lebenden Gesamt-Organismus die Dinge anders verhalten. Deshalb war der Vergleich mit den Vorgängen im Gesam-

torganismus notwendig.

**Gewebe- und auch Organ-Kultur waren einmal erfunden vielseitig anwendbar**. Zunächst **für eine bestimmte Untersuchung ersonnene Methoden** wie auch die Herstellung von zellfreien Zellextrakten durch BUCHNER wurden oft **auch anderswo unersetzlich**. Für zahlreiche Untersuchungen, so auch Prüfungen von Pharmaka, wurden Zell- und Gewebe-Kulturen ein bedeutendes Mittel. Das große Problem war wie bei anderen Eingriffen in Organismen das **Fernhalten von Mikroben**, die 'Keimfreiheit', die 'Keimfreihaltung'.

MARGARET REED LEWIS und WARREN H. LEWIS züchteten Gewebe in indifferenter Salzlösung. ALEXIS CARREL schuf 1921 in Paris ein steriles Zellkulturlaboratorium (B. BORGEEST 1991). Kulturen von menschlichen Bindegewebszellen vermehrten sich angeblich immerfort, Zellen außerhalb des normalen Körperverbandes schienen also endloses Leben zu besitzen. LEONARD HAYFLICK fand jedoch 1961, daß sich normale Zellen vom Huhn höchstens 30mal, menschliche Bindegewebszellen maximal 50mal teilen können. CARREL hatte seine Nährlösung vermutlich unerkannt immer wieder mit jungen Zellen verunreinigt. Unsterblich sind jedoch die Krebs (Carcinom)-Zellen, also jene Zellen, die dem Gesamtorganismus den vorzeitigen Tod bringen. So lebten noch am Ende des 20. Jh. Nachfolgezellen der 1952 an Krebs verstorbenen Amerikanerin HENRIETTE LACHS, die berühmten HeLa-Zellen.

## Viel Neues in der Zellforschung/Zytologie

Was im 19. Jh. und bis um 1950 von den Zellen bekannt war, waren eigentlich nur Grobstrukturen. Das gilt sogar für den Zellkern mit seinen Kernfäden, den immer besser färbbaren Chromosomen und ihren von jedem Biologie- und Medizinstudenten zu beherrschenden Mitose- und Meiose-Bildern und den daraus für die Vererbung zu ziehenden Schlußfolgerungen. Etwa die Zellmembran, die Zellwand, wurde eher als ein einheitliches Gebilde, betrachtet. Es bestätigte sich immer wieder und sogar zunehmend, daß **der Weg ins Kleine, ins Mikrokopische** und darüber hinaus **völlig richtig war**, um **für Lebensvorgänge eine Erklärung** zu finden. Das war der Fall mit der Feststellung des Anfangs jedes Lebewesens aus einer Zelle und des Stoffwechselgeschehens in jeder Zelle im 19. Jh., war der Fall mit der Suche nach der Vererbungssubstanz im Zellkern und damit der Evolution und dort in den Chromosomen als spezifische Organellen und setze sich nun fort mit der Aufklärung der Leistungen weiterer Organellen, so der Mitochondrien für die Sauerstoff-Atmung.

## Noch zu Anfang des 20. Jahrhunderts unsichere, nur unzureichend gesehene weitere Zellstrukturen

Lange, bis tief ins 20. Jh. , bis zur Benutzung des Elektronenmikroskops, blieb umstritten der von GOLGI **1897** mit seiner Nervenfärbungsmethode in Nervenzellen gefundene netzartige 'internal reticular apparatus', 1913 '**Golgi-Apparat'** genannt (P. MAZZARELLO et al, 1998). Unter GOLGIs bedeutenden Schülern hat EMILIO VERATTI den 'Golgi-Apparat' auch in den Fasern von Skelett-Muskeln gefunden und er stellte sich heraus als allgmeiner Zellbestandteil. Seine Bedeutung fand sich in der Protein-Sekretion (E. G. BERGER 1998).

Eine noch in das auch mikroanatomisch in den ersten Grundlagen so wegweisende 19. Jh. gehört auch die der **Mitochondrien**, bekannt geworden und benannt durch CARL BENDA **1898**. RICHARD GOLDSCHMIDT (1959, S. 160/161) hatte miterlebt, wie der seit 1894 am Berliner Krankenhaus am Urban als Prosektor beschäftigte BENDA (Wikipedia 2015) auf einem Anatomenkongreß (R. GOLDSCHMIDT 1959, S. 160/161) "damals sehr schüchtern und unsicher" in einem Vortrag erklärte, daß er eine neue, überall vorhandene Zellstruktur von denkbar großer Bedeutung gefunden hätte, ..." An einzelnen Zellen, so in den Spermatiden, waren diese Gebilde schon beschreiben gewesen, Zu dem Vorkommen in jeder Zelle standen die Zuhörer BENDAs "mehr als skeptisch ... " gegenüber und "war" der "Vortrag alles andere als ein Erfolg. Am Nachmittag aber demonstrierte er sie auf dem kümmerlichen, provisorischen Korridor ..." und da zeigte sich: "Alle Zellen, welcher Art sie auch sein mochten, ließen die typischen Fäden und Körner erkennen, die auf hellen Untergrund tiefviolette hervortraten." WALDEYER hatte an Chromosomen nicht geforscht, aber seine **Benennung** dieser Gebilde rückte sie ins allgemeine wissenschaftliche Bewußtsein. Und so geschah es nun mit den von BENDA sogar untersuchten **und benannten 'Mitochondrien**'. Es "vermochte damals noch niemand zu ahnen, welche bedeutende Rolle diese zarten Strukturen einmal 50 Jahre später innerhalb der Zellphysiologie spielen sollten" (S. 162) - die der 'Kraftwerke der Zelle, wo der Sauerstoff energetisch verwertet wird.

## Anatomie/Morphologie ins immer Kleinere - Die neue Zell-Forschung - einer der ganz großen Fortschritte in der Entwicklung der Biologie

Der auffallendeste und wohl wichtigste Zellbestandteil ist das **Protoplasma**. Es erschien eher als homogene halbflüssige Masse mit in ihr befindlichen Bestandteile wie dem Zellkern. Eiweiße setzten es zusammen. Aber es wurden zuerst

eher **physikalische** und dann **kolloidchemische** und damit auch mehr physikalische Überlegungen zum Protoplasma angestellt. Viel debattiert wurde die '**Wabentheorie**' von OTTO BÜTSCHLI. RHUMBLER sprach in Anlehnung daran von der 'spumoiden Struktur' des Protoplasmas (M. NOWIKOFF 1930, S. 30 ff.). Die Aufklärung der chemischen Seite, die Feststellung der einzelnen Substanzen, kam erst danach und war auch gebunden an die Aufklärung der Kleinbestandteile im Protoplasma. Deutlich wurde der Unterschied zwischen der Zelle der **Prokaryoten** und der **Eukaryoten**. Die Prokaryotenzelle, wie sie alle Bakterien aufweisen, weist weder einen Zellkern noch "klar abgegrenzte funktionelle Einheiten" auf (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 44). Die Palette der für die Zellforschung nötigen **Färbungen** wurde erweitert. Speziell für die Chromosomen, also Bestandteile im Zellkern, fand J. W. ROBERT FEULGEN, Ordinarius für Physiologische Chemie in Gießen, die nach ihm genannte violette Färbung /Feulgen-Färbung, mit fuchsinschwefliger Säure/Schiffsches Reagenz. Von BENSLEY (C. G. B. GARRETT 1980, P. G. ROOFE 1970) kamen Janus-Grün und Osmium-Säure, und er brachte weitere neue Techniken in die Zellforschung. Mit dem Lichtmikroskop schien man um 1930 an Grenzen der Zellforschung gestoßen zu sein (A. CLAUDE 1975, S. 433). Und nun: In größerem Maße wurden an geeigneten Zellen auch experimentiert, um 1970 von BRACHET (s. W. H. THORPE 1974, S. 387) der Zellkerne aus den **Zellen entfernt** und verfolgt, welche Ausfälle eintraten, daraus auf des Zellkerns Funktion geschlossen, vergeichbar den Exstirpationsexperimenten mit Organen im 19. Jh. Die Grünalge *Acetabularia* war da gut geeignet

## Die großen Fortschritte in den Forschungsmethoden und große neue Erkenntnisse

Die Zellforschung, durchgeführt oft an kultivierten Zellen, **Eukaryotenzellen**, fand und benutzte neue Methoden: **Elektronenmikroskopie**, **radioaktive Markierungen,** und vorangehend mit CLAUDE eine frühere Trennungsmethoden (G. R. BARKER 1956, S. 311) weit übertreffende **Fraktionierung auch der kleinen** bis winzigen**,** bisher nicht klar unterschiedenen **Zellbestandteile** durch differentielle **Zentrifugierung** (A. CLAUDE 1975, S. 433, DE DUVE 1975)**.** Die bisher eher anhangsweise mitgeteilten, manchmal alle als 'Mikrosomen' bezeichneten Gebilde, eher Staub im Zellraum, wurden, nun fraktioniert, in ihren Funktionen eingehend untersucht und wurde von ihnen vieles bekannt. Diese Zellbestandteile wurden stark vergrößert, neue Bestandteile gefunden und Funktionen gebunden an bestimmte Zellbestandteile gefunden, ja, im Falle der Verdauung im Kleinen bei den Lysosomen ein nicht geahnter Zellvorgang entdeckt (DE DUVE 1963). Der an der neuen Zellforschung führend beteiligte Belgier ALBERT CLAUDE sprach in sei-

nem Vortrag anläßlich der Nobelpreisverleihung an ihn DE DUVE und PALADE 1974 von "**The Coming Age of the Cell**".

**Einst** war man froh, **einiges über die Funktion der meisten Organe** insgesamt zu kennen, also etwa die Funktion der Niere, dann ihrer Teile und dann ihrer **Zellen**, schließlich ihrer **Organellen** und der Zellwand. Von der Schilddrüse wußte man einst, daß ihr Fehlen Ausfälle bringt, dann, was in ihren Zellen produziert wird und schließlich die Beeinflussung durch Substanzen, Hormone, aus dem Gehirn und deren Abgabe von äußeren und inneren Umständen, ihre Regulation, und Feinheiten der Sustanzproduktion in den Organellen. Welch ein Vorwärtsgehen in immer mehr Feinheiten. Oder ebenso bei der Niere, mit ihren verschiedenen Teilen.

Die **Eukaryotenzelle** enthält durch intrazelluläre Membranen abgegrenzte Reaktionsräume, Kompartimente, **Zellorganelle**, für jeweils spezielle Funktionen. Die Organelle 'schwimmen' in dem flüssigen Zellmedium, dem **Cytosol.**

**Enzyme**, zumindestens viele, wirken nicht irgendwo im Zellsaft, sondern sind gebunden an spezifische **Organelle**. Die größeren Organellen, als größte der **Zellkern**, dann das **Endoplasmatische Reticulum** und der **Golgi-Apparat** gibt es in jeder Zelle nur **einmal**. Der Golgi-Apparat besteht nach neuerer Formulierung (Internet 2018) aus Stapeln von flachen, membranumhüllten, tellerförmigen Hoheläumen, die in ihrer Gesamtheit den etwa für die Sekretion zuständigen Golgi-Apparat bilden. Die kleineren Organellen sind **in großer Zahl** vorhanden**,** und die von ihnen katalysierten Substanzen müssen dort andocken. Enzymkrankheiten sind dann partikel-gebunden zu sehen. Klar unterscheidbar wurden etwa **Mitochondrien** und **Ribosomen**. Die Mitochondrien sind, wie winzige chemische Fabriken, die **Stätten der Oxydation** und somit eines entscheidenden Teiles des **Stoffumsatzes**, in den Zellen, die 'Kraftwerke'. "power plants", der Zelle (A. CLAUDE 1975, S. 434). Bei CHRSTIAN DE DUVE (1963) in Louvain wurden entdeckt 1949/1955 die **Lysosomen**. Eine Zentrifuge mit sukzessive höherer Geschwindigkeit lieferte eine Reihe von Fraktionen, die zunächst auf ihre Stoffwechseltätigkeit untersucht wurden. Und dabei fanden sich die Lysosomen, deren Enzyme lösen von der Zelle aufgenommene Substanzen, 'verdauen' sie im Zellinneren hinweg, ein von DE DUVE '**endocytosis**' genannter Vorgang. Als Körperchen identifiziert wurden die Lysosomen **1955** mit dem Elektronenmikroskop durch den aus den USA nach Louvain gekommenen ALEX B. NOVIKOFF (Wikipedia 2018) in Leberzellen der Ratte. Sie fanden sich dann in allen Tierzellen, besonders große Lysosomen in Makrophagen und Weißen Blutzellen. Auch eine Färbung wurde gefunden. In ihrer Gestalt sind die Lysosomen viel polymorpher als die Mitochondrien. Sauerstoffmangel oder Zellgifte können die Lysosomen-Membran zerstören (C. DE DUVE 1963, S. 72). Durch nach außen abgegebene Enzyme der Lyso-

some kann auch die ganze Zelle zerstört werden Störungen in den Enzymen an Lysosomen kann zu **schweren Leiden** führen, etwa zu den durch behinderten Sphingolipiden-Abbau (s. d.) gekennzeichneten Erbkrankheiten (TH. KOLTER 1997), wobei der Abbau dieser auf Zellmembranen nötigen Substanzen nicht immer gleichartig geschieht. Bei DE DUVE wurden als weitere Organellen entdeckt die Plasmalogene (S. SCHMITT 2016, S. 20) bildenden **Peroxisomen**. DE DUVE manchte 96-jährig am 4. Mai 2013 von der in Belgien erlaubten Sterbehilfe Gebrauch (Wikipedia 2018).

In der **Pflanzenzelle** gibt es außerdem die immer wieder untersuchten **Chloroplasten**, in deren Chlorophyll sich die CO2-Assimilation vollzieht. Über das **Endoplasmatische Reticulum** wurde als "epochal discovery" mit dem Elektronenmikroskop 1945 von CLAUDE berichtet als ein den Zellkern umgebendes schnürenförmiges Netzwerk (G. BLOBEL 2013), und durch DE DUVE, PALADE und andere wurde ermittelt, daß an ihm das Enzym Glucose -6-phosphatase tätig ist (G. BLOBEL 2013). Eine große Vakuole mit Zellsaft regelt den "Binnen- und Turgordruck osmotisch ..." (W. MÜLLER-ESTERL 2009, S. 45).

Anderer Art sind die 1964 als kleine Körperchen in Zellen entdeckten **Liposomen** (D. D. LASIC 1993, Wikipedia 2018), die **spontan** beim Lösen von Lipiden in wäßriger Lösung, also auch in Zellen, entstehen. Sie wurden schon früher manchmal gesehen, aber in ihrem Wesen übersehen. Neue Erkenntnisse folgten besonders auch für **Zellmembranen** (S. SCHMITT 2016), in denen die mit großer Menge vorhandenen Proteine miteinander agieren. Membranen verändern ihre Durchlässigkeit, beeinflußt auch durch Cholesterin. "Ungleichgewichte von Membranlipiden" führen zu neurodegenerativen, auch erblichen Krankheiten (S. 16). Von denSubstanzen der **pflanzlichen Zellwand** wurde eingehend erforscht die Rolle der Zellulose und des **Lignin**. Das Lignin schützt die Zellulosefasern. Der Aufbruch der Zellwand durch Bakterien und Pilze erschien von deren Enzymen her als unterschiedlich. Die Kenntnisse sollten dienen bei der biofuel-Gewinnung (R. A. DIXON 2013).

So wie schon im 19. Jh. sich die verschiedenen Zellforscher auf einzelne Zellbestandteile, etwa den Zellkern oder die Chloroplasten, **spezialisierten**, wurde das nunmehr fortgesetzt und wurden etwa Bestandteile im Zellkern, namentlich die Chromosomen, Spezialstrecke von Forschern, aber ebenso die kleineren Bestandteile. Mochte die Erzeugung von Mitochondrien für industrielle Zwecke auch nur ein Traum sein (CURTIS 1968, S. 149). Zu den mikroanatomischen morphologischen Befunden trat die Erschließung der **großen Zahl in Zellen gebildeten und umgesetzten Substanzen**, also die **Biochemie der Zelle**. BUCHNER hatte Zellen, die der Hefe, zerrieben, um festzustellen, daß in ihnen Enzyme wirken, wenigstens ein Enzym. Nun wurden Zellfraktionen hergestellt und hier und

auch vorher zahlreiche neue Enzyme untersucht, viele in ihrer Funktion gebunden an bestimmte Organelle. Und Störungen im Zellenleben, wie bei den Lysosomen, führten zu schweren Krankheiten, 'Cellularpathologie' noch immer, wenigstens bei Störung zahlreicher Zellen eines Typs. etwa Zellen für Produktion oder in Beeinflussung von Insulin. Die Freiheitsgrade eines Menschen waren also allein von Zellen her beschränkt. Und das Leben in einer einzelnen Zelle erschien so komplex oder komplexer als das Leben des ganzen Organismus. Zahlreiche **Stoffwechselprozesse**, wie der Zitronensäurezyklus, finden statt **in all den einzelnen Zellen**, **in jeder dieser Milliarden Zellen**! Das Geschehen im Gesamtorganismus ist dann eine von Zellen ausgehende Summierung, die Diabetes etwa. Man mache sich das klar!

Manches wurde unternommen, um zu erschließen, durch welche Mittel, Signalsubstanzen zumal, in einem **vielzelligen Organismus die verschiedenen Zellen** zusammenhängen, ja **zusammenwirken**, wirklich einen Gesamtorganismus bilden, und auch welcher Austausch **innerhalb einer Zelle**, zwischen den Organellen, stattfindet. Konnten in einem vielzelligen Gesamtorganismus die Zellen nur im VIRCHOWschen Sinne nur wechselseitig aufeinander parasitieren und kam so ein Zusammenwirken zustande? Untersucht wurde bei **Kolonien aus** einer überschaubaren Zahl von **Zellen bei einfachen Grünalgen** ein Zusammenhalt zustandekam, ja Individualität der Kolonie erreicht wurde, mit **wiederkehrender Gestalt** und nicht einem immer wieder anders aussehenden wirren Zellsalat, Bei den einfachen Kolonien von Grünalgen gibt es eben unterscheidbare Formen, Gattungen oder gar Species. Da sind der Haufen von 32 Zellen bei *Gonium* oder die einen Hohlraum auf einer Kugelwand umschließenden *Eudorina* oder die durch Ausbildung gesonderter Fortpflanzunszellen schon bis zu einer Zelldifferenzierung gekommene kugelförmige *Volvox* (R. E. MICHOD 2007). Für das Zusammenwirken der in einer spezifischen Kolonie eingebundenen Zellen wurden als wirkende Substanzen ausgemacht "**conflict mediators**", die auch eine Gengrundlage haben (S. 8614). **Innerhalb** der Zelle war offensichtlich, daß der die Erbsubstanz aufweisende Kern seine Wirkung nach außerhalb des Kerns hin entfaltet, aber auch ansonsten Wechselbeziehungen bestehen. Die innerhalb einer Zelle zusmamenwirkenden Bestandteile, Organellen, wenigstens zum Teil zusammengekommen in Symbiose (s. d.), sind nach einem Bild von MARGULIS ebenso etwas wie eine Organismen-Gemeinschaft, mit Austauschreaktionen (R. LEWIN 1982 b, S. 1092). **Immer wieder zustandekommende** Bildung von **Vielzelligkeit** boten auch die Myxomyten/Schleimpilze, wenn im Boden lebende einzellige, mit Kern ausgestattete Amöben etwa von *Dictyostelium discoideum* sich zur Sporenbildung zu vielzelligen und komplizierter strukturierten 'Fruchtkörpern vereinten (etwa P. SCHAAP et. al 2006).'

Eine Grundfrage war wie schon im 19. Jh. die **Differenzierung der Zellen** in die unterschiedlichen Zelltypen und auch die Nicht-Differenzierung, also das **Verbleiben** von die Mediziner interessierenden **omnipotenten**, also alles leistenden, oder wenigstens partiell in verschiedene Richtungen sich differenzierende "**Stammzellen**" (a. A.-H. MAEHLE 2011). Zellkulturen gaben wesentliche Aufschlüsse. Die Zelldifferenzierung wurde ein besonderes Anliegen der Genetik zur Erklärung, warum bei gleicher genetischer Grundlage dennoch die Zellen so unterschiedlich werden. Wie gern betont: **Raupe und Schmetterling** haben dieselbe genetische Grundlage an **Erbfaktoren.** Und warum manifestieren sich in der Raupe so viele andere Gene als im Schmetterling, in der Imago. Die Zelldifferenzierung betrifft auch die **Zellchemie**, die **unterschiedliche Ausstattung** der verschiedenen Zelltypen mit **Substanzen**, also ihre unterschiedlichen synthetischen Fähigkeiten (CURTIS 1968, S. 149). Das findet statt für sekundäre Pflanzenstoffe, die nicht in allen Pflanzenteilen gleichermaßen auftreten. Man kann beispielsweise bei der Eibe/ *Taxus* die rote Fruchtumhüllung essen, aber nicht die Blätter. Die Hormondrüsen oder unterschiedlichen hormonbildenden Zellen auch beim Menschen produzieren spezifische Hormone. Und die 'Botenstoffe' im Gehirn, Serotonin und Dopamin etwa, entstammen unterschiedlichen Zelltypen. Andererseits gibt es allen Zellen gemeinsame Stoffwechselwege.

## Mitochondrien - Sitz der durch Sauerstoff bedingten Zellatmung

Bedeutende Biochemiker, EFRAIM RACKER, GOTTFRIED SCHATZ haben in einem großen Teil ihres Forscherlebens mit einem einzigen winzigen, aber in von 10 (E. A. CARLSON 2011, S. 109) bis in größerer Zahl auftretenden Zellbestandteil befaßt, den **Mitochondrien** (G. SCHATZ 2011). Die Gesamtheit der Mitochondrien heißt 'Mitochondrium'. An den Mitochondrien vollzieht sich die zellinnere, die zur höheren **Energiegewinnung** dienende, den **Sauerstoff** nutzende Atmung. Die Mitochondrien werden deshalb auch die "Kraftwerke" der Zelle genannt. Die Energie wird aufgenommen zu ATP. Mitochondrien waren eine **Voraussetzung**, daß Lebewesen mit **Endothermie** entstehen konnten (A. CLARKE et al. 2010).

Den Weg zu den Mitochrondrien (G. SCHATZ 2011) brachte ROBERT RUSSELL BENSLEY. Er war Kanadier, geboren nahe Hamilton in Ontario, verlor nach einer Schußwaunde ein Bein, studierte und wirkte bis 1901 in Toronto. 1901 ging er nach Chicago. Angeregt durch einen Text des Leipziger Anatomen RICHARD ALTMANN fand er wie dieser jene vorher nicht recht erkannten und umstrittenen kleinen Zellorganelle, die "Granula" ALTMANNs, die dann Mitochondrien

genannt wurden. BENSLEY entwickelte mit anderen die Technik, aufgebrochene Zellen zu zentrifugieren und so die Mitochondrien anzuhäufen. Bei RACKER wurden die Zellen zur Mitochondrienlieferung aus Rinderherzen gewonnen (G. SCHATZ 2011). Die Mitochondrien sind wohl aus Bakterien entstanden, welche die Atmungsfähigkeit entwickelt hatten und dann in Symbiose mit Zellen ohne diese Fähigkeit traten.

Die **Ribosomen** sind dann die Stätten der Protein-Synthese.

## Tumoren, Carcinome - nicht in den Gesamtorganismus eingepaßte Zellen

Es gehört zu den schlimmsten Leiden der Menschen, das Wachstum eines Gebildes aus sich vom Gesamtorganismus abgrenzenden und jedenfalls unbehandelt den Organismus zerstörenden Zellen, das Wachstum eines Tumors. Es war und blieb Problem der Mediziner, welche Therapie mit immer neuen Mitteln, ob einfache chirurgische Operation, Chemikalien oder Radioaktivität, sie auch versuchen wie ein herausforderndes Problem der Biologen und namentlich der Zellforscher.

**Verschiedene Hypothesen** wurden entwickelt, das Tumorwachstum zu erklären. Sie standen auch in Verbindung mit jeweils vordergründigen Forschungsrichtungen. JULIUS COHNHEIM, Kiel, Breslau und ab 1878 in Leipzig, sah in während der Embryonalentwicklung unnatürlich **undifferenziert gebliebenen** und in den fertigen Organismus gekommenen **Zellen** den Ursprung der Tumoren auch beim Erwachsenen. "Stammzellen" (A.-H. MAEHLE 2011) konnten also im Organismus verhängnisvoll wirken. Die Teratome, Fremdgebilde etwa in Hoden oder Eierstöcken mit Haaren und Zähnen, also mitten im Körper, schienen dafür zu sprechen. **Außenfaktoren** erwiesen sich immer mehr als Tumorursachen, von dem Hodenkrebs bei Schornsteinfegern auslösendem Ruß bis zu die Lungen schädigendem Asbest und Tabakrauch. Größere Anhängerschaft hatte jedenfalls in den USA die **Parasitentheorie**, als Verursacher etwa *Amoeba histolytica*, vertreten etwa durch GAYLORD am Ende der 1920-er-Jahre am Staatsinstitut für das 'Study of Malignant Disease' (C. F. CORI 1971, S. 11). Ein Fakt war auch, daß sich Mäusestämme herauszüchten ließen, von denen die einen eine hohe Neigung zu einem Mamma-Carcinom aufwiesen, die anderen eine geringe. Und hohe Neigung zum Carcinom war nicht verbunden mit Nematoden im Darm (C. F. CORI 1971, S. 12). Das verwies auf **Erblichkeit** im Krebsgeschehen. Was, war die Frage, wurde in den zum Tumor führenden Zellen verändert? Der Pathologe DAVID PAUL HANSEMANN (Wikipedia 2015) fand in Tumor-Zellen einen erhöhten oder erniedrigten Chromatin-Gehalt, oft Aneuploide, eröffnete also die **Tumorzytogenetik**. BOVE-

RI baute das aus. Frage war, weshalb entstand diese aberrante Teilung der Chromosomen? War es Ursache oder Folge? Von außen stammende Faktoren waren denkbar. Colchizin beispielsweise wirkte auf die Zellteilung. HANSEMANN starb 1920 übrigens an Kehlkopf-Krebs. Der Biochemiker O. WARBURG (H. KREBS 1979, S. 32) suchte nach **Stoffwechselbesonderheiten** in den Krebszellen, begann dazu 1923 "mit der Messung der Atmungsgeschwindigkeit eines transplantierbaren Krebses, des Flexner-Jobling-Rattenkarzinoms" (H. KREBS 1979, S. 32), das er als Gewebeschnitt untersuchte. Krebszellen bildeten aus der abgebauten Glucose "große Mengen" Milchsäure, viel schneller als Zellen anderswo, und das auch bei Gegenwart bei Sauerstoff, als bei 'aerober Glykolyse'. PASTEUR hatte einst die 'anaerobe Glykolyse' gefunden, die Glykolyse ohne anschließende Sauerstoffveratmung der Produkte, die in manchem tierischen Geweb als normal gelten muß.. Krebszellen waren nach WARBURG also ausgezeichnet durch "das Unvermögen", die "Glykolyse in Gegenwart von Sauerstoff zu unterdrücken" (S. 33). Als Ursache für die carcinogene Entartung von Zellen meinte WARBURG in einem wiederholt kurzfrstigem niedrigen Sauerstoffdruck für diese Zellen zu sehen. Krebs müßte, so WARBURG 1967 (b. H. KREBS 1979, S. 41), verhütet werden, wenn "die Atmung der Körperzellen intakt bleibt." Das mochte von außen beeinflußbar sein. Angeregt von Arbeiten anderer hatte WARBURG gezeigt, "daß embryonale Mäusezellen in der Gewebekultur bei niedrigem Sauerstoffdruck die Stoffwechseliegenschaften von Krebszellen annehmen" (S. 37). Von WARBURGs Untersuchungen beeindruckt, ließ CORI (1971, S. 12) bei einem Hähnchen in einem Flügel in den Muskeln ein 'Rous chicken sarcoma' wachsen. Dann wurde von dem lebenden Hähnchen, also in vivo, Blut aus dem normalen Flügel und aus dem Flügel mit dem Tumor untersucht. Der Tumor gab große Mengen von Lactat an den Blutstrom ab. Der geänderte Stoffwechsel charakterisiert gewiß Krebszellen, aber es wurde weithin bezweifelt, daß er die 'letzte' Ursache für die krebsige Entartung von Zellen ist, er also nur ein 'Symptom' darstellt, und die 'letzte' Ursache wohl in der **Störung der Gen-Expression** liegt, anzunehmen infolge einer Mutation (S. 42), die zu dem geänderten Stoffwechsel führt. So jedenfalls die Darstellung des WARBURG-Schülers H. KREBS 1979 (S. 42). In der heutigen Krebsprophylaxe wird immer noch viel auf mögliche Krebs begünstigende **Außenfaktoren**, auf '**Carcinogene**', verwiesen, etwa in den Kampagnen gegen das Rauchen.

## Die Zell-Membran - viel mehr als eine einfache Hülle - einst ungeahnte Fortschritte in der Zellforschung - Teil des Weges in die Molekularbiologie

Eine **Membran** bildet die **Außenbegrenzung** der Zelle. Membranen umhüllen auch Zellbestandteile im Inneren. An und in den **Membranen** spielen sich bedeutende Lebensprozesse ab, geht es an den Membranen doch um die vielfach lebensenstscheidende **selektive Aufnahme oder Abgabe von Substanzen.** GOETHE wird zitiert (von H. PENZLIN 1986, S. 19) mit: "..., alles, was lebendig wirken soll, muß eingehüllt sein." Wenn der Botaniker E. KÜSTER (1960, S. 178) in seinen lebendgefärbten Pflanzenzellen "Dellen und Löcher im Protoplasma" erwähnt, dann war das wohl nicht einmal eine Vorahnung dessen, was mit der Ultramikroskopie an Feinheiten der Zellmembran gefunden wurde. Und 1944 hatte der Wiener Botaniker LOTHAR GEITLER in einem Überlblick über den Stand der Zytologie (S. 181) gemeint: "Die Zellwand selbst wird dabei nicht mehr wie früher als gänzlich tot oder unbelebt, also nur als Abscheidungsprodukt des Plasmas aufgefaßt. Sie ist jedenfalls zu Beginn ihrer Entstehung lebend und besteht aus verändertem Plasma, verliert allerdings in dem Maß, als tote Substanz eingelagert wird, an Belebtheit." Das war noch nicht viel und ließ das Kommende kaum ahnen.

Mehr Überlegung war, daß die Membranen der nicht von einer Zellulosemembran abgeschlossenen Tierzellen gemäß OVERTON aus Lipiden, fettähnlicher Substanz, bestehen sollten. Aus der durch hochleistungsfähigen Zentrifugen möglich möglich gewordener Messung der Spannung der Zelloberfläche leiteten namentlich E. NEWTON HARVEY und DANIELLI (W. D. STEIN 1986) ab, daß die Lipidschicht überdeckt wird von Protein.

Aber die Membranen erwiesen sich schließlich als noch komplizierter, oft spezifisch für bestimmte Zelltypen, Sie sind an aktiven Stellen/patches ausgestattet mit Kanälen, Trägern/carriers, Pumpen, die je nach Organ Austritt und Eintritt von bestimmten Substanzen regulieren. In den Augen höherer Tiere war der lichtempfindliche Augenstoff Rhopsin schon bekannt. Als Rezeptoren etwa für Licht dienende Proteine sind erwiesen sich als in die Lipid-Doppelschicht eingebettet, als "**Membranproteine**", mit deren Aufklärung, zunächst bei Mikroben, ein neues Kapitel in der Erforschung der Zellmembran aufgeschlagen wurde. Und solche Rezeptoren können **aus der Zellmembran herausgelöst, kristallisiert** und mittels Röntgenstrukturanlyse in ihrem Aufbau, ihrer Struktur festgestellt werden. DIETER OESTERHELT mit WALTER STOECKENIUS entdeckte 1971 in Würzburg das Bakteriorhodopsin, das 1976 M. HOPPE und P. OVERAT als **lipidfreies Bakteriorhodopsin** herstellen lehrten (so b. J. DEISENHOFER et al.

1989, im Nobel-Vortrag). Glycin war um 1978 als ein Neurotransmitter erkannt worden, der also einen Rezeptor hat, Das Herauslösen der membrangebundenen Rezeptoren, dieser Proteine, aus der Lipidschicht geschieht, wie es für den an Nervenzellen sich befindenden **Glycinrezeptor** geschildert wird (H. BETZ 1985, S. 365), durch Detergentien, die das Protein "in eine micelläre Form überführt, d. h. "solubilisiert", und der Glycinrezeptor erwies sich als großes Glykoprotein mit einem Molekulargewicht von etwa 250.000 Da. Die Anforderungen an die Reinigungstechnik waren hoch. Aus der chemischen Struktur der verschiedenen Rezeptoren wurde erhofft, die **Gründe für das selektive Andocken** bestimmter Moleküle an sie zu **erklären**.

Wie selektiv Zellwände funktionieren zeigen etwa Arteriolen im Gehirn, welche nur bestimmte Substanzen in die Nervenzellen treten lassen und so als eine Blut-Hirn-Schranke wirken. Kann man wohl sagen, daß an die Membranen ein Großteil der 'Geheimnisse' des Lebens gebunden ist? Während bei Sauerstoff und Kohlendioxid der Konzentrationsgradient zwischen innen und außen einer Membran den Austausch bestimmt, ist das nach Untersuchungen etwa an Membranen von Endothelzellen im Gehirn, also an den dünnen Wänden kleiner Blutgefäße, jedenfalls für andere Stoffe nicht so der Fall und es bestehen spezifische **Transportproteine, Carrier**, welche einen **aktiven Durchtritt**, eine erleichterte Diffusion, etwa von D-Glucose, zuwegebringen. Auch für Hormone wurden an anderen Zellen solche aktiven Transportmechanismen beschrieben (S. WOLF et al. 1996, S. 305). Die Erforschung der Membranen wurde ein eigenes Forschungsgebiet.

## Kauale Pharmazie - die Pharmazie des Zeitalters großer Erkenntnisse in der Zell- und Stoffwechselforschung

Die **medizinische Therapie** hoffte, aus der Aufklärung von Einzelheiten des Stoffwechsels mit den Medikanten kausale Therapie zu betreiben, das heißt, zu wissen, an welchen Stellen im Stoffwechsel ein Medikament eingreift oder auch wie an Zellen wirkt. Und die Erforschung der Zellmembran, ihrer Rezeptoren, hat hierzuviele Einsicht gebracht. Bei Medikamenten wie Aspirin (Acetylsalicylsäure) und dem später entwickelten Paracetamol kannte man länger die Wirksamkeit, ihre Schmerz- und Fieberlinderung. Es war eine **rein empirische** Kenntnis. Unbekannt war das **'Warum' der Wirkung**. Wenn bekannt wurde, daß Aspirin die Biosynthese der für Entzündung und Fieber zuständigen Prostaglandine hemmt, war wenigstens ein Schritt in der Wirkung erfaßt. Zu Anfang des 21. Jh. weiß man: "Paracetamol, N-Acetyl-p-benzochinonimin, aktiviert den Rezeptor TRP-A1, der ein Sensor für noxische Reize ist" (B. MEUNIER 2012, S. 8836). Wenn Medizin 'kausale Medizin" und 'Pharmakologie' sein soll - ist man mit den Erkenntnis-

sen dazu -wieder einmal oder ein für alle Mal- einer Endlösung von Problemen nahe?

## Pharmaka und ihre Wirkung mit der Bindung an jeweils spezifische Rezeptoren

Der Begriff 'Rezeptoren' wird zum einen angewandt für **Zellen** zur Auslösung einer **Sinneswahrnehmung**. In der **Biochemie** sind es Moleküle, Proteine oder Proteinkomplexe etwa an Zellmembranen, an denen Signalmoleküle, 'Liganden', binden und damit Signalproesse im Zellinneren auslösen (Internet 2018). Körpereigene Signalmolekülde sind etwa Hormone und Neurotransmitter, und es gibt Acetylcholinrezeptoren, Adrenorezeptoren, Histaminrezeptoren, Opoidrezeptoren, Serotoninrezeptoren. Es wirken auch Signalmoleküle von außerhalb des Körpers, etwa Hormonderivate. Der Begriff 'Ligand' wird auch anderswo, in der Komplexchemie, in anderem Zusammenhang (s. d.) verwendet. Am Anfang des 20. Jh. haben P. EHRLICH und JOHN LANGLEY angenommen, daß Arzneimittel "mit speziellen Rezeptoren in ihren Zielzellen reagieren müssen, um ihre Wirkungen zu erzielen(L. HEIN 2012, S. 637), also in der sonst die Zelle von ihrer Umwelt trennende Phopholipidmembran Sensoren sein müssen, welche Informationen in das Zellinnere übertragen (S. 637). Arzneimittel wie Ephedrin, Adrenalin, Noradrenalin und wenige weitere wirken auf das Sympatische Nervensystem, manchmal hemmend, manchmal errgend. RAYMOND P. AHLQUIST (Wikipedia 2018) untergliederte 1948 diese Adrenorezeptoren in **Alpha- und Beta-Rezeptoren**, und auf sie wirkten Substanzen, die **Catelolamine** wie Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, gebildet etwa im Gehirn und im Nebennierenmark, unterschiedlich und diese Unterscheidung ließ die unterschiedliche Wirkung verschiedener Pharmaka verstehen.

Für **Drogen und Pharmaka** wurde bekannt, daß jedenfalls viele und vor allem wirksame, auf jeweils **bestimmte Rezeptoren** wirken und durch Übermittlung in das Zellinnere Reaktionen auslösen. Immer spielen chemische Stoffe, Signalsubstanzen mit. Man überlege: Eine kleine Tablette reicht, um eine ausreichende Zahl von Rezeptoren zu belegen und die Vorgänge im Körper, etwa Schmerz und Fieber, entscheidend zu beeinflussen. Von der Geschwindigkeit der Wirkung einer Schmerztablette kann man sich ein Vorstellung machen von der Geschwindigkeit der Verteilung von Substanzen im Blut, Ähnlich wirken auch Drogen. Und eine einzige Tabletten '**Contergan**' von einer werdenden Mutter eingenommen zu einer bestimmten Zeit der Schwangerschaft soll ausgreich haben, um schuf jene geistig oft gesunden Kinder ohne Arme, die 'Contergan-Opfer', hervorzubringen, Das als Beruhigungs- und Schlafmittel benutzte Contergan, Thalidomid, wurde 1954 ent-

wickelt (Chemie Unserer Zeit 2005, 39, S. 212 - 217) im Forschungslabor der in Aachen ansässigen Firma Chemie-Grünenthal durch WILHELM KUNZ, HERBERT KELLER, HEINRICH MÜCKLER und getestet im Tiervsersuch als nur gering toxisch festgestellt und auch für den Menschn sollte es so gut wie unschädlich sein. Meldungen über Nervenschädigungen nach längerer Einnahme gab es ab Okrober 1959. Zwischen 1958 und 1963 wurden etwa weltweit 8000 - 10.000 mißgebildeter Kinder geboren, von denen über die Hälfte überlebte. Erst im Herbst 1961 wurde als Ursache Contergan verdächtigt. Vom Thalidomid gibt es 2 Enantionere und es wurde gemeint, daß nur das eine die schrecklichen Folgen verursachte. Wie sich aber zeige, wandeln sich die Thalidomid-Enantiomere im Körper ineineinander um und es gibt also immer ein Gemisch beider, ein Racemat. Der Contergan-Skandal war das größte Unglück der Pharmaindustrie, und das in einem Land mit hochentwickelter Pharmaerzeugung. Aber 1964 entdeckte der israelische Arzt JACOB SHESKIN rasche Linderung von Schmerzen bei Lepra, als er einem mit starken Schmerzen leidenden Leprakranken mit dem schon von Markt genommen Contergan zu helfen suchte. Auch andere Schädigungen gingen zurück, Mit seiner immunsupressiven Wirkung hilft Thalidomid bei Autoimmunerkrankungen. Es hilft durch Hemmung des Wachstums von Blutgefäßen auch bei Tumoren.

**Rezeptoren**, einst eher geahnt, in der lebenden Zellwand, gesehen etwa als "**Kanäle**", Ionenkanäle, rückten mit dem ausgehenden 20. Jh. immer mehr in den Mittelpunkt der Zellforschung. Rezeptoren (A. BECK-SICKINGER 2012), "Ionenkanalrezeptoren, enzymgekoppelte Rezeptoren ... Steoidrezeptoren für membrangängige Botenstoffe" und die häufigsten und die diversesten Botenstoff erkennenden wurden ermittelt jene mit gekoppelt an G-Protein/GPCR, geklärt in ihrer chemischen Zusammensetzung, ihren gemeinsamen Bauplan. ihr gemeinsames Wirkprinzip. Das geschah seit den 1060-er-Jahren /S- G. F. RASMUSSEN 2011 et al., S. 549). Je nach Außenfaktoren, etwa Stress oder "Je nach Botenstoff setzen unterschiedliche Körperzellen chemisch höchst unterschiedliche Signalstoff frei" u. a. das Stresshormon Adrenalin, den Neurotransmitter Serotonin, Lipide, "die Fieber erzeugenden Mediatoren der Prostaglandinfamilie". Über Nachbarzellen oder über die Blutbahn gelangen diese zu Zielzellen, deren Zellmembran mit den entsprechenden Rezeptoren ausgestattet ist. Als die USA-Biochemiker ROBERT J. LEFKOWITZ und BRIAN K. KOBILKA (L. HEIN 2012) für die durch sie und unter ihnen durchgeführte Rezeptorenforschung den Nobelpreis für Chemie erhielten, waren **etwa 1000 verschiedene G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, GPCRs**, bekannt (K. WELTER 2012). An dem GPCRs wurde die Bindung von radiaktiven Liganden-Bindung festgestellt, waren also für .das **Auffinden der Rezeptoren Hormone, Neurotransmitter und andere** Substanzen **radioaktiv markiert** worden. LEFKOWITZ hatte das Peptidhormon Adrenocorticotropin (ACTH) mit Jod125 markiert, um damit "Bindungsstellen für diese Substanz in Membranen

von Nebennierengewebe zu charaketrisieren." "Mit H3-Noradrenalin fand LEFKOWITZ 1971 in Herzzellmembranen spezifische Bindungsstellen die Charakteristika der von AHLQUIST 1948 postulierten Beta-rezeptoren aufwiesen." (L. HEIN 2012, S. 637). Der Beta2- Adregenic-Rezeptor (S. G. F. RASMUSSEN et al 2011) wurde kristalliert, die Sequenz des Protein ermittelt und das Protein zeigte sich als mehfach gewunden, auch über die Zellmembran nach innen und außen hinaus (S. G. F. RASMUSSEN et al. 2007).

**Angriffspunkt zahlreicher Pharmaka,** und zwar gilt es wohl für die **Hälfte aller** Medikamente, sind **die Rezeptoren auf Zelloberflächen**, die auf Blutgefäßzellen wie Nerven vorhanden sind. Um 2012 wirkten 1/3 der auf dem Markt befindlichen Medikamente über G-Protein-gekoppelte Rezeptoren/GPCR (A. BECKSICKINGER 2012). Eines der ersten dieser Medikamente waren die zu Ende der 1960-er-Jahre eingeführten **Beta-Blocker**, als von den in Frage kommenden Rezeptoren noch keine eingehende Kenntnis vorhanden war, aber ausgehend von der Struktur des Antagonisten Isoprenalin der britische Pharmakologe Sir JAMES BLACK Beta-Blocker einführte. (L. HEIN 2012, S. 637). Eine gewisse Reinigung eines Rezeptorproteins war 1954 beim Photorezeptorprotein Rhodopsin aus Membranen und Sehzellen des Auges gelungen und wirken als 'physiologische Liganden' einzelne Photonen, und im Laboratorium von LEFKOWITZ "gelang" MARC CARON "1926 die Solubilisierung und partielle Aufreinigung von Beta-Rezeptoren aus Erythrozytenmembranen" und später wurde die "direkte Proteinsequenzierung" der ersten Abschnitte der Aminosäuresequenz eines Beta-Rezeptors aufgeklärt.

Die den Blutdruck senkenden **Beta-Blocker** (Wikipedia u. a. 2018) wirken auf bestimmte Rezeptoren, von denen dann verschiedene Typen ermittelt wurden.Von Adrenalin angeregt, werden sie, von 'Antagonisten' blockiert durch die Beta-Blocker. Pharmaka werden in ihrer Wirkung verstehbar auf molekularer Ebene. Diese Rezeptoren fanden sich an Blutgefäßen, am Herzen, an glatter Muskulatur, an Neuronen des vegetativen Nervensystems und des Zentralnervenystems/ZNS, aber auch an Blutplättchen, ja an Immunzellen. **Betablocker** erscheinen auf dem Markt **ab** der **1960-er-Jahre**, zuerst Propanolol. Als Entdecker der Betablocker gilt vor allem Sir JAMES WHYTE BLACK (Wikipedia 2018), London. Er baute auch die Rezeptortheorie allgemein aus und befaßte sich mit biogenen Aminen, zu denen Adrenalin und Histamine gehören. 1988 erhielt BLACK mit den USA-Amerikanern GEORGE H, HITCHINGS und GERTRUDE B. ELION den Nobelpreis für Physiologie/Medizin. Im Jahre 2006 wurden in Deutschland 1.98 Milliarden Tagesdosen von Betablockern verschrieben (Wikipedia 2018).

Um ein Beispiel zu bieten: Bei der Untersuchung des die brennende Schärfe des Chili hervorrufenden **Capsaicin** durch JULIUS und Mitarbeiter die Aktivierung eines

bis dahin unbekannten Ionenkanals gefunden (K. STROMGAARD et al. 2012, S. 4082). Für das "einzigartig" qualvoll wirkende **Gift der Texas-Korallenotter** wurde ein "heteromeres Protein" als verantwortlich ausgemacht und dann "eine Untergruppe säureempfindlicher Ionenkanäle ... in sensorischen Nervenzellen" ermittelt (ebenda).

## Der unklar Begriff Molekularbiologie

Mit Molekülen hat es die Biologie schon lange zu tun. Von vielen Natursubstanzen wurde im 19. Jh. der molekulare mehr oder weniger vollständig aufgeklärt. Auch chemische Verbindungen im Organismus wurden geklärt. So die Bindung des Sauerstoffs oder auch des Kohlenmonoxids/CO an Hämoglobin waren bekannt. Nun wurden im 21. Jh. neue Bereiche biologischer Vorgänge der molekularen Ebene zugänglich, so die Vererbungssubstanz DNA oder eben auch die Rezeptoren mit der Art der Bindung von Molekülen an sie.

## Faktoren im Lebewesen in Wirkung und Gegenwirkung - Blutgerinnung

Als ein Vorgang, an dem **verschiedene Faktoren in Wirkung und Gegenwirkung** beteiligt sind, erwies sich nach den eingehenden Forschungen um WILLIAM HENRY HOWELL ab besonders 1909 die **Blut-Koagulation**, die **Blut-Gerinnung**. Der 1860 geborene HOWELL (G. W. CORNER 1973, A. C. RODMAN 1972) hatte in Baltimore an der John Hopkins Meidical School studiert und graduiert, wurde 1889 lecturer für Physiologie und Histologie an der medical school der Universität von Michigan. Schon seine Forschungen über die Bedeutung anorganischer Salze für den Herzschlag ließen seine Suche nach Faktoren von physiologischen Prozessen erkennen. Nach einem kurzen Aufenthalt an der Harvard University übernahm HOWELL 1892 den Lehrstuhl für Physiologie an der neuen John Hopkins Medical School. Er starb 1945. Das **Thrombin** vernanlaßt das im Blutserum vorhandene **Fibrinogen zu** dem den Wundverschluß bewirkenden **Fibrin** zu werden und konnte aus Fibrin unter Abtrennung vom Eiweiß isoliert werden (1910). Gegenüber Kochen relativ stabil, konnte Thrombin nicht als den Enzymen und Hormonen zugehörig gesehen werden. Fibrinogen wurde aus dem klaren Blutplasma von Katzen gewonnen. 1918 / 1919 war deutlich, daß mindestens 6 verschiedene Substanzen an der Blut-Koagulation oder deren Verhinderung beteiligt sind. Thrombin erwies sich als gebildet aus **Prothrombin**, dessen Bildung durch das Calcium-Ion aktiviert wird. Im nicht koagulierenden

Pepton-Plasma von Hunden wurde untersucht, ob es eine die Fibrinogen-Bildung durch Thrombin verhindernde Substanz gibt und eine solche Substanz schien gegeben zu sein. Gegen die Blut-Koagulation wirkte das von HOWELL und seinem Team in seiner Wirkung in der Uterus-Membran festgestellte und isolierte **Heparin**, das nicht nur in der Leber vorkommt, aber dort besonders reichlich. Es wurde, ab 1922 mit einer speziellen Methode gewonnen aus getrockneter Hunde-Leber (1924 / 1925), das Mittel zur Verhinderung von Blutverklumpungen etwa nach chirurgischen Operationen. Heparin gab keine Eiweiß-Reaktionen. Das vom Blutegel abgebene Hirudin, das ebenfalls die Blut-Koagulation verhindert, fand sich als von Heparin verschiedenartig wirkende Substanz, nämlich wirkend auf die Thrombin-Bildung, während Heparin schon die Prothrombin-Bildung abblockt, durch Bildung eines Antithrombin aus einem Pro-Antithrombin (1918 / 1919). Heparin, das im einzelnen Menschen-Individuum in unterschiedlicher Menge gebildet zu werden schien und auch weitgehend fehlen konnte, schien eine Erklärung zu bieten für die Hämophilie, die "Bluter-Krankheit", das Ausbleiben der Blutgerinnung bei davon Betroffenen, die deshalb leicht verbluten können.

Blutplättchen fand HOWELL gebildet in den Lungen und isolierte das Thromboplastin bis zur Benutzung im Lebewesen. So also war der Stand um 1930.

Weitere Faktoren, bis zu XIII, wurden in der Folgezeit gefunden, die Kaskade der Vorgänge, die zur Blutgerinnung führte, erweitert, auch die Auflösung der nach der Wundheilung nicht mehr nötigen Gerinnungspfropfen geklärt.

## Das beschäftigt Biologie wie Medizin: Immunologie, Immunbiologie

Immunität ist durch als **Antigene** bezeichnete Fremdkörper, namentlich Eiweiße, ausgelöste Bildung von **Antikörpern** im Blut namentlich von Wirbeltieren. Jedes spezifische Antigen ruft einen spezifischen Antikörper hervor. Erst im Verlaufe der immunologischen Forschung wurde die große Spezifität der Immunreaktionen erkannt und ergaben sich daraus die großen Probleme der Immunologie. Lange bevor die Immunerscheinungen in ihrer Allgemeinheit erkannt wurden, gab es **Einzelerfahrungen**, so, daß eine erlittene Infektionskrankheit meistens nicht noch einmal erlitten wurde.

Die nach Genesung von einer Infektionskrankheit verbleibende Resistenz gegen dieselbe Krankheit fiel schon lange auf und wurde als "Immunität" bezeichnet. Sie wurde zunächst nur bei von Bakterien veursachten Krankheiten beachtet. Für ILJA I. METSCHNIKOW war Ursache für diese Resistenz die **Phagozytose**, der Verzehr der Mikroorganismen im Körper durch weiße Blutkörperchen, "Phagozy-

ten". BEHRING und KITASATO (N. K. JERNE 1985) fanden 1890 **Antikörper** im Serum von gegen Diphtherie oder gegen Tetanus immunisierten Tiere, etwa von Pferden. Der Antikörper gegen Diphtherie neutralisierte nur Diphtherietoxin und nicht Tetanustoxin. Die Befunde von BEHRING, KITASATO (s. d.) und anderen waren Grundlage der Serumtherapie, der "passiven Impfung", der Injektion von tierischen Serum, in dem sich Antikörper befinden, als Schutz vor einer spezifischen Infektion. Die Tiere wurden durch Einspritzen abgeschwächter spezifischer Erreger zur zunehmenden Bildung von spezifischen Antikörpern in ihrem Serum veranlaßt und dieses mit spezifischen Antikörpern angereicherte Serum dann zur Impfung bei Menschen oder Haustieren immer wieder entnommen.

Zunächst wurde angenommen, daß Antikörper nur gegen Krankheitserreger gebildet werden. Immunität wurde aber bald als eine viel verbreiteterte Lebenserscheinungen nachgewiesen, erkannt, daß wenigstens Eiweiße generell im Blut der höherer Tiere Bildung spezifische **Antikörper** hervorrufen, nicht nur bei speziellen Giften. Es wurden die **Immunerscheinungen** als ein **grundlegender Lebensprozeß** erkannt, eine Reaktion auf zahlreiche in den Körper eindringende Außenfaktoren, Substanzen, also "dem Immunisierungsprozeß ein weitaus umfassenderes Naturgesetz zu Grunde liegt, als man es vorher ahnen und glauben mochte" (H. SACHS 1916 b). Die Antikörper auslösenden Substanzen, Proteine vor allem, erhielten die Bezeichnung **Antigene**. Antigen und Antikörper vereinen sich in einem '**Antigen-Antikörper-Komplex**', dessen Einzelheiten zunächst unbekannt waren. Das war bekannt zuerst für höhere Wirbeltiere, für andere Tiere wurden vergleichbare Vorgänge gefunden.

Es war zuerst PAUL EHRLICH (1891, 1909; u. a. C. E. DOLMAN 1971), der den Weg dazu wies, als er die Antikörperbildung **gegen** das **Pflanzeneiweiß Ricin** aus dem Ricinus-Samen und gegen das **Abrin** aus der "Jacquiritybohne" nachwies.

Gebildet wurden spezifische Abwehrkörper, also etwa gegen das hochgiftige Ricin ein spezifisches "Anti-Ricin". EHRLICH prüfte die **Reaktion** des Ricin auf Serum auch im Reagenzglas, **in vitro**, was als der erste Versuch mit Immunseren im Reagenzglas gelten kann. Die Beteiligung von Blutzellen schloß er aus. Mit einer Hypothese, der **Seitenketten-Theorie**, also spezielle Molekülanhänge an einem Antikörper, suchte EHRLICH die Wirkung der Antikörper-Moleküle zu erklären. Beim ersten Kontakt mit einem Antigen, falls man es wie im Falle Ricin überhaupt überlebt, gibt es noch wenig von dem gegen das Antigen wirkenden Antikörper. Die **Antikörperbildung gegen ein bestimmtes Antigen verstärkt sich bei wiederholtem Auftreten eines bestimmten Antigens** im Blut resp. Serum. Viel dazu erkannte der Franzose ALBERT CALMETTE (A. DELAUNY 1971) mit dem Befund, daß **Schlangengifte** im Blut ebenso zur Bildung je nach Gift spe-



Abbildung 1634: Ricinus - Ricin.

zifischer Antikörper führen. Eine noch nicht tödliche Menge vom Gift der Kobra mehrfach in ein Pferd injiziert ließ dieses Tier anschließend eine für ein unbehandeltes Pferd tödliche Dosis tolerieren, schließlich Dosen, die 30 unbehandelte Pferde töten könnten. CALMETTE hatte im medizinischen Korps der französischen Marine begonnen, lernte in einem der ersten mikrobiologischen Kurse am Institute Pasteur in Paris. Als Direktor des Pasteur-Instituts in Saigon wandte er sich den Schlangengiften zu. CALMETTE wurde 1895 Direktor des Pasteur-Instituts in Lille und wirkte ab 1917 in Paris. Wer etwa im tropischen Australien von einer bestimmten Art von Giftschlange gebissen wird, muß innerhalb von etwa 20 Minuten das für diese Art spezifische 'Gegengift', die nötigen Antikörper, erhalten, sonst tritt der Tod ein (Hinweis für Touristen, so 2001).

Antikörper fanden sich, nachgewiesen von HEIDELBERGER und OSWALD T. AVERY, auch gegen die **Kapsel-Polysaccaride von Pneumokokken** (M. HEIDELBERGER 1979, S. 3; M. STACEY 1994). HEIDELBERGER (a. S. 12) hatte stark an der Erforschung der verschiedenen Typen der die damals gefährlichen, oft tödliche Pneumonie hervorrufenden Pneumokokken mitgewirkt. Die verschiedenen Pneumokokkoen-Typen unterschieden sich in den Kapseln, damit in den ausgelösten Antikörpern und riefen auch unterschiedlich schwere Erkrankungen hervor. Der 1888 in New York geborene HEIDELBERGER, der mit einigen anderen (1979, S. 7) die Antikörper als Gammaglobuline feststellte, starb 1991 im Alter von 103 Jahren und wurde damit einer der nicht zahlreichen Methusalems unter den Forschern, die länger als ein Jahrhundert lebten. Kaninchen und Meerschweinchen bilden keine Antikörper gegen Polysaccharide (E. A. KABAT im Internet).

Einen ersten Eindruck von der **hohen Spezifität** in der **Wirkung der einzelnen**

**Antigene** bot PAUL UHLENHUTH in Greifswald um 1900 (1900, 1901a, b. c), als er feststellte, daß die Eiweiße auch recht nahe verwandter Tierarten unterschiedliche Antikörper und damit unterschiedliche Immunreaktionen hervorrufen. Wurde das Weiße aus Hühner-Eiern in mehrtägigen Intervallen in die Bauchhöhle von Kaninchen injiziert, reagierte den Kaninchen entnommenes Serum, also deren farblose Blutflüssigkeit, auf Hühner-Eiweiß, auch auf stark verdünntes, durch Ausfällung, durch, wie es damals hieß, ein "**Präzipitin**". Bei Zugabe von Eiweiß anderer Vogel-Arten gab es diese Reaktion nicht. Bei Zugabe von Eiweiß verwandter Arten gab es oft abgeschwächte Reaktionen. Wurde Blut einer bestimmten Tierart in ein anderes Tier eingespritzt, bildete ihr Serum ebenso spezifische Antikörper eben gegen gerade dieses Blut. Mit Hilfe von Serum aus spezifisch sensibilisierten Tieren ließ sich die Herkunft von unbekanntem Blut, auch in Spuren, sicherstellen. Mit gegen Menschenblut sensibilisiertem Serum eines Tieres ließ sich also feststellen, ob ein Blutfleck unbekannten Ursprungs Menschenblut ist. Das war wichtig für forensische Zwecke. Ein Mörder, der etwa an seiner Kleidung Blutspuren aufwies, wurde als Täter wahrscheinlich, wenn dieses Blut als Menschenblut nachgewiesen wurde. UHLENHUTH hat einen solchen Mörder überführt, der Blutspuren an seiner Kleidung als Tierblut angab. Auch Verfälschung von Hackfleisch oder Wurst mit nicht hineingehörendem artfremden Fleisch konnte nachgewiesen werden (P. UHLENHUTH 1901 d, 1955 / 1956).

Daß Blut verwandter Arten in einem spezifisch sensibilisiertem Serum immerhin eine schwächere Reaktion auslöst, ließ UHLENHUTH (1901) erwarten, durch diese Reaktion, durch die "**Serumdiagnostik**", "die Verwandtschaft verschiedener Thiere im Reagenzglas ad oculos zu demonstriren, ..." Viel später wurde deutlich, daß jedes Blut eine große Menge verschiedener als Antigene wirkender Substanzen enthält, die Antikörper der Zeit von UHLENHUTH also noch Gemische von Antikörpern waren. Und in den USA fand auch HEIDELBERGER (1979, S. 5), daß bei Präzipitationsversuchen "we had done led inevitably und inexorably toward the interaction of multivalent antigen with multivalent antibody."

Mit der Spezifität der Reaktion auf die Eiweiße im Serum auch nahestehender Arten wurde nahegelegt, daß sie chemische Unterschiede aufweisen, also die einzelnen Arten artspezifische Eiweiße besitzen. Das sollte auch für den Saft in Pflanzen gelten, und man hat im Serum von kleinen Wirbeltieren spezifische Antikörper auf Pflanzensäfte als Antigene erzeugt. In den 1920er-Jahren wurde namentlich vom Botaniker KARL MEZ (1930) sogar erhofft, die so schwierig feststellbare Verwandtschaft der Blütenpflanzen, damit den Stammbaum der Blütenpflanzen, serodiagnostisch aus Pflanzensäften zu erschließen, zu schaffen den "Königsberger Stammbaum" der Blütenpflanzen, so genannt nach dem Wirkungsort von MEZ (M. MÜLLEROTT 1994) 1910 bis 1935.

UHLENHUTH hat sich noch an der Entwicklung von Chemotherapeutika und anderem beteiligt. Es gab Prioritätsstreitigkeiten mit EHRLICH. UHLENHUTH (H. A. NEUMANN 2004) wandte sich dem Nationalsozialismus zu und mit Unterschrift forderte er 1933 an der Universität Freiburg i. Br. die Entfernung jüdischer Personen von der Universität, ein unverzeihliches Vorgehen, das etliche hervorragende Wissenschaftler Freiburgs betraf. Auch beantragte er 1944 Menschenversuche, wobei offen ist, ob er mehr anzielte als einige Tropfen venösen Blutes von farbigen Kriegsgefangenen zu entnehmen. In der DDR wurde UHLENHUTH in Greifswald durchaus geehrt, lange Zeit auch in Freiberg, aber später wurde die nach UHLENHUTH benannte Straße in Freiburg i. Br., wo er Ehrenbürger war, umbenannt.

**Serologisch** nachweisbare chemische **Unterschiede** zeigten sich aber auch **bei verschiedenen Individuen des Menschen**. Immer wieder waren Bluttransfusionen von Tieren auf Menschen bei hohen Blutverlusten versucht worden, seit dem 17. Jh., und wurden wegen der öfteren Mißerfolge und auch aus religiösen Gründen verboten. In Greifswald führte, veröffentlicht 1875, der Physiologe LEONARD LANDOIS (A. PEIPER 1969, S. 70) Blutübertragung von einem Menschen in einen anderen durch. 150 verliefen günstig, 180 ungünstig, 12 zweifelhaft. Ebenso ohne ausreichende vertretbare Erfolge war die Transfusion von LANDOIS von Tierblut auf Menschen (S. 71). Manchmal trat der Tod ein.

Es war das Rätsel, **warum** auch **zwischen Menschen Bluttranfusion manchmal gelingt**, manchmal **mißrät**. Die Ursachen wurden in immunologischer Unverträglichkeit des Blutes mancher Menschen bei anderen Menschen gefunden. KARL LANDSTEINER (H. SCHADEWALD 1982, P. SPEISER 1973), der manchmal als Vater der Immunologie bezeichnete wurde, wies 1900 die Haupt-Blutgruppen beim Menschen nach. Im Jahre 1868 geborener Sohn eines Publizisten und Zeitungsherausgeber, studierte LANDSTEINER Medizin zuerst in Wien und dann Chemie, in Würzburg, München und Zürich. Er wurde 1896 Assistent bei M. VON GRUBER am Institut für Hygiene in Wien und 1897 Prosektor am Pathologischen Institut, 1908 Prosektor am Wilhelminen-Spital in Wien. Im Jahre 1919 wurde LANDSTEINER Prosektor am R. K. Ziekenhuis in Den Haag in den Niederlanden. LANDSTEINER folgte 1922 einer Berufung an das Rockefeller Institute for Medical Research in New York, wo er 1939 Professor emeritus wurde und 1943 starb. Im Jahre 1930 hatte LANDSTEINER den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten. Drei Haupt-Blutgruppen, bezeichnet als 0, A, B, fand LANDSTEINER 1900 bei zuerst nur 6 Probanden und konnte seine Befunde bei 5 weiteren erhärten. LANDSTEINERs Mitarbeiter DECASTELLO und STURLI fanden noch die Blutgruppe AB. LANDSTEINERs erste Mitteilung bestand in einer Fußnote. Serum Anti-A agglutiniert Blut der Blutgruppe A und AB, Serum Anti-B agglutiniert

Blut der Blutgruppen B und AB. Menschen mit Blutgruppe 0 können Serum aller Menschen empfangen. Das AB-Blut hat Antikörper weder gegen A noch gegen B. EMIL VON DUNGERN und LUDWIK HIRSZFELD und dann erweitert durch den Mathematiker B. A. BERNSTEIN fanden die Vererbung der Blutgruppen. Blutgruppen dienen seitdem als Vaterschaftsnachweis. LANDSTEINER fand, mit Mitarbeitern, weitere Blutfaktoren. Mit ALEXANDER WIENER und PHILIP LEVINE publizierte er 1940 die Entdeckung des Rhesus-Faktors (Rh), aufgefunden bei Rhesus-Affen, aber ebenfalls vorhanden beim Menschen. Eine Mutter kann Rh-negativ sein, aber wegen des Vaters einen Rh-positven Fötus austragen. Die Mutter bildet gegen den andersartigen Rh-Faktor des Fötus Antikörper. Die roten Blutzellen des Fötus werden zerstört. Bleibender Gehirnschaden oder Tod des Kindes können die Folge sein. Vor allem wirkt sich das bei der zweiten Schwangeschaft aus. Rechtzeitiger Test läßt durch Bluttransfusion die Schädigung vermeiden. Auch bei der Bluttransfusion zwischen Menschen ist der Rh-Faktor zu beachten. Schon mit all den Blutfaktoren erscheint jeder Mensch als kaum mit einem anderen identisches Individuum, hat seinen individuellen serologischen "finger print", der forensisch verwertbar ist.

**Antigene**, wie sich später zeigte, können **auch Stoffe** sein, **die nicht in der Natur** vorkommen, die nur im Laboratorium erzeugt werden, ja an Protein gebunden wirken auch anorganische Moleküle als spezifische Antigene.

Der vielseitige französische Physiologe CHARLES RICHET (F. L. HOLMES 1975) fand 1902, daß eine zweite Injektion desselben antigen wirkenden Stoffes eine gefährlich Reaktion auslösen kann, was er als "**Anaphylaxie**", als "anaphylaktische Reaktion", bezeichnete. Hunden war mehrfach Aal-Serum und, zuerst bei der Forschungsfahrt auf der Jacht des Fürsten von Monaco, das etwa in Glycerin lösliche Gift der Physalia, der durch eine segelartige Blase ausgezeichneten Staatsqualle, und giftiger Aktinien eingespritzt worden. Bei zweiter und dritter Injektion lösten immer kleinere Mengen eine immer heftigere Reaktion aus, bis zum Tod. Was zuerst für die Wirkung nur von Giften gehalten wurden, konnte dann auch für Eiweißstoffe erwiesen werden und die anaphylaktische Reaktion als ein anderen immunologischen Reaktionen folgender Vorgang. RICHET, geboren 1850 als Sohn eines Chirurgen in Paris, betätigte sich auch als Dichter und wurde vor allem einer führenden Pazifisten, einer der ersten unter den erstrangigen Naturforschern seiner Zeit, führend in Friedensgesellschaften, vor dem Ersten Weltkrieg und auch während dieses. RICHET betonte den Widerspruch zwischen den großen Fortschritten der Humanität und dem Krieg. Mit Erziehung nicht mehr in Heldenverehrung sollte dem Krieg der erhabene Nimbus genommen werden. Den Nobelpreis erhielt RICHET 1913 – für Physiologie oder Medizin.

Der Österreicher CLEMENS VON PIRQUET führte für die übeschießenden Im-

munreaktionen nach mehrfachem Kontakt mit einem Antigen 1906 den Begriff "**Allergie**" (U. GEBHARDT 2006, M. JANTSCH) ein. .Der 1874 auf einem alten Familiengut geborene PIRQUET habilitierte sich 1908 in Wien für Kinderheilkunde, wurde 1909 Professor für Kinderheilkunde an der Johns Hopkins University in Baltimore in den USA, 1910 in Breslau, 1911 in Wien. Als junger Assistent hatte PIRQUET Selbstversuche mit der Pocken-Impfung unternommen und festgestellt, daß die Haut bei wiederholter Impfung anders reagiert als bei der Erstimpfung. Daraus wurde auch ein Tuberkulose-Probe abgeleitet. Geschildert als "einer unserer reichsten und originellsten Köpfe ... die mit ewiger Jugend und geistiger Regsamkeit begabt ... schien" (A. K. 1929), beging er mit seiner als gemütskrank angegeben Frau am 28. Februar 1929 Selbsmord. In der Mitte des 19. Jh. war deutlich geworden, daß Pollen das bei einigen aber nicht allen Menschen auftretende "Heufieber", heute bekannt als "Pollen-Allergie" auslösen. Manche Pflanzen, so der Neophyt *Ambrosia artemisiifolia* L./Korbblütler, lösen besonders stark Allergie aus und *Ambrosia* wird zu beseitigen versucht. Überempfindlichkeitsreaktionen erschienen öfters auch beim **zweiten oder dritten Einspritzen desselben Serums**. Als den Blutdruck senkend und die Atemmuskulatur kontrahierend erschien das Histamin. Allergien breiten sich derzeit aus, und unter Schweizern stieg in 80 Jahren bis um 2005 die Häufigkeit von Heuschnupfen von weniger als 1% auf rund 15%. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation war im Jahre 2002 jeder 5. Mensch von einer Allergie betroffen. Wer nicht weiß, daß er allergisch gegen Wespen-Gift ist, zu den 1,2 - 3,5% (TIMI BUHL 'Mein Allergie-Portal') oder bis 5% der Betroffenen in Deutschland zählt, kann bei einem unerwarteten **Wespenstich** eine bis zum Tode führende Überraschung erleben und das vielleicht auf einer Reise. Es gibt die Möglichkeit, diese Allergie langsam abzusenken, durch 'Hyposensibilisierung'.

Vom Beginn der Immunforschung an wurde danach gefragt, was **chemisch** gesehen **die Antikörper** für Substanzen sind und wurden Immunreaktionen, also die Reaktion zwischen Antigen und Antikörper, chemisch zu erklären versucht. Um 1930 wurden die Antikörper namentlich durch HEIDELBERGER (H. N. EISEN 2001), USA, als zu den Eiweißstoffen gehörende **Gamma-Globuline** identifiziert. Die Elektrophorese etwa von Serum eines immunisierten Kaninchens zeigte, daß die Fraktion der Gamma-Globuline in diesem Serum größer ist als die von Serum eines nicht immunisierten Tieres, also diese Gamma-Globuline wohl die Antikörper sind.

Als Problem erschien, **warum**, im Normalfall, der Körper die körpereigenen Substanzen toleriert und **Antikörper** – leider nicht immer - nur gegen Fremdsubstanzen **bildet**. Das suchte zu erklären FRANK MACFARLANE BURNET (F. J. FENNER 1987, CHR. SEXTON 1999), Australiens bis dahin größter Biologe

und auch führender Virenforscher. Am 3. September 1899 war BURNET in der im äußersten Südosten Australiens gelegenen Kleinstadt Traralgon geboren worden, studierte und begann seine wissenschaftliche Arbeit an der Universität in Melbourne. war kurz in London und leitete 1944 bis 1965 das nach seinen Lehrern benannte Walter and Eliza Hall Institute in Melbourne. BURNET (1960, 1961, 1969, 1973) meinte, mit F. J. FENNER, um 1949, daß, jedenfalls normalerweise, alle Antigene, mit denen ein Tier und auch der Mensch **als Embryo** in Berührung kommen, lebenslang keine Antikörperbildung auslösen und daher das Immunsystem keine Abwehrreaktionen gegen körpereigene Substanzen hervorbringt. PETER BRIAN MEDAWAR (L. BRENT 1992, N. A. MITCHISON 1990) sah das, publiziert 1953, als Inhaber des Jodrell Chair of Zoology am University College London, durch Versuche an Mäusen experimentell bestätigt (1960). Es war schon bekannt, daß zweieiige Zwillinge im Blut im Mutterleib nicht vollkommen gegeneinander getrennt sind und der Blutaustausch läßt sie früh mit Substanzen eines anderen Individuums in Kontakt treten und gegen diese sind sie auch später tolerant. Gegen körpereigene Stoffe können sich allerdings "Autoimmun-Erkrankungen" ausbilden, die teilweise lebensbedrohliche und das normale Leben stark beeinträchtigende Leiden sind. Als Autoimmun-Erkrankung wird diskutiert die Zerstörung der Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse schon in jungen Jahren, also die Diabetes I. Die Bildung der Antikörper geschah nach der einstigen "instructice theory", wie sie J. LEDERBERG vertrat, indem ein in den Körper eingedrungenes Antigen die Bildung eines dagegen gerichteten Antikörpers neu hervorruft. Anders, gemäß der "**Klon-Selektionstheorie**", "selection theory", die 1955 NIELS K. JERNE einführte und BURNET (1961, 1973) weiter ausführte, liegen alle im Leben potentiell in Reaktion tretenden Antikörper resp. die sie produzierenden Typen von Lymphozyten demnach "spurenweise" von frühen Tagen an vor dem ersten Kontakt "vorgefertigt", "prädeterminiert", im Serum in geringer Menge vor. Tritt später ein bestimmtes Antigen im Blut auf, vermehren sich die auf ihn reagierenden, aber bereits vorliegenden Lymphozyten mit ihren dafür spezifischen Antikörpern, werden also aus den vorhandenen Lymphozyten "selektioniert". Antikörper, wurde 1960 bewiesen, werden nur von Lymphozyten, von weißen Blutzellen, erzeugt (N. K. JERNE 1985). BEHRING hatte für die Immunität an einen rein humoralen Ursprung, also im flüssigen Serum, gedacht. Alle von einem bestimmten Lymphozyten-Typ produzierten Antikörpermoleküle gleichen einander, ein bestimmter Lymphozyt produziert also nur Antikörpermoleküle einer Art, wie BURNET zeigte (N. K. JERNE 1984 / 1985). Sämtliche Lymphozyten eines höheren Wirbeltieres bilden etwas mehr als 1% von dessen Körpergewicht. Der Mensch produziert schätzungsweise etwa 10.000 nicht zum Immunsystem gehörende Proteine, das Immunsystem allein jedoch etwa 10.000.000 verschiedene Proteine, also Antikörper, jeder von einem eigenen Lymphozytentyp (G. KÖHLER 1984 / 1985).

Der Körper des normalausgebildeten Menschen enthält etwa 1012 Lymphozyten. Damit liegt die Zahl der Lymphozyten um mindestens eine Größenordnung über der Zahl der Neuronen im Nervensystem. Lymphozyten zirkulieren in Blut- und Lymphbahnen, treten gehäuft auf in Milz, Lymphknoten, Blinddarm, Thymus, Knochenmark. Nicht erscheinen sie im Gehirn. Die Komplexität des Immunsystem verglich JERNE (1984 / 1985, S. 818) mit jener der menschlichen Sprache. In der Evolution der Tiere sollte die Immunabwehr unter anderem aus dem Grunde entstanden sein, damit die im Körper auch außerhalb der Keimzellen bei Zellteilungen häufig wegen Reproduktionsfehlern gebildeten mutierten Zellen im Körper, also die Produkte somatischer Mutation, ausgeschaltet werden. Die großartigen Ergebnisse der Immunologen wurden auch mit Nobelpreisen für Physiologie oder Medizin gewürdigt, für BURNET und MEDAWAR 1960, für JERNE zusammen mit KÖHLER und MILSTEIN 1984. MEDAWAR erlitt schon relativ früh einen Schlaganfall, der ihn sehr mitnahm (R. DAWKINS 2016 b, S. 345 u. a.). Aber das war nicht das Ende der Immunologie-Auszeichnungen für Forschungen in der Immunologie.

Wichtiger Befund war dann, daß es **T- und B-Lymphzyten** gibt, welche unterschiedliche Spezifität haben.

## Transplantation menschlichen Gewebes und menschlicher Organe auf andere Menschen

Schilddrüsengewebe zu implantieren hatte schon Th. KOCHER 1883 durchgeführt. Bei Einpflanzen fremder Organe, bei **Transplantation**, etwa beim Menschen, gibt es bald immunologische Anwehrreaktionen. Der US-amerikanische Chirurg JOSEPH E. MURRAY (K. KOCH 2004, sah das bitter im Zweiten Weltkrieg bei der Abstoßung von Transplantaten fremder Haut nach Verbrennungen. Keine Abwehrreaktion gab es bei der Übertragung von Haut eines ein-zelligen Zwillings auf den Zwillingsbruder. MURRAY übertrug Weihnachten 1954 in Boston nach der gelungenen Probe einer Hautübertragung und manchem Bedenken wegen der berichteten Fehlschläge eine von den zwei Nieren von einem eineiigen Zwilling, RONALD HERRICK, auf dessen nierenkranken Zwillingsbruder RICHARD. Beide waren damals 23 Jahre alt. RICHARD heiratete dann, hatte zwei Kinder, starb nach 8 Jahren an einer Herzerkrankung (N. SIEGMUND-SCHULTZE 2004) . Der Nierenspender lebte 2004 noch, im Alter von 72 Jahren. Jedoch nur wenige Menschen sind Zwillinge. Organtransplantation zwischen normalen Geschwistern oder gar fremden Menschen setzt selbst bei Vorhandensein gewisser immunologischer Gemeinsamkeiten die Beherrschung der immunologischen Abwehrreaktionen des Organempfängers voraus. Sie zu unterdrücken wurde zuerst Hochenergie-Strahlung

angewandt, später Substanzen. Die Schwächung der Immunreaktionen erhöht allerdings die Anfälligkeit des Körpers für Mikroben und im Körper entstehende Krebszellen. MURRAY wagte mit seinem Team im April 1962 die Niere eines Toten zu übertragen.

Die erste Transplantation einer Leber gelang 1963. CHRISTIAAN BARNARD am Groote-Schuur-Krankenhaus in Kapstadt übte Herz-Transplantation an Hunden und führte dann mit einem Team von 20 Chirurgen **1967** die erste **Verpflanzung eines Herzens** bei einem Menschen durch. Der Spender des Herzens war ein Unfallopfer, der Empfänger war der Händler LOUIS WASHKANSKY. Er überlebte allerdings nur 18 Tage, starb an einer doppelseitigen Pneumonie. Der zweite Patient, der Zahnarzt PHILIP BLAIBERG, lebte noch 18 Monate. Ein Patient BARNARDs überlebte mehr 23 als Jahre. BARNARD benahm sich später arrogant, wurde wegen seines playboyhaften Lebensstils kritisiert. Zu diskutieren war, namentlich etwa in Südafrika, ob die teure "Erste-Welt-Therapie" der aufwendigen Organtransplantationen gerechtfertigt war gegenüber mangelnder Vorsorge für Jugendliche und der nötigen Einrichtung ländlicher Kliniken (R. VON LUCIUS 1997). Als doch recht wirksam gegen die Transplantatabstoßung und ohne die übliche Schwächung der Bakterienabwehr erwies sich das 1983 aus dem von Norwegen migebrachten Bodenpilz *Tolypocladium inflatum* isolierte zyklische Polypeptid Cyclosporin A (Ciclosporin). In Screenin-Suche bei Sandoz/Novartis auch nach Antibiotika aus dem Schlauchpilz fanden JEAN-FRANCOIS BOREL und HARTMANN STÄHHELIN die Wirksamkeit des Cyclosporin, das in England 1977 der Chirurg ROY YORKE CAINE erstmals anwandte und das die Transplantaionsmedizin revolutionierte. Allerdings suchte man weiterhin auch den Austausch zwischen Menschen mit verträglichen Blutfaktoren. Bis 1997 erhielten weltweit fast 50.000 Patienten ein neues Herz.

EDWARD DONNALL THOMAS (R. STORB 2012), ab 1963 in Seattle/USA, mit MURRAY Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1990, gelang **1979** einem Patienten mit Leukämie mit einem **Knochenmark-Transplantat** von einem nicht-verwandten Spender das Leben zu erhalten. 1955 hatte er Nagetiere nach einer letalen Dosis Radioaktivität durch die intravenöse Infusion von Knochenmarkszellen von enem Spendertier retten. Bei einem Menschen, der zur Bekämpfung seiner Leukämie radioaktiv behandelt worden war, gelang die Rettung mit Markzellen von einem identischen Zwilling nur etliche Zeit. 1957 startete THOMAS Experimente mit Hunden. Es gelang 1971 restliche Tumor-Zellen durch Spender-Lymphocyten zu heilen. JOSEPH E. MURRAY (P. MORRIS 2013) hatte im Krieg Erfahrungen mit Hautransplantationen vom eigenen Körper oder auch von anderen gesammelt. Andere untersuchten Nierenübetragung bei Hunden. MURRAY und seinem Krankenhaus Chef HARTWILL HARRISON und ihre Team übertrugen

am 23. Dezember 1954 die Niere eine lebenden Jungen auf seinen 1-eiigen Zwillingsbruder, der danach noch 8 Jahre überlebte, mit Heirat in dieser Zeit,

## Die chemische Struktur der Antikörper

Weiteren Einblick in die **chemische Struktur der Antikörper**, also von Proteinen, wurde möglich mit den neuen Verfahren der Eiweiß-Forschung. Der im USA-Staat New Yoek 1929 in einer jüdischen Familie geborene GERALD MAURICE EDELMANN (U. RUTISHAUSER 2014) (1972) und RODNEY ROBERT PORTER (S. GARD 1972) veröffentlichten unabhängig 1959 die chemische Primärstruktur der zu den Gamma-Globulinen gehörenden Moleküle der Antikörper. Diese Moleküle fanden sich von Y-Gestalt, wobei die beiden Schenkel die variable Region sind, der gerade Teil die konstante Region ist. Die beiden gleichartigen variablen Regionen bestimmen die "Spezifität" des Antikörpers. Ein ruhender B-Lymphozyt, trägt auf seiner Oberfläche etwa 100000 gleichartige Rezeptormoleküle. EDELMANN und PORTER wurden gemeinsame Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1972. Während der 1917 geborene PORTER 1985 68-jährig infolge eines Autounfalls starb, lebte EDELMANN bis zu seinem 85. Lebensjahr 2014.

## Weitere Immunforschung

Zu Ende der 60er-Jahre des 20. Jh. wurde gefunden, daß es zwei Arten von Lymphozyten gibt, die T-Zellen und die B-Zellen. Nur die B-Lymphozyten bilden Antikörper. Die T-Zellen, "Helfer-Zellen", stimulieren die B-Zellen, verhindern auch die Stimulierung von B-Zellen, schalten auch Fremdzellen aus. J. F. A. P. MILLER berichtete 1962, daß vorgeburtliche Entfernung des Thymus bei Mäusen zum Fehlen bestimmter Lymphozyten führt, aber eine Exstirpation 3 Wochen nach der Geburt keine Lymphozyten-Verminderung bewirkt. Früh im Leben werden also die von Thymus gebildeten Lymphozyten dem Körper zur Verfügung gestellt. Unter bestimmten Bedingungen wird die Thymus im späteren Leben reaktiviert. An einer normalen Immunantwort auf ein Antigen sind gewöhnlich die Klone verschiedener B-Zellen beteiligt.

GEORGES KÖHLER und der 1927 als jüdischer Immigrant in Argentinien geborene CÉSAR MILSTEIN (1984 /1985) entwickelten die Methode, eine stark sich vermehrende und potentiell unsterbliche Myelom- (Tumor-) zelle der Maus mit einem ein spezielles Antigen produzierenden Lymphozyten aus der Milz zu verschmelzen und aus diesen potentiell unsterblichen Hybridzellen ganz spezifische Antikörper, **monoklonale Antikörper,** zu erhalten. Der mit einer Tumorzelle

verschmolzene eine Lymphozyt produzierte seinen Antikörper weiter. Der 1946 in München geborene KÖHLER forschte in Basel über normale Antikörper produzierende Zellen, die er in Gewebekulturen hielt. Die Zellen in der Gewebekultur überlebten nur kurze Zeit. Die Verschmelzung von solchen Zellen mit einer nicht absterbenden Tumorzelle, wie sie MILSTEIN einbrachte, löste das. Diese in den Jahren 1975 / 1976 entwickelte "Hybridom-Technology" eröffnete der Medizin wie der Untersuchung von zu prüfenden Substanzen neue Wege.

Eine Maus kann 10 Millionen verschiedene Antikörper produzieren, jeder dieser Antikörper wird von einem eigenen Lymphozyten-Zelltyp hergestellt (G. KÖHLER 1984/1985). Etwa tausend verschiedene Antikörper sind in der Lage, eine einzige antigene Determinante zu erkennen. Das große Problem war: Wie ist die **Bildung so vieler Antikörper** mit der wohl **viel geringeren Zahl der Gene** zu vereinbaren. Hier brachte eine Lösung der Japaner SUSUMU TONEGAWA (1988). Sohn eines Ingenieurs in Textilfabriken, konnte der zuerst in Kleinstädten Aufgewachsene sich in Tokyo bilden, in Kyoto Chemie studieren, in der Virusforschung tätig sein, ging nach St. Diego, 1971 nach Basel zu JERNE und 1981 an das MTI (Wikipedia 2018).

Das Gebiet der Immunologie wurde immer komplexer und die anfänglichen einfachen Erkenntnisse reichten immer weniger aus.

## Mikroorganismen - die Welt der Kleinlebewesen wird tiefer erschlossen

## Mikroben - Bakterien, einschließlich Blau"algen"

Bakterien - das sind Organismen, die man viel mehr von den übrigen Lebewesen trennen mußte, den **zellkernlosen Prokaryonten** standen die **mit Zellkern** ausgestatten **Eukaryonten** gegenüber, auf den französischen Zoologen EDOUARD CHATTON zurückgehende Termini. Bei Mikroben, ob Bakterien oder Viren wird oft nur an Parasiten in anderen, vor allem höheren Lebewesen gedacht, an Krankheitserreger, allgemein **Pathogene** genannt. Aber viele der Kleinstlebewesen leben anders, haben, auch als Zersetzer, als **Destruenten**, eine wichtige Rolle im Haushalt der Natur. Oder bestimmte Bakterien **binden** etwa **Luft-Stickstoff.** Und Bakterien sind wichtig auch im Darm der Menschen (TH. C. G. BOSCH 2012). Für alle solche Vorgänge galt es aufzuklären, welche Mikroorganismen, möglichst in der Spezies oder gar als Variante erfaßt, wo wirken und wie sie eventuell nutzbar gemacht werden können.

Wichtig war die von dem Niederländer MARTINUS WILLEM BEIJERINCK entwickelte Methode der "akkumulativen" oder **"selektiven" Kultur**: Für gesuchte, für zu erforschende Bakterien wurden in Kulturen besonders günstige und andere Mikroorganismen möglichst ausschließende Bedingungen hergestellt, um bestimmte Bakterien, etwa aus dem Boden möglichst rein zu erhalten und dann gar Reinkulturen herzustellen. BEIJERINCK war 1851 in Haarlem geboren, arbeitete nach dem Technologie- und Biologie-Studium als Lehrer, ab 1876 an der Lndwirtschafts-Schule in Wageningen, wurde nach Aufenthalt bei DE BARY in Straßburg und HANSEN in Kopenhagen 1885 Bakteriologe in der Niederländischen Hefe- und Spiritus-Fabrik in Delft, 1895 bis 1921 war BEIJERINCK Professor der Bakteriologie an der Polytechnischen Schule in Delft.

Mikroben erschienen als entscheidend für viele Vorgänge **im Boden**, und Boden-Mikrobiologie wurde ein regelrechtes Spezialgebiet, auch zwischen Mikrobiologie und Bodenkunde. In der Waldstreu, die sich in manchen Wäldern so schwer zersetzt, wurden Zellulose zersetzende Mikroben, *Cytophaga*, isoliert (C. STAPP et al. 1934). Erfaßt wurden die auch für die Bindung des Luft-Stickstoffs wichtigen Arten der Gattung Azotobacter, vor allem *Azotobacter chroococcum*, mit dem unterschiedlichen Auftreten, auch anderer Mikroorganismen, in "Naturboden und "Kulturboden" (M. HOPF 1950), mit seiner Variabilität und der unterschiedlichen, ja auch ausbleibenden Stickstoff-Bindung (W- K. FISCHER 1949).

Bei den "Schleimpilzen" unterschied man jene mit Zellkern, die also zu den Pilzen im weiteren Sinne gehörenden **Myxomyceten**, und die **Myxobakterien**, die seit 1892 beschrieben hatte der USA-Mikrobiologe ROLAND THAXTER (H. KÜHLWEIN 1950, H. G. SCHLEGEL 1999). Auch bei ihnen leben im Boden einzellige Schwärmer, und etwa auf Mäuse-, Hasen- oder Kaninchenmist vereinigen sich zahlreiche solche Schwärmer zu art-spezifischen, zarten Hutpilzen ähnlichen **Fruchtkörpern**. Hier, bei den niedrigen Organismen, erfolgt also im Freien eine **Formbildung aus Einzelzellen**, eine Form aus einer "Vielheit" gleichartige Zellen, Hier mußte man nachdenken und forschen über eines der großen Rätsel der Biologie: die Bildung von Formen. Um das zu erhalten wurde sterilisierter Hasen- oder Mäusemist auf Erde geschüttet und etwa eine Woche später erschienen auf dem Mist die Fruchtkörper, die offensichtlich auch über den Mist verbreitet werden konnten,ja den Darm unverdaut durchliefen. Etwa bei dem **Myxomyceten *Dictyostelium mucoroides***, also mit Zellkernen, bilden die Fruchtkörper Sporen, aus denen 1-zellige Amöben schlüpfen. Substratveränderungen führten zu Amöbenansammlungen und diese bilden mit einer Achse die Fruchtkörper. Andere Schleimpilze bilden zellwandlose Schleimkörper, **Plasmodien**, die, auch rötlich oder gelblich gefärbt, herumkriechen, auf feuchtem Holz oder auch Leder in Gerbereien.

Blaugrüne Überzüge auf Gewässern, auch am Meer, rühren vo einzelligen Organismen mit dem grünen Farbstoff Chlorophyll her, also zur Kohlendioxid-Verwertung befähigt. Sie waren von den Botanikern wegen der Farbe bei den 'Algen' eingereiht worden, als '**Blaualgen**', trotzdem ihnen ein richtiger Zellkern fehlte. Namentlich unter dem USA.Mikrobiologen ROGER YATE STANIER (P. H. CLARKE 1986) wurden sie , endgültig 1976, als '**blue-green bacteria**' bezeichnet, bei den Bakterien eingeordnet, mit um 1986 über 1000 Spezies in 150 Gattungen. Viele leben auch in Böden oder sind Symbionten in höheren Pflanzen, im Wasserfarn *Azolla* und in den Wurzeln der attraktiven großblättrigen *Gunnera* , und wurden auf ihre Fähigkeit zur Bindung von Luft-Stickstoff untersucht.

Mit der um 1980 erfolgten Abgliederung der **Archaebacteria** wurde eine neue Großeinteilung der Organismenwelt vorgeschlagen (s. d.).

Zu den "Archaebakterien" waren einzuordnen 1. die **methanerzeugenden**, also die methanogenen Bakterien, die, Sauerstoff nicht ertragend, Methan aus Kohlendioxid und Wasserstoff bzw dem Abbau auch zu CO2 führenden Ameisen-. Essigsäure, Methanol, Trimethylamin u. a. erzeugen, 2. die **hohe Salzgehalte** ertragenden, die halophilen Bakterien, 3. die **hohe** Hitzegrade und auch Säuren ertragenden, die thermoacidophilen Bakterien. Die Archaebakterien können **Extremstandorte** ertragen, dort, wo andere auch ganz niedrige Organismen ausscheiden. Sind das Standorte, die jenen auf der 'Urerde' ähnlich sind, und sind die 'Archaebakterien' Uraltformen? Archaebakterien leben aber auch im Boden, in Kläranlagen, wo es so extrem nicht ist.

## Bakterien im Zusammenleben mit höheren Organismen und auch dem Menschen

Etwa im Darm des Menschen lebt eine Vielzahl von versciedensten Arten von Bakterien und sie sind für das Wohlbefinden und die normalen Verdauungsvorgänge unverzichtbar. Alle Organismen "sind mikrobiell besiedelt", enthalten 10-mal "mehr Bakterien als eigene Zellen und etwa 100 - 150 mal mehr bakterielle Gene als eigene Gene" (TH. C. G. BOSCH 2012, S. 303). Es gibt also viel mehr Symbiose (s. d.) in der Welt der Lebewesen, als sich der einst mit führende Erforscher der Symbionten H. BUCHNER je träumen ließ. 1907 schrieb METSCHNIKOFF vom "positiven" Einfluß milchsäureproduzierender Bakterien auf die menschliche Gesundheit und daß **Milchsäurebakterien** im Joghurt gegen die pathogenen Keime im Darm wirken (S. 303). Bakterien sind so nötig etwa bei der Verdauung, daß auch beim Säugetierkörper von einem aus den eigenen Körperbestandteilen und den Bakterien bestehenden 'Metaorganismus' gesprochen wird (S. 303). **Patho-**

**gen** sind **nur wenige** Arten. Eingriffe in die Bakterienwelt etwa durch Antibiotika sind daher nicht unbedenklich, 'Krankheit' wenigstens im Darm kann kommen aus der Zerstörung der 'natürlichen' Bakteriengemeinschaft.

## Pathogene - krankmachende Mikroorganismen oder gar Moleküle

Die auslösenden Parasiten, vielfach Bakterien, Viren oder gar noch kleinere Einheiten, lösen je nach Spezies oder Varianten im Wirt meist **spezifische** Merkmale, **Syndrome**, aus und ermöglichen daher oft eine Diagnose des Erreger. Die Pathogene folgen verschiedenen Strategien (Wikipedia 2014), wobei namentlich die Überwindung oder Ausschaltung der Abwehrmechanismen der Wirte, vor allem von derfen Immunsystems, wenigstens für etliche Zeit stattfindet. Bei der **Hit and Run-Strategie**, "zerschlagen, wegrennen", die **Transiente Infektion**, haben die Pathogene eine rasche hohe Vermehrungsrate, der Wirt erkrankt rasch und oft schwer, und die Pathogene können bald andere Wirte infizieren. Jedoch der Wirt wird bald immun und fällt zu weiteren Vermehrung und auch Verbreitung der Pathogene aus. Beispiel wären Pest und Ebola. Bei der **Infect-and-persist-Strategie**, "infizieren und verbleiben", die **Persistente Infektion**, gibt es jedenfalls nach zeitweiliger deutlicher Erkrankung neben ihrer oft komplizierten Weiterverbeitung ein Verbleiben der Pathogene im Wirt, welche periodisch oder oft nach langer Ruhe reaktiviert werden, aber eben lange auf ihrem Nährboden im Wirt existieren können. Das gibt es bei Hepatitis B und C, bei Herpes simplex, Aids, Warzen auslösenden Viren. Heliobacter im Magen, Malaria. Die durch den Herpes Zoster/Varizella-Zoster-Virus (VZV) etwa in der Kindheit ausgelösten **Windpocken** verbleiben im Wirt und können im Alter bei schwächerem Immunsystem zur **Gürtelrose** führen.

## Virus - Forschung / Virologie

## Viren als Verursacher verschiedenster Krankheiten bei Pflanzen und Tieren

**Viren** sind Krankheitserreger, die durch Filterporen hindurchtreten, die Bakterien nicht hindurchlassen. Sie können nur in lebendem Gewebe existieren, lassen sich also nicht wie Bakterien auf einem Nährboden kultivieren.

Keimfreie Filtrate von Bakterienkulturen lassen durch den Filter, so die Cham-

berlandschen Filterkerzchen aus Tonerde, allerdings **auch** die **Toxine hindurch**, welche die Bakterien ausscheiden. So etwa beim Tetanusgift (S. KITASATO 1891). Sie wirken bei Injektion in einen dafür empfänglichen Organismus wie Gift, aber es gibt **keine Vermehrung**, also keine immerwährende Übertragung auf weitere Organismen. Viren vermehren sich im Wirt!

Verdacht auf kleinere Erreger als Bakterien kam schon auf, als PASTEUR im Gehirn tollwutkranker Tiere vergeblich nach Erregern suchte und auch bei Masern sich keine Erreger finden ließen. Für Pflanzenkrankheiten suchte bei der als infektiös erscheinenden Tabak-"**Mosaikkrankheit**", ausgezeichnet durch fleckige, die Verwertung schädigende Blätter, der Agrikulturchemiker und Pflanzenpathologe ADOLF MAYER (W. BÖHM 1990) ebenfalls vergeblich nach Bakterien. Der schon genannte BEIJERINCK (1899) (S. S. HUGHES 1970), G. VAN ITERSON jun. 1935) übertrug Saft aus mosaikkranken Tabakpflanzen in gesunde und konnte sie infizieren. BEIJERINCK preßte Saft 1897 und 1898 aus kranken Tabakblättern durch für Bakterien undurchlässige **Porzellanfilter** (filter candles), durch die bisher bekannte Bakterien nicht hindurchgehen konnten. Außerhalb der lebenden Pflanze, also im Filtrat, ließ sich das infektiöse Agens jedoch nicht vermehren. Das Filtrat blieb jedoch monatelang infektiös, auch nach dem Hindurchsickern durch Agarplatten, getrocknet oder als getrocknetes Alkoholpräcipitat. Selbst zwei Jahre lang trocken gehaltene mosaikkranke Tabakblätter infizierten gesunde Pflanzen. BEIJERINCK schloß auf ein sich von Bakterien unterscheidendes krankmachendes Agens und nannte es "**Contagium vivum fluidum**". Er zog einen vagen Vergleich dieses Agens mit Enzymen. Unabhängig von BEIJERINCK fand der St. Petersburger Botaniker DMITRI I. IWANOWSKY (1899; V. GUTINA 1973) dasselbe, nämlich die Infektiösität des Preßsaftes von mosaikkranken Tabakpflanzen, ohne Auffindung von Erregern.

Viren bei einer **Tierkrankheit** konnten ab **1897** durch FRIEDRICH LOEFFLER und PAUL FROSCH (1898) in Greifswald (H. HARTWIGK 1961, P. UHLENHUTH 1932) bei der **Maul - und Klauenseuche** als nachgewiesen gelten. In der Lymphe der für die Krankheit typischen Pusteln fanden sich unter dem Mikroskop keine Bakterien, obwohl sie auch filtriert ansteckend blieb. Wäre ein Gift in dem Filtrat, wäre bei zunehmender Verdünnung abnehmende Wirkung zu erwarten gewesen. Da das nicht zutraf, war an ein vermehrungsfähiges Agens zu denken, daran, daß (S. 389): "die bisher noch nicht auffindbaren Erreger der Seuche waren so klein, daß sie die Poren eines Filters, welches die kleinsten bekannten Bakterien sicher zurückhielt, zu passieren imstande waren", aber durchaus "vermehrungsfähiger Erreger" sind. Ebenfalls ein Virus mußte das **Gelbe Fieber** auslösen, dessen Übertragung durch Moskitos um 1900 auf Kuba aufgeklärt wurde. Im Jahre 1903 zeigte REMLINGER, daß das die **Tollwut** auslösende Agens Fil-

ter passiert. Für die **Poliomyelitis** fand LANDSTEINER (H. SCHADEWALDT 1982) zusammen mit CONSTANTIN LEVADITI die Ursache in einem Virus. Das größte eine Menschenkrankheit auslösende Virus ist das der **Pocken**, das ENRIQUE PASCHEN (P. VOSWINKEL 2001, S. 82) 1906 schon im Lichtmikroskop sah und in der Lymphe von an Pocken Erkrankten immer wieder erkannte, das Virus *Orthopoxvirus variolae*. Pocken sind nur beim Menschen bekannt. Nach der von der Weltgesundheitsorganisation verordneten weltweiten Impfpflicht für Pocken wurden die Pocken **1980 für weltweit ausgerottet** erklärt (Wikipedia 2020). Am Ende des 20. Jh. waren bei Mensch und landwirtschaftlichen Nutztieren ungefähr 500 verschiedene Viren bekannt (L. BORECKY‘ 1983).

Wegen der **Nichtvermehrungsfähigkeit der Viren auf künstlichen Nährböden**, mußten sie in lebenden Organismen resp. lebendem Gewebe vermehrt werden, was zunächst jedenfalls technisch sehr anspruchsvoll war. Wie bei LANDSTEINER festgestellt wurde, ließ sich ein Homogenat der Gehirnmasse und des Rückenmarks eines an Polyiomyelitis gestorbenen Mädchens auf Versuchstiere, auch Rhesusaffen, übertragen. Diese erkrankten an Poliomyelitsis, aber es fanden sich keine Bakterien. Weitere Tierversuche erhärteten das. Führender Virenforscher wurde für etliche Zeit der auch als Immunologe führende Australier BURNET. Er entwickelte 1932 die Technik, Viren in Hühnerembryonen zu vermehren, was für etwa 20 Jahre Standardmethode der Virenforscher blieb. Gewebekulturen scheiterten zuerst allerdings oft an sie befallenden Bakterien. Durch Zugabe von Antibiotika wurde das beherrschbar. JOHN FRANKLIN ENDERS (s. a. TYRRELL 1987), FREDERICK CHAPMAN ROBBINS, THOMAS H. WELLER berichteten 1949 (1954), daß sie **Poliomyelitis-Viren** auf menschlichem Gewebe vermehrten (S. GARD 1955) und eröffneten damit ein neues Kapitel der Virusforschung. Sie erhielten 1954 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

**Immer neue Viren**, Arten oder Typen oder Subtypen innerhalb der Arten wurden ermittelt. In Mitteleuropa bekommen bervorzugt von November bis März vor allem noch nicht-immune Personen eine wenige Tage anhaltende, sich rasch auf andere Menschen ausbreitende, oft mit Brechdruchfall verbundene **Gastroenteritis**, Als Erreger wurden Typen des ***Norovirus*** ermittelt, zuerst **1968** in Norwalk im USA-Staat Ohio. Freiwillige aßen Kot Erkrankter, erkrankten selbst und bezeugten damit die Ausbreitung über menschliche Exkremente (Wikipedia 2018). Oft nicht ausheilbar ist Hepatitis C.

## Viren auch in Bakterien: d’Herellen oder Bakteriophagen

Von Viren befallen werden auch Bakterien, auch solche, die ihrerseits bei höheren Organismen Krankheiten hervorrufen. Diese Bakterien befallenden Viren wurden

**Bakteriophagen** genannt.

Lange Zeit, bevor man Bakteriophagen im Elektronenmikroskop auch 'sichtbar' machen konnte, waren sie durch ihre Wirkung feststellbar, ja wurden durch solche entdeckt. Einer der Entdecker war FÉLIX D' HÉRELLE (1921, J. MALONE 2002, J. THÉODORIDES 1972), nach dessen Namen die Bakteriophagen auch d'Herellen genannt wurden. D' HÉRELLE war der 1873 in Montreal geborene Sohn eines Franzosen und einer holländischen Mutter. Er wuchs in Paris auf, studierte nicht, reiste aber, bildete sich. arbeitete an wissenschaftlichen Institutionen, in seinem Wanderleben an etlichen. Er arbeitete etwa 1901 als Krankenhausbakteriologe in Guatemala City. Im Jahre **1907** in Yucatan in Mexico sammelte er erkrankte Heuschrecken, die einen schwarz gewordenen Darm aufwiesen. D' HÉRELLE züchtete daraus Bakterien, *Coccobacillus acridiorum* bzw. *Aerobacter aerogenes* var. *acridiorum*. In Kulturen dieses Bakteriums erschienen runde helle Flecken, "spots", mit einem Durchmesser von etwa 2 bis 3 mm. Man konnte annehmen, daß die "spots" entstanden, weil dort Bakterien weggelöst waren. D' HÉRELLE arbeitete dann am Institut Pasteur in Paris und suchte danach in Tunesien sein Bakterium aus den Heuschrecken von Yucatan zur Vernichtung von Heuschrecken anderswo einzusetzen. Wieder erschienen in Kulturen des Bakteriums leere Stellen, 'spots'. CHARLES NICOLLE fordete später, daß er es gewesen war, der zuerst auf einen die Mikrobe zerstörenden, damals nicht sichtbar zu machenden Virus verwies, D'HÉRELLE nannte ihn "microbe bactériophage" oder "bactériophage". Andere sprachen von diesen Leerstellen in den Bakterienkulturen vorsichtiger nur vom "d'Hérelleschen Phänomen". Diese "spots" in den Bakterienkulturen waren wiederum ein Beispiel dafür, wie **unerwartet**, ohne vorangegangene Theorie, **eine neue Tatsache** in Erscheinung treten kann. Im Jahre 1916 fand D'HÉRELLE, nun in Paris, auch in Kulturen von Dysenterie-Bazillen leere Flecken. Er fand, daß das dafür verantwortliche Agens, das mögliche Virus, auch im Stuhl Erkrankter ausgeschieden wird und sich von einer Bakterienkolonien zur nächsten übertragen läßt (H. J. MULLER 1962).

Unabhängig von D'HÉRELLE fand der allein forschende FREDERICK WILLIAM TWORT in England (E. CLARKE 1976) 1915 bei *Staphylococcus aureus* dasselbe Phänomen der 'spots' in Kulturen wie D'HÉRELLE und wies dessen Ultrafiltration, also Durchtritt durch für Bakterien undurchlässige Poren, nach.

Für D'HÉRELLE warf seine Entdeckung anzunehmender bakterientötender Viren Licht auf ein bereits bekanntes Phänomen, nämlich, daß in Flüssen Indiens Cholera-Erreger offensichtlich nach einiger Zeit abstarben. D'HÉRELLE dachte an den Einsatz von Bakteriophagen gegen Krankheitserreger, arbeitete dafür für einige Zeit in Tiflis. Überzeugende Erfolge blieben aus, jedenfalls damals.

Die Vermehrung der später für die Molekulargenetik wichtigen Bakteriophagen wurde erstmals im Detail von BURNET untersucht. Der US-amerikanische Genetiker MULLER erörterte 1926, ob **Bakteriophagen vielleicht frei lebende Gene** sind, vielleicht als solche die ursprünglichsten Lebewesen, oder von höheren Organismen einst entlassene Gene, damit nun in Freiheit vagabundierende Gene. Waren die Viren oder zumindestens die Bakteriophagen Gene, dann durften die im befallenen Organismus auftretenden Folgevorgänge mit der Expression eines Gens, einer Erbanlage, in einer normalen Zelle verglichen werden, und es war, in der Formulierung des englischen Botanikers CYRIL DEAN DARLINGTON (1954, S. 15), die Grenze zwischen **Vererbung und Infektion** niedergerissen. Die Bakteriophagen resp. Viren-Forschung überhaupt eröffnete also damit Einsichten in bisher als völlig getrennt gesehene Bereiche.

## Viren und ihre chemische Zusammesetzung und die Bedingungen für ihre Infektiosität

Die Ergründung der **chemischen Zusammensetzung** der Viren gab in der Tat bedeutsame Erkenntisse auch über die der Vererbungssubstanz (G. MELCHERS 1960), wobei hier über den Irrtum vom Eiweiß als der Vererbungssubstanz hinweggeschritten werden mußte. Dem US-Amerikaner WENDELL MEREDITH STANLEY (1947 / 1949) gelang in der Mitte der 30er-Jahre des 20. Jh. das die Kräuselung und Fleckung von Blättern der Tabak-Pflanze auslösende Tabakmosaik-Virus (TMV) zu kristallisieren (L. E. KAY 1986), was ihm nahelegte, es als einen reinen einheitlichen Stoff erhalten zu haben. Er **vermeinte**, daß es **nur aus Eiweiß** besteht. 1946 war er einer der drei Nobelpreisträger für Chemie. Bald waren andere Viren, auch solche aus Tieren, kristallisiert oder wurden ein Virus wenigstens als ein einheitlicher Eiweißstoff identifiziert. Das wurde gefunden für das Virus des Kaninchenpapilloms und der Encephalomyelitis (A. BUTENANDT 1938), und der Holländer JANSEN erhielt 1941 in Zusammenarbeit mit dem Svedberg-Institut in Uppsala das Maul-und Klauenseuche-Virus aus Blasenlymphe erkrankter Schweine als nahezu einheitlichen Eiweißstoff (A. BUTENANDT 1944). Bei anderen Fällen gab es Mischkristalle. Viren, so wurde deutlich, verändern, wenn sie in einer Zelle aktiv sind, deren Stoffwechsel, **'erzwingen'** etwa in den Pflanzenzelle den **Aufbau des Virus-Proteins**, daß dann übertragen, und seinerzeit als ausreichend betrachtet, andere Pflanzen erkrank läßt. Die Viren griffen also offensichtlicht in das Wirken der Gene ein, vermehrten in der Zelle ihr eigenes Protein. Der allergrößte Teil des Pflanzeneiweißes in den befallenen Zellen sollte etwa beim Tabakmoasaikvirus dann aus Virusprotein bestehen können. Phlox und Tabak, die wie Bohnen vom Tabakmosaik-Virus befallen werden, haben gesund keine serologisch nachweisbar

ähnlichen Eweißstoffe. Nach der Infektion mit dem Tabakmosaik-Virus erschien das sehr wohl als der Fall, weil eben neue Proteine gebildet wurden (F. LYNEN 1938). In etwas eigenwilliger, dem Nichtkenner vielleicht gar unverständlicher Bildsprache wurde gemeint: Das Virus benimmt sich in der Pflanzenzelle wie der böse Pirat, der ein Schiff besetzte und dort über das Steuerrad bestimmt und dem Schiff seinen Kurs aufoktroyiert. Außerdem wird beim Virus-Befall auch die Zellgestalt verändert. Ob ein Virus auch Phosphor und Schwefel enthält, war durchaus auch gewissen Eiweißstoffen zukommt, war zunächst umstritten, aber **die Virus-Aktivität schien**, wie F. LYNEN noch 1938 betonte, **von den Proteinen nicht abtrennbar** zu sein.

BAWDEN, PIRIE, BERNAL und FANKUCHEN wiesen nach, daß Viren auch einen **Nukleinsäure-Anteil** besitzen. Viren, die Tiere infizieren, besitzen **Desoxyribonukleinsäure**, Pflanzen infizierende Viren **Ribonukleinsäure**.

Aber über die Annahme von den Proteinen als den entscheidenden Virus-Substanzen wurde in der Folgezeit weit hinausgegengane, ja wurden gerade die **Nukleinsäuren** als die entscheidenden, **den Virus ausmachenden Substanzen** erkannt. In Deutschland war es unter anderem GERHARD SCHRAMM (A. BUTENANDT 1981), zuletzt bis zu seinem Tod 1969 Direktor des Max-Planck-Instituts für Virusforschung in Tübingen, der die "Bedeutung der Nucleinsäure für die Virus-Vermehrung" (s. etwa 1959) nachwies. SCHRAMM war 1910 in einer Familie aus Hamburg in Yokohama in Japan geboren, studierte bei WINDAUS in Göttingen, ging mit BUTENANDT 1933 nach Danzig und ging dann 1936 mit an das Kaiser Wilhelm-Institut für Biochemie nach Berlin-Dahlem. Im Krieg wurde die Forschungsgruppe nach Tübingen verlegt. Entscheidend war, untersucht beim Tabakmosaikvirus, **Protein und die Ribonucleinsäure** (**RNS**) vollständig **zu trennen** und so die Allein-Wirkung der Ribonucleinsäure für die Virus-Vermehrung festzustellen. In schwach alkalischer Lösung dissoziierte das Protein von der Ribonucleinsäure ab und zerfiel in Untereinheiten mit einem Molgewicht von etwa 100.000. Die Lösung angesäuert traten diese Protein-Untereinheiten wieder zusammen. Bei der Suche nach einer Methode, das Protein des Virus vollständig zu entfernen ohne Zerstörung der Ribonucleinsäure, fand sich, zusammen mit ALFRED GIERER (1956) die kurzzeitige **Behandlung** der **Virus-Lösung mit Phenol**. Das Protein wurde leicht gelöst, die Ribonucleinsäre blieb in der wäßrigen Phase und erwies sich als noch infektiös. Immer war man ängstlich um den Nachweis der völligen Protein-Entfernung bemüht. FRAENKEL-CONRAT und sein Team trennten das Protein etwa mit Natrium-dodecylsulfat ab. Das im Elektronenmikroskop beobachtbare, einen Hohlzylinder darstellende Virus besteht aus einer Schutzhülle von Protein um den Ribonucleinsäure-Faden im Inneren. Nicht durch Protein umhüllte Virus-Ribonucleinsäure zeigte aber wesentlich, sogar 1000mal

schwächere Infektiosität, was die Überlegungen über die Ribonucleinsäure als Vererbungssubstanz nicht einfacher machte und das Protein als nicht belanglos erkennen ließ. Ab wann ist in besonders komplizierten wissenschaftlichen Untersuchungen ein Ergebnis eindeutig? Es wurde angenommen, daß Brüche der Ribonucleinsäure die Infektiosität senken.

Die Nucleinsäuren sind es, die von Viren befallenen Zellen zwingen, diese selben Viren aus dem Eiweiß der Wirte zu reduplizieren, als sie sind der das Steuer ergreifende 'Seeräuber'. Während die zelleigene Vererbungsubstanz die Zelle nicht verläßt, kann es das Virus, das heißt seine Ribonucleinsäure, eingeschlossen in die Proteinhülle. Weil das Virus nur Lebenserscheinungen in einer fremden Zelle zeigt, die es zur Lieferung seines Proteins zwingt, sprach man auch vom "geborgten Leben"- verstehbar wohl auch nur für den Kenner. Die biologische Forschung in Deutschland in den letzten Kriegsjahren wurde anderswo, etwa in den USA, zunächst nicht mehr beachtet. Chemische Änderung der Ribonucleinsäure gab erbliche Änderungen, also Mutationen.

In den USA waren HERSHEY und CHASE bei **Phagen** zu ähnlichen Ergebnissen gekommen, welche die **Desoxyribonukleinsäure** (DNS) als Vererbungssubstanz sehr wahrscheinlich machte – was unter Vererbung vorgestellt werden soll.

Phagen in Bakterien können Grund für deren höhere Virulenz, ihre erhöhte Gefährlichkeit sein. Diphtherie-Bazillen produzieren Toxin, wenn sie bestimmte Provirus in sich tragen, und nur dann sind Diphtherie-Bazillen die "Würgengel der Kinder".

Ein führender Errforscher etwa der **Pflanzen befallenden Viren** namentlich auch von Kulturpflanzen wurde in England FREDERICK CHARLES BAWDEN (N. W. PIRIE 1973). Er verwies auf Viren, die vielleicht milde Infektionen hervorrufen, dadurch nicht so beachtet werden und dennoch größere Verluste hervorrufen als manche lokale manifeste Epidemie.

## Immer einmal neue und auch fast hundertprozentig todbringende Viren

1940 schrieb ASCHOFF (S. 54), daß "an die Entdeckung eines neuen bakteriellen Erregers kaum mehr zu denken" sei. Die "Bakterien", meinte ASCHOFF (1940, S. 55) werden abgelöst dfurch die Virusarten", womit er also meinte, daß nunmehr durch Viren hervorgerufene Krankheiten die Forscher beschäftigen würden.

Und bis kaum bekannte und teilweise grausame durch **Viren** ausgelöste Krankheiten wurden im 20. Jh. bekannt.

1908 beschrieben die dänischen Pathologen VILHELM ELLERMANN und BANG die **Übertragung einer** allerdings nicht als solche anerkannten **Krebskrankheit durch Viren**, nämlich der **Hühner-Leukämie** durch zellfreie Filtrate auf gesunde Hühner (B. SCHÄFER 2011). Leukämie galt damals allerdings allgemein nicht als Tumor-Erkrankung, weshalb also seinerzeit kaum von Tumor-Übertragung die Rede war. In den USA hat 1910 / 1911 FRANCIS PEYTON ROUS, einer der Nobelpreisträger von 1966, durch ein Ultrafiltrat eines Muskeltumors eines Huhns diese Erkrankung auf andere Hühner übertragen, wobei man sich der Virennatur des später **Rous-Sarkoma-Virus** genannten Agens der Übertragung nicht ganz sicher wähnte (Wikipedia), also auch hier die Tumor-Übertragung durch Viren erst später sicherer formuliert wurde.

Weit ausgebreitet hat sich in manchen Tropengegenden, namentlich auch in Städten, nach dem Zweiten Weltkrieg das **Dengue-Fieber**, hervorgerufen dureh ein 1907 erfaßtes Virus, welche übertragen wird durch die Stechmücke *Stegomyia* oder *Aedes aegypti*, die wegen ihrer gestreiften Beine deutsch Tigermücke heißt. Von den pro Jahr etwa 50 Millionen betroffenen Menschen genesen glücklicherweise die meisten wieder.

**Bisher unbekannte Erreger, neue und schwere Erkrankungen** - die Evolution geht weiter oder vorhandene Viren treten von Tieren auf Menschen über. Aus eingeführten Grünen Meerkatzen aus Afrika stammte das **1967** in einem Laboratorium in Marburg beim Laboratoiumspersonal aufgetretene **Marburg-Virus**, an dem von 31 Erkrankten 7 starben und Blutgefäßdurchlässigkeit, also hämorrhagische Erscheinungen, ein Hauptmerkmal bildete. Und diese hämorrhagischen Erscheinungen mit hohem Fieber von über 38°C bilden auch ein Hauptmerkmal bei der für bis 80% der Betroffenen tödlichen Erkrankung mit dem **Ebola-Virus** (u. a. Wikipedia 2014) beziehungsweise einer seiner Varianten, das für die Wissenschaft **1976** in Yambuku nahe dem Ebolafluß im Norden der Demokratischen Republik Kongo gefunden wurde. In 55 Dörfern starben von 318 Erkrankten 280, also 88%. Mitentdecker des Ebola-Virus 1976 war der später in maßgeblichen Ämtern der UNO tätige Belgier PETER PIOT (Wikipedia 2014). Gleichzeitig wurde ein solches Virus im Sudan gefunden. Fledermäuse resp. Flughunde gelten als ein Reservoir des Virus. 2014 ist Westafrika schwer betroffen.

Neu war auch das Virus der zur Immunschwäche führenden Krankheit **Aids**, das "Acquired immune Deficiency Syndrome", das "erworbene Immundefektsyndrom". Am 1. Dezember **1981** wurde Aids als eigenständige Krankheit anerkannt und begann die Suche nach dem Erreger. Übertragen wird Aids besonders beim Sexualverkehr und überhaupt über Blut. Das sonst gegen viele Erreger funktionierende Schutzsystem, das Immunsystem, wird ausgeschaltet, ein verhängnisvolles Beispiel für die Anpassung von Erregern an die Wirte. Wegen der Folgekrankheiten durch

nunmehr nicht mehr im ausreichenden Maße beherrschbaren weiteren Erreger und den gesenkten Tumorschutz folgt das oft langsame Sterben. Im Jahre 2012 gelten weltweit etwa 35,3 Mill Menschen als 'HIV-positiv'. Seit Beginn der Seuche starben etwa 36 Millionen Menschen (Wikipdedia 2014). Dem sogar propagierten 'freien Sexualverkehr' wurde ein gewaltiger Dämpfer aufgesetzt.

1994 erkrankten Pferde in einem Stall bei Brisbane in Australien, wohl infiziert durch Flughunde mit dem 1995 beschriebenen, nach den Vorort von Brisbane benannten **Hendra-Virus**. Auch 3 Menschen erkrankten, 2 starben. 1999 wurde das in Malaysia aufgetretene **Nipah-Virus** charakterisiert, an dem in Singapur Männer in Schlachthäusern starben (Wikipedia 2014).

## Noch viel kleiner als Viren und nur Ribonukleinssäure: Viroide

Seit dem Anfang der 1960-er-Jahre bekannt und um 1971/1972 durch in den USA, Kanada und Deutschland unabhängig voneinander wirkende 4 Arbeitsgruppen wurde erfaßt, daß es ringförmige, aus etwa 360 Nucleotiden aufgebaute Ribonukleinsäure.Moleküle ohne umhüllendes Protein gibt, die bei manchen Pflanzen Schäden bringen (H. J. GROSS et al. 1980). Betroffen sind besonders einige Gewächse in den Tropen und Subtropen, Im gemäßigteren Klima können solche Viroide in Gewächshauskulturen Schaden anrichten. Betroffen können sein Kartoffeln, Gurke, Hopfen, Citrusbäume, Chrysanthemen, Kokospalme, der Avocado-Baum, die Zierpflanze Columnea erythrophae (S. 233). Die an den Pflanzen auftretenden Schäden sind denen von bisher schon bekannten Viren ähnlich, also bei Blättern Wachstumshemmung, Verkrümmung oder Gelbfärbung, bei Gurken auch Gelbfärbung, bei Kartoffeln Spindelform (S. 234). Weil die Viroide ohne Hüllprotein sind, rufen sie keine Antikörper hervor. Isolieren konnte man die Viroide, indem Blattmaterial und damit also die Blattzellen "homogenisiert, mit Phenol extrahiert" wurden und man mit Ethanol die in der "wäßrigen Phase verbleibenden Nucleinsäuren" ausfällte (S. 235). Es wurden in der Nucleotid-Sequenz sich unterscheidende Viroide nachgewiesen, welche die unterschiedlichen Pflanzenkrankheiten hervorbringen.

Überlegt wurde, ob Viroide **degenerative Nerven- resp. Gehirn-Krankheiten** bei Tieren und Menschen hervorbringen, die Scrapie-Krankheit bei Schafen, die Kuru-Krankheit bei Menschen auf Neuguinea, das Jacob-Creutzfeldt-Syndrom bei Menschen auch in Europa (S. 244).

## Bei Bakterien waren durchaus noch gefährliche zu entdecken

Trotzdem die Viren viele Forscher anzogen, bei den Bakterien gab es auch Neuheiten. Bei den der Species nach bekannten Bakterien waren verschiedene **Serotypen** auszumachen, die also nicht morphologisch oder durch Farbreaktionen, jedoch durch unterschiedliche Immunreaktionen bekannt wurden. Innerhalb der Arten, der Streptokokken und Pneumokokken, gab es also sich immunologisch und auch in ihren Krankheiten auslösenden Eigenschaften sich unterschiedende Subtypen, intraspezifische Formen. So trat auch die Tuberkulose in neuen Varianten auf.

Als Auslöser einer bis zu 19% für die Betroffenen tödlichen, mit Lungenentzündung verbundenen Krankheit erschien 1976 die *Legionella pneumophila*, die zu der **Legionärskrankheit** führte. Der eigenartige, ja mißverständliche Name geht zurück auf den ersten nachgewiesenen Ausbruch der Krankheit nach einem Treffen von Veteranen, "Legionären", in Philadelphia. Das Vorkommen des Erregers in warmem Wasser, auch in Duschen, macht ihn so gefährlich, da er also gerade unter eher hygienischen Bedingungen auftritt.

Bei Bakterien mußte bisweilen auch völlig umgedacht werden. **Magengeschwüre** wurden auf psychische Nöte, auf Stress zurückgeführt. Es waren zwei Mikrobiologen in Australien, der kaum 22 Jahre alte BARRY JAMES MARSHALL und JOHN ROBIN WARREN (K. ROTH 2012; a. Wikipedia), die 1963 fanden, daß es Bakterien sind, später genannt ***Heliobacter*** *pylori*, deren kaum geglaubte Anwesenheit im stark sauren Magen, mit pH-Werten um 1, dort Magenzerstörungen, ja Tumore, vorursachen kann. Das Schlimmste geschieht nicht bei jedem, der mit diesen Erregern im Magen leben muß. So wurde die Anwesenheit von Bakterien und deren Schadwirkung nicht geglaubt. Der dann 33-jährige WARREN schluckte in einem Selbstversuch jetzt kultivierte *Heliobacter*. Er bekam eine heftige Gastritis. Mit Antibiotika konnte er sich heilen. 1989 glaubte man den beiden Baktriologen und 2005 wurden sie, je zur Hälfte, mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin bedacht. Man könnte einmal betonen: Es sind also nicht nur Frauen, deren verblüffenden wissenschaftlichen Neuigkeiten wie bei McCLINTOCK die wissenschaftliche Welt lange Zeit ungläubig gegenübersteht.

## Dauernd bis lange still-liegende Krankheitserreger

Manche Krankheits-Erreger haben eine lange Latenzzeit, bleiben aber im Körper und verursachen jahre-, ja jahrzehntelange, oft mit dem Tod endende Leiden. So ist es bei der Syphilis. Auch *Heliobacter* im Magen, und namentlich auch Viren können **ohne Symptome jahrelang**, ja auch Jahrzehnte iirgendwo im Körper

**still-liegen**, um dann, vielleicht erst im höheren Alter sich wieder mit Krankheitssymptomen bemerkbar zu machen. Im Körper bestehende **bakterienhaltige Herde** (L. ASCHOFF 1940), in Gelenken, Gliedmaßen, Mandeln, Zähnen, die auch örtliche Probleme bereiten konnten, wurden gern mit Entfernung des befallenen Organe, etwa der Zähne bei US-amerikanischen Rekruten angegangen. Maqn sah das auch als übertrieben. GAIDUSEK fand langes Stilliegen bei der das Gehirn befallenden Kuru-Krankheit der Papua auf Neuguinea. Die oft im Alter erscheinende Gürtelrose ist auf lange stillgelegene Windpocken-Viren zurückzuführen. Verhängnisvoll wirken vor allem auch Trypanosomen, bei der Chagas-Krankheit etwa, die in Herz oder gar Gedärm vordringen und dort auch beim alternden Menschen weiterwirken.

## Bakterien bei Pflanzen - Feuerbrand

Mit seuchenartiger Ausbreitung vernichtet das zu den Enterobakterien gehörende Bakterium ***Erwinia amylovora*** durch den von von ihm ausgelösten '**Feuerbrand**' ganze Kernobstbestände und befällt auch zu den Rosengewächsen gehörende Ziersträucher (Wikipedia u. a. 2013). Abgestorbene braune, wie verbrannt aussehende Blütenstände und Blätter und das rasche Eingehen junger und das etwas langsamere Eingehen älterer Bäume sind Folge. Einst bekannt in Nordamerika erschien der Feuerbrand 1957 in England und breitete sich aus, gerade auch im Obstland Tirol. Australien hielt sich frei durch Verbot der Einfuhr von Äpfeln und Kontrollen mit schnüffelnden Hunden auf den Fluplätzen auch nach Inlandsflügen.

## Bakterien im Menschenkörper und auf ihm . das "human microbiom"

Die als Krankheitserreger in Betracht kommenden Bakterien sind nur ein Brucheil derer, die auf oder im menschlichen Körper vorhanden sind, ein "human **microbiom**", 10 Mikroben auf menschliche Zelle und "100 microbial genes for each unique human gene" (CH. S. SMILLIE et al. 2011).

## Chemische Therapie gegen Krankheitserreger

### Chemotherapie - Allgemein. - Erste Ideen

Chemotherapie ist die Bekämpfung von Krankheitserregern oder wenigstens von deren Giften in dem von ihnen befallenen lebenden Organismus durch Injekti-

on von abtötenden Substanzen. Voraussetzung ihrer Anwendung ist, daß zwar die eingedrungenen Erreger vielleicht ausreichend getötet oder wenigstens in ihrer Wirkung neutralisiert werden, aber der befallene Wirt möglichst wenig Schaden erleidet. Schon gar keine bleibenden Schäden. Chemotherapie sollte Abtöten der Erreger im befallenen Wirt und nicht nur Symptom-Heilung sein. Den Weg zur Chemotherapie beschritten verschiedene Forscher.

EMIL BEHRING dachte etwa 1891 an "Desinfection am lebenden Organismus" und als ein Mittel sah er das bei äußeren Wunden wirkende **Jodoform**, verwendete bei Diphtherie auch Goldnatriumchlorid und Zinkpräparate. Aber neue Aspekte, eine wirkliche Heilwirkung, sollte bei BEHRING das Blut geheilter Tiere bewirken, das Serum aus dem Blut immunisierter Tiere. Auch das behandelte BEHRING unter "Desifection am lebenden Organismus", spezifisch wirksame Agentien, die mehr Erfolge versprechen als allgmeine Desinfektionsmittel. Der Begriff Chemotherapie sollte aber angewandt werden gegen größere Parasiten, Protozoen und Würmer, gegen die der Körper keine Immunabwehr betrieb. waren also keine Antikörper.

Da Metalle wie Quecksilber, Arsen, Antimon oder ihre Verbindungen gehörten schon länger zum Arzneimittelschatz und wurden rein empirisch gegen Geschlechtskrankheiten angewandt. Es lag also nahe, mit Verbindungen dieser Metalle namentlich gegen Erreger aus der Protozoenwelt, also Trypanosomen und Spirochäten, vorzugehen.

## Gegen Trypanosomen und Spirochäten

Die einen besonderen Stamm der Bakterien bildenden Spirochaeten und die den Protozoen angehörenden Trypanosomen verursachen langwierige und oft schließlich mit dem Tode endende Leiden, Syphilis wie die Frambösie, die durch Borrelien verursachte Krankheiten wie das Rückfallfieber. Hier gibt es nicht die lebenslang wirkende Immunität. Es gibt auch keine in vitro-Zucht, die Möglichkeit der Reinkultur. **Versuchstiere** mußten **künstlich infiziert** werden und wurden an ihnen verschiedenste als heilend vermutete Substanzen untersucht.

Im Jahre 1863 hatte der französische Pharmakologe und Chemiker BE´CHAMP eine Verbindung aus der Reaktion von Arsensäure mit Anilin hergestellt, welche 1902 die Vereinigten Chemischen Werken Charlottenburg als "**Atoxyl**" gegen Hautexzeme auf den Pharmamarkt brachten und die EHRLICH als p-Aminophenylarsinsäure erkannte. 1901 hatte sie unabhängig auch LANDSBERGER hergestellt (H. A. NEUMANN 2004). ROBERT KOCH untersuchte sie in Afrika zur Behandlung der Schlafkrankheit. Es gibt eine in Westafrika vorkommende Form der

**Schlafkrankheit**, verursacht durch *Trypanosoma gambiense*, und eine in Ostafrika, mit *Trypanosoma rhodesiense* als Erreger. Tsetsefliegen übertragen die Erreger. Nach 2 bis 4 Wochen Inkubationszeit bilden sich an der Stichstelle Furunkel, gibt es Fieber, Kopfschmerzen, Herzmuskelentzündungen und nach dem Eindringen der Erreger in die Rückenmarksflüssigkeit, die Spinalflüssigkeit, gibt es mit dem Zentralnervensystem zusammenhängende Symptome, so Apathie, Psychosen, Schlafstörungen. Die Schlafkrankheit endet mit dem Tod. Bei der westafrikanischen Variante nach 2 bis 6 Jahren, bei der ostafrikanischen Form nach 4 - 6 Monaten. Mit Atoxyl war eine bleibende Heilung nicht zu erreichen. UHLENHUTH, der bei KOCH in Berlin arbeitete, erforschte die Wirkung von Atoxyl auf eine andere Trypanosomenkrankheit, bei der ihm die Erreger, *Trypanosoma equiperdum*, in Berlin zur Verfügung standen, die **Beschälseuche** oder 'Dourine' der Pferde. Die Seuche konnte auf Kaninchen übertragen werden und UHLENHUTH mit Mitarbeitern mit Atoxyl Heilung und sogar Prophylaxe erreichen. Unter den Spirochäten konnte er eine in Brasilien auftretene Hühnerkrankheit, die von ***Spirochaeta gallinarum*** verurachte **Hühner-Sprillose** heilen und von vornherein verhindern. **Syphilis** mit Atoxyl zu behandeln brachte der Gruppe um UHLENHUTH nicht die rechten Erfolge. Bei UHLENHUTH wurden auch über 150 **Antimon-Präparate** geprüft, wobei es besonders auch gegen die schwere Furunkel, ja Gesichter entstellenden Leishmaniosen wie die Aleppo-Beule, ging. Die Schlafkrankheit konnte erfolgreich mit 'Bayer 205' angegangen werden.

## Gegen die Syphilis: Salvarsan - PAUL EHRLICH und seine Theorie der Chemotherapie

Gegen verschiedene Prozoenkrankheiten wurde mit einem beträchtlichen Mitarbeiterstab bei PAUL EHRLICH in Frankfurt am Main geforscht und hier gegen Syphilis das ausnehmend erfolgreich wirkende "**Salvarsan**" entwickelt.

EHRLICH wollte auch eine **allgemeine Theorie der Chemotherapie**.

Leider standen sich UHLENHUTH und EHRLICH auch feindlich gegenüber. Und hat deshalb UHLENHUTH 1933 in Freiburg i. Br. ein Schreiben zur Entfernung jüdischer Mitarbeiter unterschrieben, obwohl EHRLICH dort nicht angestellt war?

Bei EHRLICH wurde das Atoxyl in verschiedene andere Verbindungen ungesetzt. Der Japaner SAHACHIRO HATA hat die Forschung auch gegen die Syphilis in die Wege geleitet, denn dessen Erreger war ja kurz entdeckt worden, Das dann als am besten geeignete Präparat erschien das von LOUIS BENDA (H. RITTER 1957), Jude wie EHRLICH, hergestellte Dioxydiaminoarsenobenzol, das 'Präparat 606",

das Salvarsan. Das "Salvarsan", die "Zauberkugel", wurde jedoch anfangs nicht immer sachgerecht angewandt, auch an zu fortgeschrittenen Fällen erprobt und führte daher öfters zu Fehlschlägen, was wiederum EHRLICH belastende Gerichtsprozesse nach sich zog. Zuletzt litt der immerfort gedanklich tätige EHRLICH, ein starker Zigarrenraucher, an Arteriosklerose, wurde verglichen mit einer an beiden Enden brennend sich verzehrenden Kerze. EHRLICH starb am 20. August 1915 in Bad Homburg. Nach 1933 wurde die "Paul-Ehrlich-Straße" in Frankfurt umbenannt. Die Frau des in aller Welt geachteten Forschers mußte noch im hohen Alter nach den USA auswandern. Die Firma Hoechst zog seinerzeit ein Viertel ihres Umsatzes aus dem Salvarsan (L. SAUERTEIG 2004).

Nach HATA benannt als "Hata-Phänomen" wurde die bei chemo-therapeutischer Behandlung auftretende Erscheinung, daß bei **unzureichender Dosierung** eines Chemotherapeutikums eine **Verschlimmerung** der betreffenden Infektionskrankheit auftritt. Wohl weil bei zu schwacher Dosierung Erreger einer gewisse Resistenz davonkommen.

## Sulfonamide

Nach dem "Salvarsan" kamen als nächster Höhepunkt der Chemotherapie gegen Bakterien die von GERHARD DOMAGK (1995, E. GRUNDMANN 2001) gefundenen **Sulfonamide**. DOMAGK wurde als Sohn eines Lehrers am 30. Oktober 1895 in der seeumgebenen Kleinstadt Lagow in Westpreußen geboren, verbrachte die Schulzeit in Sommerfeld und dann in Liegnitz. Er begann 1914 das Medizin-Studium in Kiel, wurde jedoch bald Kriegsfreiwilliger. Nach dem Abschluß des Studiums war er 1923 Assistent am Pathologischen Institut der Universität Greifswald, ging mit dem dortigen Direktor W. GROSS an die Universität Münster, folgte 1928 dem Ruf als Direktor des neuen Instituts für Experimentelle Pathologie des IG-Farbenwerkes Elberfeld, einer erst 1930 mit Wuppertal vereinigten Stadt. Chemiker im IG-Farbenwerk, JOSEF KLARER und FRITZ MIETZSCH, lieferten Substanzen, die auf Wirkung gegen Bakterien an infizierten Mäusen getestet wurden. Erfolg gab es 1932. Sulfonamidhaltige Azoverbindungen offenbarten erstmals eine Heilwirkung nach künstlicher Streptokokkeninfektion bei Mäusen und Kanichen. Es wurde auf der Erfahrung weitergebaut, daß Variationen in der chemischen Zusammensetzung von Substanzen ihre physiologische Wirkung verändern. 1935 wurde das Prontosil den Ärzten allgemein zugänglich gemacht. Daß beim Prontosil nicht wie erster Annahme der Azofarbstoff das wirksame Prinzip ist, sondern das reduktive Spaltstück des Sulfanilsäureamids wurde 1935 in Frankreich gefunden, und nunmehr von den "Sulfonamiden" gesprochen. DOMAGK erhielt 1939 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin zugesprochen, durfte ihn aber

gemäß der Anordnung der Naziregierung nicht annehmen. Wegen eines deshalb von DOMAGK an das Nobel-Komitee in Stockholm geschriebenen, jedoch von der Naziregierung als zu höflich eingeschätzten Briefes wurde DOMAGK einige Tage inhaftiert. Ein Wärter fragte DOMAGK nach dem Grund der Inhaftierung. Als DOMAGK richtig sagte, weil der den Nobelpreis erhalten habe, galt er bei den Wärtern erst einmal als geisteskrank. Endlich 1947 konnte DOMAGK unter großen Schwierigkeiten zur Entgegennahme des Preises nach Stockholm reisen. Die Chemiker, die mit DOMAGK gearbeitet hatten, fühlten sich allerdings ausgebootet. Gegen die Tuberkulose fand DOMAGK das Conteben.

## Antibiotika

Mehr Bedeutung gegen Bakterien erhielten bald die aus niederen Organismen, so aus Schimmepilzen, gewonnenen, chemisch unterschiedlichen "Antibiotika". Das Wort "antibiosis" wird (P. R. BURKHOLDER 1959) zurückgeführt auf VILLEMIN 1889, der damit das Phänomen beschrieb, daß ein Organismus das Leben eines anderen behindert. Der Begriff "Antibiotikum", "Antibiotika" wurde von WAKSMAN eingeführt. Antibiotika haben die gleiche Eigenschaft, nämlich Bakterien im befallenen Körper umzubringen. Warum Antibiotika das können, wo also am oder im Bakterium sie eingreifen, kann aber verschieden sein wie ihre chemische Struktur.

Daß Mikroorganismen mit Mikroorganismen im Ringen ums Dasein stehen, wurde schon in den klassischen Jahren der Bakteriologie festgestellt. A. D. PAWLOWSKY beschrieb dies 1884 nach Beobachtungen auf den Nährböden. Die Mikroben würden um Nährstoffe konkurrieren, sich mit ausgeschiedenen toxischen Produkten bekämpfen. Wie im Reagensglas sollte dieser "Kampf" wohl auch im lebenden Wirtsorganismen stattfinden, könnten im befallenen Wirt möglicherweise Mikroben durch Mikroben bekämpft werden.. Es gab Berichte, daß tuberkulöse Krankheiten durch Einspritzen von etwa von Erysipelkokken, durchgeführt von FEHLEISEN, oder durch durch Einspritzen anderer Bakterien, geheilt wurden. Erfolge meldete vor allem auch FRIEDLÄNDER. Die Stimulierung von Vereiterung konnte bei solcher Heilung mitwirken.

Den großen Durchbruch eröffnete ALEXANDER FLEMING (C. E. DOLMAN 1972). Geboren wurde FLEMING am 6. August 1881 in Lochfield als 3. von 4 Kindern eines Landwirtes im Flachland Schottlands, der noch 4 Kinder aus einer ersten Ehe hatte und starb, als ALEXANDER FLEMING 7 Jahre alt war. Eine Schule konnte nur auf einem weiten Schulweg erreicht werden. möglich. Im Alter von 15 Jahren folgte ALEXANDER FLEMING anderen Brüdern nach London. Zunächst arbeitete er in einem Büro. Ausgestattet mit einem kleinen Erbe nahm

er im Alter von 20 Jahren das Medizinstudium auf. Danach arbeitete FLEMING in der St. Mary's Hospital Medical School in Paddington bei dem Mikrobiologen Sir A. WRIGHT. Von 1928 bis 1946 war FLEMING auch Professor der Bakteriologie an der Universität London. Der zweimal verheiratete FLEMING starb am 11. März 1955 in seinem Heim in Chelsea im Westen Londons. Im Jahre 1922 hatte FLEMING das in menschlichen Körperflüssigkeiten wie Nasenschleim und der Tränenflüssigkeit vorkommende antibakteriell wirkende **Lysozym** (D. C. PHILLIPS 1966) gefunden. Da FLEMING in dem bei einem Schnupfen übermäßig produzierten Nasenschleim eine Reaktion auf den Infekt sah, ließ er bei einem Schnupfen einige Tropfen seiner Nasenausscheidung auf eine Bakterienkultur von *Micrococcus lysodeikticus* fallen. In der Tat: Die Bakterien lösten sich auf. Mit V. D. ALLISON fand FLEMING das Lysozym auch im Blutserum des Menschen, neben den Tränen im Speichel, in der Milch, selbst in manchen Pflanzensäften. Andere Forschern schlossen sich den Untersuchungen an. Eine hohe Konzentration von Lysozym fand sich im Hühnereiklar. WOLFF konnte es in relativ reinem Zustand gewinnen, sah es jedoch nicht als Protein an (C. HALLAUER 1929). Gerade pathogene Mikroben-Arten wurden allerdings vom Lysozym zu wenig attakiert. Bei immerhin attakierten Arten konnte FLEMING schon lysozymresistente Bakterienkolonien züchten. Ultraviolette Strahlung zerstörte das Lysozym. Das Lysozym wurde später das erste Enzym, dessen dreidimensionale Struktur aufgeklärt wurde (D. C. PHILLIPS 1966).

Die große Entdeckung einer die Staphylokokken auflösenden Substanz aus dem Schimmelpilz Penicillium notatum durch FLEMING fällt in das Jahr 1928. Diese Entdeckung war eine Zufallsentdeckung und war dem Entdecker doch nur durch die Vorgeschichte möglich. Mit dem Lysozym war FLEMING eine antibakterielle Susbtanzen begegnet. Weitere mußten denkbar sein. Wie berichtet wird (E. CHAIN 1975), hatte FLEMING von einer Petrischale mit einer Staphylokokken-Kultur kurzzeitig den Deckel abgehoben. Sporen des Schimmelpilzes Penicillium mochten unbemerkt hineingelangt sein. Ohne Vernichtung der Bakterien-Kultur fuhr FLEMING in die Ferien. Nach etwa einem Monat kehrte er zurück. Beim Blick in die liegengebliebene Petrischale boten die Staphylokokken das Bild einer Auflösung, einer Lyse, in der Nachbarschaft des unterdessen gewachsenen Schimmelpilzes Penicillium notatum. Es fiel FLEMING besonder auf, weil das Lysozym auf Staphylokokken kaum gewirkt hatte. Wie ERNST CHAIN später feststellte, reagieren Staphylokokken auf die Schimmelpilzausscheidung mit Lyse nur, wenn sie noch zu mehreren Zellteilungen fähig waren und das wiederum hing von den Temperaturbedingungen ab. CHAIN (1975, S. 29) faßte verwundert zusammen, daß "der Wahrscheinlichkeitsgrad für das Zusammenkommen solcher Umstände, wie sie sich Fleming darboten, unglaublich gering" ist. "Wer läßt", schrieb CHAIN weiter, "mit Staphylokokken infizierte Petrischalen einen Monat lang auf dem La-

boratoriumstisch stehen und hat dann das Glück, daß sich zur richtigen Zeit eine Spore des richtigen Pilzes auf der Petrischale niederläßt und sich mit richtiger Geschwindigkeit entwickelt, so daß ein Stoffwechselprodukt die Staphylokokkenkolonien in der Phase erreicht, in der sie noch wachstumsfähig und daher lysefähig sind?" Eine kleine Anomalie in einer Bakterienkultur hatte wie im Falle der Entdeckung der Bakteriophagen durch D'HERELLE auf Grund von "spots" in einer Bakterienkultur einen wichtigen Befund geliefert.

Stand am Beginn der Antibiotika-Forschung wenigstens im Falle der Entdeckung des Penicillin der Zufall, so beruhte die nachfolgende Forschung, die Aufindung weiterer Antibiotika, auf systematischem Herangehen. Auch wurden bald Modifikationen des ursprünglichen Penicillin untersucht, ausgehend von der Erfahrung, daß kleinere Veränderungen die Wirkungen eines Stoffes meistens modifizieren. FLEMING selbst unternahm weitere Versuche mit dem Schimmelpilz Penicillium notatum beziehungsweise einer aus ihm hergestellten Kulturflüssigkeit. Er prägte für die unbekannte, auf die Bakterien wirkende Substanz des Schimmelpilzes den Terminus "Penicillin". Bei anderen Bakterien fand FLEMING keine Lyse durch die Kulturflüssigkeit des Penicillium, jedoch Wachstumshemmung auch noch bei Verdünnung der Kulturflüssigkeit um das 800-fache. Injizierte er 0,5 ml solcher Kulturflüssigkeit in Mäuse, wirkte sie nicht toxisch. Die Menge von 0,5 ml hatte er für die etwa 20 Gramm schwere Maus gewählt, weil er daraus ableitete, wie die Injektion von etwa 1,5 Liter der Kulturflüssigkeit in einen entsprechend schwereren Menschen wirken könnten. Auch Kaninchen wurden nicht geschädigt. Anwendung beim Menschen konnte also eines Tages gewagt werden. FLEMING fand Wirkung des Penicillin bei Eiterung, Pneumonie, Meningitis, Diphtherie, Anthrax, Gasgangrän. Schwächere Wirkung äußerten sich gegen Influenza, Colibakterien, Typhus, Tuberkulose. FLEMING war kein Chemiker, konnte die chemische Zusammensetzung des Penicillin nicht aufklären. An FLEMINGs Arbeitsstätte, dem St. Mary-Krankenhaus, galt Impfung und nicht Chemotherapie als Mittel gegen Infektionen. FLEMINGs Befund fand hier keine besondere Aufmerksamkeit. Die Wiederholung, die Reproduktion, der Versuche FLEMINGs erwies sich als schwierig, eben wegen der seltenen Bedingungen, unter denen Staphylokokken der Lyse unterworfen werden.

Die ersten medizinisch angewandten Antibiotika-Präparate waren nicht Penicillin und kamen aus Befunden anderer Forscher. WAKSMAN (1852 / 1953) berichtete, daß 1921 LIESKE beobachtet hatte, daß manche Stämme des auch zu den Bakterien gehörenden Actinomyces andere Bakterien auflösen. Im Jahre 1925 fanden GRATIA, DATH und ROSENTHAL, daß Strepothrix Bakterien auflöst. Möglichkeit einer Therapie beim Menschen blieb offen. Die ersten auch therapeutisch versuchten Antibiotika gewann **1939** RENÉ JULES DUBOS (J. G. HIRSCH

et al. 1989, C. L. MOBERG et al. 1991). Geboren am 20. Februar 1901 im Bauerndorf Saint-Brice-sous-Forèt in Frankreich als Sohn eines nach einer Kriegsverwundung 1919 gestorbenen Fleischers, studierte DUBOS Landwirtschaft am Institut National Agronomique und an der École d' Agriculture Coloniale. Er erhielt 1922 eine Stelle an dem vom Völkerbund unterhaltenen Internationalen Institut für Agrikultur in Rom, wo er etwa Übersetzungen anzufertigen hatte. Großen Eindruck hinterließ bei ihm eine Arbeit des russischen Mikrobiologen WINOGRADSKY, der am Institut Pasteur in Paris wirkte und der forderte, Mikroorganismen nicht nur in Reinkultur sondern auch unter natürlichen Bedingungen in ihren Wechselbeziehungen zu studieren. Bei einer Konferenz über Bodenkunde in Rom 1924 wurde DUBOS mit dem Bodenmikrobiologen WAKSMAN, USA, bekannt. WAKSMAN lud DUBOS an seine Forschungsstelle an der Rutgers Universität in New Brunswick in New Jersey ein. Hier untersuchte DUBOS zuerst den mikrobiellen Zelluloseabbau im Boden. Dann wies DUBOS am Rockefeller Instiute Hospital bei Bakterien von einer Bodenprobe aus einem Moor in New Jersey ein Enzym nach, das die "Kapseln", die aus einem Polysaccharid bestehende Schutzhülle der Typ III-Pneumokokken zerstörte. DUBOS suchte weitere Enzymen, die Bakterien schädigen. Bacillus brevis lieferte ihm ein "Prinzip", das gram-positive Bakterien wie Pneuokokken, Staphylokokken oder Streptokokken angriff und das er "**Tyrocidin**" nannte. Dieses tötete Bakterien jedoch nur in vitro, in Kultur, nicht im Wirtstier, in vivo. Im Wirtstier wirkte es toxisch. Als zweiten Bestandteil fand DUBOS das **Gramidicin**. Bei Hautwunden wirkte es gegen die auf ihnen lebenden Bakterien. Im Körperinneren führte es zu Hämolyse. Mit dem Gramicidin konnte geheilt werden das erkrankte Euter der auf allen amerikanischen Kondensmilchdosen abgebildeten Kuh "Elsie", deren Euter sich peinlicherweise ausgerechnet zur Weltausstellung 1939 entzündet hatte (C. L. MOBERG et al. 1991). Immerhin waren Tyrocidin und Gramicidin die ersten aus systematisch kultivierten Bakterien gewonnenen und kommerziell erzeugten Antibiotika-Präparate. Weiteres Suchen mußte erfolgversprechend sein (P. R. BURKHOLDER 1959). DUBOS' Ehefrau starb 1942 an Tuberkulose DUBOS folgte einem Ruf an die Harvard-University. 1944 ging er an das Rockefeller Institut zurück. Hier forschte er über Tuberkelbazillen, schrieb über die großen Menschheitsprobleme. Den Menschen sah er nicht nur als Zerstörer, sondern auch als Schöpfer der Kulturlandschaften wie der Île des France, die DUBOS' Heimat war.

Auch das Penicillin wurde nicht vergessen. Mehrere Forscher, so CLUTTERBUCK, LOVELL, RAISTRICK (G. LILJESTRAND 1945/1947), versuchten die Darstellung reinerer Präparate. Deutlich erwies sich als empfindliche Substanz. Die **industrielle Herstellung** von Penicillin geschah in England maßgeblich durch FLOREY und den Chemiker BORIS CHAIN (E. ABRAHAM 1983). CHAIN hatte Deutschland schon am Beginn der Herrschaft der Nationalsozialisten verlassen,

nicht nur als Jude, sondern auch als Anhänger der Linken. Die Schimmelpilze, welche die Penicillin-Präparate lieferten, ließ man zuerst in flachen Glasschalen auf einer Nährlösung aus der Maisverarbeitung, einem bisherigen Abfallprodukt, heranwachsen. Später wurde diese Chargenproduktion abgelöst durch kontinuierliche Submersfermentation, die kontinuierliche Anzucht der Schimmelpilze in Nährlösungen (R. ULBER et al. 2004). Bei der Invasion der Alliierten in der Normandie 1944 war erstmals Penicillin in größerem Maße bei der Wundbehandlung eingesetzt worden (L. G. GOODWIN 1982). CHAIN und FLOREY erhielten zusammen mit dem Penicillin-Entdecker FLEMING 1945 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Wäre das Penicillin nicht gefunden und nicht hergestellt worden, wäre die Menschheit dennoch um die Zeit des Kriegsendes 1945 in den Besitz von Antibiotika gekommen, auf Grund der unter Leitung von SELMAN WAKSMAN (B. H. WAKSMAN et al. 1981, S. A. WAKSMAN 1952 / 1953, A. WALLGREN 1952 / 1953) an der Rutgers-Universität in New Brunswick im USA-Staat New Jersey durchgeführten Untersuchungen über die Bodenmikroben und deren gegenseitige Beeinflussung, Schädigung, durch ausgeschiedene Substanzen. Auch DUBOS hatte hier einige Zeit geforscht. WAKSMAN war am 22. Juli 1888 in der Ukraine in der kleinen Judenstadt Novaja Priluka bei Kiew als Sohn eines kleinen Webers geboren worden und wuchs in jüdischer Tradition in einer von Russen beherrschten Umgebung auf. Er besuchte das Gymnasium in Schitomir, später ein Gymnasium in Odessa. Sozial empfindend half er benachteiligten Kindern beim Lernen und sorgte mit anderen für Kranke. Wegen mit Plünderungen verbundenen Progromen gegen Juden im Zusammenhang mit Rußlands Niederlage gegen Japan und der Revolution von 1905 organisierte WAKSMAN eine jüdische Selbstverteidigungsgruppe. Nach dem Tode seiner Mutter 1909 emigrierte WAKSMAN nach den USA, wo Verwandte von ihm lebten. Am 2. November 1910 war er in Philadelphia. Nach dem Aufenthalt auf der Farm eines Cousins, studierte WAKSMAN am Rutgers College, kam zur Bakteriologie, forschte in der New Jersey Agricultural Experiment Station unter anderem über niedere Pilze im Boden und namentlich über die Strahlenpilze, die Actinomyceten. Der Erfolg von DUBOS 1939 und die Herstellung von Penicillin-Präparaten veranlaßten WAKSMAN zum systematischen Screening, Suchen, auf Antibiotika bei verschiedensten Mikroorganismen. Etwa 10.000 verschiedene Bodenmikroben wurden getestet. In etwa 10 Jahren wurden 10 Antibiotika isoliert. Aus Actinomyces antibioticus konnte 1940 das Actinomycin (actinomycin), 1942 aus Actinomyces lavendulae Streptothricin (streptothricin) isoliert und untersucht werden (S. A. WAKSMAN 1952 / 1953). Beide wirkten auf Versuchstiere toxisch. Im September 1943 konnte aus Streptomyces griseus, die seit 1916 im Laboratorium gehalten wurde, ein Präparat von **Streptomycin** gewonnen werden, angereichert an Aktivkohle und anderen Adsorbentien, dann durch

Säure gelöst, durch weitere Prozesse in ein Präparat gebracht. Getestet wurde das Präparat in der Mayo-Klinik in Rochester, wo eine junge Frau mit schwerer Lungentuberkulose im November 1944 die erste Streptomycin-Behandlung erfuhr. Der Durchbruch in der Anwendung kam mit der erfolgreichen Behandlung eines hoffnungslos an tuberkulöser Hirnhautentzündung erkrankten einjährigen Mädchens im New Haven-Hospital im Sommer 1945.

Als verschiedene Antibiotika zur Verfügung standen, wurde ihr **unterschiedliches Wirkungsspektrum**, ihre unterschiedliche Wirkung auf verschiedene Erreger deutlich. Streptomycin beispielsweise wirkte gegen andere Erreger als Penicillin. Streptomycin half gegen Tuberkulose, besonders auch gegen tuberkulöse Meningitis von Kindern in scheinbar hoffnungslosen Fällen. Streptomycin, Produkt von Bodenmikroben, erklärte, warum nach bereits gemachter Erfahrung Tuberkelbazillen im Boden rasch zerstört werden. Streptomycin war allerdings nicht frei von Nebenwirkungen auf die Nerven des Gehörs und des Gleichgewichts. WAKSMAN erhielt den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 1952.

**Synthetisch** hergestellt in **kommerziellen Mengen** wurde zuerst das Antibiotikum **Chloramphenicol**, das eine relativ einfache chemische Struktur besitzt (P. R. BURKHOLDER 1959).

Da **Phagen** Bakterien töten, lag es schon nach ihrer Entdeckung nahe, sie gegen Bakterien einzusetzen. D'HERELLE isolierte 1920 bei Forschungen in Indochina einen gegen das Pestbakterium aktiven Phagen. Bei 4 von Pest befallenen Patienten auf einem Schiff vor Alexandria in Ägypten injizierte D'HERELLE Bakteriophagen direkt in die Bubonen, die Geschwüre, und erzielte Heilungserfolge (W. C. SUMMERS 1993). Er setzte dann seine Forschungen in Indien namentlich gegen Cholera fort. Phagen wurden allerdings in der Folgzeit kaum zur Bakterienbekämpfung eingesetzt.

**Gegen Viren** wurde auf die **Interferone** gehofft. Schon etwa 1937 war bekannt, daß ein Virus in einem Wirt die Vermehrung von anderen Viren in demselben Wirt hemmt, also "virale Interferenz" auftritt (G. BODO 1971). A. ISAACS und J. LINDENMANN berichteten 1957, daß hitze-inaktiviertes Influenza-Virus das Wachstum von anderen lebendem Virus in der Chorio-allantoic Membran des Hühnerembryos behindert. Die Blockade von Rezeptoren auf der Zelloberfläche wurde ausgeschlossen. Es blieb die Annahme einer Substanz der Viren gegen andere Viren. Interferone schützten im allgemeinen die Spezies, von der sie produziert werden, mit breiterem Spektrum als Antikörper, erwiesen sich jedoch als schwierig zu gewinnen.

FRIEDRICH KROLLPFEIFFER (F. KRÖHNKE 1982) brachte Neuerungen in den technologischen Prozessen zur Gewinnung natürlicher und synthetischer Wirk-

stoffe bei den Behring-Werken, so **schonende Vakuum-Trocknung** empfindlicher Wirkstoffe, aber auch die "**Fermenter**" **für die Mikroben-Züchtung**, die bei der Antibiotika-Herstellung nach 1945 in Deutschland wichtig wurden.

Es lag nahe, daß antibakterielle und antivirus-Substanzen die Serum-Therapie ablösen (M. HEIDELBERGER 1979, S. 9), aber schon infolge der Resistenzprobleme der Krankheitserreger war dem nicht so und wir im Jahre 2015 viel für Masernimpfung geworben.

## Nicht-pathogene Mikroben

Die im 19. Jh. weithin begonnene Untersuchung auch der nicht-pathogenen Mikroben wurde fortgesetzt. Zu den damals wenigstens anvisierten besonderen Stoffwechselprozessen wurden neue gefunden. In Delft bei KLUYVER (D. D. WOODS 1957) wurde um 1936 etwa gefunden, daß durch Mikroben Methan aus Wasser und Kohlenmonoxid erzeugt werden konnte. Für die Frage der Vererbung wurde bedeutungsvoll, daß Mikroben manche Enzyme zum Abbau bestimmter Substanzen erst bildeten, wenn die Substanzen auf die Organismen einwirkten. Was rief die Enzyme hervor? Waren sie vorgebildet?

## Höhere Pflanzen

## Faktoren der Pflanzenentwicklung - Entwicklungsphysiologie bei Pflanzen

Pflanzensamen in die Erde streuen bedeutet noch lange nicht, daß dann wenigstens zu günstigen Zeiten Pflanzen keimen und aufwachsen. **Pflanzenleben wird von zahlreichen äußeren und auch inneren Bedingungen bestimmt** und ihre Ergründung erforderte solchen Scharfsinn wie auch die Erforschung des Menschen und der Tiere nötig machte.

Das Leben der Pflanzen trägt die unverkennbare Abhängigkeit von dem Wechsel der Jahreszeiten. Das in den gemäßigten Zonen mit den bei jeder Art in mehr oder weniger bestimmter Zeit erfolgendem Knospen und Absterben oder Laubabwerfen, mit Blühen und Fruchten. Und ebenso saisonabhängig erscheint die Vegetation in Wüsten und Steppen wie auch in Polarregionen. Dabei war deutlich, daß etwa in der Flora Mitteleuropas und auch anderswo nicht jeder über das Normalmaß hinausgehende Sonnenschein in vegetationsferner Jahreszeit oder jedes einmal einströmende ungewöhnlich milde Lüftchen schon alles durcheinander brachte, also

wenigstens die hier angepaßten Pflanzen subtiler und für sich weniger schadensvoll etwa zum Blühen kamen und im möglichen nachfolgenden erneuten Kälteeinbruch vernichtet wurden Es mußte schon im Interesse der daran genauso gebundenen Kultur- und Nutzpflanzen sein, nach den äußeren Ursachen und den in der Pflanze wirkenden und reagierenden oder auch autonom sich äußernden Faktoren zu suchen.

Alle das Pflanzenleben betreffenden **Umweltfaktoren** zu finden und zu prüfen war eines der besonderen Ziele der Pflanzen-Physiologie. Dazu galt es die Umweltfaktoren **aufzugliedern**, bei **Licht** etwa auch **getrennt** in bezug auf die **Intensität** und in die **einzelnen Spektralbereiche** sowie die Beleuchtungsdauer. Bei den Pflanzen sollten die verschiedensten physiologischen Vorgänge, ob Keimung, Wachstum, Übergang zum Blühen und damit Eintritt in die reproduktive Phase, Abblühen, Substanzbildung und anderes auf Beeinflussung erfaßt werden. Alle einzelnen Faktoren waren kaum zu trennen, denn bei verschiedener Temperatur konnte Licht wiederum verschieden wirken. Und die Wirkungen waren bei den Pflanzen nicht nur unterschiedlich von Art zu Art, sogar unterschiedlich bei Unterarten, wobei die Reaktionen als erblich fixiert gelten konnten, aber auch einen weiten Bereich der Variation aufweisen konnten und ein Zustand der Pflanze den nachfolgenden zu beeinflussen vermochte. Die Untersuchungen erfolgten im Laboratorium, aber auch im Freiland. In England ging in solcher Untersuchung voran FREDERICK F. BLACKMAN (G. E. BRIGGS et al. 2004).

In der Praxis etwa der Kulturpflanzen ließen sich schließlich nur in gröberen Feldversuchen die für die einzelnen Sorten günstigen Bedingungen auffinden.

Mit der Erfassung der Umweltabhängigkeit sollte der Lebensgang der Pflanzen in seiner Kausalität geklärt werden und wurde versucht das **Vorkommen** der einzelnen Arten **nur in bestimmten Regionen** der Erde, ihre **Verbreitung**, verständlich zu machen. Aber in offenbar klimatisch ähnlichen Regionen, so den Tropen in Australien und anderswo, konnten auch sehr unterschiedliche Pflanzensippen leben, was auf die Entstehung unterschiedlicher Formen in der Evolution verwies, also das Vorkommen bestimmter Formen hatte auch einen historischen Faktor, neben den physiologischen.

Im einzelnen fanden bedeutende Forscher erstaunliche Dinge. **Botanik sollte** auch in der Kenntnis der Lebensvorgänge **so exakt werden wie Physik oder Chemie**. Wiederholbare Experimente sollten voraussagen lassen, wie unter bestimmten Bedingungen bestimmte Pflanzen-Arten reagieren. Schon bisher war aufgefallen, daß beispielsweise auch unter dem doch gleich-warmen Klima der Tropen manche Pflanzen gleichzeitig aufblühen. Oder es gab schon Beobachtungen über vorangegangene Kältewirkung auf das Blühen oder das Brechen der Winterruhe durch

Licht.

Wie weit man ging, um für **möglichst viele Vorgänge im Pflanzenleben die bedingenden Faktoren** aufzufinden demonstriert vielleicht die Untersuchung des Würzburger Botanik-Ordinarius GREGOR KRAUS (1906; H. KNIEP 1915) über die auf trockenen Standorten auf Muschelkalk in der Nähe von Würzburg vielfach zu beobachtende Verzwergung von sonst viel höher wachsenden Pflanzen, der "**Nanismus**". In Kulturboden konnten diese "Nanisten" wieder "Normalpflanzen" werden (S. 117). Tierfraß erzeugt "Krüppel", extreme Trockenheit allein die "Nanisten". KRAUS suchte durch häufigen Aufenthalt an den Muschelkalkhängen am Main bei Würzburg die **Umweltfaktoren**, so die Temperatur **am Erdboden** des Muschelkalks zu ermitteln und es fanden sich etwa am 20. Juni 1908 47° C. Schon im April fand sich in 2 cm Bodentiefe eine die "allgemeine Lufttemperatur" um 15 Grad C übertreffende Bodentemperatur. Klar war: Es kann also nicht vom äußeren groben Eindruck her einfach über "warm" oder "kalt" an einem Ort entschieden werden.

HANS FITTINGs lieferte eine eingehende Untersuchung, etwa 75 Seiten, über die "**vorzeitige Entblätterung von Blüten**", also dem Abfall von Blüten ohne vorhergehende Welkeerscheinungen, vor dem normalen Ende der Blühdauer. So fallen bei manchen Blumen die noch völlig intakten Blütenblätter allein durch Erschütterung ab, was DARWIN bei der Königskerze, *Verbascum thapsus*, beschrieben hatte. FITTING untersuchte den vorzeitigen Abfall der Blütenblätter ab Frühjahr 1909 bei dem Storchschnabel *Geranium pyranaicum*, bei dem ihm – o sehende Augen der Botaniker – das vorzeitige Abfallen der Blütenblätter zuerst aufgefallen war. Im Laboratorium gab es das vorzeitige Abfallen der Blütenblätter unter dem Einfluß von Leuchtgas, das auch in feuchten Räumen wirkt. Blüten des *Geranium pyrenaicum* konnten regelrecht als Warner vor Leuchtgas in der Raumluft dienen. Auch andere Gase wirkten. Und es konnten "thermische Einflüsse" festgestellt werden, Erwärmung, die bei anderen Pflanzen-Arten als *Geranium pyrenaicum* sogar früher wirkte. Untersucht wurde auch, auf welchen feinanatomischen Vorgängen die Ablösung der Blütenblätter beruhte. Für FITTING war die Untersuchung wichtig, weil er das Abblühen bei tropischen Orchideen auf die Bestäubung und dabei auf Wirkstoffe, "Hormone", zurückgeführen konnte – also für FITTING mit einer größeren Entdeckung zusammenhing, die es von anderen Vorgängen abzugrenzen galt. Abwerfen von Pflanzenteilen, von Früchten oder Blättern, von Blütenknospen nach Eintopfen bei *Abutilon*, berührte vieles im Pflanzenleben, bis hinein in die Gärtnerei. Das also war experimentelle Botanik, war Pflanzenphysiologie, am Anfang des 20. Jh.: lange eingehende Versuchsreihen, wie sie in der Pflanzenphysiologie üblich wurden.

## Physiologische Faktoren des Pflanzen-Vorkommens

Im einzelnen erwiesen sich für die verschiedenen Arten die für ihr Gedeihen günstigsten Bedingungen als verschieden, oft sehr begrenzt. Viele **Arten**, wurde gefunden, **gedeihen nur unter bestimmten Faktoren-Konstellationen**, und es war oft kaum einzusehen, warum das so war und ihre Verbreitung einschränkte. War die Auslese nur für bestimmte Faktorenwerte erfolgt? Jedenfalls hat, um ein Beispiel zu geben, etwa HANS KNIEP (1907) von Ende August bis Mitte Dezember 1906 bei einem Aufenthalt in Bergen in Norwegen unter anderem den **Einfluß des Salz-Gehaltes** auf Befruchtung und Keimung von *Fucus*-Arten studiert und gefunden, daß bei *Fucus serratus*, der "empfindlichsten" der hier vorkommenden 3 Arten, die befruchteten Eizellen nicht unter 8 Promille Salzgehalt keimen und erst bei 16 Promille alle zum Keimen kamen. Für die 3 Arten von *Fucus* im Bereich der Nord-und Ostsee erschien ihre Verbreitung mit den gefundenen Parametern der für sie geeigneten Umweltfaktoren im Einklang. An der schwedischen Ostsee-Küste sinkt des Salzgehalt des Oberflächenwassers nördlich von Gefle unter 5 Promille zu sinken und hier erreichte dann auch *Fucus vesiculosus* ihre Verbreitungsgrenze, während *Fucus serratus* so weit nicht vordringen konnte.

Die Wunschanalyse für die das Leben und die Verbreitung einer Art bestimmenden Faktoren mußte sein:"... Serien von Kulturen ..., in denen jeder einzelne Faktor bei Konstanz der übrigen Bedingungen in seiner Wirksamkeit geprüft wäre" (H. KNIEP 1907, S. 662). Aber man müßte dann alle Faktoren, auch in ihren Abstufungen, kennen – ein unerfüllbarer Gedanke.

## Licht, Temperatur und Kältereize – Faktoren in der Pflanzen-Entwicklung

**Licht** wurde zunächst als schädlich für jede **Keimung** betrachtet (A. OTTENWÄLDER 1915), aber in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde bei etlichen Samen auch Förderung der Keimung durch Licht gefunden. Die manchmal erwartete klare Unterscheidung von Licht- und Dunkelkeimern wurde fraglich als etwa GAßNER (1915) die Temperatur als auch bei Lichtkeimern als mitentscheidend sah und vor allem feststellte, daß sich die Lichtwirkung bei Lichtkeimern durch manche chemischen Stoffe, namentlich Stickstoff-Verbindungen, ersetzen läßt. Licht mochte also namentlich chemisch wirken, vielleicht, wie von den chemischen Stoffe angenommen wurde, Hemmungen beseitigt.

Das zeigte, wie **schwierig** es war und ist, **die Rolle der Faktoren** der **Pflanzenentwicklung** in ihrer Wirkung zu analysieren.

Die verschiedenen Pflanzenarten, ja Individuen, erreichten das **Maximum** ihrer **Assimilationstätigkeit** bei **verschiedender Lichtintensität**, bei **Schattenpflanzen** anders als bei **Sonnenpflanzen**.

## Kältereize – Voraussetzung für die Entwicklung zum Blühen bei zahlreichen Pflanzenarten

Es war bekannt, daß manche Pflanzen, auch Kulturpflanzen wie die Beta-Rübe und das Wintergetreide, 2-jährig sind, das heißt blühen, wenn sie nach der Keimung und vegetativer Entwicklung einen Winter durchmachen. Das schien für viele Botaniker einfach durch die eingeborene Lebensdauer dieser Pflanzen bedingt zu sein, die eben in einer Vegetationsperiode nicht abzuschließen war und mit nötigen Reizen nichts zu tun hatte. FRITZ MÜLLER hatte 1882 andererseits im südlichen Brasilien festgestellt, daß 2-jährige Gewächse, Kohl, Petersilien u. a., ohne die Winterruhe nicht blühen und das war bekannt für Getreidearten in wäremeren Ländern (b. G. KLEBS 1904). **Für spätere grundlegende Erkentnisse wichtige Beobachtungen bleiben also manchmal zuerst am Rande liegen, bevor sie nach eingehenden Untersuchungen richtiger eingeordnet werden.**

GUSTAV GAßNER (1918) (K. HASSEBRAUK 1964) verfolgte das eingehender nach Untersuchungen an Getreide während seiner Zeit als Professor in Montevideo und Studien zur Wirkung der Keimungstemperatur bei Sommergetreide in Dahlem, wobei niedere Keimungstemperatur sich auf Schossen und Blühen günstig auswirkte. Bei Wintergetreide, einheiticher Sorte, aber zeigte sich, daß dieses im Jahr der Keimung auch zur Reife kam, wenn der Aufenthalt im Freien im Winter durch längere Zeit wirkende **niedere Keimungstemperatur**, also einen künstlich gesetzten längeren Kälteschock, ersetzt wurde, was später als "**Vernalisation**" bezeichnet wurde und sich mit LYSSENKOs "Jarovisation" deckt. Von Kiel aus hat GAßNER das eingehender feststellen können, als ihm in den Hamburgischen Botanischen Staatsinstituten "genügend große Eisschränke mit den konstanten niederen Temperaturen von 1 – 2°, 5 – 6° und 12° zur Verfügung standen" (S. 423). Das keimende Getreide wurde herangezogen in etwa 12 cm Durchmesser betragenden Kristallisierschalen "mit entsrpechend angefeuchtetem Quarzsand beschickt ..." und hierin den entsprechenden Temperaturen ausgesetzt. Auch in Frühjahr ausgesäter Winterrroggen konnte innerhalb weniger Monate "zum durchaus normalen Abschluß der Entwicklung" gberacht werden, "wenn nur durch geeignete Versuchsanstellung den vorhandenen Kältebedürfnissen dieses Roggens Rechnung getragen wird" (S. 460). GAßNER war seit 1918 Ordinarius für Botanik an der Technischen Hochschule Braunschweig und als Gegner der Einbürgerung HITLERs in Braunschweig ging er 1934 bis 1939 nach Ankara, arbeitete dann bei der Fahlberg

List AG in Magdeburg und wirkte, 2 Amtsperioden als Rektor, wieder an der TH Braunschweig.

GAßNER fragte auch, was denn nun an den Eigenschaft 1-oder 2-jährig zu sein erblich ist, nachdem CORRENS durch Kreuzungsexperimente an Hyoscyamus niger, dem Bilsenkraut, das als mendelnden Faktor glaubte erwiesen zu haben. Durch GAßNER konnte die Eigenschaft, 2-jährig zu sein, ja mittels Kälte aufgehoben werden und es war eher nur eine **innere Reaktionsbereitschaft**, hier auf die Temperatur, die vererbt wurde und sich je nach Umwelt manifdestierte. GEORG MELCHERS (1948) fand beim Bilsenkraut, *Hyoscyamus niger*, daß es eine auf einem mendelnden Gen beruhende 2-jährige, zum Blühen auf den Kälteschock angewiesene Rasse gibt, und eine ebenso erbliche 1-jährige, nicht den Kältereiz benötigende. Wurden auf im ersten Jahr befindliche, auf den Kältereiz noch angewiesene, also noch nicht blühfähige Pflanzen der 2-jährigen Rasse Triebe der 1-jährigen aufgepropft, blühte die 1-jährigen Rasse. Das sprach für eine über Stoffe vermittelte Aulsösung, für Pflanzenhormone. Die verwandte Art Hyoscyamus niger hat kein Kältebedürfnis.

Die "Vernalisation" ließ sich durch an den Kälteschock anschließende höhere Temperaturen auch noch einmal rückgängig machen / Devernalisation, die durch erneute Kältebehandlung wieder aufgehoben wurde (G. MELCHERS 1954 a).

Während bei Wintergetreide der Kälteschock nur für das Sprossen notwendig ist, gibt es gerade in Miiteleuropa zahlreiche Pflanzen, so Veilchen, *Primula veris*, die nur nach einer längeren Kälteperiode, unter minus 5° C, überhaupt keimen: **Kältekeimer** (YouTube 2019). Wie wirken auf die milde Winter? Verschwinden sie dann mit der Zeit?

## Belichtungsdauer zur Blühanregung bei zahlreichen Pflanzen

Ebenfalls ausgehend von zuerst fast zufälligen Beobachtungen fanden W. W. GARNER und H. A. ALLARD (1920, 1923), daß das Auftreten von Blüten an Pflanzen, der Übergang von der vegetativen zur reproduktiven Phase in der Entwicklung einer Pflanze, je nach Art oder Sorte von der Tageslänge bestimmt wird, also ein **Photoperiodismus** besteht. Nur bei Belichtung über etwa 12 Stunden blühen die nach der Terminologie von GARNER und ALLARD von 1923 **Langtagspflanzen** / Long-day Plants, die nur bei geringerer Belichtungsdauer die **Kurztagspflanzen** / short-day Plants; dazu fanden sich **tagneutrale** Pflanzen, potentielle Immerblüher. Im Sommer 1906 war beobachtet worden, daß die Sorte "Maryland Mammut" der Tabak-Art *Nicotiana tabacum* eine für die altbekannte Sorte außer-

ordentliche Höhe erreichte und abnormal viele Blätter bildete. Ins Gewächshaus übertragenen Pflanzen wurden die Stengel abgeschnitten, die Pflanzen schoßten erneut und dort es kam zu Blüte und Samen. Nach dem Winter blühten Pflanzen im Frühjahr. Sojabohnen, Soja max,, einer bestimmten Sorte, kamen auch beim Pflanzen zu verschiedenem Zeitpunkt im Sommer gleichzeitig zum Blühen, also, wenn ungeachtet der vorangegangenen Zeit offenbar eine bestimmte Tageslänge eingetreten war. Auf Grund solcher Feststellungen nahmen ab Juli 1918 GARNER und ALLARD (1920) systematische Experimente auf. Versuchspflanzen verschiedener Arten und Sorten, Kulturpflanzen wie Sojabohne und Gartenbohne Phaseolus vulgaris L. und, oft in wenigen Exemplaren, Wildarten wie der kletternde Korbblütler *Mikaina scandens L.* oder eine Veilchen-Art, wuchsen in Behältern, die täglich eine bestimmte Zahl von Stunden im Freien blieben und dann in einen extra gebauten größeren Dunkelraum geschoben wurden Stets gab es in Freien verbleibende Kontrollpflanzen. Es galt dabei auszuschließen, daß die Intensität oder die Menge des eingestrahlten Lichtes die wirksamen Faktoren sind, sondern, wie sich erwies, wirklich die Länge des "Tages", die Belichtungsdauer, hervorgehoben als ein neu entdeckter Faktor im Einfluß auf ein Pflanzenleben, wirksam ist. Mehr Licht bedeutete mehr Assimilation, mehr Pflanzenmasse, auch Gigantismus im Wuchs, nicht aber den Übergang zum Blühen. Aber verminderte Lichtstärke, also auch Beschattung, sofern das Licht zur Materialbildung durch Assimilation ausreichte, veränderte etwa die Wuchsart, verlängerte die Sproßachsenstücke, die Internodien, aber es veränderte nicht die Wirkung der Dauer dieser Belichtung. Unterbrochene Belichtung wurde nicht addiert, die Tageslänge wirkte nur zusammenhängend. Ging man bei Kurztagspflanzen vom Kurztag zurück in den Langtag gab es wieder eine Umgestaltung der Pflanze wie im Langtag.

Es wurde erklärbar, warum der **Zeitpunkt des Aussäens** oder Auspflanzens von Pflanzen den Ertrag, die Nutzung überhaupt, entscheidend mitbestimmt. Unter Kurztagsbedingungen können im Garten die Blätter von Spinat und Salat ohne Blütenstände geerntet werden, während im Sommer diese Pflanzen schossen, .d. h. Blüten bilden und die Blätter kaum noch genießbar sind. Aus Kurztagsgebieten stammende Pflanzen blühten auch in höhere Breiten überführt erst im dortigen Kurztag, etwa im beginnenden Herbst, bis der dort einsetzende Frost ihnen ein Ende bereiten konnte. Die Wirkung der Belichtungsdauer konnte wenigstens viel von dem so auffälligen Blühen vieler Pflanzen nur in einer bestimmten Jahreszeit, die **saisonale Abhängigkeit der Blütezeit**, erklären. Die Tageslänge war dafür entscheidender als jedenfalls bis zu einem gewissen Grad die Lichtintensität oder auch die Verfügbarkeit von Wasser.

Andererseits unterlagen nicht alle Pflanzen-Arten, ja auch nicht alle Varianten derselben Art in gleicher Weise, dieser Photoperiodizität, gab also **tagneutrale**

Pflanzen. Schon GARNER und ALLARD wollten die Wirkung der Beleuchtungsdauer mit Einfluß auf den Zellsaft erklären.

Wie oft im Ergebnis solcher Untersuchungen mußten in der **mächtig angeregten weiteren Erforschung** der Pflanzen-Entwicklung auch hier immer mehr Erweiterungen und Änderungen akzeptiert werden, wie schon GARNER und ALLARD 1923 erkannten. "Observations, largely of a prelinminary nature," wie GARNER und ALLARD 1923 (S. 917) schrieben, "are reported on length of day as a factor in various other responses of the plant, including character and extent of branching, root growth, formation of pigment, abcission and leaf fall, dormancy, and rejuvenescence." Die Belichtungsdauer wirkte, wie schon GARNER und ALLARD (1923, S. 873) beschrieben, auch auf die Knollen- und Zwiebelbilduing, ja bei dem Fettblattgewächs/Crassulaceae *Kalanchoe Bloßfeldiana*, der Musterversuchspflanze bei RICHARD HARDER in Göttingen, wirkte sie auch auf die Beblätterung, es zeigte sich unterschiedliche Reaktion in verschiedenen Lebensphasen- Lichtschwächung wirkte dem Effekt der Tagesverkürzung entgegen (R. HARDER et al. 1941).

In den für die Belichtungsdauer empfinbdlichen Pflanzen mußte irgendetwas vorsichgehen, was anderen Pflanzen fehlte oder dann anders wirkte und konnte nicht ein einfacher "mechanischer" Vorgang ohne Teilnahme innerer physiologischer Eigenschaften sein, **Leben der Gewächse** - das wurde hier besonders deutlich - war **mit komplexen Vorgängen verknüpft**.

1936 fanden etliche Botaniker (D. J. CARR et al. 1954) unabhängig voneinander, so MELCHERS, daß wenn der Sproß von einem Langtagspartner auf die Kurztagspflanze Kala*nchoe blossfeldiana* gepfropft wird, das Blühen auch unter Langstagsbedingungen geschieht, also offensichtlich eine **stoffliche Wirkung**, ausgehend von dem aufgepfropften Gewebe, besteht. Im Sommer 1953 konnte das Ergebnis bei der *Kalanchoe* erzielt werden mit dem Spender *Sedum kamtschaticum*, einer Langtagspflanze.

Entblätterung hob die Tageslängen-Abhängigkeit der Blütenbildung auf. Licht muß also offenbar auf Blätter wirken, um den Einfluß seiner Einwirkungsdauer auszuüben..

Es zeigte sich auch, daß die Belichtungsdauer unter dem Einfluß etwa bestimmter Temperatur an Wirkung verlor, also **keine einfache Beziehung zwischen Belichtungsdauer und Blühen** besteht. Bei steigender Temperatur mußte die Belichtungsdauer zum Auslösen des Blühens länger sein als bei niedrigerer Temperatur. So blühten auf Java und Sumatra aus nördlicheren Gebieten eingeführte Pflanzen nicht im warmen Tiefland, wohl aber in größerer, für ihr Gedeihen noch erträglicher Höhe (E. BÜNNING 1948), obewohl auch dort die Tageslänge nicht

größer war. Der Rote Fingerhut, *Digitalis purpurea*, blühte nicht in einer Höhe von 1450 m, wohl aber sehr gut in 2450 m Höhe, die Akelei, *Aquilegia spec.,* nicht unter 1500 m, wohl aber darüber. Fast schien das Phänomen der Langtags- und Kurztagspflanzen hinter Besonderheiten zu verschwimmen. Jedenfalls erschien die Belichtungsdauer nur als ein Faktor, von anderen beeinflußt, der den Blühvorgang, den Übergang einer Pflanze vom vegetativen zum reproduktiven Zustand hervorruft. Das mochte zusammenhängen mit in der Pflanze hervorgerufenen stofflichen Veränderungen, die eben nicht nur durch einen Faktor beeinflußt wurden.

Schon 1906 hatte LUDWIG DIELS berichtet, wie die **Blütenreife** bei manchen Pflanzen in sehr **verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung** auftritt, wenn nur ein gewisses Minimum an vegetativer Vorbereitung gegeben war. Exemplare derselben Art konnten je nach der Phase, in der sie blühten, recht unterschiedlich aussehen, auch auf einem morphologisch anders aussehendem Frühstadium Blüten ausbilden. Es war Geschlcchtsreife auf einem Frühstadium, was in der Zoologie Neotenie hieß. .

Die **Belichtungsdauer**, die Photoperiodizität, wirkte, wie sich weiterhin fand, nicht nur auf das Aufblühen, sondern auch **auf die Samen-Keimung** (E. BÜNNING et al. 1955), also auf ein viel früheren Stadium im Leben einer Pflanzen, wobei es "für die Keimung der Samen einiger Arten optimale Tageslängen gibt" (S. 41), etwa bei Kurztagspflanzen. Die Beeinflußbarkeit war der Lichtabhängigkeit zur Blütenbildung weitgehend parallel. Bei Samen der Hirtentäschel-Pflanze, *Capsella bursa pastoris*, wurde gar gefunden, daß die Keimung durch wechselnde Temperatur beschleunigt wird (S. 44). Bei HARDER (1954) wurde dann auch gefunden, daß die Versuchspflanze *Kalanchoe blossfeldiana*, eine Kurztagspflanzen, auf die das Aufblühen benötigten Kurztags-Bedingungen verzögert reagiert, wenn sie vorher, als das Aufblühen noch gar nicht geschehen konnte, unter Langtag stand. "Verdunkelung der Pflanzen *vor* der Kurztagsinduktion" wirkte andererseits "blühbegünstigend" (S. 323). Einen Einfluß hatte auch die Tageszeit, in der bestimmte Faktoren auf die Pflanzen wirkten, was wiederum auf innere Bedingunen in der Reaktionsfähigkeit verwies. Die Zuführung besimmter Stoffe, der Gibbelerine, veränderte den Einfluß der Belichtungsdauer wiederum, ließ auch unter nicht üblicher Belichtungsdauer blühen (R. BÜNSOW et al. 1956).

Die das Pflanzenleben beeinflussenden Faktoren offenbarten **immer neue Komplikationen**, neue Erweiterungen, und die Komplexität machte es nahezu aussichtslos, eine allen genutzten Pflanzen gerecht werdende genaue Faktoren-Bereitstellung zu ermöglichen. Die fortgehende Untersuchung der Faktoren, welche die Phänomene im Pflanzenleben ermöglichen oder wenigstens beeinflussen, erschien mit der Entdecktung des notwendigen Kältereizes bei den Winter benötigenden Pflanzen und der Kurztagpflanzen und der Langtagspflanzen als relativ einfach, aber die weitere

Forschung, etwa in Göttingen bei HARDER, komplizierte das Bild immer mehr, bietet ein Beispiel, **wie fortgehende Forschung ein zunächst übersichtliches Bild fast undurchsichtig macht**, aber eben die Realität immer genauer widergibt. Diese Forschung war sicherlich keine der Paukenschläge in der Biologie des 20. Jh., aber sie war solide, messende biologische Forschung. Die **Geschehnisse im Pflanzenleben** sind eben **komplexer** als es manchmal erschien und es finden sich keine so klaren Gesetzmäßigkeiten wie in der Physik.

Vielleicht bezeichnend ist, daß KLEBS (G. GAßNER 1918, S. 462) schon beobachtet hatte, durch Ausschalten der winterlichen Ruheperiode die Lebensdauer von gewissen Pflanzen um Jahre zu verlängern oder die normalerweise im Juni blühende Fetthenne, *Sempervivum*, durch längere Belichtung im Winter zum Blühen kommt (W. W. GARNER et al. 1923)..

Diese noch einzeln stehenden Befunde zeigen: Noch vage einzelne Beobachtungen lohnte es sich durchaus weiter zu verfolgen.

Die Reaktion auf Außenfaktoren nützt den Pflanzen, sie wirken als Anpassungen, schützen etwa vor Blühen zur falschen Zeit; etwa in einem warmen, womöglich ausnehmend warmen Herbst vor dem kalten Winter. Erst nach einem Kälteschock, der auch nach einem warmen Herbst kaum in einem Winter ausbleibt, schossen und blühen sie. Der mitteleuropäische Langtag ist meistens frostfrei. Wer in den Tropen blühen will, muß Kurztagspflanze sein oder sich tagneutral verhalten.

## Umweltfaktoren an natürlichen Pflanzen-Standorten

**Physiologische Untersuchungen** an lebenden Pflanzen wurden auch an **natürlichen Standorten** durchgeführt, so deren Wasserversorgung in der **Wüste**, etwa in Algerien durch HANS FITTING (1911) im Frühjahr 1910, RICHARD HARDER (1930) im Spätsommer Hier wurden also **keine den Pflanzen abnormen Faktoren gesetzt, sondern sollten die normalen, im Leben der Pflanzen wirkenden Faktoren erfaßt werden.** Das war wohl schwieriger, als im Laboratorium die Folgen von abnormen Faktoren zu verfolgen.

1929. FITTING fand bei Pflanzen ohne sonstige xeromorphe Eigenschaften einen hohen **osmotischen Druck** in den Zellen, der ihm die Aufnahme auch geringster, kaum nachweisbarer Wassermengen erklärte.

**Wie weit** man in der **Anlayse** der Umweltwirkung ging zeigt etwa eine Untersuchung des österreichischen Botanikers RICHARD BIEBL (1967), der an einem natürlichen Standort in Westgrönland 1966 dort Tag für Tag einige im sommerlichen 24-Stunden-Langtag blühende Pflanzen zwischen 17 und 9 Uhr bedeckte,

also aus dem Langtag herausnahm, und dann feststellte, daß sie eher als die Kontrollpflanzen Herbstfärbung annahmen und sich ihre Hitze- und Kälterresistenz erhöhte. Das ist nur eines von zahlreichen Mosaiksteinchen aus der Erforschung des Verhältnisses von Pflanzen zu ihrer Umwelt.

Umwelt-Faktoren von hohem Einfluß waren vor allem auch **die chemischen Substanzen in Boden**, der mit dem pH-Wert angegebene Säure- und Basen-Gehalt, der Gehalt an bestimmten Ionen, ob die basischen Ionen Kalium, Calcium, Magnesium, oder das vielfach giftige Aluminium. Waren diese chemischen Faktoren nicht gerade von herausragender Bedeutung, andere Faktoren eher hintanstellend? Der zunehmende Stickstoff-Eintrag in die Böden, damit einhergehend durch Salpetersäure bedingte Versäuerung, die Aluminium-Ion-Freiseitzung, etwa in Wäldern, hatte auf das Pflanzenwachstum und gerade auch auf das Gedeihen der Bäume, großen Einfluß (W. FLÜKIGER et al. 2008, W. FRITSCHE 2008). Die Feststellung der Ionen in Böden war verknüpft mit sicheren und rasch handhabbaren Analyse-Methoden.

Zu den die Pflanze beeinflussenden Umelfaktoren gehören auch andere Pflanzen, nicht nur wie in der Mykrrhiza Pilze. sondern auch, über ausgeschiedene Substanzen, **Blütenpflanzen auf Blütenpflanzen**. Der Pflanzenphysiologe MOLISCH (1937) fand etwa, daß frische Zweige vom Birnbaum nach 7 Tagen das Längenwachstum von Wickenkeimlingen hemmten (S. 50). In Äpfelluft verloren Zweige des Ligusters, *Ligustrum ovalifolium*, die Blätter (S. 51). MOLISCH schlug für den Einfluß von Pflanzen auf Pflanzen den Terminus "**Allelopathie**" vor.

Was bewirkt, daß die Arten nur bestimmte Standorte besiedeln, war vielfach nur schwierig bis in einzelne nachzuweisen. So wachsen auf Böden mit erhöhtem Gehalt an **Zink**-Verbindungen, namentlich von Zinkcarbonat – ZnCO3 – auf sogenannten "**Galmeiböden**", bestimmte spezifische Arten, etwa *Silene inflata* Smith (W. BAUMEISTER 1954) Solche Böden befinden sich beispielsweise auf Halden von Zinkerz-Bergwerken, Die Frage war, ob diese Galmeipflanzen den erhöhten Zinkgehalt nur "tolerieren" und wachsen dort, weil die Konkurrenz vieler anderer Pflanzen fehlt oder sind sie auf den Zinkgehalt angewiesen. Etwa 1954 kam im Unterschied zu anderen Botanikern WALTER BAUMEISTER, Münster, zu der Ansicht, daß nicht nur eine Resistenz gegen den erhöhten Zink-Gehalt vorliegt, sondern "eine so weit gehende Anpassung, daß bereits von einer Notwendigkeit oder wenigstens von einer günstigen Wirkung hoher Zinkkonzentration gesprochen werden kann" (S. 212).

## Rhythmische Periodizität im Pflanzenleben. - Im Inneren sind die Vorgänge angelegt

**Tägliche periodische Bewegungen** von Pflanzenteilen sind das Heben und Senken von Blättern wie beim Weißen Klee/*Trifolium repens* L. oder das Öffnen und Schließen von Blüten zu bestimmten Tageszeiten, wie bei beim abendlichen Aufblühen von Nachtlichtnelken/*Melandrium noctiflorum*, Geißblatt/*Lonicera* oder der Nachtkerze/*Oenothera.* LINNE' hat Blütenpflanzen nach ihrem Blühen im Tagesverlauf in einer '**Blumenuhr**' zusammengestellt, Scheinbare Iinaktivität, aber eben scheinbare, also etwa das Blattsenken, wurde schon bei LINNE' mit "Schlaf" verglichen, wird von **nyktitropischen** Bewegungen, **Nyktinastie**. gesprochen. Einer der Admirale von ALEXANDER dem GROSSEN, dem mit Fragmenten aus dem Reisebericht überlieferten (Wikipedia 2013) ANDROSTHENES von THASOS war 325 v. Ch.r auf den Bahrein-Inseln von den langsamen Bewegungen der Fiederblätter der *Tamarindus indica* L. von ihrem Zusammenfalten in der Dämmerung, beeindruckt (H. SCHILDKNECHT 1983, S. 691/692). Pflanzen oder wenigstens Pflanzenteile haben Bewegungen - hier war es besonders eindrucksvoll.

War es nun der Wechel von Licht und Dunkelheit, welcher die Pflanzenbewegungen steuerte? Der französiche Astronom DE MAIRAN fand 1729 die **Unabhängigkeit** der **tagesperiodischen Blattbewegungen** vom Tageslicht, und ZINN 1759 an der Bohne wie dann DE CANDOLLE an Mimose, Sauerklee/*Oxalis* und auch Bohne/*Phaseolus* sahen die Fortsetzung der Blattbewegungen im Dauerlicht (H. SCHILDKNECHT 1983, S. 692). Untersucht wurde, so seit dem Anfang der 30-er-Jahre des 20. Jh. besonders von ERWIN BÜNNING (1977; J. BONNER 1994), zuletzt Tübingen, daß die Pflanzen und überhaupt alle Lebewesen auch **von innen kommende Aktivität** besitzen, Blätter und Blüten eine **autonome** resp. endogene Tagesperiodizität aufweisen, eine **erbliche Rhythmik**, durch Außenfaktoren, **aitinom**, **modifiziert**. Es entstand als eigenes Fachgebiet, die **Chronobiologie**. Als einen frühen Vorläufer nennt BÜNNING den 32-jährig verstorbenen Botaniker ZINN im 18. Jh. in Göttingen. Bei den Primärblättern der Bohne *Phaseolus multiflorus* hatte BÜNNING 1932 beschrieben, daß sie bei mittlerer Temperatur Hebungs-und Senkungs-Bewegungen im ungefähr 24-stündigen Rhythmus ausführen, aber niedere und höhere Temperaturen das verändern. Eine Anfangsbelichtung mußte diesen Bewegungsrhythmus aber erst einmal auslösen. Bei der Bohne war das schon 1759 beachtet worden. Mit der endogenen Tagesrhythmik gab es alternierende Phasen bevorzugter Synthese-Leistungen und abbauender Prozesse, und das auch in Schwankungen mit der Lichtempfindlichkeit etwa bei Früchten von *Lactuc*/ Salat (1955).

## Signalstoffe, Pflanzen-, Phytohormone regulieren die Vorgänge im Pflanzenleben

Auch für viele Vorgänge im Pflanzenleben wurden Signalstoffe, Phytohormone, als die Regulatoren nachgewiesen und wurde das Gebiet immer weiter ausgebaut. Für die einst nur als Phänomen beschriebenen Lebensvorgänge der Pflanzen, ob Wachstum, Vergilbung und Längswuchs bei Lichtmangel, also Etiolement, für die Abwehr von Schädigungen, Bewegungen und bis hin zum Frostschutz wurden seitdem beteiligte Substanzen nachgewiesen, also in der Kausalität tiefer gegangen. Es entwickelte sich ein riesiges Gebiet der Phytohormone. Wie bei den Hormonen der Tiere und des Menschen wurden hier immer neue Möglichkeiten von Eingriffen erhofft.

Ausgestattet mit dem großen Tropenstipendium des Deutschen Reiches weilte JOHANNES (HANS) FITTING (1909 a, b; W. HALBSGUTH 1974) von November 1907 bis Ende April 1908 im Botanischen Garten in Buitenzorg auf Java. Hier gab es die Orchidee *Phalaenopsis amabilis*. Bei ihr und anderen Orchideen welkten die Blüten rasch, wenn ihr Stempel mit Pollen belegt war. Unbestäubt blühten sie lange weiter. Mechanische Schädigung erwies sich als dafür nicht zuständig. Mit Wasser ließ sich aus den Pollen das wirksame "chemische Prinzip" herauslösen.

Als weitere Wirkstoffe in Pflanzen wies der Däne BOYSEN-JENSEN (1913) **Wuchsstoffe** nach. Das geschah, als BOYSEN-JENSEN 1909 bei PFEFFER in Leipzig war. Haferkeimlinge krümmen sich dem Licht entgegen, phototropisch. Dazu muß die lichtabgewandte Seite des Keimlings stärker wachsen. Bei einem Einschnitt in die Haferkeimlinge wurde das verhindert, weil offenbar eine Reizleitung von der Spitze her ausfiel. Nun schnitt BOYSEN-JENSEN bei Haferkeimlingen die Spitze ab. Auf den Stumpf des Keimlings strich er 10- prozentige Gelatine und setzte darauf die abgetrennte Spitze wieder auf. Nach 6 bis 10 Stunden krümmte sich die verdunkelt gehaltene basale Zone des Haferkeimlings so, als wenn er intakt geblieben wäre. Das sprach für eine Substanz, die in der Spitze des Haferkeimlings gebildet und von dort abwärts geleitet wurde. Unten löste sie durch vermehrte Zellteilung die Krümmung fort. BOYSEN-JENSEN war 1927 bis 1948 Botanikprofessor in Kopenhagen. A. PAÁL hatte in Leipzig die Untersuchungen BOYSEN-JENSENs mit verbesserten Methoden fortgesetzt.

G. HABERLANDT (1913, 1922, 1923) verwies 1912 auf von Zelle zu Zelle wirkende "**Wundhormone**" bei Pflanzen, wobei Wundschließung an Wachstum angefügt werden kann, an regeneriertes Wachstum. G. HABERLANDT zerschnitt Kartoffelknollen und er beschädigte Laubblätter der Kartoffelpflanze. Die Wundflächen spülte HABERLANDT mit Wasser ab. An solchen Wundflächen fand er weniger Zellteilungen als an Wundflächen bei Pflanzen üblich sind. Das Wasser

hatte augenscheinlich die Zellteilung anregende Substanzen weggeführt. LIESEGANG überlegte später, ob Wundhormone vielleicht durch Veränderung der Oberflächenspannung verstärkt Zellteilung in Gang setzen und so ihre Wirkung erklärt werden kann. Auf chemische Signale verwies die durch Insektenstiche gesetzte Gallen-Entstehung auf Pflanzen.

GEORG MELCHERS fand die Blütezeit bestimmende Wirkstoffe, "**Blühhormone**", bei dem Bilsenkraut/*Hyoscyamus*. HÄMMERLING fand formbildenden Substanzen bei den mit einem Schirm versehenen Riesenzelle der Grünalge *Acetabularia*.

Auch die tagesperiodischen **Bewegungen** an Blättern und Blüten wie die raschen Bewegungen der Blätter und Blättchen der ***Mimosa asperata*** L. bei Berührung oder Erzittern wurden auf Signalstoffe, auf **Turgorine**, zurückgeführt. Der Druck in den Zellen, der Turgor, wird erhöht oder erniedrigt, bei der Mimose sehr rasch gesenkt. Diese Bewegungen verlaufen viel schneller als etwa Wundheilung und Abblühen und bei der Mimose mußten die Signalstoffe schnell an ihr Ziel kommen.. Sowohl an ihrem ganzen gefiederten Blatt wie an jedem Fiederchen eines Blattes gibt es bei der Mimose Gelenke, Pulvini, in denen sich die Turgoränderung abspielt. Im Altertum war schon THEOPHRAST die Mimose bekannt geworden. In Deutschland wurde unter HERMANN SCHILDKNECHT (1983) in Heidelberg eingehend über die Turgorine geforscht und eine "Mimosenplantage" angelegt.

SCHILDKNECHT hatte außerdem die chemischen Vorgänge beim Explosionsgemisch des einen Saft ausstoßenden beim Bombardierkäfers geklärt.

# Zoologie

## Keimesentwicklung / Ontogenese bei Tieren

Keimesentwicklung, Ontogenese, das war manches. Es gibt nicht nur die **morphologisch-anatomischen Veränderungen** im werdenden Lebewesen, sondern auch die **Differenzierung** auf der Ebene **der Zellen**, und hier nicht nur mikroskopisch-feinanatomisch, sondern auch in den chemischen Substanzen (A. PIRIE 1960), gab also auch eine **biochemische Zelldifferenzieung**.

Es gab ungeachtet aller Entwicklungsphysiologie auch für Beobachtung und Beschreibung ausreichend Probleme, mit besserer analytischer Technik als jemals zuvor. Einige Embryologen gehörten etwa in den 30-er-Jahren des 20. Jh. mit zu den auch in anderen Fragen maßgebenden Gelehrten in den USA, wenn auch Namen wie CONKLIN, verschiedene WILSON oder LILLIE erinnert wird.

Verfolgt wurde, und das begann noch im 19. Jh., und namentlich seit 1891 an der Universität Chicago / USA, der **Werdegang einzelner Zellen, die "cell lineage**" (R. L. WATTERSON 1973), das Schicksal jeder der ersten Furchungszellen, der Blastomeren, im weiteren Entwicklungsgang des Embryo. Die Forschungen selbst geschahen mehr in der Meeresbiologischen Station von Woods Hole, an der Atlantik-Küste von Massachusetts. EDWIN GRANT CONKLIN (E. N. HARVEY 1958), einer später führenden USA-Gelehrten, die sich auch zu gesellschaftlichen Problemen äußerten, untersuchte das ab um 1891 an der Meeresschnecke *Crepidula fornicata*, der Amerikanischen Pantoffelschnecke, deren "cell-lineage" er bis zu ihrer Veliger-Larve verfolgte. Er setzte das fort, auch, 1903, und verfolgte das ebenso bei Manteltieren / Ascidien der Art *Cynthia partita*, und dem *Amphioxus*, dem Lanmzetttierchen. E. B. WILSON hatte ähnlich bei dem Meeresringelwurm *Nereis* getan. Auf einem Trip von FRANK RATTRAY LILLIE (B. H. WILLIER mit seinem Lehrer C. O. WHITMAN zu Süßwasserteichen in der Nähe von Woods Hole fand man an einer Muschel der Gattung Unio an deren Kiemen Eier und Embryos und LILLIE folgte dem Rat, die Embryologie zu untersuchen mit besonderer Beachtung des weiteren Schicksals der Furchungszellen. LILLIE, der ansonsten lebenslang bevorzugt mit der Universität Chicago verbunden blieb, schrieb später von "the epoch of cell lineage at Woods Hole", einer Forschung, die war "descriptive and comparative, not experimentgal, at first; but it was analytic in the best sense of the word" (zit. b. B. H. WILLIES 1957, S. 188). Wo aber, fragte gerade LILLIE, liegt die Ursache für diese Zellfolge im Protopalsma des Eies? Er sah es in der Polarität der ultramikroskopischen Struktur. LILLIE verfolgte dann wie viele seiner Vorgänger die Entwicklung der Hühnerküken. Als ein weiterer im Bunde der "cell-lineage"-Forscher bei den frühen Embryos niederer Tiere hat CHARLES MANNING CHILD (J. C. BURNHAM 1971, L. H. HYMAN 1957), der auch in Leipzig studiert hatte, die Zellen bei einer Art des an Küsten lebenden Ringelwurmes *Arenicola* untersucht. Dann interessierte ihn vor allem, was die Zellanordnung korreliert, und das führte mehr in die Entwicklungsphysiologie.

Er sah, und das sollte die Differenzierung im Embryo erklären, wie einige weitere Forscher eine Abstufung in den physiologischen Prozessen längs der Längsachse des Keimes, antero-posterior, vertrat also die **Gradienten-Theorie**. Jeder Teil sollte dominiert werden von der Region hinter ihm und er sollte dominieren die Region vor ihm. Die **Entfernung eines Teile**s verändere die Bedingungen in den anderen Teilen, und die Isolierung "eines Teiles aus seiner Verbindung mit anderen Teilen" setze eine Regulation in Gang und führe auch zur Restitution (CH. M. CHILD 1911, S. 6 / 7), also dem sonst Regeneration genannten Vorgang, dem Ersatz verlorener Teile. "Physiologische Isolation" eines Teiles ist CHILD Grundlage jeder Fortpflanzung - in dieser Form eine sehr eigenwillige Hypothese. Freigesetzte Hormone, auch daran denkt CHILD, lösen stille Potenzen aus, etwa die "schla-

fenden Knospen", welche bei Pflanzen nach Wegfall hemmender darüberliegender Teile geweckt werden und zu Austrieben auch am Stamm-Stubben führen.

Daß alle Individuen eines niederen Tieres stets die gleiche Anzahl von Zellen ausweisen, also **Zellkonstanz** besitzen, fand kurz nach 1900 der damals noch bei weitem nicht 30-jährige RICHARD GOLDSCHMIDT (1963, S. 335) bei kleinen Nematoden / Fadenwürmern, namentlich bei deren Nervensystem. Dieses Nervensystem erwies sich "absolut zellkonstant ,,,, so daß jede einzelne Ganglienzelle sich ihrer Lage nach genau definieren läßt." Noch nicht recht allgemein anerkannt, wurde eine wirklich den ganzen Körper erfassenden Zellkonstanz später deutlich nachgewiesen bei dem etwa 1 mm langen, aber dennoch mehrzelligen Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. Namentlich SYDNEY BRENNER führte dieses winzige Tier in die Forschung ein. BRENNER (M. RIDLEY 2006, s. 89) war wie der später führende Molekulargenetiker CRICK Sohn eines Schumachers, ärmlicher als der Vater von CRICK, und BRENNERs Vater war als Jude aus Litauen nach Südafrika emigriert. Bei dem fast durchsichtigen Winzling wurde erkannt, daß er erwachsen stets genau 959 Körperzellen enthält. Während der Entwicklung erschienen aber 1090 Zellen. Eine ganz bestimmte Zahl von stets den gleichen Zellen, immer 131, starb also während der Entwicklung auch wieder ab, und die Konstanz dieser Zahl und Art der absterbender Zellen ließ auf eine dafür zuständiges Programm schließen. Auch das **geordnete Absterben von Zellen in der Entwicklung**, die **Apoptose**, erschien also als regulierter Prozeß. Apoptose ist, wie lange bekannt, weit verbreitet, so beim Verschwinden des Schwanzes bei der zum Frosch werdenden Kaulquappe und beim menschlichen Fötus beim Verschwinden von diesen Schwimmhäuten. Beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* verfolgte das JOHN SULSTON und fand so das immer ablaufende "gleiche stereotype Programm der Zellteilung und -differenzierung" (Neue Zürcher Zeitung, 8. Oktober 2002, S. 48). ROBERT HORVITZ untersucht die genetischen Grundlagen der Apoptose, die Wirkung von definierbaren "Todesgenen" und einem vor ihnen schützenden Gen. Mit Störungen in der Apoptose beim Menschen, einem 'zu viel' oder 'zu wenig' an absterbenden Zellen, mochten gewisse Krankheiten zusammenhängen, und BRENNER, SULSTON und HORVITZ (H. WORMER 2002) wurden gemeinsam die Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin des Jahres 2002.

Etwa VON BUDDENBROCK (D. BÜCKMANN 1985), einer der hauptsächlichen Begründer der Vergleichenden Physiologie, stieß auf **Änderung der Verhaltensweisen im Laufe eines Tierlebens**, bei Krebsen, und damit auf das Problem der **Ontogenese von Verhaltensweisen und zentralnervösen Mechanismen**. Prägungsprozesse, wie sie LORENZ bei seinen Entenküken fand, können an einen bestimmten Lebensabschnit gebunden sein.

Zum **Wandel in der Biochemie im werdenden Organismus** zeigte sich etwa

beim Ochsenfrosch zeigte sich in der Sehsubstanz "porphyropsin" bei der Kaulquappe und Rhodopsin" beim ausgereiften Frosch (G. WALD 1967, S. 231). An untersuchten Fröschen, von *Rana catesbeiana*, fand sich auf dem Kaulquappen-Stadium vorzugsweise die Exkretion von Ammoniak und zunehmend Exkretion von Harnstoff/urea nach der Metamorphose (PH. P. COHEN 1970, S. 533).

## Entwicklungsphysiologie bei Tieren - Fortgesetzte Entwicklungsphysiologie

Die Faktoren der Embryonalentwicklung, der Individualentwicklung überhaupt, wurden einer der wichtigsten Forschungsgegenstände der Biologie. Entwicklungsphysiologen dominierten in den ersten Jahrzehnten des 20. Jh. die Zoologie-Lehtrstühle etwa in Deutschland und in den USA. Zum einen wurden Organismen, namentlich junge, abnormalen Umweltfaktoren, etwa auch Hormonen, ausgesetzt und die Folgen beobachtet. Weiterhin wurde durch Exstirpation von Organen und in fortgeführten Versuchen durch deren Wiedereinpflanzung, also Transplantation (H. SPEMANN 1936), ermittelt, welche Rolle bestimmte Organe im Entwicklungsgeschehen auf andere Strukturen ausüben. EDUARD BABÁK (1905), Prag, später Brünn, entfernte bei Kaulquappen von Kröten und vom Wasserfrosch (*Rana esculenta*) kurz vor dem Hervortreten der Vorderextremitäten das Gehirn oder Teile von ihm. Er beobachtete Hemmung der Metamorphose, der Umwandlung der Kaulquappen in Frösche. Gehemmt war namentlich die Rückbildung, die Reduktion, der Kiemen und des Schwanzes. Da die Tierchen sich nach dem Eingriff normal wie die Kontrolltiere benahmen, schien kein allgmeiner Operationsschock vorzuliegen, sondern hatte der Eingriff am Gehirn spezifische Wirkungen ausgeübt. Es erschien BABÁK 1915, daß vom Gehirn, und zwar von dessen hinteren (distalen) Teilen und namentlich von der beim Eingriff mitbetroffenen Hypophyse eine spezifische innere Sektretion ausgeht, die zu der Metamorphosehemmung führt. Hormone und Entwicklung standen offensichtlich im Zusammenhang, Entwicklungsphysiologie und Endokrinologie verknüpften sich hier wie anderswo.

Ein führender Entwicklungsphysiologe wurde HANS SPEMANN (K. SANDER 1985, C. H. WADDINGTON 1975), 1935 Nobelpreisträger für Medizin oder Physiologie. SPEMANN war 1869 als Sohn eines Verlegers in Stuttgart geboren, studierte Medizin in Heidelberg, München und, dort beeindruckt von BOVERI, in Würzburg. SPEMANN war 1908 bis 1914 Ordinarius in Rostock, danach bis 1919 Zweiter Direktor am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem. 1919 bis 1941 war SPEMANN Ordinarius in Freiburg i. Br. SPEMANN und seine Schüler ermittelten, daß bestimmte Stellen des Keimes anderen vorangehen müssen, die Ausbildung anderer Teile bewirken. SPEMANN nannte die vorange-

henden Strukturen 1918 "Organisationszentrum", "**Organisatoren**", die andere Strukturen "**induzieren**", also als "Induktoren" wirken, in SPEMANNs Worten (1924, S. 1092): "Als Organisator läßt sich ein Keimteil bezeichnen, welcher andere indifferente Teile in ihrer weiteren Entwicklung bestimmt." Es waren bestimme Körperteile, bestimmte **begrenzte Gewebe**, bei SPEMANN also seinerzeit **lebendes Material** ,welche als Organisator wirkten: Oberlippe des Urmundes, Augenbecher, Medullarsubstanz (s. z. B. H. J. JORDAN 1929, S. 378/379). Die Eingriffe an Keimen erforderten außerordentliches manuelles Geschick. Neigung zu feinmechanischer Arbeit war mindestens ebenso Voraussetzung für entwicklungsphysiologische Forschungen wie Ideen. Die kühnsten Ideen benötigten zu ihrer Überprüfung oft feinste Instrumente. SPEMANN konnte stundenlang mit feinen Glasröhrchen und Glasfädchen über dem Bunsenbrenner spielen und die Instrumente für seine Mikrochirurgie ausbilden und probieren (V. HAMBURGER 1969). HARRISON und andere Entwicklungsphysiologen besaßen ebensolche Sensibilität für ihre Feininstrumente. SPEMANN führte nur einige wenige Versuche durch und diese fast ausschließlich an Amphibien. Aus seinen Ergebnissen errichtete er ein ganzes Gebäude von Ansichten, die allerdings auch immer einmal Änderungen unterlagen und nicht in allem abzusichern waren. Schon etwas vor dem Jahre 1900 schaltete SPEMANN (1901, K. SANDER 1985), noch nicht allzu genau, die durch Ausstülpung vom sich bildenden Zentralnervensystem entstehende Augenblase bei Embryonen von Grasfrosch oder Molchen aus. Geeignet für diese Untersuchungen war der Molch Triton taeniatus mit seiner jedenfalls in der Würzburger Umgebung langen, von Mitte April bis Ende Juni dauernden Laichperiode, weil damit relativ lange immer neue Embryonen verfügbar waren. Auf der Kopfseite, auf welcher der Augenbecher entfernt wurde, erschien auch keine Augen-Linse. Der vom Gehirn kommende Augenbecher, die Augenanlage, "induzierte" offenbar die Bildung einer Linse in der darüber liegenden Haut.

Wie schon im Falle der unterschiedlichen Regeneration von Keimen verschiedener Arten bei ROUX und DRIESCH gelangten auch hier andere Forscher zu anderen Ergebnisse. Kontroversen folgten. Unterschiedliche experimentelle Ergebnisse verschiedener Forscher mußten schließlich als richtig anerkannt werden. Die Embryonen verschiedener Arten verhielten sich auch bei der "Induktion" nicht gleichartig. Der im Alter von 30 Jahren gestorbene Zoologe EMANUEL MENCL in Prag hatte bei Forellen gefunden, daß hier die Augenlinse auch bei Abwesenheit des Augenbechers entsteht, also wenigstens bei Forellen "freie Linsenbildung" stattfindet. Der Amerikaner WARREN H. LEWIS (H. SPEMANN 1905) konnte beim Embryo des Frosches *Rana sylvatica* 1903 erstmals eine Augenanlage an eine andere Hautstelle, in der Hals- oder Rumpfregion, verpflanzen. Diese induzierte am neuen Ort eine Linse. Der Augenbecher konnte offenbar an verschiedensten Hautstellen eine Linse induzieren. Die Amerikanerin HELEN D. KING berichtete

andererseits 1905 wiederum bei einem anderen Frosch, *Rana palustris*, über freie Linsenbildung. SPEMANN fand solche freie Linsenbildung durchgehend bei dem Wasserfrosch Rana esculenta. Auch bei verbesserter Technik bestätigte sich der Unterschied bei Grasfrosch und Wasserfrosch, ebenso wie zwischen Molchen und dem mit freier Linsenbildung ausgestatteten Axolotl. Später wurde gefunden, daß die Linsenbildung stets Induktion voraussetzt, jedoch nicht immer vom Augenbecher, sondern von bestimmten Regionen des Urdarmdaches ausgeht. Untersucht wurden fernerhin unter anderem, wie lange der Einfluß des Augenbecher wirken muß, um Linsenbildung hervorzurufen. Dauerbeinflussung erwies sich als unnötig. Erforscht wurden Regenerationen der Linse nach deren Entfernung. Regeneration konnte eigenen, von der Normalentwicklung abweichenden Wegen folgen. Der Italiener V. S. COLUCCI 1891 und dann GUSTAV WOLFF schnitten die Linse aus dem Froschauge heraus. Eine neue Linse ging aus einem anderen Gewebe als beim erstenmal, nämlich aus der Iris anstatt aus der Oberhaut hervor. Es gab also Variabilität in der Strukturbildung

Im Jahre 1912 nutzte SPEMANN eine von ihm entwickelte spezielle, ganz feine Pipette, um einen Gewebepfropf etwa aus der ersten, schuhlöffelförmigen Anlage des Zentralnervensystems, der Neuralanlage, herauszusaugen und sie an anderen Stellen eines anderen Embryos einzupflanzen, dorthin zu transplantieren. Wurden Embryonen geschnürt und geriet dabei der Urmund nur in eine der beiden Hälften, so entstand nur dort ein ganzer Embryo. In dem Teil ohne Urmund bildete sich nur ein Bauchstück. Der "Urmund" war wie die Augenblase offenbar ein Stück im Organismus, das die Ausbildung anderer Teile "induzierte". Es konnten durch Schnürung auch Tierchen entstehen, die zwei getrennte Köpfe hatten und hinten zusammengewachsen waren, also so etwas wie "siamesische Zwillinge" waren. Die dorsale Urmundlippe, die mit der Gastrulation des Embryo entstand, erschien so also als wichtiges "Organisationszentrum". Ein dafür entscheidendes Experiment gelang 1921 der SPEMANN-Schülerin HILDE PRÖSCHOLD (H. SPEMANN und HILDE MANGOLD 1924 a), bald verheiratete MANGOLD. Sie verpflanze in zahlreichen Fällen Material aus der als Organisator geltenden dorsalen Urmundlippe des Embryo vom Kammmolch, Triton cristatus, in den Embryo vom Streifenmolch, Triton taeniatus. Letzterer wurde als Empfänger von Transplantaten ausgewählt, weil er das Entfernen der Eihüllen zur Einpflanzung des Fremdmaterials am besten ertrug und sich am leichtesten aufziehen ließ. Die Zellen der beiden Arten ließen sich außerdem an ihrer unterschiedlichen Pigmentierung unterscheiden, denn die Zellen der taeniatus-Keime waren "kenntlich an dem fein zerstreuten Pigment" (S. 604), während die cristatus-Zellen völlig pigmentlos waren. Dort, wo das niemals entstanden wäre, entstand um das "Implantat", das eingepflanzte Material des *Triton cristatus* beim *Triton taeniatus*, nunmehr eine sekundäre Embryonalanlage, mit verschieden hoher Ausbildung. Es wurde eine zweite Neuralanlage, also eine

weitere Medullarplatte, ein weiteres beginnendes zentrales Nervensystem sichtbar. Diese sekundäre Embryonalanlage bildete sich dabei nicht nur aus dem Transplantat, sondern bezog Material des Wirtstieres ein. Das transplantierte Material aus der dorsalen Urmundlippe hatte also etwas "induziert", "organisiert", in fremden Material, "sich die indifferente Umgebung dienstbar gemacht" (S. 606). Schon 1924, junge Mutter, starb HILDE MANGOLD bei einem Unfall im Laboratorium in Freiburg i. Br.

Einem anderen Mitarbeiter im Laboratorium von SPEMANN, BRUNO GEINITZ (1925), gelang zuerst im Mai 1923 und dann in der Laichperiode 1924 das durch seine Organisatorwirkung ausgezeichnete Material der oberen Urmundlippe von Arten der Schwanzlurche und dann vor allem von Froschlurchen, so von der Unke /*Bombinator pachypus* und von Fröschen/*Rana temporaria, Rana esculenta* auf Molche, Triton taeniatus und andere, zu übertragen. Damit wurde Organisatormaterial von Angehörigen einer Ordnung auf die einer anderen übertragen und bewirkte ebenfalls die Ausbildung einer sekundären Embryonalanlage. Statt das fremde Organisatormaterial aufzupflanzen wurde es in die Höhle der jungen Keime, der Blastula oder Gastrula, gesteckt. Die sekundäre Embryonalanlage bestand jetzt aber nur aus dem Wirts- oder dem Spendermaterial, es kam also nicht zum Zusammenarbeiten der Frosch- und der Molchzellen. Es erstand die Frage nach den ferneren Möglichkeiten des Gewebeaustausches, der nur in jungen Stadien so verlief, offenbar bis eine biochemische Differenzierung bei den verschiedenen Arten stattfand. Der die Linse induzierende Augenbecher, der also nur einem kleinen Teil einer Struktur wurde als "Induktor II. Ordnung" bezeichnet, im Unterschied zu der ein ganzes Neuralrohr induzierenden Urmundlippe. Aus diesen Ergebnissen leitete SPEMANN, wie er etwa 1924 (b, S. 1094) formulierte, "das Prinzip der fortschreitenden Determination durch Organisatoren steigender Ordnung" ab. ERNST HADORN, ein Schweizer Biologe, schrieb (1961, S. 52) von "hierarchisch geregelt Folgen von Induktionsvorgängen, in denen Induktoren niedriger Ordnung ihre induzierenden Fähigkeiten je einem Induktor höherer Ordnung verdanken, ... das in Raum und Zeit geordnete Erscheinen der Organanlagen im Embryo" "leiten". Die Induktion sollte nach SPEMANN zustandekommen durch irgendeine von ihnen ausgehende Kraft oder, was er dann bevorzugte, durch spezifische, in den "Organisatoren" gebildete Organisator-Stoffe. Nach ihnen wurde gefahndet, in England von CONRAD HAL WADDINGTON (A. ROBERTSON et al. 2004), damals vegeblich. Das Problem wurde gewaltig undurchsichtig, als um 1932 JOHANNES HOLTFRETER (1933) in Berlin-Dahlem ebenfalls an Tritonen fand, daß auch etwa durch Hitze **abgetötete oder getrocknete Gewebe als Organisator wirken**, ja manche Gewebe erst nach dem Abtöten Organisator-Wirkung ausüben. HOLTFRETER (O. KOEHLER 1933, S. 182/183) "... steckte ... obere Urmundlippe, die bei 60° getrocknet, bis 100° erhitzt oder gefroren war, ins Blasto-

coel junger Gastrulae und erhielt Induktion von Gehirnen mit Augen, Nasen und typischen Haftfäden; hierzu genügten ein-bis zweitägiger Kontakt toter Substanz mit dem Wirtsgewebe; dasselbe Material konnte dann herausgenommen und mehrfach von neuem immer neuen Keimen eingestopft werden; es induzierte bis zu viermal nacheinander ... auch abgetötetes Entoderm oder präsumptive Epidermis, ja Bruchstücke des hartgekochten ungefurchten Eies" konnten "dieselben Induktionen leisten." An irgendeine an lebendes Gewebe gekoppelte "Kraftwirkung" war nun bestimmt nicht mehr zu denken. Denkbar war die Wirksamkeit von ziemlich widerstandsfähigen, auch im abgetöteten Gewebe weiterbestehenden Stoffen. Wirkung als 'Organisator' fand sich auch bei Substanzen wie Fettsäuren und Nukleinsäuren. Andererseits wirkten nach WADDINGTONs (1933) Erfahrung manche Implantate aus Organismen nicht und das sprach gegen allgemeine mechanische, also stoffunabhängige Wirkung.. **Der Organisator** brachte in dem Gewebe offenbar nicht eine ihm, dem 'Organisator', zukommende spezifische Wirkung hervor, sondern gab den **Anstoß** zu einer dem beeinflußten Gewebe inhärenten Bildung, **regte** wie man sagen konnte die Selbstorganisation des Gewebes **an, seine inhärenten Potenzen**. O. SCHOTTÉ hatte in seiner Arbeit bei SPEMANN gefunden, daß aus dem Kopfbereich eines Froschembryos entnommenes und in den Kopfbereich eines Salamanderembryos transplantiertes Material sich dort unter dem Einfluß des Salamander-Organisators differenzierte, jedoch mit den Merkmalen des Frosches, also gemäß seiner Herkunft. Der Organisator im Wirt gab einen Anstoß zu einer Differnzierung, jedoch das eingepflanzte Gewebe bildete sich gemäß seiner Herkunft aus (V. HAMBURGER 1969). Mit HOLTFRETER, WADDINGTON und anderen war also SPEMANNs schönes Bild von den Differenzierungsprozessen in einem Keim wieder zerstört worden. Aber jedes berechtigte Infragestellen eines Gefundenen war ebenso ein Fortschritt. SPEMANN meinte einmal selbst, daß ein "toter Organisator ein Widerspruch in sich selbst sei", hielt aber dann dennoch an dem Begriff fest.

Für OTTO KÖHLER (1933, S 183) "regte sich der Verdacht, die ganzheitlich gestaltenden regulatorischen Kräfte möchten doch dem Ei als Ganzem innerwohnen..." und **suchte** auf Grund verschiedenster, fast wundersam erscheinender Befunde **nach einer 'Ganzheit'**, die bestehen müsse, auch wenn darüber nichts recht verstehbar bekannt sei. Angeführt wird von KOEHLER (zit. 1933, S. 161, zit. E. BRESSLAU 1928/1932) auch der Befund bei gewissen Plattwürmern/Plathelminthes, bei Tricladen, daß die einzelnen **Furchungszellen**/Blastomeren **getrennt** voneinander in der Dottermasse im Ei umherwandern und erst auf dem 20- bis 40-Zellen-Stadium in der Dottermasse, dem 'Dottersyncytium', sich zu einem Haufen **ordnen**, aus dem der Plattwurm hervorgeht. Für die einzelne Zelle entscheide der Zufall, wo sie zu liegen kommt und was dann ihre Stellung, ihr 'Schicksal', in dem werdendem Plattwurm ist. Ein **Phänomen 'Ganzheit'** ist den Individuen, den

Zellindividuen, übergeordnet, Auch bei Libellen-Eiern fand sich Vergleichbares (S. 183). Das deckt sich mit den zurückliegenden Befunden von DRIESCH (s. o.) an Seeigel-Keimen, bei denen Halbkeime sich zu einem Ganzkeim bilden und ebenso 2 miteinander verschmolzene Ganzkeime sich zu einem normalen Ganzkeim umbilden.

Auch die sich nur einer Hydroxylgruppe sich unterscheidenden Geschlechtshormone, ja die **Hormone** überhaupt, mußten gesehen werden nur als **Auslöser-,** nur in Katalysator-**Wirkung**, wie etwa E. BÜNNING (1949, S. 54) ausführte. In jeder Zelle getrenntgeschlechtlicher Lebewesen erwiesen sich ohnehin sowohl männliche wie weibliche Potenzen gegeben und für die 'geschlechtsbestimmenden' Stoffe war lediglich anzunehmen, "daß sie zwischen den ohnehin in jeder männlichen und weiblichen Zelle stets gleichzeitig gegebenen beiden sexuellen Potenzen auswählen." Von isomeren Stoffen kann der eine eine viel stärkere Wirksamkeit entfalten als der andere. l-Asparagin ist geschmacklos, d-Alanin süß. Bei der Auslösung der Plasmaströmung in den Blattzellen von *Vallisneria spiralis* erwies sich d-Alanin als 600-fach wirksamer als l-Alanin (E. BÜNNING 1949, S. 66).

Die entwicklungsphysiologische Forschung der SPEMANN-Zeit mit all ihren Experimenten hatte offensichtlich nur einen Zipfel aus dem individuellen Entwicklungsgeschehen erfaßt. SPEMANN ließ in seinen Überlegungen die Ergebnisse und Begriffe der Vererbungsforschung unbeachtet. Er erörterte nicht, wie die Erbanlagen, die Gene, eventuell mittels der Organisatoren wirken mochten. Zwei mit der Entwicklung der Lebewesen befaßte Forschungsbereiche, Entwicklungsphysiologie und Vererbungsforschung, gingen zunächst getrennte Wege. Einigen Biologen war aber bald bewußt, daß sich **Vererbungsforschung und Entwicklungsphysiologie vereinen müßten**, daß die Erbanlagen für die Bildung der Organisator-Stoffe zuständig sein mußten, so gesehen etwa von MORGAN in den USA, von WADDINGTON in England, von SCHLEIP in Deutschland.

Ziel gerade auch der Entwicklungsphysiologie blieben eventuelle Steuerungen im Entwicklungsprozeß der Lebewesen. Was die "Erklärung" in der Embryologie betrifft, so sah Sir GAVIN RYLANDS DE BEER (1926, S. 134 / 135), "that ultimately nothing can be really explained. It is idle and absurd to imagine that experimental embryology will explain the development of organisms.What it can do is to show that the processes involved therein, however complicated and dissimilar they may be, obey certain definite laws; it can define these activities of living matter, ..."

Statt die "Organisatoren" zu suchen, welche von bestimmten Zentren ausgehend andere Teile zur Entwicklung "induzieren", ließen sich "**Wachstumsfakoren**" et-

wa für Nerven chemisch aufklären und brachten so die Entwicklungsphysiologie in neue Bahnen, siehe B. COHEN 1987, R. LEVI-MONTALCINI 1987.

## Neue Entwicklungsbiologie - Zellkerne als Erbträger und Anfang der Embryonalentwicklung und damit Verknüpfung mit der Vererbungslehre/Genetik

Die Entwicklungsphysiologie fand lange keine Verbindung zur Genetik, welche die Ausbildung eines Lebewesens auf seine Vererbungssubstanz zurückführte. Der US-amerikanische Biologe TH. H. MORGAN war zuerst Entwicklungsphysiologe gewesen, wandte sich dann aber der Vererbungforschung zuwandte. um die Weitergabe der auf den Chromosomen lokalisierten Erbanlagen aufzuklären und wies auf die Verbindung beider Gebiete, der Entwicklunsgphysiologie wie der Genetik hin. Der Entwicklungsphysiologe H. SPEMANN vermied dagegen etwa in seinem zusammenfassenden Buch 1938 den Begriff "Gen" (K. SANDER 2002). Dabei mußte erwartet werden, daß von Erbanlagen aus die Entwicklung eines Individuums angestoßen wurde, hier etwa Wirkstoffe für die Ontogenese gebildet wurden, das, wonach auch SPEMANN suchte.

Aus der von verschiedenen Biologen getroffenen Verknüpfung von Entwicklungsphysiologie und Genetik (E. HADORN 1953, S. 86) erstand eine umfassendere **Enwicklungsbiologie**.

## Künstliche Befruchtung bei Säugetieren, angewandt in der Zucht von Haustieren, von Pferden

Bei Fischen war 'künstliche' Befruchtung schon im 18. Jh. bekannt und war auch kein Problem bei Amphibien. In **Rußland**, einem Land der Pferdezucht, wurde sie auch auf höhere Säugetiere angewandt, auf **Pferde**, durch zuerst ILJA IWANOWITSCH IWANOW/IWANOFF (s. A. LANG 1914, S. 890 ff.). Das dies möglich ist, war zu erwarten, aber mußte geprüft werden. Empfängnisbereiten Stuten wurde ein Schwamm in die Scheide eingeführt, ein zur Nachzucht ausersehener Hengst besprang die Stute. Der Schwamm mit dem Sperma des Hengstes wurde danach herausgezogen. Das Sperma der ausersehenen Hengste wurde in eine als geeignet herausgefundene Verdünnungsflüssigkeit gegeben und diese Stuten eingespritzt. Auch von einem toten teuren Zuchttier konnten so noch Spermien gewonnen und verwertet werden. Bei der künstlichen Befruchtung auch der höheren Säugetier, also zunächst der Pferde, fanden sich keine Abweichungen bei den Nachkommen, sie

besaßen die gleiche Leistungsfähigkeit wie jene aus dem natürlichen Coitus. Mit der künstlichen Befruchtung kam sogar eine höhere Rate an Schwangerschaften zustande. IWANOW ("Weltwoche" 2006, Nr.1, S. 10; Wikipedia 2012) konnte mit seinem Heraumexperimentieren keine Grenze finden und suchte mit einer **Kreuzung von Menschenaffen und Menschen** nicht nur die nahe Verwandtschaft von Schimpansen und Menschen zu bestätigen, sondern dachte auch daran, zur Verrichtung einfacher primitver Arbeiten geeignete Wesen zu erzeugen. Auf der Schimpansen-Station in Französische-Guinea befruchtete er zur Erkundung dieser Möglichkeit 3 Schimpansinnen mit Menschen-Sperma. Als keine Schwangerschaften auftraten suchte er einheimische Frauen ohne deren Wissen mit Schimpansen-Sperma zu befruchten. Die französische Kolonialbehörde untersagte das schließlich. In der Sowjetunion sollen eine "Genossin" oder mehrere bereit gewesen sein, sich auf der Affen-Station in Suchumi mit Orang-Utan-oder Schimpansen-Sperma befruchten zu lassen (s. a. SPIEGEL-online 7. 1. 2019). Aber möchte man fragen, wieso durfte man hoffen, daß diese vermuteten unterlegenen Wesen wirklich hätten arbeiten wollten? In Erziehung zu Arbeit? IWANOW verlor auch in der Sowjetunion STALINs die Unterstützung. Die 'Beherrschung der Natur' - auch hier sah man wohl Grenzen erreicht. Im Dezember 1930 zeitweise verhaftet, dann vorzeitig entlassen, starb IWANOW 1932 in seiner Verbannungsstadt Alma-Ata.

Auch beim **Menschen** wird im 21. Jh. künstliche Befruchtung vielfach angewandt und hinzukam das mögliche **Einfrieren von Spermien und auch Ei-Zellen**. Auch die Ei-Zellen ausgewählter Frauen lassen sich so mit dem Spermien ausgewahlter Männer gefruchten und vollendete Eugenik wäre möglich.

## Anlage der Sexualzellen bei den Organismen

Von den im Körper angelegten potentiell befruchtungsfähigen Eizellen und Spermazellen kommt schon im Körper nur ein geringer Teil zum Einsatz und noch viele weniger können auch beim Ausstoßen den Weg zueinander finden. Massen von Eiern und Spermien senden, als 'Milch', Fische ins Wasser. Beim Haushuhn ist am 15. Bebrütungstag die Bildung der Ei-Anlagen abgeschlossen, mit 2,5 - 3,8 Millionen Ei-Anlagen bei frisch geschlüpften Leghornküken und 11,5 - 13,5 Millionen bei Rhodeländern (nach ENGELMANN bei L. HEIN 1961, S. 5).

## Physiologie der Zeugung und Ei-Reifung beim Menschen und sich daraus ergebende Möglichkeiten der Geburtenkontrolle, Menopause

Aber mit der Sexualität und Keimesgeschichte hing noch manches zusammen, Dinge, welche so wichtig sind für das Sexualleben mit oder ohne Kinderwunsch. **Zyklus, Periodizität**, beherrscht, hormongesteuert, die Sexualität und Eireifung verbundenen Vorgänge bei der Menschenfrau wie auch bei Tieren.

Die Wiener Gynäkologen FRITZ HITSCHMANN und LUDWIG ADLER (a. S. STRELLER et al. 2011), Juden, untersuchten, 1908, die zyklischen Veränderungen der **Uterusschleimhaut** während der Menstruation bei der reifen Menschenfrau, der Gebärmutterschleimhaut zyklisches Wachstum, zunehmende Durchlutung, Ablösung. Und sie erwiesen, daß diese Prozesse im Normalfall nichts Pathologisches an sich haben. Der in Berlin wirkende Pathologie ROBERT MEYER verfolgte den Gelbkörper, das **Corpus luteum**, das nach der Ablösung eines Eies, dem "Eisprung". in dem nun leeren Follikel im Eierstock sich ausbildet und wie sich bald zeigen sollte, eine Schwangerschaft in der Gebärmutter vorbereitet und während der Schwangerschaft eine weitere Schwangerschaft verhindert. ROBERT MEYER war Jude. 1938 gelang ihm noch der Weg in die USA, nach Minneapolis.

Periodizität, Zyklus - das betraf auch die Befunde von HERMANN HUBERT KNAUS (1950; A. MISKOVA et al. 2001) und unabhängig in Japan durch den seinen Befund schon 1924 publizierenden KJASAKU (KYUSAKU) OGINO. Durch beide wurde deutlich, daß **nur an bestimmten Tagen während des Monatszyklus** einer Frau, der Periode, und zwar 12 bis 16 Tage vor der nächsten Menstruation, jedenfalls im Normalfall, **ein Ei** aus dem Eileiter **abgegeben** wird. Und dieses Ei bleibe dann angeblich nur relativ kurze Zeit befruchtungsfähig. Daraus ließ sich, bei KNAUS gefunden im Januar 1927 und veröffentlicht zuerst 1933 und 1934, eine Zeit im **Zyklus einer Frau** ableiten, in der eine Befruchtung kaum geschah. Und so ließen sich "fruchtbare" und "unfruchtbare" Tage ableiten, also solche mit möglicher Empfängnis und solche mit kaum einer solchen. So konnte, wenn der Eisprung feststellbar war, eine Zeit 'natürliche Empfängnis-Verhütung' während der Monatsperiode möglich sein. Wie schon BISCHOFF im 19. Jh. erfahren hatte: Jedenfalls beim Menschen provoziert nicht der Geschlechtsverkehr die Ei-Abgabe, den "Eisprung". Der "Eisprung" geschieht spontan, auch in Zeiten ohne Geschlechtsverkehr, im allgemeinen periodisch, durch Hormone gesteuert. Das Hormongeschehen um Eireifung und Eisprung stimuliert allerdings die Koitus-Bereitschaft der Frau. Und sich augenscheinlich auf die Hormonproduktion auswirkender Stress kann die Periodizität auslöschen.

OGINO hatte an der Universität Tokio studiert und war 1936 bis 1957 Chef am Takeyama Krankenhaus der Stadt Njigata. Seine Erkenntnisse hatte OGINO gewonnen durch direkte Beobachtungen bei der Operation von Frauen (Kodansha Encyclopedia of Japan).

KNAUS (H. SIEFERT 1980), der 1892 geborene Sohn des Besitzers einer Essigfabrik in Kärnten, studierte Medizin in Wien, war in London und Cambridge, wurde in Graz 1930 ao. Professor für Geburtshilfe und Frauenheilkunde. 1934 kam KNAUS nach Prag an die Deutsche Medizinische Fakultät. KNAUS gehörte nicht zu den anti-tschechischen Deutschen. Dennoch mußte er 1945 die Tschechoslowakei verlassen. KNAUS wirkte kurz an der Medizinischen Fakultät in Graz, einige Monate 1948 - immerhin als Deutscher - als Gastprofessor in London, seit 1960 als Leiter der Krankenhausabteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe in Wien-Lanz. Gestorben ist der 1892 Geborene 1970 in Graz.

Beim Menschen endet die Fruchtbarkeit der Frau bei etwa 50 Jahren. Es kommt die **Menopause** /P. W. SHERMAN 2009), aber dauert das Leben glücklicherweise länger. Es wird damit verhindert, daß vielleicht altersgeschädigte Ei-Zellen an Nachkommen weitergegeben werden, aber kann die nun unfruchtbare Frau noch ihren letzten Nachwuchs und deren Nachwuchs betreuen. Das wird als selektiver Vorteil gesehen. Jedenfalls ist das eine der Erklärungen für die 'evolution der menopause'. Die Menopause wird angegeben auch für etliche **Wildtiere**, so bei Japanischen Makaken, Schimpansen, Elefanten, Killer-Wale (S. 761).

**Chemische Geburtenkontrolle**

Mit der Erkenntnis von der weitere Schwangerschaften verhindernden Wirkung des Corpus luteum ließ sich ein Präparat zur **Schwangerschaftsverhütung** entwickeln, die spätere "Antibaby-Pille", zahmer "Wunschkind-Pille" genannt. Mittels eines Corpus luteum-Präparates oder gar Hormons wird ein Schein-Schwangerschaft erzeugt und der Eisprung und damit eine echte Schwangerschaft abgeblockt. Der zuletzt in Innsbruck als a.o. Professor der Physiologie wirkende Physiologe LUDWIG HABERLANDT (1924, 1931; S. STRELLER et al. 2011), Sohn des auf Pflanzenhormone verweisenden Botanikers GOTTLIEB HABERLANDT, hatte die entscheidende Idee an einem Februarabend **1919**. Noch im Frühjahr 1919 begann er namentlich 1921 weitergeführte Versuche an Rattenweibchen, denen Ovarien schwangerer Ratten transplantiert werden L. HABERLANDT entwickelte danach ein Präparat für die "zeitweilige, nicht operative Sterilisierung des geschlechtsreifen Säugetierweibchens" (1924, S. 51) Es sollte, unter dem Namen "Infecundin" bei einer Budapester Firma entwickelt, beim Menschen nur unter ärztlicher Aufsicht bei Krankheiten wie schwerer Tbc, vielleicht auch für eugenische Zwecke eingesetzt werden, denn, wie auch LUDWIG HABERLANDT meinte (1924, S. 51), die "Ver-

meidung einer minderwertigen Nachkommenschaft wäre aber wohl in der Jetztzeit und für die weitere Zukunft mehr denn je anzustreben." Gegen eine solche Tablette erhob sich Widerstand, aus moralischen Gründen. L. HABERLANDT verweigerte weitere Interviews, zumal er ansonsten vor allem Herzphysiologe war. Reine Hormone hatte L. HABERLANDT noch nicht. Sein "Infecundin" kam nicht auf den Markt. Nach LUDWIG HABERLANDTs frühem Tod durch Suizid am 22. Juli 1932, 47-jährig, wurde die Idee der medikamentösen Schwangerschaftsverhütung für lange Zeit nicht weiterverfolgt.

Es war immer wieder diskutiert worden, ob die Menschen berechtigt sind, ihre Kinderzahl auch durch therapeutische Eingriffe zu bestimmen. Religiöse Kreise lehnten das ab, teilweise bis heute. Andererseits betonte etwa 1931 der Biologe ERNEST WILLIAM MAC BRIDE in der führenden britischen Wissenschaftszeitschrift "Nature", daß vielerorts eine Überbevölkerung eingetreten ist und das Bevölkerungswachstum eben nicht mehr durch Seuchen und Krieg begrenzt wird. "Truly", heißt es (S. 511), "though hardness of heart be given divine condemnation, Nature is equally severe on stupidity and wilful ignorance." ALDOUS HUXLEY hatte 1932 in dem Zukunftsroman "Schöne neue Welt" schon geschrieben, daß das Bevölkerungswachstum der "bedrohliche biologische Hintergrund" ist, "vor dem sich alle politischen, wirtschaftlichen, kulturellen und psychologischen Dramen unserer Zeit abspielen ... ist das zentrale Problem der Menschheit ... /zit. bei C. DJERASSI 2001, S. 55). HITLER wie Japan begründeten ihre Aggressionskriege mit der nötigen Eroberung von Nahrungs- und Rohstoffgebieten, wollten aber durch Verbot jeder Empfängnisverhütung in ihren Ländern das für die Eroberung nötige Soldatenmaterial schaffen - eine kriminelle Auffassung. Geburtenregelung kann muß ein Menschheitsproblem sein! Jedes Volk müßte sich daran beteiligen und Ängste wegen Geburtenüberschüsse beim Nachbarn vermeiden. Im Jahre 1977 wurde festgestellt, daß in 250 Tagen 55 Millionen Menschen geboren werden, mehr als die Zahl aller Toten des Zweiten Weltkrieges (R. WIECHERT 1977). Sexuelle Freizügigkeit? Ohne Geburtsnkontrolle? Kaum verantwortbar!

**Zur Fortpflanzung des Menschen** wurde bekannt (C. DJERASSI 2001): Bei einem Ejakulat des Menschenmannes werden 50 Millionen bis 150 Millionen Spermien ausgestoßen. Sind in einem Ejakulat nur 1 bis 3 Millionen Spermien vorhanden, besteht also **Oligospermie**, dann ist keine Befruchtung möglich. Es geschieht aber eine Befruchtung durch das Eindringen von einem einzigen Spermium in ein Ei und dessen Vereinigung mit dem Eikern, und dann stellt sich die Frage, wozu das viele Millionen umfassende Begleitpersonal an Spermien dient. Es hätte aber wohl jedes dieser nicht zu einem eigenen Erfolg kommenden Spermien die Potenz besessen, der erfolgreiche Begründer eines neuen Menschenwesens zu sein? **Der Zufall**, die Lage im Spermien-Ejakulat, das rasche Vorandringen entschied? Oder gab es

einen Wettbewerb und eine Auslese des 'Besten', des besten Spermiums? 'Zufall auf der Grundlage naturgesetzlicher Vorgänge, aber **Zufall entschied**, ob ein neues Menschenwesen entstand und welches - und religiösen Menschen mußte das entsetzlich sein. Was war dann Gottes Wille, der beispielsweise einen 'Theodor', zu deutsch 'Gottesgeschenk, brachte? Ab wann sollte dann eine 'Seele' eingefügt werden? Und solches schon beim Neandertaler, gar schon beim Australopithcus. Und von vornherein folgenlose Samenergüsse bedeuteten die Ausschaltung möglicher Menschenwesen. Auch ein Kardinal konnte dem kaum steuern und verschenkte so die Potenz zur Geburt von neuen späteren Bischöfen? Die **Naturerforschung** brachte ein manche wohl **überforderndes und dennoch abgesichertes Weltbild!** Selbst viele Mediziner wollten auf dieser Basis nicht denken. Und all die so im Wettbewerb von Millionen Spermien zustandegekommenen Menschenwesen hatten sich nun mit Milliarden anderen geborenen Menschenwesen wiederum in Wettbewerb zu stellen und nur wenige konnten wie das sie hervorbringende Spermium nochmals in einem gewissen Maße siegreich sein. Und auch das entstandene siegreiche Menschenwesen: das nur für wenige Jahrzehnte ein wenigstens gefühlt selbstbestimmtes und dennoch von seinem Gehirn abhängiges Leben führen konnte! **Mit Verstand,** mit ratio, kann auf der Grundlage der durchschauten Dinge vielleicht **manches gelenkt**, gemildert werden!

Wie die Weltgesundheitsorganisation/WHO wissen will, finden in 24 Stunden über 100 Millionen Geschlechtsakte statt. Das führt zu etwa 1 Millionen Empfängnissen. Davon sollen sein 50% 'ungeplant', 25% 'ungewollt'. Innerhalb 24 Stunden gäbe es dann über 150.000 Abtreibungen, davon 50.000 illegal. 500 Frauen sterben daran (so bei C. DJERASSI 2001).

Den **ungeborenen Fetus im Mutterleib** zu untersuchen ermöglichte die 1958 (am 7. 6. im 'Lancet') veröffentlichte auf **Ultraschall**-Anwendung beruhende bildgebende/sonographische diagnostische Methode des Glasgower Gynäkologie-Professors JAN DONALD (Wikipedia 2019). Mit solcher **vorgeburtllchen Diagnostik** und später der auf Fruchtwaaser-Entnahme beruhenden **auf Down-Syndrom** erhoben sich bei Religiösen Bedenken, ob die bei festgestellten Mängeln und Leiden oft erfolgende Abtreibung zu einer zu stark perfektionierten Menschheit führt. Leider gibt es im Leben nach der Geburt noch genügend auftretende Leiden und Schädigungen, sodaß eine Gesellschaft nur von vollkommenen Menschen ein Traum bleibt. Leidende bewußt ins Leben zu setzen ist nicht gerade human, zumal ansonsten **Abtreibung** bis zum 3. Monat nicht strafbar ist. Bei Tieren, Hunden etwa, wird 'Qualzüchtung' verworfen,

## Empfängnisverhütung - chemisch

Erst mit der rasanten Bevölkerungszunahme wurde die "**Pille**" zur Geburtenregelung von zunehmend mehr Menschen moralisch gebilligt, obwohl das Prinzip seit LUDWIG HABERLANDT und anderen bekannt war. Dem als Jude aus Wien emigrierten Chemiker CARL DJERASSI (1992, 2001), der sich "Mutter der Pille" nannte, weil er das Ei 'Pille' legte, das andere weiterbrüten mußten. DJERASSI (M. PEPLOW 2015), mit bulgarischem Familienhintergrund, ist ein am 29. Oktober 1923 in Wien geborener Sohn eines Sexualarztes und einer Dentistin. Die Familie floh 1938 aus Österreich. Nach Vollendung seines Chemiestudiums half er bei der Schweizer Pharmazeutischen Company Ciba die ersten Antihistamin-Pharmaka zu entwickeln. DJERASSI trat 1949 bei der Fa. Synthex in Mexico-City ein, und am 15. Oktober **1951** gelang ihm "die erste Synthese eines steroidalen oralen Kontrazeptivums" (S. 82), eines Progesteron, das auch für das Cortison nötig war. Mit seiner zweiten Frau hatte er eine später zu DJERASSIs großem Schmerz Suizid begehende Tochter PAMELA und einen Sohn. Von 1959 - 1992 wirkte DJERASSI an der Stanford University in Californien und war auch als Mitschöpfer weitere wichtiger Chemikalien ein begüterter Mann mit großem Grundbesitz. Er wurde Kunstsammler, schrieb an Theaterstücken, die gerade auch Sex und Wissenschaft zum Inhalt hatten, und wollte die Zukunft der Menschheit gesichert wissen. Eine der großen Persönlichkeiten des 20. Jh. war DJERASSI auch ohne Nobelpreis auf jeden Fall.

Von der **biologisch-medizinischen Seite** her wird über den US-amerikanischen Reproduktionsbiologen GREGORY G. PINCUS berichtet (G. SCHATZ 2011, S. 78)), daß er bei einem Abendessen 1951 die Gründerin der amerikanischen Vereinigung für Geburtenkontrolle MARGARET H. SANGER traf und ihr von den physiologischen Möglichkeiten der Geburtenkontrolle durch weibliche Sexualhormone berichtete. PINCUS hat den von Frau SANGER daraufhin an ihn angetragenem Verlangen nach einem sicheren Verhütungsmittel entsprochen und ließ es testen. Das geschah zuerst an 700 Frauen auf der zu den USA gehörenden Karibikinsel Puerto Rico. Für manche galt das als ein Mißbrauch von Frauen in der auch hier mehr oder weniger Dritten Welt, während anderen die Pille zur Geburtenkontrolle wegen hoher Geburtenrate gerade hier besonders wichtig erschien. Seit der Einführung der "Pille" 1960, in den USA als "Enovid 10", hat sich das Sexualverhalten vieler Menschen total und freizügig verändert, kam eine "Sexuelle Revolution". Sie brachte Freiheit, manchen auch Frust, und begünstigte Aids. Zunächst sollte etwa in den USA Enovid nur als Mittel gegen Menstruationsstörungen dienen. Erst um 1970 war die Pille auch für ledige Frauen in den gesamten USA zugänglich. Das Abklingen der Geburtenzahl in entwickelten Ländern war schon vor der Verwendung der 'Pille' vorhanden, die 'Pille' hat es nur weitergetrieben

(M. PEPLOW 2015). Der Biologe GOTTFRIED SCHATZ reagierte rückblickend (2011, S. 78/79): "Was hätten wir Grazer Studenten für ein solches Wundermittel gegeben. Die Furcht vor unerwünschter Schwangerschaft war allgegenwärtig, ..." Wegen vorzeitiger Kinder wurden überhastet Ehen geschlossen, wurde das Studium abgebrochen, ja wurde unter Lebensgefahr heimlich abgetrieben. Eigentlich müßte klar sein, daß ein Land die Zahl seiner Einwohner mit seinen Ressourcen in Einklang bringen muß, wenn nicht Aggression und andere Katastrophen folgen sollen. Auswanderung hat den als Wirte Betroffenen nicht nur Bereicherung gebracht, sondern auch Aufgeben eigener Identität. **Die Erde ist verteilt, Frieden erscheint als an die Anerkennung dieses Zustandes gebunden**. Wenn Sex schon gerade beim Menschen mit Vergnügen und Zusammenhalt verbunden ist, wie sonst vielleicht nur beim Bonobo, dem Zwergschimpasen, warum sollte das nicht auch als folgenloses Vergnügen gebilligt werden? Nur Mensch und Bonobo sind ganzjährlich zum Sex bereit. Nur der Menschen-Mann kann im Unterschied zu vielen anderen Primaten im gesunden Zustand seiner Partnerin einen dicken, festen Penis bieten. Der Penis eines Gorilla kann sich nur bis zu Daumengröße strecken. Um Spermien in die Scheide eines Weibchens zu bringen ist ein starker Penis also gar nicht nötig. In der menschlichen Evolution haben die Frauen Männer mit einem weiter als beim Gorilla ausstreckbaren Penis also bevorzugt. Im Interesse des eigenen Genusses? Und das unterbleiben lassen wegen lächerlicher Religion? Weil es in der Geschichte fast stets einen Zusammenhang von Sex und Reproduktion gab? So viele Vergnügungen hat die Natur, die Evolution, dem Menschen nun auch nicht mitgegeben! Und die Moral war in vielen Zeiten wohl viel schlimmer! In der 'spätantiken Dekadenz', in dem freizügigen 18. Jahrhundert? Und wer verantwortet die wahnsinnige Fluchtbewegung 2015? So eine Figur wie der sinnlose Armut und damit kulturellen Verfall predigende Papst?

Die Herstellung der **Antibaby-Pille** verlangte das Hormon **Progesteron**, das Corpus luteum-Hormon, oder abgeleitete ähnliche Hormone mit ähnlicher oder gar besserer Wirkung. Bisher war es nur in kleineren Mengen als Pharmapräparat nötig gewesen, da eine Verhütungspille nicht gestattet war. Bis in die Mitte der 40-er.Jahre des 20. Jh. wurde "das gesamte klinisch verwendbare" Hormon Progesteron auf verschiedene Weise aus Sterinen der Soja-Bohne oder aus Cholesterin gewonnen (C. DJERASSI 2001). In Mexiko fand RUSSELL MARKER in den kartoffelähnlichen Wurzelknollen einer nicht zur Nahrung geeigneten Art der Gattung *Dioscorea*, die Substanz **Diosgenin**, aus dem in 5 Zwischenstufen eine hohe Ausbeute an dem Hormon Progesteron zu erzielen war. Einheimische besorgten 9 oder 10 kg der Wurzeln der Dioscorea, die getrocknet zermahlen und mit Alkohol extrahiert wurden. Mit 3 kg Diosgenin konnte dann weiterexperimentiert wurden. Bei der Firma 'Synthex' in Mexico-City, wo DJERASSI untergekommen war, konnten mit dem relativ billigen pflanzlichen Ausgangsstoff größere Mengen Progesteron

und **ab 1951** das **Cortison** erzeugt werden. Die *Dioscorea*-Art wächst auch in Indien, China, Südafrika und wurde dann plantagenmäßig angebaut. Hier in Mexico-City entwickelte DJERASSI auch die Antibabypille. Der Partner für klinische Untersuchungen, PARKE-DAVIS, zog sich wegen religiöser Bedenken dann zurück und die Pille der Company 'Searle' war 2 Jahre vor 'Synthex' auf dem Markt (A. ABBOTT 2014). Searle hatte 1951 das Patent für norethrynodrel erworben und dieses norethrynodel wird im Körper in das als Antikontrazeptiv dienende norethinodron verwandelt. Die Firmen hatten zunächst nicht auf viel Verkauf gerechnet, da nur eine Anwendung Menstruationproblemen anvisiert war.

## Regeneration - was ersetzt die 'Natur' von sich aus bei Körperschädigungen

Die Wiederherstellung verlorener Teile beschäftigte manche der Entwicklungsphysiologe verbundene Forscher. Zu klären war man bemüht etwa die unterschiedliche Regenerationsfähigkeit bei verschiedenen Tiergruppen, ja verschiedenen Arten, die unterschiedliche Regenerationsfähigkeit der verschiedenen Körperstrukturen, atypische Regenerationen, Abhängigkeit der Regenerationsfähigkeit vom Alter, Abhängkeit der Regeneration von Nerven (D. BARFURTH 1977). Manche Salamander regenerieren manches. Bei Vögeln erwiesen sich Embryonen als mehr zur Regeneation befähigt als ältere, kaum noch zu Regeneration Vögel mit ausgenommen Schnabel und ganze Federn. ROUX hatte einmal, 1916, die Hoffung geäußert, das sehr schwache Regenerationsvermögen des Menschen zu verstärken (D. BARFURTH 1927, S. 227).

## Lebensdauer, Alter, Tod

Evolution verlangte immer neue Generationen, bei denen auch Individuen mit Verbesserungen gegenüber den Eltern auftraten. Absterben der bisherigen Individuen war dazu kein Fehler. Damit eine Art erhalten bleibt, muß es ausreichend Nachkommen geben. Und die Keimzellen wie, bei manchen Pflanzen, so '*Bryophyllum*', vegetative Zellen überleben ja mit der Bildung eines neuen Individuums. Ist die Nachkommenschaft gesichert, können die Eltern verschwinden. Es wurde also nicht auf langes oder gar ewiges Leben ausgelesen. Die Menschen mit normalem und nicht durch moderne Bildung verzögertem Lebenslauf waren im Alter von wenigstens 20 Jahren oder früher Eltern. Es reichte, wenn sie bis etwa zum 40. Jahre lebten, um die Kinder heranzuziehen. In der Tat setzt ja mit diesem Alter mehr oder weniger der Abfall ein, nicht nur eine psychische 'midlife-crisis'. Dieser Abbau war nicht nur durch außen bewirkte Schädigung, nach den besseren Jahren

mit Regeneration auch mancher großen Schäden. Längere Gesundheit war für die Art-Erhaltung unnötig. Vielleicht, daß die Großmütter günstigerweise älter wurden und so ihre Beteiligung an der Pflege und Heranbildung der Enkel einen positiven Ausleseeffekt für die übernächste Generation haben mochte. Immerhin wird beim Menschen nunmehr ein höheres Lebensalter erreicht, das in vielen Menschen durchaus angelegt ist, und die Hygiene und Medizin tun das ihre dazu. Viele Individuen kommen durch Außenfaktoren um, als Beute, durch Parasiten, durch Verhungern, Verdursten, Ertrinken. Andere kommen durch Entwicklungsstörungen, durch fehlleitende Gene, etwa 'Letalfaktoren' nicht in ein längeres Leben. Aber es gibt zweifellos Altern und auch einen 'natürlichen', 'physiologischen' Tod. Was Fragen aufwarf ist die so unterschiedliche mögliche 'natürliche' Lebensdauer der verschiedenen Gruppen von Lebewesen, ja Arten, welches etwa von EUGEN KORSCHELT (1924) untersucht wurde. Da gibt es die Langlebigkeit der Muscheln, der Schildkröten, auch der Wale, aber auch die teilweise hohe Lebensdauer vieler der mit intensivem Stoffwechsel ausgestatteten Vögel. Mancher Papagei überlebt seinen Besitzer lange. Nur wenige Wochen leben die Arbeitsbienen, aber jahrelang die sogenannt eierlegende 'Königin', die vorher Spezialnahrung erhalten mußte. Und in der Pflanzenwelt gibt es Bäume, die in weit zurückliegenden Perioden der Geschichte keimten und aufwuchsen.

Außer der Erklärung für Altern und schließlichen Tod vom Gesichtspunkt der Evolution gibt es die Frage nach den **inneren Faktoren**, welche zu Alter und Tod der Individuen, auch denen der Menschen, führen, Als solche Faktoren wurden erörtert die Wirkung von phagozytierenden Zellen bei METSCHNIKOFF, die Anhäufung von Stoffwechsel-Abfallprodukten, durch MÜHLMANN untersucht namentlich in Ganglienzellen, sonstiger Verfall der Nervenzellen, stark oxydierende Moleküle. Waren diese Faktoren für das Altern bekannt, konnte vielleicht ein gewisses Eingreifen, etwa beim Stoffwechsel, alters-verzögernd wirken.

## Mißleitete Entwicklung: Tumore / Cancer / "Krebs" - die unbeherrschbare Krankheit?

Um 1960 wurde gemeint, daß bis zur Jahrtausendwende der "Krebs" besiegt ist. Noch immer sterben viele Menschen, und nicht nur alte, an der Fehlentwicklung von Zellen, die sich der Regulation des Ganzen entziehen und wie eigenständige Organismen zerstörend wachsen.

Immerhin fand sich 1941 durch HUGGINS etwa der Prostata-Krebs durch Östrogen, also weibliches Geschlechtshormon, beeinflußbar (s.d.). Derselbe HUGGINS (R. E. FORSTER II 1999) konnte auch **chemische Auslösung** von Krebs bei Ratten

nachweisen: Wird Ratten eine bestimmte aromatische organische Verbindung, "7-12 dimeythyl benz-anthracene", durch den Mund eingegeben, so entwickeln diese Ratten in kurzer Zeit zu 100% Krebs. Diese Substanz befindet sich auch im Zigarettenrauch! , wenn auch nicht sofort krebserrgend.

## Reize und Erregungen, auch die wirkenden Pharmaka - und ihre Rezeption durch spezifische Rezeptoren

Zu den **von außen zugeführten** und Reaktionen auslösenden Reizen gehören die Lichtreaktionen auslösenden **Photonen. Geruchssubstanzen**, und irgendwie auch allen Nahrungs- und Reizmitteln. 'Sinneszellen' und Nervenzellen sind nur die einen von all den Zellen, welche an ihrer Oberfläche Rezeptoren tragen, und die **Nervenphysiologie** wurde **zu einem Teilgebiet der** Signalabgabe und -aufnahme, der **Signaltransduktion**. Von morphologischer und histologischer Seite her war vor allem unter der Evolutionstheorie nie bezweifelt worden, daß Nervenzellen differenzierte, spezialisierte Zellen sind, aber eben auch Zellen, und die physiologische Betrachtung hat das wesentlich ergänzt. JOHANN DEISENHOFER und HARTMUT MICHEL (1989), zwei der 3 Chemie-Nobelpreisträger 1988, berichten in ihrem Nobel-Vortrag, wie DEISENHOFER nach 1980 aus einer photosynthetischen Membran vom Purpurbakterium *Rhodopseudomonas viridis* das "photosynthetische Reaktionszentrum", und, kristallisiert, ab Frühjahr 1982 mit MICHEL seine drei-dimensionale Struktur aufklärte, ein kristallisierbares Protein. Die Rezeptoren erwiesen sich als Proteine. Um 2012 waren etwa 1.000 Rezeptoren der lebenden Zelloberfläche, die **G-Protein-gekoppelten Rezeptoren**, GPCRs (K. WELTER 2012), bekannt, zuständig spezifisch für spezifische Reizfakoren.

Was von verschiedenen Seiten kam wurde in vielfältiger aufwendiger Einzelforschung **zu einer großartigen Synthese** von Faktoren und akzeptierenden Rezeptoren **zusammengefügt.**

Bei **Pflanzen** wirken ebenso "Licht, Riechstoffe und vielleicht Berührung ... " (E. H. FISCHER 1993, S. 1181) und "Jedes Signal wirkt auf seinen eigenen Membranrezeptor" und es kommt zur "Abgabe von sekundären Botenstoffen ... oder induziert die intrinsische Tyrosin-Kinase-Aktivität der Rezeproren selbst" und über Kinasen und Phosphatasen. auf Zielenzyme und in einem Kaskadensystem erscheint die "physiologische Antwort". Herbizide hemmen etwa das Reaktionszentrum vom Photosystem II grüner Pflanzen, und DEISENHOFER und MICHEL (1989, S. 885) fanden, daß solche Herbizide auch ‚auf Reaktionszentren der Purpurbakterien wirken, womit deutlich wurde "die enge strukturelle Verwandtschaft

zwischen den beiden Arten photosynthetischer Reaktionszentren". Es verwies auf die Evolution dieser Rezeptoren.

## Muskel und vor allem Muskel-Kontraktion

Die Kontraktion der Muskeln, der quergestreiften rasch, der nur längsgstreiften langsamer, waren immer eine besonder Herausforderung für Physiologen. Das Verfolgen der Zusammenziehung von isolierten Muskeln mit aufgesetztem Stift auf der sich langsam drehenden Rußtrommel, die Reizübertragung von einer Nervenfaser auf eine Muskelfaser waren das eine, Aber was geschah bei der Kontraktion in der Muskelsubstanz, was spielte sich hier offensichtlich auch im Chemismus ab, war das weitere. 1939 haben in der Sowjetunion V. A. ENGELHARDT und M. N. LJUBIMOVA das "**Myosin**", das Muskelprotein, den rötlichen fleischfarbenen Farbstoff der Muskeln, in den Kontraktionsprozeß einbezogen gefunden, indem es in Reaktion **mit ATP** seine Gestalt verändert. Der aus Ungarn stammende und zuletzt in den USA,in der Meeresbiologischen Station in Woods Hole wirkende ALBERT SZENT-GYÖRGYI (1958) erkannte eine Verschiedenheit im Myosin, und nur das Actinomyosin kontrahiert.

**Nervensystem und zu ihm das Gehirn - Das Gehirn - komplizierter als das ganze Weltall?**

## Bewußtsein und 'Nerven' - von denen viede sprechen und nur Spezialisten etwas wissen

"Meine Nerven", klagte die vornehme Dame, die sich in ein Heilbad begab. Und mußte auch der Geisteswissenschaftler, Nationalökonom und Soziologe MAX WEBER in eine Behandlung, dann sprach man von 'Nerven' unter anderem noch "wie von den Saiten eines Bogens oder der Geige ..., die "abgespannt" und wieder gestrafft werden müssen" (J. RADKAU 2013, S. 270). Welche **Beziehungen** bestehen zwischen den **Nerven** einschließlich des Gehirns und dem **Bewußtsein des eigenen Selbst**, der "Interaktion von Geist und Materie, von Seele und Leib" (R. SAFRANSKI 2016, S. 91)? Was sah der Naturwissenschaftler? Der Jenaer Zoologe ERNST HAECKEL hat immer wieder betont, daß es **keine 'Seele'**, keinen 'Geist' **ohne Materie** gibt. Aber ebenso sollte es keine Materie ohne 'Psychisches' geben und HAECKEL verlor sich dann sogar in 'Kristallseelen', also Psychischem auf tiefen anorganischen Stufen. Für den christlich-religiös geprägten Botaniker JOHANNES REINKE , Kiel, einer von HAECKELs hervorragendsten Gegenspielern, war es "undekbar, dass hinter der Natur nichts weiter existierte. Die Ästetik der

Natur, Geist und Seele waren für ihn Zeichen einer übernatürlichen Kraft" (V. WISSEMANN 2012, S. 34).

Die Beziehung von Nerveneinschließlisch Gehirn und Bewußtsein hat immer wieder manche Geister beschäftigte und die - an einer überzeigenden Antwort scheiterten. Der junge FRIEDRICH SCHILLER (R. SAFRANASKI 2016, S. 90/91) sollte sich zum württembergischen Milätarzt ausbilden und schrieb dabein 1779 eine Dissertation 'Philosophie der Physiologie', die aber wie eine zweite Dissertatioin 1780 abgelehnt wird. Er nahm sich zu viel vor! Eine 'Mittelkraft' sollte träte "zwischen Geist und die Materie" und verbinde beide. Es sollte (so R. SAFRANSKY 2016, S. 90) "diese" als Substanz gedachte und als 'Nervengeist' bezeichnete "Mittelkraft ..." verbinden "zwischen der Peripherie der Sinnesorgane (Ohr, Auge, Haut, Nase), wo Reize empfangen werden, und dem Gehirn, wo sie umgearbeitet werden, bis sie schließlich als Bewußtseinsphänomen erscheinen." Dieser Rückgriff auf SCHILLER um 1780, weil anerkannt werden muß, daß der Weg von der Nervenphysiologie zum Bewußtsein bis heute "nicht gelöst ist" (so R. SAFRANSKI 2916, S. 89), also man in dieser Frage noch bei SCHILLER steht. Um den klaren Text von RÜDIGER SAFRANSKI (2016, S. 89/90) zu zitieren: "Es sind inzwischen große Fortschritte gemacht worden bei der Erforschung der neurophysiologischen Prozesse, man kennt das System der Schaltungen, der Vernetzung, man hat die funktionelle Verknüpfung der Gehirnregionen herausgefunden, aber rätselfat bleibt immer noch, wie ein meßbarer materieller Vorgang in einer ganz anderen Dimension als Bewußtsein erlebt werden kann. Ich erlebe ja keine Schaltungen und Neuronenprozesse, sondern Bewußtsein." Zwischen den neurophysiologen Prozessen und dem Bewußtsein besteht dabei durchaus eine Kausalität.

Das "Rätselhafte ist der Dimensionswechsel, wenn ein physiologisches Geschehen als Bewußtsein erlebt wird." So steht es auch noch trotz mancher Einsichten mit Willensfreiheit. Die erfolgreichen Neurophyiologen haben das Problem meistens ausgeklammert, sich auf die Physiologe beschränkt, im Sinne von des Immunologen MEDAWAR Beschränkung auf das Mögliche, das 'Mögliche', was mit den Mitteln einer Zeit erforschbar ist.

## Nerven- und Gehirnforschung - Stückwerk und Problem des Ganzen

In die Funktionsweise von Nerven und Gehirn einzudringen blieb auch im 20.Jh. nur bedingt möglich. Es waren auch im 20.Jh. eher **Einzelbefunde**, in denen man sich einzelnen **Vorgängen näherte**. **Wo war das 'Ganze'?** Die Erforscher des Nervensystem und dem dazugehörenden Gehirn gingen oft getrennt in

2 Annäherungen vor: 1. wurden die **Gehirnleistungen insgesamt** zu erschließen gesucht, aus dem Verhalten etwa, den Reaktionen auf Außenreize, 2. wurde **mikroskopisch** und submikroskopisch sich den **einzelnen Nervenfassern** und damit den Zellen zugewandt. Beides betrieb SHERRINGTON, der sowohl über die Reflexe forschte als auch sich mit der einzelnen Zelle und deren Verknüpfungen, den Synapsen, befaßte. CHARLES SCOTT SHERRINGTON (E. D. ADRIAN 1952, J. P. SWAZER 1975), Physiologie-Professor in Liverpool, der ab 1914 in Oxford wirkte und 1920 bis 1925 Präsident der Royal Society war. Zusammen mit ADRIAN war er 1932 Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin. So war eben auch 1933 bei dem Königsberger Zoologie-Ordinarius OTTO KOEHLER (S. 167) das Resumee: "Das Teilgeschehen, dessen Erkenntnis die ältere Zeit in erster Linie anstrebte, ist und bleibt physikalisch-chemischer Analyse zugänglich, und sie ist und bleibt eine unserer dringlichen Aufgaben."

Durchaus war **viel über das Nervensystem** einschließlich das Gehirn **bekannt** geworden: Schon die umfangreiche Nervenerforschung im 19. Jh, fand viel darüber heraus, **wo mit welchen Folgen bestimmte Nerven wirken**, Es wurde deutlich mancher Zusammenhang von **Nerven- und Gehirnschäden zu Krankheiten** und schweren Leiden, über **merven-und gehirnbestimmte Verhaltensweisen**, über die Vorgänge an den **Nervenfasern**, über **Substanzen im Gehirn**, Hirneinflüsse auf innere Sekretion. Die Teile wurden getrennt erforscht und dargestellt und auch in der Lehre geschah oft nur mühsam eine Verknüpfung. Vieles zum Gesamtzusammenhang, die 'Ganzheit', (O. KOEHLER 1933), blieb Forschungsdesiderat.

Es war relativ einfach gewesen, die **äußeren Gehirnteile**, die Oberflächenstruktur mit den Furchen und auch Inneres, so Höhlen, zu beschreiben. Durch **unterschiedliche** und krankhafte **Ausbildung der Strukturen**, wie sie GALL sah und BROCA, durch relativ grobe Eingriffe wie bei GOLTZ , waren manche Teile bestimmten Funktionen zuzuordnen, aber eine scharfe Abgrenzung versagte immer wieder. Und in der **Feinstruktur** kam man zu den **Nervenzellen**, maß die Leitungsgeschwindigkeit der Erregung wie bei HELMHOLTZ Und weiter: Man zergliederte das Gehirn von Toten, manipulierte an einzelnen Nervenfasern und damit einzelnen Nervenzellen, setzte Reize, auch unmittelbar ins Gehirn, versuchte vom Verhalten her etliches herauszufinden, über einen von KONRAD LORENZ betonten "angebornenen auslösenden Mechanismus" (AAM) etwa, von dem man aber nicht wußte, wo und wie der ist.

## Denken und Fühlen – nur materiegebunden oder eigenständige "Seele?"

Es gab die jahrtausendelange Vorstellung von einer vom Körper getrennten "Seele" und im Zeitalter der Naturwissenschaften die Frage nach dem Gebundenheit des "Geistes" an die Materie, speziell aller psychischen Tättigkeit an das Nervensystem. Immer wieder war das diskutiert worden, im 19. Jh. etwa bei MOLESCHOTT. Der "Monismus", wie ihn HAECKEL, aber auch unabhängig von HAECKELs Terminologie der Schweizer Psychiater AUGUSTE FOREL (1922) und US-amerikanische Biologen, so der von 1906 bis zu seiner Emeritierung 1938 an der Johns Hopkins University in Baltimore im USA-Staat Maryland vor allem auch als Protistenforscher wirkende HERBERT SPENCER JENNINGS (1926), sahen Psyche immer an Materielles gebunden. **Kranke Psyche war bedingt von Gehirnschäden** – "Geisteskrankheit ist ein Hirnkrankheit" hatte etwa 1895 KRAFFT-EBING geschrieben (zit. bei P. GAY 2006, S. 141). HAECKEL nahm sogar an, daß überall, wo Materie ist, auch "Seelisches" sei und schrieb so über "Kristallseelen" – ein Buch, das einem weniger bedeutende Manne möglichweise kein Verleger abgenommen hätte. FORELs Vortrag 1894 auf der 66. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte über "Gehirn und Seele" erschien 1922 in 13. "durchgesehener und ergänzter Auflage" und macht damit wohl deutlich, welches Interesse das Problem besaß. FOREL (S. 11) sah generell Erkenntnisgrenzen über das Weltganze. Richtige Ernährung (S. 72) etwa, und das war wohl dem Mediziner vertraut, beeinflußte die Geistestätigkeit und schin das brachte die materielle Betrachtung nahe.. Der Zoologe BERNHARD GRZIMEK schrieb (2009, S. 516) im Sinne wohl vieler Biologen: "Ich kenne noch keinen einzigen Hinweis dafür, daß ein Gedanke ohne ein dazugehöriges, durchblutetes Gehirn gedacht werden kann, oder für ein Fortleben nach dem Tode."

Andere hielten das weiterhin nicht für gegeben. So der Psychologe und Psychotherapeut C. G. JUNG (1931 / 1986), für den **Materielles wie Seelisches zwei** verschiedene reale Wesenheiten wären. Ja: "Psyche ist das allerrealste Wesen, weil es das einzig Unmittelbare ist" (S. 31). So real wie die Fakten der Anatomie und Physiologie wäre das 'kollektive Unbewußte'. Nur der sich seit der Renaissance durchsetzende Zeitgeist habe dazu geführt, daß wenigstens die meisten Forscher "den Geist in völliger Abhängigkeit von der Materie und von materiellen Ursachen sah" – eine keineswegs selbstverständliche, und den einstigen Auffassungen, von der "Substantialität des Geistigen" ohnehin widersprechende Annahme. Neurosen, welche die Psychoanalytiker, ziermlich zuerst SIGMUND FREUD auf oft weit zurückliegende oft unangenehme Erlebnisse zurückführten und die durch Bewußtmachen im Gespräch 'auf der Couch' geheilt werden sollten, wurden jedenfalls seinerzeit nicht mit von vornherein vorhandenen Störungen von bestimmten Ner-

venzellen oder Nervenstrukturen in Verbindung gebracht, wenn auch der natruwissenschaftlich ausgebildete FREUD für spätere Zeiten eine chemische Behandlung nicht ausschloß.

Gab es Beziehungen zu den an der Willensfreiheit festhaltenden Geisteswissenschaftlern? Der Leipziger Gehirnforscher PAUL FLECHSIG, der eigentlich entgegen seinem Forschungsgebiet Neurologie Professor der Psychiatrie war, hatte etwa 1894 die Beziehung von "Gehirn und Seele" wieder einmal zu definieren versucht. Er lehnte Immaterielles nicht rundweg ab, aber sah, daß die "Medicin ... durch die Erforschung der materiellen Bedingungen der Geistesthätigkeit unmittelbar in die Reihe der moralischen Wissenschaften" "tritt" (S. 27) und daß auch "von der körperlichen Seite her", also vom gesunden Gehirn her, "die sittliche Hebung der Menschheit in Angriff zu nehmen" ist.

PLESSNER betonte auch, das **spezifische Lachen und Weinen** der Menschen (C. SIETZE 2006, S. 202).

## Beherrschung des Geistes und das "Seelischen" - Wie weit möglich?

Vieles vom Gehirn und den Nervenzellen wurde bekannt, aber was war nun der "Geist", der "mind", und wie etwa entstanden die früher "Geisteskrankheiten" genannten Leiden? Wie funkionierte die Psyche des Menschen? SHERRINGTON stellte fest (reprint 1963, S. 222): "Physiology has not enough to offer about the brain in relation to the mind to lend the psychiatrist much help." Es erschienen **Beziehungen zwischen Neurologie und Psychiatrie**, aber deren Grenzen blieben. Nur Sekunden dauernder Ausfall bestimmter Gehirnareale, ob bei Unfall oder Schlaganfall, kurze Zeit Verlust der Sauerstoff-Zufuhr, oder auch langsamer Verfall von Gehirnsteilen vor allem im Alter verändern die Psyche der betroffenen Menschen grundlegend, bis zum fehlenden Wiedererkennen. Die Wiederbelebung, die 'Reanimation', nach Unfällen, das lange Verbleiben im folgenden oder künstlichen Koma - eine völlige Wiederherstellung der einstigen 'Persönlichkeit' folgte nicht. Auch nicht bei einem genialen Physiker wie LANDAU nach einem Autounfall. Aber bei Ausfall der Muskeln wie beim genialen Physiker STEPHEN W. HAWKING bringt das Gehirn noch Erkenntnisse hervor, vor denen der normale Mensch scheitert.

Eine entscheidende Frage blieb die nach der **Freiheit des Wollens oder der Determiniertheit des Verhaltens** der Menschen. Wie konnte man Menschen eventuell ändern?

Die bisher vielfach vertretene Auffassung, daß der Mensch in seinen Handlungen, seinem Wollen, nur von Verstand und Vernunft geleitet wird, vielleicht mit Ausnahme von Geisteskranken, wurde etwa durch FOREL wie FREUD in Frage gestellt, die beide in ähnlicher Richtung wirkten wie dann später auch LORENZ und die Verhaltensbiologen. Viele Körperfunktionen laufen, wie jeder Physiologe wußte, auch ohne bewußtes Zutun ab, 'automatisch', ob im Darm oder beim Atmen, und man konnte es nur etwa durch Speisenauswahl oder Atmenanhalten wenig beeinflussen. Wer merkt schon die ständige Tätigkeit der Niere. Und auch im Verhalten waren die Menschen als unterschiedlich triebhaft bekannt.

Zu vielen Fragen des Verhaltens und der Beziehung zum Gehirn äußerte sich der Schweizer Psyhciater AUGUST FOREL (1935). Wegen seiner Ansichten zu "Rassen" und zur Eugenik wird er um das Jahr 2000 eher verdammt. FOREL war aber auch eher 'Links" und vor allem Kriegsgegner. In seinem "Rückblick auf mein Leben" (1935, S. 270) sieht es mitten im Ersten Weltkrieg 1916: "Ich glaube, daß bald nur noch eine internationale, sozialistische Revolution helfen kann und wünsche von ganzer Seele eine solche. Ich würde mit meinem einen gesunden Arm noch mitmachen, wenn ich könnte. Die Menschheit muß jene drei Drachen, die sie erwürgen: Kapitalismus, Militarismus und Alkoholismus töten, oder sie geht mit allen dreien zugrunde ..." Dabei sollten die Schlechten sterilisiert werden. "Die Sozialisten sind als Menschen nicht besser als die andern, aber nur ihr Programm kann noch helfen." FOREL stellte etwa, so 1907, die Frage nach der **Verantwortlichkeit von Straftätern**. "Mußten" sie vielleicht nur so handeln wie sie handelten? Waren sie "Kranke" (1922, S. 201) Heißt Verstehen dann Verzeihen? Jedenfalls eine sinnlose Rache ließ sich nicht mit der Erklärbarkeit von straffälligme Verhalten vereinen. Da Straftäter andererseits nicht zu ändern seien, sollten sie aus der Gesellschaft ausgeschlossen werden, also die Annahme der Determiniertheit der Straftaten aus dem Gehirn der Täter sollte ihre Isolierung, ja Beseitigung rechtfertigen (1907, S. 179): "Die allzu einseitige, schwache, feige und blinde Humanität unserer gegegnwärtigen Gesellschaft begnügt sich im Gegenteil zu oft damit, freizusprechen und laufen zu lassen, ohne den Mut zunhaben, Präventivmaßregeln zu ergreifen, die sich immer dringender notwendig machen gegen das Verbrechen und seine Ursachen, wie gegen die Degeneration der Rasse.

Wird man nicht endlich dazuz kommen, das richtige Mittel zu finden, das zugleich rationell, mutig und menschlich ist, zwischen der Grausamkeit und der Vergeltungsstrafe der "guten, alten Zeit" und der feigen Schlaffheit der Gegenwart, die sich unter der hysterischen und kurzsichtigen Sentimentalität des humanitären Scheins verbirgt?"

Für Spätere mag sich, nicht so bei FOREL, die Frage stellen, wo endet das zu bestrafende Verbrechen, bei jedem andere schädigenden Egoisten, bei Bereciherung



Abbildung 1635: FREUD, Pribor 1980.

und Steuerhinterziehung und bei möglicherweise in bestem Gewissen und mit orden versehenem Verbrechen im Krieg, bei der Verfolgung von Menschen?

Immerhin fragte FOREL nach der "**Zurechnungsfähigkeit des normalen Menschen**", 1918, also im zu Ende gehenden Weltkrieg in 7. Auflage. Manche Menschen wären Sklaven ihres Gaumens, ihres Geschlechtstriebes, ihres Jähzorns, ihrer Eifersucht und anderen. Je besser sich ein Menschen anpassen könne, umso zuberechnungsfähiger wäre er und mehr soziale Instinkte sind für die Zukunft erforderlich.

**Dinge hinter dem sezierbaren Gehirn - ab dem ausgehenden 19. Jahrhundert SIGMUND FREUD, Psychoanalyse und mehr**

Es war dann der Wiener Psychiater SIGMUND FREUD (P. GAY 2006, L. MARCUSE 1972), der fand, bald mit Anhängern, daß im Gehirn des strahlenden Vernunftwesens der Aufklärung, dem Menschen, eine dunkle Unterströmung besteht, ein Untergrund verdrängter Wünsche und unangenehmer Erinnerungen, ein "**Unbewußtes**". Die Erkenntnis wirkte auf viele aufrüttelnd.

Dramendichter auch vergangener Zeiten nutzten Monologe ihrer Dramenpersonen, sie vom Dichter erdachte geheime Gedanken aussprechen zu lassen, ob Hamlet oder bei 'Othello'.Nun sollten bei FREUD die unbewußten Gedanken realer Personen Objekt der Forschung werden. Aus ungewollten 'Versprechern' beim Reden, aus manchen Träumen sollten solche geheimen Wünsche oder seelischen Belastungen erkennbar werden und sollten von zu behandelnden Neurotikern oder Hysterikern in langen Sitzungen auf der "Couch" dem Psychiater beziehungsweise dann dem 'Psychoanalytiker' geoffenbart und im 'Sicherinnern', im Aussprechenüberwunden werden. Zunächst war gemeint worden, daß der Patient sich in Anlehnung an



Abbildung 1636: FREUD-Geburtshaus Pribor.

den Pariser Neurologen CHARCOT in der Hypnose äußeren sollte. Der dann mit FREUD wirkende JOSEF BREUER hatte 1880 - 1882 eine hysterische Patientin in Trance sich über ihre Leiden in der Erinnerung an die Pflege ihres kranken Vaters erinnern lassen und sie so psychisch erleichtert (L. MARCUSE 1972, S. 13). Hypnose wurde dann als unnötig erkannt. Der FREUD-Biograph LUDWIG MARCUSE (1972) meinte, daß FREUD selbst an Verdängtem litt, sich selbst jedenfalls für die Öffentlichkeit nie psychisch enthüllte, von einer "gerade zu aggressiven Diskretion" war (S. 27), aber von sich auf andere schloß, deren Innerstes ebenso schmerzoll war wie das eigene (S. 36). In Autobiographien wird nicht nur aus politischen Gründen viel verschwiegen, sondern - und wohl nicht einmal tadelnswert - viel von geheimen Wünschen. FREUD brachte ans Licht vom "Unbewußten" Inzestwünsche in der Kindheit, Vatermord-Gedanken der Sohnes, die Unterordnung unter einen "Übervater". Entscheidend war FREUD Das Sexuelle, war für FREUD entgegen mancher Meinung nicht das Einzige, was im Menschen wirkte, aber FREUD wurde berühmt durch seine Erkenntnis der meistens unausgesprochenen sexuellen Wünschen, der immerfort bestehenden 'Libido' - grundlegend für das "Unbewußte". Erotik, '**Libido**' war und sind immer und überall. Es deckte sich wohl mit dem "Eros" bei PLATON (L. MARCUSE 1972, S. 63). Und nun: sexuelle Wünsche gar vom Kleinkindalter an. Selbst gegenüber der Mutter bestünden sexuelle Wünsche und das führte zu den Vatermord-Gedanken und der 'Heirat' mit der Mutter, wie sie der sagehafte altgriechische Ödipus verwirklichte, ohne Wissen, und die im Neuzeit-Menschen als 'Ödipus-Komplex' angelegt wären. Manche übersahen, daß FREUD auch andere Bedürfnisse anerkannte und der 'Pansexualismus' auch bei ihm Grenzen hatte (L. MARCUSE 1972, S. 54). Dichter namentlich im Wien um 1900 gaben wie ARTHUR SCHNITZLER in der Schilderung von alltäglichen verworrenen Seelenzuständen wie bei 'Leutnant Gustl' jene inneren psychischen

Vorgänge intuitiv wider, welche die Wissenschaft, die Psychologie mit der Psychoanlayse erst mühsam erforschen mußte und FREUD sah sich auch durch Dichter bestätigt. Mehr als durch einzelne psychoanalytische Therapie hat die **Ideenwelt von FREUD das Denken vieler beeinflußt**, ja mitgeprägt. FREUD führte schließlich auch **Kunst und Kultur auf verdrängte Sexualität, auf deren 'Sublimierung', zurück**, Bei der Ablehnung vieler: Es mocht sich andererseits jener innerlich befreit fühlen, wer vielleicht erotische und sexuelle Wünsche immer wieder in sich spürte und sich verpflichtet glaubte sie verbergen zu müssen. Die moderne Medienwelt trägt dem durch all ihre erotischen Bilder längst Rechnung! Von FREUD wenn nicht erfundene, aber häufig benutzte **Begriffe** erscheinen nach der Feststellung des jüdischen Denkers und Psychologen MANES SPERBER (1983, S. 106) immer wieder in Diskussionen in den "bürgerlichen und intellektuellen Kreisen", Begriffe, "die man sonst suchen und mit eigenen Worten formulieren müßte", die "Ödipuskomplex, verdrängte Inzestwünsche, Schuldkomplexe, Todeswünsche, Narzißmus, Frustration, Penisneid" und andere. Der österreichische Kulturphilosoph ALBERT FUCHS (1976), drückte es aus mit: "Freud enthüllte die Menschenseele in ihrer wahren Gestalt. Er zeigte, wie mühsam der schmale Landstrich des sozialen Daseins der Flut der Triebe abgewonnen wird ... wie mit jedem Menschen das Chaos neu geboren wird, die Zivilisation neu geschaffen werden muß." Als Leistung erschien (S. 245): "Die Entdeckung der unbewußten Seelenvorgänge, des Verdrängungsapparates, der Allgegenwart des Sexuellen ..." Es gab die Ansicht: Das Selbstbewußtsein des Menschen von seiner Sonderstellung im Kosmos sollte nach dem Versetzen aus dem Zentrum des Kosmos durch COPERNICUS, nach des Menschen anzunehmender natürlicher Herkunft aus dem Tierreich durch etwa DARWIN nun zum dritten Male schwer angeschlagen worden sein: als Objekt von nicht bewußt beherrschbaren psychisch-seelischen Vorgängen. FREUD habe das selbst stolz vermerkt, daß er gefunden war, "daß dieses bevorzugte Geschöpf Gottes ' nicht einmal Herr im eigenen Hause sei' (L. MARCUSE 1972, S. 47, mit dem FREUD-Zitat), "brachte viel Licht in die dunkelsten Bezirke; leuchtete aber auch Dunkleheiten an, die man nicht geahnt hatte" (L. MARCUSE 1972, S. 52). Weder Zentrum im All, nicht Sondergeschöpf, nicht Beherrscher seiner selbst - manchen erschien das zu viel des Untröstlichen. Dank FREUD jedoch sollte Verdrängtes und Triebhaftes dem einzelnen auf der Couch bewußt werden können und sollte die Menschheit insgesamt von ihrem Unterbewußten zu ihrem Nutzen erfahren. Dem einzelnen psychisch Leidenden sollte jedenfalls so Erleichterung verschafft, sollte ihm Erlösung in seinen Verklemmungen zukommen. Das bisher kaum beachtete **Nichtrationale** im einzelnen Menschen wie auch möglicherweise in der Gesellschaft sollte damit **für die Ratio kontrollierbar** werden, verlor seine verkannte Macht, jedenfalls zum Teil, alles eventuell und bei Kenntnis von FREUD.

Als nicht-rational und damit als 'Illusion' sah FREUD auch die **Religion**, et-

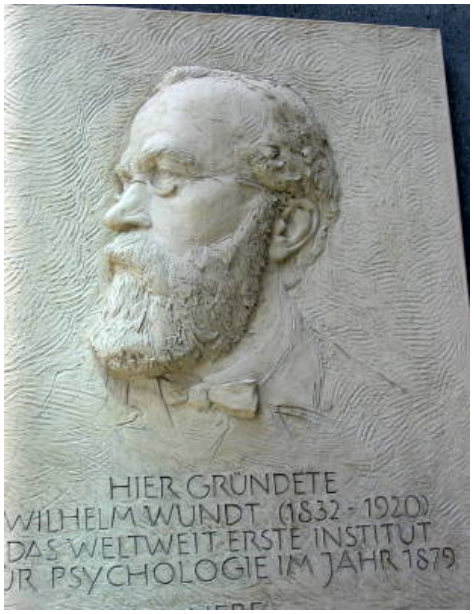


Abbildung 1637: WILHELM WUNDT, Univ. Leipzig.

wa mit: "Das Leben ist bekanntlich sehr schwierig und sehr kompliziert, uns es gibt viele Wege zum Zentralfriedhof' ... aber 'keinen Weg aber zu Gott und zur zeitlosen Wahrheit und zu einem wirksamen Trost' (so bei L. MARCUSE 1972, S. 65). Menschen hätten die angeborene Eigenschaft, einer Autoriät zu gehorchen, die Entdeckung **des 'Führers'** (S. 169), was man leider sehen müsse. Die allgemeine Neurose 'Religion' habe aber manchen einzelnen vor der persönlichen Neurose bewahrt (S. 117). War **Kultur** Ausfluß verdrängten Trieblebens, die nach Zitat von LUDIWG MARCUSE (1972, S. 98) "große Veranstaltung der Ersazubefriediungen", dann konnte man gemäß L. MARCUSE (S. 98) auch feststellen: Kultur "erhält eine gewaltigere Bedeutung als in allen Anhimmelungen", ist nicht "Luxus", ist "unentbehrlich in allen Stunden aller Tage." Auch wissenschaftlichen Aussagen gegenüber, auch eigenen, steht FREUD skeptisch gegenüber, ist nicht Dogmatiker, verändert, baut kein abgeschlossenes System, gemäß L. MARCUSE 1972, S. 52): "... kam niemals zu Ende; sein Werk ist kein Gebäude, eher ein Fluß.". FREUD postuliert spät auch noch einen **Destruktionstrieb**, Todestrieb.

FREUD fand **Anhänger und Gegner** von vornherein. Unter Psychologen, welche das 'Unbewußte' nicht anerkannten, findet sich der als Begründer der **Experimentalpsychologie** geehrte WILHELM WUNDT (L. MARCUSE 1972, S. 79), eine Koryphäe der Universität Leipzig.

Behaviorismus und Reflexlehre konnten mit dem Unbewußten nichts anfangen. Der FREUD ablehnende FRIEDELL (2009, S. 1792) brachte der Vorwurf, daß bei

FREUD die "Sonnenwelt des reinen Denkens nur ein geringer Bruchteil unseres psychischen Kosmos ist ..." Aber vielleicht ist es so, wenn man an manches Benehmen mancher denkt? Andere nahmen FREUD die Ablehnung des Religiösen übel (S. 194). Die Nazis dann verbrannten FREUDs Werke, sprachen gegen "seelenzerfasernde" Analyse, gestatteten aber das Denken des konkurrierenden PsychoanalytikersCARL GUSTAV JUNG. Auch vielen Kommunisten war zuwider, wenn die Menschen sich zu sehr selbst analysierten. Psychiater, die zunächst FREUD anhingen, haben sich im Lauf von Diskussionen von ihm getrennt und eigene Versionen der weiterhin angenommenen unbewußten Zustände der Psyche entwickelt. Der Schweizer ALFRED ADLER setzte zur Erklärung etwa von Psychosen statt des sexuellen Faktors den "**Machtrieb**", was die Neigung zu Aggression erklären mochte, den "männlichen Protest" (H. SPIEL 1994). Der in der generationenfolge spätere Biologe LORENZ (s. u.) behauptete im Prinzip Ähnliches. Gelöst von FREUD hat sich der in Basel geborene und als Arzt durchaus gesuchte Züricher Psychologe JUNG, der in das 'Unbewußte' ebenfalls den Machttrieb und anderes einschloß. Wie viele lehnte JUNG die Auffassung ab, auch vehement. daß "Kultur" (in 1986, S. 39) "erschiene als bloße Farce, als morbides Ergebnis verdrängter Sexualität." Uralte Erlebnisse in der Menschwerdung andererseits sollten bei JUNG sich gar als "Archetypen" in der Seele gefestigt haben, ja sogar die Erinnerung an die Saurierwelt geblieben sein.

Naturforscher hatten gesehen und sahen aber natürlich die vielen Automatismen, die nicht ausschaltbaren Reflexe auf Reize verschiedenster Herkunft, auch die PAWLOWschen unbedingten Reflexe, die Triebe, überhaupt das beherrschende Erbe der Evolution, so die "angeborenen automatischen Mechanismen" von K. LORENZ. Oft bezog sich das eher auf niedere Funkionen, bei FREUD vor allem auf die höchsten Stufen des Verhaltens und des Schöpferischen beim Menschen. Aber etwa der Verhaltensforscher LORENZ rechnet ebenso mit aus der Evolution ererbten und dem einzelnen kaum bewußten Instinkten, welche Gemeinschaften zusammenhalten, also erst ermöglichen und sich dann auch in etwa einem Opfertum äußern können, in dem der einzelne im Krieg mit anderen zu Aktionen schreitet, die man als Selbstmord bezeichnen kann. 'Unbewußtes' gibt es also nicht nur bei FREUD.

Gehirnforschung mochte wie die von der Neurophysiologie noch losgelöste und gemäß ihrem Selbstverständnis auch oft vorangehende Psychologie nach den Worten von JUNG (1932 / 1986, S. 131) auch gerechtfertigt werden angesichts der Erkenntnis: "Die gigantischen Katastrophen, die uns bedrohen, sind keine Elementarereignisse physischer oder biologischer Natur, sondern psychische Ereignisse. Uns bedrohen in schreckenerregendem Maße Kriege und Revolutionen, die nichts anderes sind als psychische Epidemien." Aber, möchte man fragen, gab es nicht vor

allem auch Auslösung Außenereignisse?

Was konnte etwa mit Hilfe der Psychoanalyse bei Massenereignissen beherrschbar werden? Wer wie HITLER die Menschen für eigene Ziele manipulieren wollte und ebenso später viele Marxisten lehnten wenigstens FREUD ab. Es wurde durchaus etwa von BERTRAND RUSSELL in der Richtung gedacht, daß man nicht nur große Gemeinschaften betrachten darf, ausschließlich sich auf Ökonomie beschränken eine Simplifizierung bedeutet, "daß politische Klugheit unbedingt einer psychologischen Auffassung bedarf" (zit. bei H. SPIEL 1994, S. 144).

Wurde die Gehirntätigkeit stark oder überhaupt durch spezifische Substanzen, durch Dopamin, Serotonin und andere gesteuert, dann konnte es naheliegen, **in den Chemismus des Gehirns** bewußt **einzugreifen**, etwa die Substanz-Ausschüttung oder den Substanz-Abbau zu beeinflussen. Konnte dann erwartet werden, die Gehirnfähigkeiten, auch die Aufnahme von Außenreizen, zu verstärken, die "**Pforten der Wahrnehmung**", gemäß ALDOUS HUXLEY, weiter zu öffnen, sonst unbekannte Empfindungen zu gewinnen? Das war das **Problem der Drogen**. Ab wann ist eine Substanz eine Droge? Als Anregungsmittel bekannte Getränke wie Kaffee, Tee, Kakao, auch Alkohol, waren schon lange genossen worden, und 'härtere' Mittel wie Morphhium auch. Künstler, so ein Dichter wie ERNST JÜNGER (H. SCHWILK 2010), standen nun im 20. Jahrhundert Mittel der Gehirnanregung interessiert gegenüber. Wer aber dosierte? Wann war zu bremsen? Oder war das von der Evolution her gegebene Maß an Sinneseindrücken und Lustgefühlen das bereits optimale, und konnte eine Steigerung, oder auch Senkung, nur Leiden und Krankheit bringen? Manche Drogen setzten sich bei manchen Leuten stark durch. Der mit 23 Jahren bei der Baseler Firma Sandoz eingetretene ALBERT HOFMANN stellte 1938 das zweifehafte, ja nach Dosis stark halloziogene **LSD/Lysergsäurediethylamid,** das er auf einem 'Horrortrip' am 19. April 1943 ausprobierte (M. SPRECHER 1998). Lysergsäure gehört zu den Mutterkorn-Alkaloiden.

## Die Nervenzellen - Neuronen

Einblick gab die Erforschung der Zellen im Nervensystem, die zur **Neuronen-Theorie** führte. Vom Zentralnervensystem ziehen Nervenfasern teilweise durch den ganzen Körper, bis hinab in die Fußspitzen. Die durchziehenden Nervenfasern mit dem Aufbau aus Zellen besteht wurde gefragt. Daß die Nervenfasern trotz problematischem Erkennen Fortsetzung von im Zentralnervensystem, also dem Gehirn, Rückenmark oder anderen Ganglien im Körper liegenden diskreten, wenn auch nicht allzu einfach erkennenden Zellkörpern sind, die Neuronen-Theorie, begründet von WILHELM HIS und dann ab um 1891 auch von dem Anatomen WILHELM VON WALDEYER-HARTZ und namentlich von dem Spanier RAMON Y

CAJAL. Das Nervensystem, zunächst umstritten, bestand also aus einelnen, aber eben miteinander isolierten Zellen WALDEYER, der schon den Begriff 'Chromosomen' geschaffen hatte, prägte 1881 für die Nervenzelle den einprägsamen Namen "**Neuron**", für die Nervenzelle mit dem Zellkörper und allen Fortsätzen. Ihr gegenüber stand die Auffassung, daß im Nervensystem keine klar unterscheidbaren Zellen bestehen, also ein **Nervennetz, ein Syncytium** besteht.

Die Abhängigkeit der Nervenfasern, gar ihre Ernährung vom Zentrum, wurde schon deutlich, als der englische Physiologe AUGUSTUS VOLNEY WALLER (A. H. SYKES 2004) Nervenfasern im Körper durchschnitt und dann der distal, also nach der Körperoberfläche gerichtete Teil der Nervenfaser degenerierte: "Wallerian degeneration". Mit diesem Verfahren ließen sich auch Nervenbahnen verfolgen.

Der eine Begründer der Neuronen-Theorie, RAMON Y CAJAL, wird gefeiert als Spaniens bedeutendster Anatom und Histologe. Geboren 1852 als Sohn eines Wundarztes in einem Dorf bei Zaragoza, stieg er zuerst in eine Lehre als Barbier und Schuster ein. Erst dann besuchte er ein Gymnasium und studierte Medizin. Er wurde Anatomie-Professor in Valencia, 1887 in Barcelona, 1892 Professor der Histologie und pathologischen Anatomie in Madrid. Zusammen mit GOLGI erhielt er 1906 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Viele Neuronen im Gehirn verknüpfen sich mit ihren Fasern nur untereinander. W. HIS sr. (J. KISTER 1958), seit 1871 Anatomie-Professor in Leipzig, machte 1886 als Embryologe wahrscheinlich, das aus einer Nervenzelle eine Nervenfaser auswächst. RAMON Y CAJAL sah die Neuronen-Auffassung bestätigt durch die Anwendung von GOLGIs Methode der Chrom-Silber-Färbung der Nerven. Die Anhänger der Auffassung von einem Nervennetz ohne trennbare Zellen suchten noch lange ihre Position zu halten, jedoch setzte sich die Neuronentheorie weitgehend durch. Beim Menschen ist von nunmehr etwa 10 Milliarden Nervenzellen die Rede (H. REUTER 2000).

Als grundlegender oder gar einziger Vorgang der Nerventätigkeit galt vielen der **Reflex.** Reflexe sind die durch den Bau des Nervensystems bestimmten und deshalb festgelegten Reaktionen auf bestimmte Reize, die auch ohne Willensbeteiligung beim Eintreffen eines Reizes in immer der gleichen Weise ablaufen. Der Arzt schlägt etwa mit einem leichten Hammer unter das Knie eines Patienten. Das Bein zuckt unwilkürlich. Das Funktionieren des Kniesehnenreflexes und damit das Funktionieren der zuständigen Nerven wäre bestätigt. Reflexe, die erschienen als so etwas wie 'Elemente', Elementarvorgänge in der Physiologie der Nerven, bei aller Problematik der Übertragung von Begriffen wie der von Elementareinheiten, gar Atomen, auf die physiologischen Vorgänge (BIRKENHEAD 1958).

Die mit dem Gehirn verbundenen Reflexe bei Tieren, etwa Fröschen, hatte IWAN SETSCHENOW unter anderem bei BERNARD in Paris untersucht. Andere Refle-

xe sind im wesentlichen nur an das Rückenmark gebunden, was durch vom Gehirn ausgehende Variationen nicht ausschließt. Die Rückenmarksreflexe erforschte ab 1891 namentlich SHERRINGTON. Die Reflexe galten als der a-psychische Teil der Nerventätigkeit, die unabhängig vom Willen zustandekommen. SHERRINGTON, und das war eine seiner weiteren großen Entdeckungen, fand auch Reflexe, die **innerhalb des Körpers** durch Betätigung eines Organs ausgelöst werden. Kontrahiert ein Muskel, werden reflektiv andere Muskel in Ruhe gesetzt, gibt es also, wie es SHERRINGTON (1932) 1892 beschrieb, Hemmung von maschinenartiger Regularität. In den Muskelnfasern fanden sich sensorische Apparate, "Muskelspindeln", welche die Kontraktion einer Muskelfaser auf nervösem Wege an das Zentralnervensystem melden und von dort her wird der Hemmungsreflex für andere Muskelfasern ausgelöst. Im Körperinneren gab es also "Kettenreflexe".

Später, 1947, sah SHERRINGTON die Rolle der Einzelreflexe weniger autonom, weniger unabhängig vom Gehirn. Enthirnte, "decerebrierte", Tiere, entfalteten bei reflexauslösenden Reizen wegen fehlendem regulierenden Einfluß des Gehirns Hyperreaktion. Das verwies auf integrative Aktion im Nervensystem, auf Einflüsse des Gehirns auch bei vom Rückenmark gesteuerten Reflexen. SHERRINGTON erforschte auch feinanatomische Gegebenheiten im Nervensystem.

Auf SHERRINGTON zurück geht der Begriff "**Synapse**" für die Verbdingungen von Nervenzellen zu Zellen von Erfolgsorganen wie Muskeln oder Drüsen oder einfach andere Nervenzellen (s. u.).

**Der besondere Schutz des Gehirns vor vielen schädigenden Substanzen: Blut-Hirn-Schranke**

Eine der ganz großen und mit Substanzen verbundenen Entdeckungen in der Physiologie des Zentralnervensystems ist die der **Blut-(Ge)Hirn-Schranke** (E. E. GOLDMANN 1913, S. WOLF et al. 1996) / BBB = Blood-Brain-Barrier, der Nichteintritt vieler Substanzen aus dem Blut, aus den die Hirnzellen umziehenden kleinsten Arteriolen, in die Nervenzellen. Es ist sicherlich ein Sonderfall des **selektiven Stoffübertritts durch Membranen**, der auch prinzipiell durch die Wände von Blutgefäßen unterschiedlich abläuft. Im sonstigen Körper tritt Lymphe aus den Kapillaren aus und diese Lymphe weist keine roten Blutzellen und weniger Proteine als das Blut auf. Die schrittweise Auffindung der Blut-Hirn-Schranke ist ein Ergebnis der Injektion von Vitalfarbstoffen in Venen des Körpers von Versuchstieren, bei GOLDMANN unter anderen Kaninchen, Hunde. Vitalfarben färben lebende Zellen, wenigstens auch. In Gewebeschnitten mit Vitalfarbstoffen behandelter Tiere ist die Färbung der Zellen, auch fixiert mit Formalin, unter dem Mikroskop zu erkennen. Bei Föten von Mäusen und Ratten konnten gut ganze Schnittpräparate angefertigt werden und war dann über die ganze Breite der winzigen Körper die

Anfärbung zu erkennen (E. E. GOLDMANN 1913). Letztlich war das Forschen auf Grund einer neuen Methode, eben der Vitalfärbung, also methodenbestimmende probierende Forschung, mit zunächst offenem Ergebnis, also Erkunden dessen, was vielleicht geschieht. Das Ergebnis war, daß beim Einbringen von Vitalfarben wie Tryptanblau, Methylenblau, Ferrozyannatrium in die Blutbahn nur die Nervenzellen des zentralen Nervensystems, also des Gehirns, ungefärbt bleiben. Erste Ergebnisse in dieser Richtung erhielt 1885 PAUL EHRLICH, welche die Vitalfärbung fand. Geärbt wurden, wie sich herausstellte, Hypophyse und des Plexus chorioides Auf den Berliner Physiologen MAX LEWANDOWSKY wird für 1900 der Begriff "Blut-Hirn-Schranke" zurückgeführt, auf LINA STERN 1921 der Begriff "haemato-encephalitische Schranke" (Wikipedia). Werden die Vitalfarbstoffe, die bis zu gewissen Mengen den Körper nicht schädigen, direkt, unter die Hirnhaut, subarachnoidal, unmittelbar ins Gehirn injiziert, wirken sie schlimm, tödlich. Also 1913 (E. E. GOLDMANN, S. 35): "... hundertfach von den verschiedensten Autoren bestätigt ... daß Substanzen, welche vom Blute aus nicht oder wenig wirksam sind zu den heftigsten Erscheinungen Anlaß geben, wenn sie intraazebral oder subarachnoidal appliziert werden." Die Wände der kleinen Blutgefäße im Gehirn erwiesen sich mitgefärbt (S. 30). In ihnen mußte also die "Schranke" erwartet werden. Bis zum Ableben der Gefäße. Durch die Gefäßwände dringen auch im lebenden Zustand etwa die als Energiespender so notwendige Glukose, und treten Alkohol und Psychopharmaka. Abgehalten werden Transmitter, welche ja als Zusatz zu den im Gehirn erzeugten Transmittern die normale Gehirntätigkeit stören würden. Um 1967 resp. um 1975 wurden die Zellwände der Endothelien der feinen Blutgefäße, der Mikrokapillaren, elektronenmikroskopisch auf ihre Durchlässigkeit untersucht und es fanden sich diese Membranen als für den selektiven Stoffaustritt in die Nervenzellen zuuständig. Für die Entwicklungsbiologie bemerkenswert dürfte sein, wenn berichtet wird (S. WOLF et al. 1996, S. 305), daß in andere Körperorgane verpflanzte Hirnkapillaren dort ihr Eigenschaft als Barriere für viele Stoffe, also ihre Befähigung als Blut-Hirn-Schranke, verlieren.

Für manche **Pharmaka** wäre der Durchtritt in das Gehirn erwünscht und deshalb ist die Blut-Hirnschranke Gegenstand pharmakologischer Forschung. Nur niedermolekulare Verbindungen sind vielfach für die Überwindung der Blut-Hirnschranke geeigneter, über 95% können nicht im Gehirn wirksam werden und das betrifft die großmolekularen, die Hoffnung auf Behandlung von Alzheimer und Parkinson weckten (A. KING 2011).

## Reflex- und Gehirn-Forschung bei PAWLOW

Reflexe, die untersuchte in noch stärkerer Integration IWAN PETROWITSCH PAWLOW. Alle Nerventätigkeit, einschließlich der des Großhrins, sollten auf Reflexen beruhen, auf den unbedingten Reflexen wie den von PAWLOW gefundenen **"bedingten" Reflexe**. Am 14. (neue Zeitrechnung) September 1849 in Rjasan als Sohn eines Priesters geboren, sollte PAWLOW ebenfalls Priester werden und bezog das Priesterseminar in seiner Heimatsatdt. Im Alter von 21 Jahren ging PAWLOW jedoch zum Studium der Naturwissenschaften nach St. Petersburg. Er hörte hier den Physiologen CYON, wurde stark beeinflußt von dem materialistischen Nervenphysiologen I. M. SETSCHENOW. 1875 wurde PAWLOW Leiter eines Laboratoriums bei BOTKIN an der Militärmedizinischen Akademie in St. Petersburg. PAWLOW wurde ins Ausland geschickt, weilte 1877 namentlich bei RUDOLF HEIDENHAIN in Breslau und bei CARL LUDWIG in Leipzig. 1883 wurde PAWLOW Professor der Pharmakologie an der St. Petersburger Militärmedizinischen Akademie. Im Jahre 1891 übernahm er außerdem die Leitung der Physiologischen Abteilung an dem neu eingerichteten Institut für Experimentelle Medizin, einer großartigen und bewunderten neuen Forschungsanstalt in dem auch in den Wissenschaften aufsteigenden Rußland. An dieser Militärmedizinischen Akademie wurde PAWLOW 1895 auf den Lehrstuhl für Physiologie berufen, jedoch erst 1897 zum ordentlichen Professor ernannt. Im Jahre 1904 erhielt PAWLOW den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Während etliche Naturforscher im Petrograd (St. Petersburg) der Bürgerkriegszeit regelrecht verhungerten, so der Zoologe ZALENSKY und der Botaniker FAMINTSYN, wurden PAWLOW und seine Mitarbeiter durch ein spezielles Dekret LENINs vom 24. Januar 1921 bessergestellt, galt doch schließlich PAWLOWs Lehre als eine Grundlage der Weltanschauung in der bolschewistischen Sowjetunion. Im Jahre 1923 wurden 224 Gelehrte, darunter 126 Geisteswissenschaftler, zwangsweise auf Schiffen ins westliche Ausland abgeschoben. PAWLOW aber erhielt in Koltuschi bei St. Petersburg schließlich ein musterhaftes Institut, wurde allerdings, und das wohl im Zusammenhang mit kritischen Äußerungen zur bolschewistischen Herrschaft schließlich von der Universität ferngehalten. Vor allem für PAWLOW, den 86-jährigen, wurde aber der XV. Internationale Physiologenkongreß 1935 nach dem damaligen Leningrad und Moskau einberufen, mit Teilnahme von ungefähr 1300 Physiologen. Der Kongreß wurde für den nunmehr dem Sowjetsystem positiver gegenüberstehenden PAWLOW ein großer Triumph und er wurde gefeiert. PAWLOW starb am 27. Februar 1936 in Leningrad.

PAWLOW sah die Welt als auf der Basis der Naturwissenschaften völlig erklärbar. PAWLOW (E. VON SKRAMLIK 1936, W. TRENDELENBURG 1937) erweitere die physiologischen und namentlich die neurophysiologischen Forschungsmetho-

den stark. Seine Versuchstiere, namentlich Hunde, wurden nicht nur einmaligen physiologischen Eingriffen ausgesetzt, sondern wurden nach Eingriffen etwa zur Anlegung von Fisteln wieder in normalen Zustand unter Dauerbeobachtung gebracht. PAWLOW begann seine Untersuchungen als junger Arzt noch ohne Laboratorium. Er hielt die Versuchshunde in seiner Wohnung. Um die mit der Verdauung zusammenhängende Nervenvorgänge zu fassen, wurde Hunden die Speiseröhre quer durchschnitten und das untere Ende des oberen Teiles der geteilten Speiseröhre nach außen geführt. Wurden die Hunde gefüttert, trat die Nahrung durch das untere Ende des abgetrennten oberen Teiles der Speiseröhre wieder nach außerhalb der Speiseröhre. In anderen Versuchen wurde der normalerweise in den Mundraum mündende Ausführungsgang einer Speicheldrüse durch die Außenhaut des Oberkiefers nach außen verlegt und der Speicheldrüsensaft ließ sich außerhalb der Mundhöhle auffangen. Bei anderen Hunden wurde vom Magen ein Teil abgetrennt. Dieser kleine Magen, ein Teil des Magens also, funkfionierte weiter, ohne von einströmendem Speisebrei verunreinigt zu werden. Aus dem abgetrennten kleinen Magen wurde reiner Magensaft gewonnen. PAWLOW fand, daß die Drüsen in der Magenwand und die Verdauungsdrüsen im Darm bereits in Tätigkeit treten, wenn gefüttert wird, nicht erst bei Berührung mit dem Nahrungsbrei. Das verwies für PAWLOW auf Nerven, welche die Verdauungsdrüsen über die unter Normalumständen bald zu erwartende ankommende Nahrung informieren. Es wurde geklärt, daß und warum "die gesamten Anteile des Verdauungssystems, von der Mundhöhle angefangen bis zur Ausscheidungsstelle der Schlacken, mit allen angeschlossenen Organen in richtiger Folge und in zweckmäßiger Weise zum Vorteile des gesamten Organismus zusammenarbeiten" (E. VON SKRAMLIK 1936, S. 418). Und diese Untersuchungen waren "unter möglichst normalen Bedingungen" vorgenommen worden. Gefunden wurde etwa auch, daß sich der untere Magenausgang, der Pylorus, nur unter bestimmten Bedingungen öffnet, was bewirkte, daß nicht zu viel Salzsäure aus dem Magen in das anschließende Duodenum (Zwölffingerdarm) austritt und und eine Schwächung der Wirkung des Pankreassäfte im Dünndarm eintritt. Nachdem die englischen Physiologen BAYLISS und STARLING 1902 über ihre Entdeckung berichteten, daß von der Mucosa, der Schleimhaut, des Zwölffingerdarms (Duodenum) und des oberen Dünndarms aus angeregt durch saures Milieu ein von ihnen als Hormon bezeichneter Signalstoff, Sekretin genannt, an das Blut abgegeben wird und über das Blut die Pankreas zur Abgabe von Verdauungssäften stimuliert wird, bewegte das nach Bericht des PAWLOW-Schülers B. P. BABKIN (1949) den russischen Physiologen sehr, jedoch PWALOW hielt zunächst an der Annahme einer ausschließlich nervösen Regulierung der Tätigkeit der Verdauungsdrüsen fest. Bestätigung der Entdeckung von BAYLISS und STARLING durch Mitarbeiter PAWLOWs ließ ihn die Befunde anerkennen. Die Pankreas-Tätigkeit sollte dop-

pelt, dual, geregelt sein, nervös und humoral. BABKIN meint, daß die Entdeckung des Sekretin für PAWLOW Anlaß wurde, andere neue Probleme anzugehen. Nach 1902 / 1903 studierte PAWLOW vor allem die von ihm entdeckten "**bedingten Reflexe**". "Unbedingt" war, daß auf den Reiz von Speise in der Mundhöhle als Reaktion die Speicheldrüsen in Tätigkeit traten. Auf einen Ton oder ein Lichtsignal reagierten die Speicheldrüsen nicht. Wurde vor einer größeren Zahl von Fütterungen ein Ton-, Licht- oder anderes Signal gegeben, reichte schließlich das normalerweise neutrale Signal aus, die Speicheldrüsen zur Sekretion anzuregen. Die Speichelabgabe ließ sich wegen des nach außen geführten Ausführungsganges genau messen, da er in einem Glasröhrchen aufgefangen wurde. Die Verknüpfung eines Tones, etwa einem Klingeln, oder einem Lichtsignal und der Speichelabgabe, also die Herstellung eines bedingten Reflex, wurde darauf zurückgeführt, daß im Gehirn neue Verbindungen zwischen Nervenzellen zustandegekommen waren. Was im einzelnen zwischen Nervenzellen zustandegekommen sein mochte, blieb allerdings offen. Die bedingten Reflexe schien aber einen wichtigen Einblick in die Tätigkeit der Großhirnrinde zu bieten. Die bedingte Reflexe auslösenden Reize wurden immer feiner differenziert, etwa Töne unterschiedlicher Höhe oder Licht unterschiedlicher Wellenlänge untersucht und so die Aufnahme differenzierter Reize erfaßt. Den Einfluß verfälschender unkontrollierter Fremdreize auszuschalten, wurden die Versuchshunde in PAWLOWs schließlich großartigen Laboratorien in schalldichten Kammern, in den "Türmen des Schweigens" gehalten, also "vollendete Reizbeherrschung" (W. TRENDELENBURG 1937) angestrebt. Es war Ziel, das ganze Verhalten des Tieres vorauszubestimmen, wenn alle vorliegenden unbedingten und bedingten Reflexe bekannt wären, was das Verhalten zur Außenwelt betraf. Es wurde verstehbar, daß beim Menschen der Appetit schon durch den Geruch oder den Anblick angenehmer Speisen angeregt wird. PAWLOW versuchte alle höhere Nerventätigkeit der höheren Tiere und sogar des Menschen insgesamt auf von in der Großhirnrinde lokalisierte bedingte Reflexe zurückzuführen. Bedingt Reflexe (H. J. JORDAN 1929, S 685/686) verwiesen auf die Herstelluung **neuer Nervenverbindungen** im Gehirn. Wurden betimte Gehirnsteile entfernt und kamen dann bestimmte neue Nervenverbindungen nicht mehr zustande, ließ das an Lokaliseirung solcher Verbindungen denken (S. 686). Ohne intaktes Sehzenrtum gab es keine bedingten Reflexe mit Einbeziehung optischer Reize. Es ließ sich feststellen, auf welches **Unterscheidungsvermögen von Einzelreizen**, etwa unterschiedliche Töne und nicht nur Glockensignal an sich, bedingte Reflexe ausgebildet werden konnten und welche Unterscheidung als wahrgenommen wurde. Geprüft wurde, wie lange der für den bedingten Reflex zuständige ohne Bestätigung verzögert werden konnte, auch wie sich verschiedene Reize hemmten. Ohne Umwelteinwirkung, ohne Reize von außen, wurde kein Verhalten für möglich gehalten, was Spontanverhalten ausgeschlossen hätte. **Unbedingte Reflexe** brachten sichere und oft rasche Ant-

worten auf Außenreize. So bei dem reflexhaften raschen Schließen der Augenlider bei Bedrohung der Augen. Und die bedingten, **die erworbenen, die erlernten Reflexe** konnten vieles weiteres im Verhalten erklären. Etwa die Appetitanregung beim immer wieder erfahrenen, mit Braten belohnten Küchenduft (oder war das unbedingt?) oder dem in den Speisesaal rufenden Klingeln. Wärmeanregung könne beim Menschen eine Durchblutungssteigerung bringen, und mit einem Lichtreiz gekoppelt könne schon der Lichtreiz eine Steigerung der Durchblutung bewirken (zit. b. W. WICKLER et al. 1977, S. 22). Konnte schließlich beim erwachsenen Tier oder gar Menschen alles Verhalten auf die im Leben erfahrenene bedingte Reflexe zurüclgeführt werden und damit der Mensch in allem seinen Wesen sich wie ein etwas komplizieter PAWLOWsche Hund verhalten? So **war die Konditionierung der Menschen** in und für die Gesellschaft **möglich** und wurde von manchen führenden Persönlichkeiten erhofft. Erziehung mochte dann Bildung bedingter Reflexe sein, von sehr vielen natürlich, aber eben schließlich und immer wiederholt eingeprägt. Konditionierung war ein Ziel auch in den USA, s. SKINNER (u.). **Einfache Bausteine des Verhaltens waren Reflexe** gewiß, so wie sie auch SHERRINGTON untersucht hatte (W. WICKLER et al. 1977, S. 21). Frage war, ob die Reflexe ausreichten, um alles tierische und menschliche Verhalten zu erklären. Woe war es, wenn höhere Säugetiere auf Formen, auch in der Größe veränderte, dressiert werden konnten? (H. J. JORDAN 1929, S. 687) VON HOLST und LORENZ setzten der Vorstellung ein Ende (s. u.), was manchem nicht paßte. Und in der von der PAWLOW-Welt geprägten Erziehung gab es Klagen wie: "Da haben wir ihn nun noch und noch erzogen ... und schon steigt er Mädchen nach, ... ist homosexuell, ... eignete sich nicht unsere Weltanschauung an und das konnte nur von außen hereingetragen worden sein ..."

Namentlich in der Sowjetunion unter STALIN wurde PAWLOWs Lehre für die Erziehung, Medizin und anderes herangezogen und 1950 auf einer Tagung versucht, das "Erbe" PAWLOWs nach STALINs Wunsch festzulegen (T. RÜTING 2001). PAWLOWs Nachfolger LEON ORBELI, der auch die Rolle des autonomen Nervensystems betonte und Selbstregulation wie unbewußte Triebe und Motivationen anerkannte, wurde seines Amtes enthoben und durch KONSTANTIN BYKOW ersetzt, der die Großhirnrinde wieder in ihre Allherrschaft über den Körper einsetzte, der zentralisiert reguliert sein sollte wie es für die Gesellschaft unter STALIN oder der Kommunistischen Partei angestrebt wurde. Alle zwischenmenschlichen Beziehungen müßten gemäß strenger Anhänger der PAWLOWschen Lehre ausschließlich auf Dressur mittels bedingter Reflexe beruhen. Dem traten bei aller Anerkennung dessen, was PAWLOW über die Reflexe gefunden hatte, vor allem anderswo Kritiker entgegen, die durch PAWLOW Freiheit und sittliche Entscheidung und damit die Humanität vernichtet sahen. Es wurde auch gemeint, daß man bei den unter künstlichen Bedingungen festgeschnürten Versuchshunden nicht alle

Gehirntätigkeit erfaßt, nicht jene, die auch bei freier Bewegung in freier Umgebung auftritt. Die Tierpsychologie etwa bei LORENZ versuchte das dann zu erfassen. Am Gehirn selbst wurde bei PAWLOW kaum operiert, sondern wurden die **Gehirnvorgänge aus dem Verhalten auf Reize** vor allem bei den bedingten Reflexen zu **erfassen** gesucht, auch etwa die Hemmung des einen durch einen anderen Reflex.

## Weiterhin Neurologen zur Lokalisierung von Hirnleistungen

Neben diesen eher auf die Funktionen ausgerichteten Forschungen wurde die **Lokalisierung von Hirnleistungen** fortgesetzt. Konnten bestimmte Hirnleistungen bestimmten Hirnorten zugeordnet werden, konnte das zur Lokalisierung bestimmter Hirnleistungen führen und dortige chirurgische Eingriffe vielleicht als sinnvoll erscheinen lassen, ganz im Sinne der pathologischen Anatomie. Zuerst wurde weiterhin vor allem das Großhirn zu erfassen gesucht, etwa im Sinne von PAUL FLECHSIG 1905 (S. 424), daß die Großhirnrinde anzunehmen ist "nicht als ein einheitliches, in allen Regionen gleichwerthiges Organ, sondern als ein Complex verschiedenwerthiger Arbeitsfalten, die wenigstens in den ersten Zeiten des extrauterinen Lebens einen Grad von Selbstständigkeit besitzen." Die Erfassung wurde auf verschiedenem Wege zu erfassen versucht, durch elektrische Reizung von bestimmten Stellen, durch Abtragung von Teilen, bei EDINGER durch vergeichend-anatomische Untersuchungen bis hinab in niedere Säugetier-Klassen. Mehrere Gehirnzentren beschrieb CONSTANTIN VON MONAKOW. CONSTANTIN ECONOMO (G. PILLERI 1959) lokalisierte 107 Areale und stellte sie in einem Atlas fotografisch dar. OSKAR VOGT in Zusammenarbeit mit seiner Ehefrau CÉCILE erforschte die fein-"architektonische" Gliederung der Hirnrinde, suchte auch nach **feinanatomischen Abweichungen** im Gehirn einzelner, durch besondere Fähigkeiten auffallender Personen und sogar nach Unterschieden in der Hirnrindenstruktur verschiedener Völker. Ziel war spezifischen Leistungen auf Gehirnbesonderheiten zurückzuführen, den architektonisch festgestellten Regionen im Cortex eine Funktion zuzuordnen. Folgerichtig untersuchte VOGT das Gehirn des toten LENIN, wozu er nach Moskau eingeladen wurde und man dafür ein eigenes Institut gründete. VOGT meinte schließlich, LENINs besondere Fähigkeiten in Gehirnstrukturen festgestellt zu haben. Das schien der materialistischen Auffassung vom Verhalten der Menschen in der materialistisch-dialektischen Philosophie zu entsprechen.

**Individuelle Unterschiede** in Gehirnstrukturen oder -leistungen konnten unterschiedliche Verhaltensweisen oder die Lokalisation von Krankheiten deuten,

aber boten auch immer wieder Anlaß, neurologisch begründete **Begabungsunterschiede** anzunehmen. Das wurde und wird oft abgelehnt. OSKAR VOGT aber hatte etwa auch vergleichende Gehirnuntersuchungen von Menschen unterschiedlicher Rassenzugehörigkeit angeregt. STALIN hat Untersuchungen der Gehirne von Sowjetfunktionären im Sinne von VOGTs Untersuchungen an LENINs Gehirn untersagt.

Überraschende bis schockierende Ergebnisse zu Gehirnvorgängen fand der zuletzt in Montreal wirkende und 1976 gestorbene Neurochirurg WILDER PENFIELD (W. H. THORPE 1974, S. 324/325; Wikipedia 2015). Er operierte in den 1930-er-Jahren an der offengelegten Gehirnoberfläche bei Menschen in der zunächst meist erfolglosen Hoffnung, sie von Epilepsie oder Hirntumoren zu heilen. Er **reizte** im Einverständnis mit den Patienten **elektrisch** mit einer feinen Nadel begrenzte Einzelpunkte an der Gehirnoberfläche und bei 40 von über 1000 der getesteten Patienten kehrten während der Reizung **längst vergessene Erinnerungen** zurück, hörten bestimmte einstmals sie beeindruckende Musik oder einer sah sich fröhlich wie einst auf einer Farm in Südafrika. Es blieb offensichtlich im Gehirn gespeichert, an das sich bewußt zu erinnern nicht möglich oder schwierig war und verwies auf das Rätsel des Gedächtnisses. **Elektrische Stimulation Elektrische Reize direkt an bestimmten Punkten im tieferen Zwischenhirn**, also nicht an der Hirnrinde, setzte der Schweizer WALTER RUDOLF HESS (1950; P. G. WASER 1982). Der 1881 geborene HESS war Sohn eines Mittelschullehrers für Physik, studierte Medizin, wurde wegen der notwendigen finanziellen Absicherung zuerst Ophthalmologe, ging 1912 an das Physiologische Institut der Universität Zürich, an dem er 1916 stellvertretender Direktor und 1917 Ordinarius wurde. Sein Spezialgebiet war zuerst Regulierung des Blutdrucks und Haemodynamik, dann, in den 20er-Jahren des 20. Jh. die Zwischenhirn-Forschung. An möglichst genau bestimmte tiefere Stellen des Hirns von Katzen und auch Hunden setzte HESS feine Elektroden. Wurde elektrisch gereizt, so reagierten je nach der gereizten oder auch zerstörten Stelle die Katzen in bestimmter Weise, mit Darmentleerung, Urinieren, Schlaf, Erbrechen, Erregung, Zorn, Angst und anderem. Druck auf einer Taste zur Hirnreizung brachte immer wieder gleichartiges Verhalten hervor, ohne daß ein sonstiger Anlaß als eben die direkte Hirnreizung dafür vorlag. Nie wurden isolierte Symptome an nur bestimmten Organen ausgelöst. Die so erfaßten kleinsten Hirngebiete wurden auf Karten der Hirnquerschnitte eingetragen. Beherrschung des Gehirns und damit des Verhaltens - hier wurde es zunächst am Tier vorgeführt, ergänzte und erweiterte den Einblick in psychosomatische Zusammenhänge, wie es von anderer Seite PAWLOW nachwies (W. R. HESS 1949 / 1950). HESS erhielt 1949 zusammen mit MONIZ den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin und starb 1973.

## Plastizität im Gehirn wenigstens der Wirbeltiere: BETHE, O. KOEHLER und andere

ALBRECHT BETHE, OTTO KOEHLER und andere sahen viel weniger Lokalisation und Festlegung im Gehirn wenigstens der höheren Tiere als andere und betonten hier und überhaupt in der Organismenwelt von der analytischen Forschung übersehene 'Ganzheiten'. Schon das Sonnensystem könne man nicht nur als Summe seiner einzelnen Himmelskörper betrachten. 'Ganzheit', auch wenn oft noch nicht durchsichtig, bestimme viel stärker die Organismen. War einem Hund bei BETHE (O. KOEHLER 1933, S. 157) nur die Benutzung der linken Beine möglich, auch durch Nerven-Durchtrennung, lief er ohne zu fallen auf den linken Beinen davon. Zahlreiche Amputationen führten ebenfalls zu rascher Koordination. Wenden aus der Rückenlage wurde spontan und ohne Übung gemeistert. In O: KOEHLERs (1933, S. 158) Worten nach BETHE: "Anstatt der starren Bahnen und der invariablen "Zentren" haben wir mit Plastizität in einem ungeahnten Ausmaße zu rechnen: regulierende Einflüsse der Peripherie beeinflussen das Zentralnervensystem, in ihm kämpfen Einzelerregungen um die Gesamtherrschaft." Bei Echinodermen ist das nicht so, in der Evolution hier also noch nicht ausgebildet. Das Gehirn der Säugetiere und natürlich das Menschen sollte Gesamtgestalten wahrnehmen, so wie es der Menschenaffenforscher WOLFGANG KÖHLER annahm. Eine Melodie wäre etwas Ganzes. Nehmen wir hier nur Einzeltöne war und verbinden sie erst dann im Gehirn? Müßten wohl "im optischen Sektor des Nervensystems, ja im Nervensystem überhaupt, endlich im ganzen Organismus und hinauf bis zur höchsten Lebenseinheit nach Bau und Funktion gleichermaßen Raumzeitgestalten erblicken, ohne mit Physik und Chemie in Widerspruch zu geraten" (O. KOEHLER 1933, S. 163). Der "Gestaltcharakter unserer psychischen Erlebnisse" lege nach W. KÖHLER (zit. b. O. KOEHLER 1933, S. 165) nahe, "auf das Gestaltetsein des primärphysiologischen Prozesses" zu schließen. Aber noch fehle "die Bestätigung von der rein nervenphyisologischen Seite her durchaus" (S. 165). W. KÖHLERs 'Gestaltpsychologie' hat sich nicht durchgesetzt.

## Gehirntätigkeit widerspiegel sich in elektro-physiologischen Vorgängen. Elektroencephalogramm - BERGER

HANS BERGER (B. P. M. SCHULTE 1970), Psychiater in Jena, "unwiderstehlich angezogen" von der Frage "nach den materiellen Rindenvorgängen, denen die psychischen Vorgänge eindeutig zugeordnet sind" (1933, S. 844), suchte nach Korrelation zwischen den materiellen "Rindenvorgängen" und den psychischen Phänomenen, seit seiner "späteren Gymnasialzeit ... für den Zusammenhang zwi-

schen körperlichen und geistigen Vorgängen ganz besonders interessiert ..." (1938, S. 1). Davon ausgehend bemühte sich BERGER um die Feststellung von Veränderungen des Blutumlaufs im Gehirn bei Tätigkeit und hoffte auch durch Temperaturmessungen Tätigkeit im Gehirn zu erfassen. Wenn man bei geistiger Tätigkeit nach außen dringenden physiologische Korrelate fand, war damit über die Orte, wo etwas geschah, allerdings nichts ausgemacht. Und das Ergebnis war zunächst: "Es hat sich dabei herzlich wenig ergeben, ..." (1933, S. 844). BERGER (1938, S. 174) fand dann, nicht ohne Vorläufer, am empfindlichen Galvanometer infolge elektrischer Vorgänge bei Gehirntätigkeit Aufzeichnungen, Ausschläge, zuerst von der "bloßgelegten Hirnoberfläche", dann "auch von der harten Hirnhaut und sogar von dem des Periosts beraubten Schädelknochen", schließlich abnehmbar auch von außen am Schädel, also ohne verletzende Eingriffe. 1924 konnte er bei einem jungen Mann mit einer Trepanationsstelle wegen Schädelöffnung auf Tumorverdacht, eine Kurve der Stromschwankungen abgenommen werden (1938). Die Abnahme von **Elektroencephalogrammen**, publiziert 1929, und damit des **E.E.G.**, wie BERGER 1937 (S. 193) schrieb, entsteht in der Rinde des Großhirns, aber offen blieb der Ort, an dem das Gehirn jeweils tätig war. Immerhin ließen sich aus einem Elektroencephalogramm, heute geschrieben EEG, diagnostische Schlüsse auf Hirnerkrankungen ziehen und wurde EEG-Aufzeichnung **medizinische Diagnostik**. Wie es bei BERGER 1938 (S. 198) heißt: "Diese elektrischen Schwankungen zeigen an, daß in der Großhirnrinde etwas geschieht, lassen aber natürlich nicht erkennen, was geschieht. Ihr Fortfall aber zeigt an, daß der Vorgang, den sie begleiten, gleichfalls fortgefallen ist und ihre Abänderungen lassen erkennen, daß der ihnen zugrunde liegende ebenfalls eine Abänderung erfahren haben muß." Entsprechende Aufzeichnung erschien auch bei nicht-pathologischen Schwankungen von Hirntätigkeit, etwa bei Schwankungen in der Aufmerksamkeit, bei unbewußter Hirnarbeit, so im Schlaf.

Der 1873 als Arztsohn in Neuses bei Coburg geborene BERGER (J. BAUER et al. 2011) studierte außer in Kiel und Würzburg vor allem in Jena, wurde 1896 Untersassitent an der Jenaer Psychiatrischen Klinik und blieb dort, ab Oktober 1919 als ordentlicher Professor und Klimikdirektor. BERGER stand auch im Einfluß von Parapsychologie, dachte nach über psychische Energie, wirkte in der Nazizeit u. a. am Erbgesundheitsobergericht in Jena. Er sammelt auch Steine, war der Natur zugetan. Am 1. Juni 1941 erhängte sich BERGER. Motiv ist offen. Die Methode des EEG wurde anderswo weiterentwickelt, besonders den Briten ADRIAN, und kehrte von dort nach Deutschland zurück (z.T. Wikipedia). In den USA hatte 1935 E. N. HARVEY (F. H. JOHNSON 1967, S. 229) im Team mit anderen mit der Elektroencephalography begonnen und erfaßte an einem Gerät die elektrischen Signale aus 3 Gehirnteilen gleichzeitig.

Wie bei BERGER und anderen, etwa bei PAWLOW, **tastete man sich in das Gehirn herein.** Ist das **Gehirn nun das komplexeste Gebilde** auf der Erde, gar **im Weltall?** Haben "wir" bei der Feststellung des EEG des Menschen nun nach BERGERs Worten (1938, S. 206) "materielle Vorgänge von äußerst geringer Größenordnung vor uns, an die die psychischen Vorgänge geknüpft sind, die doch die wunderbarsten und gewaltigsten Erscheinungen auf diesem Erdball darstellen!"

Und doch wird das großartige **Gehirn**, der Tiere wie des Menschen **nur für eine begrenzte Lebenszeit** ausgebildet, manche werden ohne erkennbare Ursachen Pädophile, Autisten, verlieren ihre geistigen Fähigkeiten schon mehr oder weniger lange vor einem hohen Alter, oder ruinieren ihr Gehirn trotz Denkfähigkeit von außen durch Drogen.

## Nerven- und Gehirn-Tätigkeit hat mit Substanzen zu tun: Der Weg in die Neurochemie

Während die Untersuchungen eines PAWLOW oder HESS nach einem baldigen umfassenderen Bild vom Geschehen im Gehirn strebten, nach dem Geschehen in größeren Gehirnarealen, stellte man sich bei der Erkundung der **Einzelvorgänge** an den Synapsen oder an einer einzelnen Nervenfaser ein **bescheideneres** Ziel, aber immerhin mit durch exakte Methoden zu erwartenden exakteren Ergebnissen. Schwierig genug war das zu erforschen, nötig jedoch wohl auch für die Gesamtvorstellung vom Nervensystem.

Manchmal setzte man bei Nerven und Muskeln nur oder vordergründig auf Elektrizität. Nerventätigkeit erschien immer mehr auch als **Biochemie**, öfters verbunden mit dem Fehlen oder auch übermäßigen Auftreten bestimmter Substanzen, die mit Besonderheiten im Verhalten, ja mit schweren Leiden verbunden sein konnten. Gab es zwei getrennte Vorgänge, ging es bei den Nerven **zweigleisig** zu, an den Synapsen chemisch, an der Nervenfaser physikalisch, elektrisch? Wie verband sich das eine mit dem anderen? Die chemischen Vorgänge an und in den Nervenzellen, die damit mögliche Erklärung der Wirkung von manchen Substanzen auf Empfinden und Verhalten, die rasche Wirkung der Drogen vor allem - das führte zu grundlegenden Vorstellungen, führte zur **Neurochemie**. Wenn etwa Drogen im Gehirn wirken, dann konnte angenommen werden, daß die dafür zuständigen Rezeptoren vielleicht auch Inneren auf innen gebildete Substanzen ansprechen und so zu neurochemischen Erkenntnissen leiten. Von großem Einfluß auf das Nervengeschehen erschien die **Membran der Nerven**, die Myelinscheiden, der Gehalt des wohl an mehreren Funktionen beteiligten **Cholesterin** (S. SCHMITT 2016, S. 17).

LOEWIs (s. u.) Erkenntnis von Substanzen, welche von den Nervenenden auf eine Muskelzelle wirken, 1921, stand entscheidend mit am Anfang der Neurochemie. Zunächst, bei LOEWI, war es um Abgabe einer **Substanz an Nervenenden** auf ein andersartiges Erfolgsorgan, auf Muskelfasern, gegangen. Später um die Wirkungen von **Substanzen von Nervenzelle zu Nervenzelle**, **über** die **Synapsen** im Nervensystem, um die "**Chemical Transmission in the Central Nervous System**" (J. H. GADDUM 1963). GADDUM formulierte hierzu 1963 (S. 741) noch vorsichtig: "It seems likely that some of the mechanisms found in peripheral structures are also present in the central nervous system."

Deutlich war aber schon geworden, daß im Inneren, **im Körper von Nervenzellen**, also nicht nur an den Enden, wirkende **Substanzen gebildet** werden, hormonartig wirkende Substanzen. **Nervenzellen**, jedenfalls manche, erwiesen sich **als Hormon-Erzeuger**, so wie Zellen der innersekretorischen Drüsen, etwa der Schilddrüse. 1928 hat ERNST SCHALLER auf der Grundlage von Beobachtungen an Hypothalamus-Neuronen am Knochenfisch *Phoxinus laevis,* nun *Phoxinus phoxinus*/Elritze, das **Konzept der Neurosekretion** ausgebildet (R. ACHER 1979, S. 906). Und als eine große Überraschung in der Hormon-Forschung: Die Hormone im Hinterlappsen der Hypophyse, Oxytocin, Vasopressin und dazu Neurophysine, entstehen nicht dort, sondern werden in Hypothalamus-Zellen gebildet und nach Wanderung in den Axonen dieser Nervenzellen im Hypophysen-Hinterlappen gespeichert und je nach Umständen ausgeschüttet, in dei Blutbahn. Nervenzellen als Hormon-Produzenten brach die einmal behauptete Schranken zwischen den beiden Kommumikationssystemen, dem Hormon- und dem Nervensystem und legte weiteren Blick frei - in Neurochemie.

Waren die Gehirn-Anatomie und die Histologie, bei letzterer die Unterscheidung von Nervenzellen, nun obsolet geworden? Die Erzeugung der verschiedenen Substanzen geschah im allgemeinen in bestimmten Nervenzellen, es waren die verschiedenen Gehirn-Regionen, die unterscheidbaren Zellverbände und spezifischen Nervenzellen durchaus spezifisch zu betrachten. Die Histologie lieferte die Karte, den Lageplan, um die **Lokalitäten der Erzeugung von bestimmten Substanzen** festzustellen, Man konnte so zu einer chemischen Gehirnanatomie, einer "**Chemical Anatomy of the Brain**" (T. HÖKFELT et al. 1984).kommen, einen Sagitallschnitt des Gehirns etwa der Ratte, und in der Zeichnung war die Verteilung der verschiedenen Substanzen eingezeichnet. Es wurde auch das Auftreten verschiedener Susbanzen in den verschiedenen Teilen einer einzelnen Nervenzelle ermittelt.

## Chemische Signalstoffe, Transmitter, die an den Synpasen vermitteln - Wirkstoffe nicht über das Blut, von Nervenenden zu Muskelfasern und von Nerv zu Nerv

Daß Nerven durch Substanzen wie Nicotin beeinlußt werden war bekannt, ja LANGLEY (C. S. SHERRINGTON rev. C. OVERY 2004) vermutete auch schon von Zelle zu Zelle wirkende Substanzen. Deutlich wurde das namentlich durch OTTO LOEWI. Der am 3. Juni 1873 als Sohn eines begüterten jüdischen Weinkaufmannsin Frankfurt am Main geborene LOEWI (F. LEMBECK et al. 1968) hatte Medizin studiert, auch physiologische Chemie in Straßburg und arbeitete ab 1898 am Pharmazeutischen Institut der Universität Marburg. 1902 reiste er nach England. Hier war THOMAS RENTON ELLIOT, etwa 25 Jahre alt, aufgefallen, daß Nerven auf das Herz ähnlich wirken wie manche Pharmaka, befaßte sich mit der Wirkung von Adrenalin. Auch LOEWI bewegte der Gedanke, daß die Nerven an ihrem Wirkort, etwa am Eintritt in eine Muskelfaser, eine chemische Substanzen abgeben. Das jedoch war schwierig zu überprüfen. ELLIOT publizierte seine Gedanken 1904. Auch wurde in den USA bekannt, daß Acetylcholin die Aktivität gewisser Nerven stark erhöht (H. H. DALE 1953). 1909 wurde LOEWI Pharmakologie-Professor in Graz. Trotz anderer Untersuchungen arbeitete in ihm der Gedanke von Substanzen an Nervenenden. In GOETHEs "Faust" brachte die Osternacht das entscheidende Welterlebnis. Wie LOEWI berichtet, fiel ihm in der Osternacht 1921 im Traum das Experiment ein, das die Entscheidung bringen mußte. Die Ausführung kam alsbald. In ein noch schlagendes isoliertes Froschherz mit anhängenden Vagus-Nerv wurde eine das Leben erhaltende Ringerlösung gefüllt, dann der noch anhängende Vagus-Nerv elektrisch gereizt. Das Herz beruhigte sich in erwarteter Weise. Danach wurde die Ringer-Lösung aus diesem Herzen in ein ungereiztes Herz ohne anhängende Nerven gefüllt. Es reagierte, als ob es vom Vagus-Nerv gereizt worden wäre. Daraus ergab sich die Schlußfolgerung, daß der elektrisch gereizte Vagus-Nerv an dem ersten Froschherzen in das Herz eine wirkende Substanz abgab. Diese Substanz ließ sich auf das ungereizte Herz übertragen und wirkte dort in gleicher Weise. LOEWI ging dem weiter nach. Bis 1936 folgten zahlreiche Arbeiten "Über humorale Übertragbarkeit der Herznervenwirkung". Da der zunächst unbekannte Vagus-Stoff durch Atropin unwirksam wurde, identifizierte ihn LOEWI als das schon vermutete **Acetylcholin**, das sich wegen der geringen Mengen im Synapsen-Spalt dort nicht direkt nachweisen ließ. Wie sich weiter zeigte, zerstörte ein Enzym, Cholinesterase, den Vagus-Stoff rasch. Es fand sich, daß das Alkaloid Physostigmin (Eserin), aus der afrikanischen Schlingpflanze Kalarbohne *Physostigma venenosum*, das Enzym Cholinesterase hemmt Zugabe von Physostigmin hemmt so den Abbau des Acetylcholin und seine Wirkung hält länger an. Nicht jedes Froschherz reagierte gleich. Manchmal versagten die Versuche. Das wurde mit unterschiedliche Menge

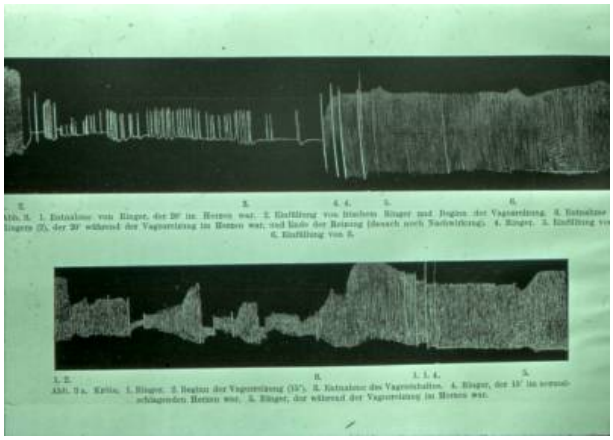

Abbildung 1638: LOEWI: Herzbewegung durch Transmitter.

verfügbarer Cholinesterease erklärt. Nicht ohne Bangen vor einem Versagen der Versuche fuhr LOEWI zur Demonstration seiner Experimente zum 12. Internationalen Kongreß für Physiologie 1926 nach Stockholm. Es ging gut. Später ergab sich, daß sowohl die in Stockholm wie vorher in Graz benutzten Frösche aus Ungarn arm an abbauender Cholinesterase sind. Ohne Wissen waren günstige Versuchstiere ausgewählt worden. Von dem zum Herzen führenden Zweig des Accelerans-Nerv wurde ein anderer Transmitter abgegeben, Adrenalin.

Englands führender Physiologe HENRY HALLETT DALE (W. S. FELDBERG 1970, 1977) wies später "Transmitter" auch **innerhalb** des Nervensystems **bei** der **Wirkung der Nerven aufeinander** (s. d.) nach, und zwar **Acetylcholin**. **Der enge**, nur mikroskopisch und gar elektronenmikroskopisch erkennbare **Spalt zwischen einem Nervenende und einer Muskelfaser** resp. deren Rezeptor **oder der von Synapsen** (s. u.) wurde zu einem der **bevorzugten Forschungsobjekte** der kommenden Nervenphysiologie, von deren Aufklärung viel erwartet wurde. LOEWI hatte als die wirkende, vom Vagusnerven abgebene Substanz bald Acetylcholin angenommen, sprach aber vorsichtig vom "Vagusstoff" (J. H. GADDUM 1963, S. 741). Näheres zu dem besonders interessierenden Transmitter **Acetylcholin** erfaßte der bald führende britische Physiologe HENRY HARLETT DALE (W. FELDBERG 1977), der 1914 **Acetylcholin** bei Untersuchungen über die Wirkung von verschiedenen Substanzen auf den Organismus in die Blutbahn von Versuchstieren injizierte und Effekte feststellen konnte, die einesteils denen des Muscarin und andererseits denen des Nicotin glichen. Die Effekt verschwanden nach einiger Zeit und ließen DALE an ein das Acetylcholin **abbauendes Enzym, die Cholinesterase**, denken. Acetylcholin fand sich im Organismus weit verbreitet, 1929 von DALE (1953) nachgewiesen aus der Milz von Ochse und Pferd. CHANG und GADDUM (1963, S. 741) veröffentlichten 1933, wie Acetylcholin von

anderen Estern, so dem Propionylcholin, zu unterscheiden war. Die große, immer vorhandene **Rolle** des Actylcholin, die zu erkennen war, bestand in der Erfassung der Wirkung der **Nerven** auch aufeinander, also nicht nur auf Muskelfasern. DALE unterschied 1934 die "cholinergic" und die auf einen anderen Transmitter, das Adrenalin eingestellten "adrenergic" Nerven.

Der weitere große Acetylcholin und Acteylcholin-Esterase-Forscher war DAVID NACHMANSOHN (1972; F. HUCHO et. al. 1984, L. JAENICKE 2007, S. 235 ff.). NACHMANSOHN war bei O. MEYERHOF am Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin-Dahlem gewesen, verließ als Jude Deutschland noch 1933, ging nach Paris und kurz vor der Invasion Frankreichs 1940 in die USA, nach der Yale-University. Er starb 1983 in New York. NACHMANSOHN (1972, S. 11/12), als er das an dem Geschehen an Nervensynapsen beteiligte Enzym Acetylcholinesterase isolieren wollte, las er in einer Lektüre von den großen motorischen Endplatten 'elektrischer' Fische, traf im Sommer 1917 auf einer Ausstellung in Paris auf den 'elekrischen' Fisch *Torpedo mamorata,* den Zitterrochen, und konnte als 18-jähriger Student für seine Untersuchungen einige Exemplare erfolgreich erbitten. NACHMANSOHN isolierte und charakterisierte die beiden **Enzyme**, das für die **Synthese und** das für **Inaktivierung des Acetylcholin** an den Synapsen. Das von den Nervenenden gebildete Acetylcholin wird unter Vermeidung eines Dauerreizes rasch **deaktiviert** durch die Acetylcholinesterase**.** Zur raschen erneuten Verfügbarkeit wird, 1943 deutlich, das Acetylcholin neu gebildet unter Wirkung des Enzyms **Cholinacetyltransferase**, wie sich in Hirn-und Synapsenexrakten zeigte aus Acetylcholin und Acetat, wobei zum ADP noch ein Co-Faktor nötig war (L. JEANICKE 2007, S. 237). Etwa mit Hydroxylamin ließ sich das den Abbau verzögernde Eserin schützen und so das Acetylcholin besser erforschen.

Es war der aus Deutschland emigrierte Jude WILHELM S. FELDBERG (1977; L. JAENICKE 2007), der für DALE die größte Hilfe war bei der weiteren Aufklärung der Rolle des Acetylcholin war. Geboren 1900 im Hamburger reicheren Bürgertum wurde FELDBERG durch das Kriegsabgangszeugnis vor dem Durchfallen auf dem Realgymnasium gerettet, aber mit dem Medizin-Studium zeigte FELDBERG seine intellekutellen Fähigkeiten. Seit 1927 einwandfreier Assistent bei W, TRENDELENBURG am Physiologischen Institut der Universität Berlin wurde er von seinem Chef 1933 "kurzerhand mit Institutsverweis an die Luft" gesetzt (L. JAENICKE 2007, S. 276). Aber FELDBERG war schon einige Zeit in England bei DALE gewesen und der nahm ihn 1933 wieder auf. Und FELDBERG (1977, S. 71) brachte ein wichtiges Instrument mit, nach eigenen Worten den 'Schlüssel', das Alkaloid **Eserin**, mehr als Physostigmin bekannt, welches den **Abbau des Acetylcholin** durch die Acetylcholin-Esterase (s. a. N. ENGELHARD et al. 1967) verzögerte. So konnte die Verbreitung des Acetylcholin im Tierkörper

nachgewiesen werden, in den Synapsen zwischen Nerv und Nerv und vom Nerv zum Muskel. LOEWI hatte sich im wesentlichen auf das Herz beschränkt. Testobjekt für Acetylcholin war der Ringmuskel des Blutegels. Als ausreichend für weitere Untersuchungen Acetylcholin liefernde Tiere fanden sich die elektrische Schläge austeilenden "elektrischen Fische", zuerst der im Mittelmeer vorkommende elektrischen Zitterrochen/ *Torpedo marmorata*, der Zitterrochen Die elektrischen Organe der elektrische Schläge austeilenden Fische sind "... eine Massierung systematisch gestapelter motorische Synapsen" sind (L. JAENICKE 2007, S. 235), d. h. von den Nerven ausgehende Erregung zu die elektrischen Schläge austeilenden Muskeln führen und viel mehr Acetylcholin enthalten als Säugetier-Nervengewebe. FELDBERG arbeitete einige Zeit in Melbourne in Australien, wieder in Cambridge und wurde, der als Gründer der "Neuropharmakologie" galt, 1949 Nachfolger des nach London gegangenen DALE an der Abteilung für Physiology/Pharmacology am National Institute of Medical Research (S. 783).

Daß in den Synapsen 2 kommunizierende Zellen durch einen schmalen Spalt getrennt sind und die Kommunikation chemisch geschieht, läßt **Hemmbarkeit und Verstärkung möglich** sein (B. SCHARRER 1987, S. 2). Nur dadurch können Pharmaka und Gifte über die Synapasen wirken - und tun das reichlich. Für das Acetylcholin fanden sich zwei Arten von Rezeptoren, der eine wird durch das Muscarin, etwa aus dem Fliegenpilz, gehemmt.

Dezember 1936. Stockholm. BEETHOVENs "Egmont"-Ouverture ist verklungen. DALE und LOEWI erhalten den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. März 1938: HITLER ist in Österreich. LOEWI wird mit Söhnen durch Sturmtrüppler für zwei Monate ins Stadtgefängnis von Graz gebracht. LOEWI wurde ein Geheimsender vorgeworfen. LOEWI wird gezwungen sein Geld vom Nobelpreis von einer schwedischen Bank auf eine deutsche zu übertragen. Er durfte nach London, arbeitete kurz in Brüssel, in Oxford und folgte, 1939, einem Ruf als "Research Professor of Pharmacology" nach New York. Seine Frau darf erst 1941 nachkommen. London:

Zweiter Weltkrieg. DALE ist Präsident des Royal Society. 1944 schon spricht er gegen weitere Geheimhaltung in der Wissenschaft und für den Zusammenschluß der Wissenschaftler der Welt, bald die deutschen nicht ausgenommen. LOEWI, noch viel geehrt, auch von Graz, seit 1958 verwitwet, stirbt 89 Jahre alt am Weihnachtstag 1961 in seiner kleinen New Yorker Wohnung. Die weitere eingehende Erforschung soll in der Nervenforschung eingegliedert werden.

Die "**Synapse**", die Verbindung zweier verschiedener Nervenzellen oder zwischen dem Ende einer Nervenfaser und einem Erfolgsorgan, etwa einer Muskelfaser oder einer Drüse, wurde und **blieb** völlig richtig ein **Schwerpunkt der Neurobiologie**

und von den Synapsen war vieles aufzuschlüsseln, immer mehr verfeinert, von der Nervenleitung bis zur Wirkung von Pharmaka und den von ihnen ja oft nicht abtrennbaren Drogen. Im Gehirn oder Nervensystem überhaupt mit ihren fast unermeßlich vielen durch ihren Fasern verlinkten Nervenzellen hat jede Nervenzelle etwa 1000 Synapsen (H. REUTER 2000).

Neben der chemischen Seite der Synapsen-Forschung wurde **im Elektronenmikroskop** nach Einzelheiten in der Struktur, in der **Feinmorphologie** (E. G. GRAY 1959), den Bestandteilen und sichtbaren Stoffverschiebungen in den Teilen einer Synapsen gefahndet. Hier folgte die morphologische Untersuchung jedenfalls der Feinstruktur nach gewonnenen biochemischen Erkenntnissen. In einer Synapse gibt es einen **dünnen Spalt**, über den der Stoffaustausch stattfindet. Auf der Seite der eine Erregung zuleitenden Seite der Nervenfaser einer Synapse, der "**pre-synaptic membrane**", sah man ein Mitochondrion und zahlreiche Vesikel. **Vesikel** dienen der Speicherung der bei der Erregung freigesetzten Botenstoffe, also etwa des Acetylcholin Die "**post-synaptische membrane**" jenseits des Spaltes an der zu einer Weiterleitung oder einer Reaktion gebrachten Zelle, zeigte sich als dichter und dicker (E. G. GRAY 1959, E. DE ROBERTIS 1967). Die Vesikel der prä-synptischen Seite wurden als Speicherorte der Transmitter festgestellt. Auf der post-synaptischen Seite befinden sich **Rezeptoren** für die Transmitter. Der Acetylcholin-Rezeptor wurde 1984 als allosterisches Protein angegeben, auch seine Aminosäire-Sequenz vorgestellt (J.-P. CHANGEUX et al. 1984). Aber außer dem chemische relativ einfach gebauten Transmitter, also etwa dem Acetylcholin, waren an den Vorgängen Enzyme beteiligt, zum Aufbau und Abbau des Transmitters. Enzyme sind Proteine. Und die Enzyme kamen von Zellen mit den sie bildenden Genen. Ein für Transmitter dienender Spalt zwischen Nervenzellen und Muskelzelle oder zwischen Nervenzellen und deren Umgebung erwies sich immer mehr als ein hochkomplexes Gebilde, Die Enzyme zu erfassen wurde etwa mit Antikörpern untersucht. Zellfraktionierung trennte Nervenendigungen im Gehirn und ließ die Unterschiede in der Biochemie in ihnen erkennen (E. DE ROBERTIS 1967, S. 909).

Der vor allem an der McGill University in Montreal/Kanada tätige Psychologe DONALD OLDING HEBB (Wikipedia 2014) legte 1949 dar, daß häufigere Nutzung bestimmter Synapsen diese stärkt, also hier wie bei anderen Hirnzellen Neuronale **Plastizität**, hier **Synaptische Plastizität**, besteht. Der von Immunforschugn zur Neurologie gegangene G. EDELMANN (U. RUTISHAUSER 2014) vermeinte, dabei sogar so etwas wie DARWINsche Auslese zwischen den Gehirnzellen zu sehen. Für Lernprozesse wäre die Synaptische Plastizität wichtig. Wenn der zum Erfolg drängende Sportler seine Muskeln trainiert, so sollte der nach Intelligenz Strebende also seine Synapsen stärken.

Manche **Gifte und auch Medikamente**, wie die in ihren Wirkungen schon bekannt en Physostigmin, Strychnin, Curare, und vor allem auch **Drogen**, erwiesen sich als wirksam in ihrer Beeinflussung der Vorgänge an der Synapse, was durch die Bindung der Drogen und solcher Substanzen an den sonst für Acetylcholin zuständigen Rezeptors erklärt werden konnte. Das **Nikotin** bindet an den Rezeptoren für Acetylcholin, wird aber nicht rasch abgebaut, **blockiert die Acetylcholin-Rezeptoren lange** (S. STRELLER et al. 2013). Das bedeutet eine "fortwährende Erregung des Empfangsneurons" (S. 268), und das im Gehirn an jenen Teilen, die das Glücksgefühle verursachende Dopamin ausschütten. Das "Nikotin in der Neutralform" überwindet ungehindert die Blut-Hirn-Schranke, dringt ganz rasch in das Gehirn und wirkt also schon bei den ersten Zügen mit der Zigarette, führt zu jenen Gefühlen, welche der Raucher erfreut äußert. 30 - 40 mg Nikotin sind beim Menschen tödlich, die letale Dosis also so wie bei Blausäure (S. 259). Erstmaliges Rauchen endet oft übel.

Von wenigen Zigaretten stirbt der Mensch nicht und die Synapsen-Überforderung wird bei Gewöhnung vielen angenehm. 1936 resp. 1939 in Deutschland zunächst gegen Insekten entwickelte phosphororganischen Substanzen wurden dann auch für den Kriegs-Einsatz gegen Menschen bereitgestellt**: Tabun und Sarin**. Sie verhindern durch Phosphorylierung statt Acetylierung den raschen Abbau des Acetylcholin durch Acetylcholin-Esterase an den Synapsen in solch starkem Maße, daß in Sekunden ein Überschuß an Nervenreizen mit Dauerkrampf entsteht (H. SIETZ 2012) und der Betroffene ohne sofortige Gabe eines Antidots sehr grausam zugrundegeht (L. JAENICKE 2007, S. 236). Dem galt auch die Forschung namentlich von FELDBERG (1977). Das Botulin-Toxin und Morphin behindern die Freisetzung von Acetylcholin, aber blocken nicht injiziertes Aceytlcholin (so bei J. H. GADDUM 1963, S. 741, nach Publikation anderer 1956). Atropin und andere blockieren nicht die Freisetzung von Acetylcholin, aber blocken dieses selbst (ebenda)

Das **Elektronenmikroskop** setzte für seine Synapsenforschungen BERNARD KATZ ((H.-CHR. LÜTTGAU 2001, G. WIEMERS 2003) ein. Der als Sohn russisch-jüdischer Eltern, in Leipzig geborene KATZ studierte hier, konnte 1934 noch zum Dr. med. promovieren, ging aber im Februar 1935 wegen der Judendiskriminierung in Deutschland nach England.

Als die Nerventätigkeit beeinflussende Substanzen, als Transmitter, erschienen auch etliche **Aminosäuren**, bekannt geworden um 1978 (H. BETZ 1985, S. 363). Einige wirken erregend, erhöhen die Natriumionenleitfähigkeit, andere hemmend, erhöhen die Chloridionenleitfähgkeit. Letzteres geschieht durch die Aminosäure **Glycin**. Durch Versuche am Glycinrezeptor an Nervenzellen im Rückenmark der Ratte wurde dessen reversible Blockierung durch das Alkaloid Strychnin festgestellt und wurde die Strychnin-Wirkung verständlich.

Neurotransmitter ist auch das für die Parkinson-Krankheit als wichtig erkannte Dopamin.

**Neurotransmitter** sind nur eine Gruppe von Substanzen, die auf Zellen wirken, sie speziell eben auf Nervenzellen resp. auf von Nerven beeinflußte Endorgane, wie Mukeln oder Drüsen.

## Elektrophysiologie oder/und Neurochemie - Nerven- und Muskeltätigkeit und Lichtperzeption im Auge elektrisch oder chemisch bestimmt - bis man sah: beides

Bei der Tätigkeit von Muskeln und Nerven tritt Elektrizität auf, verstärkt nachweisbar mit sehr empfindlichen Instrumenten. Vom normalen Ablauf abweichende Befunde haben **diagnostischen Wert**, stehen in Koinzidenz mit bestimmten Erkrankungen der Muskeln oder Nerven. Das wurde erforscht in der **Elektrophysiologie**. Und so wurden entwickelt das **Elektrokardiogramm/EKG** für Untersuchung des Herzens, das **Elektroencephalogramm/EEG** für Gehirnuntersuchungen. Möglich ist auch das **Elektroretinogramm/ERG** für die elektrischen Erscheinungen im Licht-Rezeptoren der Retina im Auge. Aber es fanden sich in den Muskeln wie Nerven **chemische Prozesse**, es wirken Substanzen, an den Synapsen, den durch einen Spalt gekennzeichneten Verbindungsstellen zwischen Nervenausläufern mit Muskelzellen oder anderen Nervenausläufern die für die Erregungsübertragung wirksamen Transmitter. Mit deren Erforschung kam die **Neurochemie**. Auf der einen Elektrophysiologen und auf der anderen Forscher in der Neurochemie wirkten oft und lange getrennt. Man sah kein 'sowohl als auch', es wurde das Primat des einen wie des anderen in den Vordergrund gerückt. schenswert. Etwa der bedeutende Nervenforscher SHERRINGTON schloß sich der chemischen Seite nicht an. Aber die elektrischen wie **die chemischen Vorgänge** bestanden, und mußten doch als **zusammengehörig** betrachtet werden, wobei chemische Vorgänge die elektrischen Phänomene auslösen mochten. Wie der herausragende Erforscher der Erregung durch Licht in den Lichtsinnesorganen und einer der drei Nobelpreisträger für Physiology/Medicin 1967 GEORGE WALD (1968, S. 235) in seiner Nobel-Lcture feststellte: "For generations past the chemistry of vision and its electrophysiology have traveled separate paths." Einer der 3 Nobelpreisträger, HAIDAN KEFFER HARTLINE, hatte an dem dafür als geeignet erwiesenen Komplexauge des Pfeilschwanzkrebses/Horseshoe crab/*Limulus* erstmals an einem Auge **die elektrischen Antworten** auf Lichtreize **an einzelnen Lichtrezeptoren** untersucht. Die Zunahme der elektrophysiologischen Erkenntnisse stimulierte dann im Laboratorium von WALD das "special interest to the chemistry of the underlying processes." Es gab auch die Extraktion des "visual

pigment of *Limulus*" (R. HUBBARD et al. 1960, S. 212). Es wurde zunehmend klar (G. WALD 1968, S. 235), daß das Elektroretinogramm/ERP folgt den chemischen Vorgängen im Lichtrezeptor, "has its source in the action of light on the visual pigment themselves" und bei Hitzezerstörung der Orientierung des Pigments, das ERP goes with it". Elektrophysiologie oder Neurochemie - aus dem Getrennten wurde die Synthese, das 'sowohl als auch', eine der auch in anderen wissenschaftlichen Disziplinen stattgefundenen **innerwissenschaftlichen Synthesen**.

## Signalstoffe im Gehirn zum Gesund- und Glücklichsein

In Gehirn-Extrakten wurden gefunden auch **Amine**, die Monoamine Adrenalin, Noradrenalin, 5-hydroxy-tryptamin, Serotonin, Dopamin, Susbtanzen mit großer Wirkung auf das Körpergeschehen (J. H. GADDUM 1963, S. 742),

Für solche **spezifische Substanzen im Gehirngeschehen**, dem auch als "Drüse" zu sehendem Gehirn (I. EIBL-EIBESFELDT 1997) erhielt PAUL GREENGARD im Jahre 2000 zusammen mit ARVID CARLSSON und ERIC KANDEL den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin, zum Teil für recht lange zurückliegende, aber bedeutsame Entdeckungen. CARLSSON (Wikipedia 2012) fand 1957 als einen weiteren eigenständigen Neuro-Transmitter das **Dopamin**. Eine Pharmakologengruppe um den Wiener OLEH HORNYKIEWICZ fand, daß bei an der Parkinsonschen Krankheit Leidenden die für die Muskelzellen verantwortlichen Stammganglien kaum mehr Dopamin enthalten und andererseits eine Behandlung mit L-Dopa, einer Vorstufe der Biosynthese des Dopamin, das Leiden deutlich bessert. Dopamin gilt als Vorstufe für Noradrenalin und Adrenalin (S. WOLF et al. 1996, S. 306). **Oxytocin** befördert die Bereitschaft der Bindung an andere Menschen.

Glückgefühle nach Erfolgen oder "Guten Taten" sind bedingt durch die positiv die Stimmung aufhellenden '**Endorphine**', 'Enkephalin', regelrechte Belohungsstoffe. Der als Jude 1934 aus Deutschland emigrierte HANS WALTHER KOSTERLITZ (L, JAENICKE 2007, S. 315 - 320) wies diese Substanzen zusammen mit Mitarbeitern wie JOHN HUGHES und GRAEM HENDERSON um 1975 nach seinem 65. Lebensjahr an der schottischen Universität Aberdeen nach. Ausgangspunkt waren Bemerkungen des Mediziner PAUL TRENDELENBURG über Nerven an denen das Morphin andockt. KOSTERLITZ überlegte, daß solche Stellen in der Evolution kaum nur für das von außen zuzuführende Morphin entanden sien können, sondern womöglich Substanzen im Gehirn ohne die Gefahren durch Morphin an solchen Stellen angenehm wirkken. Angereichert aus gegen 2000 Schweinehirnen fanden sich zwei zu den Peptiden gehörende Substanzen. Was die eine Person nach einer gefährlichen Gebirgstour erlebt, fühlt ein anderer nach zur Fortsetzung lockendem tugendhaften Verhalten, bis zur Askese und Selbstaufgabe, im Sinne

von "doch meine Pflicht hab' ich getan." Solche Stimmungen waren und sind auch leicht mißbrauchbar. Nur Endomorphine?

Der ebenfalls wegen seiner jüdischen Abstammung aus Wien emigrierte KANDEL fand bei der Seeschnecke *Aphlysia* mit nur etwa 20.000 Nervenzellen, daß nach einem immer wieder ausgeführten Reflex, dem Rückziehen der Kieme in eine schützende Hautfalte, die Reaktion ausfällt, also sich die Schnecke daran "gewöhnte", "lernte", daß das Zurückziehen der Kieme "nicht nötig" ist. An den zuständigen Synapsen konnten molekulare Veränderungen festgestellt werden - Veränderungen an Nervenzellen im Gefolge eines **Lernprozesses**. Nach Versuchen an Mäusen wurde KANDEL überzeugt, daß auch bei Säugetieren im Gefolge der Tätigkeit von Nervenzellen an den Synapsen Veränderungen eintreten. Auch für das Zustandekommen der bedingten Reflexe mochte damit eine Erklärung angebahnt sein.

## Nervenphysiologie, vor allem auch 'Vergleichende', bei wirbellosen Tieren

Das Nervensystem Wirbelloser wurde schon im 19. Jh., etwa bei **Medusen**, zu erfassen gesucht. Die vergleichende Nervenphysiologie wurde zunehmend weiter ausgebaut (H. J. JORDAN 1929, S. 378, 524, 533, 535 u. a.), auch in Verbindung mit Untersuchungen zum Verhalten. Gewisse Tätigkeiten fördernde Nerven wurden angegeben bei der Meeresschnecke *Aplysia*, hemmende bei Muscheln, beide Wirkungen bei Lungenschecken/Pulmonaten, bei Cephalopoda (S. H. J. JORDAN, S. 236). Wurde bei *Aplysia* das Zentralganglion entfernt, kam das Tier in ungehemmtem Bewegungsdrang nicht mehr zur Ruhe (S. 524). 'Enthirnt'. also des Zentralganglions beraubt wurde der Süßwasserkrebs *Astacus fluviatilis*, der auch total 'enthirnt' noch Einzelbewegungen ausführte, aber alles war "außerordentlich ungeschickt" (S. 533). Der eigenwillige 'Natur- und Seelenforscher PERTY (1879, S. 371) hatte 1832 vermerkt, daß ihm das Studium der '**wirbellosen Giedertiere**' so interessant erschien, "weil hier das Seelische an so wenig Stoff gebunden ist, ..." Im Zusammenhang mit Insekten würde man im 20. Jh. kaum noch den Begriff 'Seelisches' benutzen, aber das herausfordernde Problem blieb, daß in den oft winzig kleinen 'Gehirnen' von auch Motten oder der Taufliege/*Drosophila* 'programmiert' sein muß, was diese Tiere zu einem bestimmten Verhalten, so in der Nahrungsauswahl oder der Fortpflanzung, bringt, ja zwingt.



Abbildung 1639: Gebaut von Räupchen der Motte Psyche sp..

## Die einzelne Nervenfaser und was bei an und ihr und auch Muskelfasern bei Erregung geschieht: HUXLEY, HODGKIN und ihre Teams

An den Synapsen, den Verbindungsstellen, handeln die Transmitter. Dazu mußte aber treten die Aufklärung jener Vorgänge, welche sich bei Erregung an der **einzelnen Nervenfaser** und möglich an einer Muskelfaser abspielen, also im Gebiet außerhalb der Synapsen. EDGAR DOUGLAS ADRIAN, Professor hauptsächlich in Cambridge, verstärkte seit etwa 1920 die schwachen Nervenimpulse zusammen mit Y. ZOTTERMANN in einzelnen Nervenfasern durch die Elektronenröhre um Tausendemale. Hier gab es also Elektrizität. Wie sollte man tiefer in die Vorgänge an einzelnen Nervenfaser, an ihrer Mambran, eindringen? Einzelne Nervenfaser nsind bei den meisten Tieren recht dünn. Stark sind einige Nerven bei Tintenfischen, **Riesenaxone** (H.-J. PFLÜGER 2000), Durchmesser bis 1 Millimeter, die entwicklungsbiologisch aus der Verschmelzung vieler Fasern einzelner Nervenzellen hervorgehen. Elektrische Impulse werden von diesen Riesenaxonen mit einer Geschwindigkeit von 20 Metern pro Sekunde geleitet. Ein Riesenaxon kann relativ leicht präpariert und isoliert werden. Das Innere läßt sich sogar herausrollen, sodaß die Membranhülle allein gewonnen werden kann. Das äußere und innere wäßrige Milieu dieser nunmehr hohlen Faser konnte in seiner Zusammensetzung experimentell verändert werden. Entdeckt in den USA, begannen entscheidende Forschungen an den Riesenaxonen von Tintenfischen im Sommer 1939 im Meeresbiologischen Laboratorium in Plymouth an der Südküste Englands durch den vorher in den USA gewesenen ALLAN LLOYD HODGKIN (A. HUXLEY 2004) und ANDREW FIELDING HUXLEY (1964; Y. E. GOLDMANN et al. 2012), letzterer Enkel

des Biologen und DARWIN-Verteidigers TH. H: DARWIN und Bruder des Biologen ALDOUS HUXLEY und des Evolutionsbiologen JULIAN HUXLEYS. Der Krieg unterbrach die Forschung, das Institut in Plymouth wurde durch Bomben schwer beeinträchtigt. HODGKIN arbeitete unter anderem für die Verteidigung durch besseres Radar, Die Forschung an den Riesenaxonen wurde 1945 in Cambridge und dann auch in Plymouth fortgesetzt. Die Forschungens sprachen für die "Natrium-Theorie". Im Ruhezustand fanden sich in der Umgebungsflüssigkeit der Nerven mehr Na+-Ionen als im Inneren. Bei einem Reiz strömten **Na+Ionen herein** durch die Membran in das Innere der Nervenfaser **, K+I**onen aus dem Inneren **heraus**. Auf dem Höhepunkt eines dadurch ausgelösten **elektrischen Impulses entlang der Nervenfaser** war das Innere elektrisch stark positiv. Die Veränderung an der Nervenmembran fand innerhalb einer Millisekunde statt (Y. E. GOLDMANN et al. 2012), war also einer jener zwar verstehbaren und dennoch nahzu unbegreiflichen Naturvorgänge. Die Vorgänge zu überprüfen wurde die Na+-Lösung außen erhöht. Der Impuls war stärker. Diese Änderungen bei den Na+ und den K+-Ionen lieferten die **Aktionspotentiale der Nerven.** Ein Impuls folgt dem "Alles- oder Nichts-Gesetz", also ist, wenn er denn stattfindet, stets gleich stark. Es konnte auch festgestellt werden, wie sich die zu einem Impuls führenden Veränderung eim Inneren aufbauen. Freigesetztes Ca++ aktiviert die Muskelkontraktion (Y. E. GOLDMANN et al. 2012). Offen blieb bis in die 1970er-Jahre die durch andere zu gewinnenden Erkenntnis über die etwa elektronenmikroskopisch zu untersuchenden **Poren** für den Durchtritt der gelösten Ionen. Bei Wirbeltieren sind die Nervenfasern myelinisiert, leiten schneller. Die Informationen werden geleitet durch verschlüsselt in der Anzahl von Aktionspotentialen in der Zeiteinheit. Schon lange war bekannt gewesen die Notwendigkeit eines ausgeglichenen Verhältnisses von Natrium+ und Kalium+ im Blut, die 'Vergiftung' durch plötzliche starke Kochsalz/NaCl-Aufnahme. A. F. HUXLEY war seit 1960 Chef der Physiologie am University College London und 1980 - 1985 Präsident der Royal Society (Y. E. GOLDMANN et al. 2012).

## Zurück zur Hirnforschung vor und in der Mitte des 20. Jahrhundert - Spontaneität im Nervensystem - Nicht nur Reagieren auf außen: VON HOLST

Zur Verhaltensforschung leitete ERICH VON HOLST (B. HASSENSTEIN 1963, K. LORENZ 1962) über, der nachwies, daß das Nervensystem nicht nur auf Außenreize reagiert, sondern zu **spontaner Erregungsbildung** fähig ist, von sich aus **autonom Leistungen**, Verhalten zustandebringt. Das widerlegte das Monopol der Reflexe als alleinigem Erklärungsprinzip zentranlnervörser Leistungen.

VON HOLST (1936, 1940) erwies das etwa an Würmern und vor allem an Fischen. Bei Fischen, denen das verlängerte Rückenmark durchtrennt wurde, bewegten ihre Flossen gleichmäßig rhythmisch, zeigten also, daß sie "bei aller Beeinflußbarkeit durch Reize und innere Zustandsänderungen ... aller peripheren Reizbarkeit entbehren konnten" (S. 805). Vom automatischen Ablauf dieser Rhythmen zeugte für VON HOLST, "daß sie auch im Schlaf, in der Narkose, bei Ausschaltung aller vermeidbaren Sinnesreize weitergingen" (1940, S. 806). Die Phänomene des Verhaltens, hier also der Flossenbewegung, wurden für das Tier nicht nur "von Außenreizen marionettenhaft gelenkt" (S. 807), und "der in der Vergangenheit überbewertete Reflexbegriff" wurde "wieder in seine natürliche dienende Stellung im zentralnervörsen Geschehen zurückversetzt", d. h. Reflexe modifizierten, lösten auch aus, aber ohne Reflexe war ein Tier nicht bar jeden Verhaltens. Ergänzt wurde Die obersten Instanzen des Nervensystems erwiesen sich als notwendige Hemmvorrichtung der endogenen Aktivitäten, denn etwa des Oberschlundganglions beraubte Regenwürmer krochen ununterbrochen (K. LORENZ 1973). **Physiologische Spontanvorgänge** gab es auf jeden Fall bei der **Herztätigkeit** und der **Atmung**, und nun waren sie also auch **für das Zentralnervensystem nachgewiesen**. VON HOLST wirkte nach einer ordentlichen Professur in Heidelberg 1948 - 1957 am Max-Planck-Institut für Meeresbiologie und später Verhaltensbiologie in Wilhelmshaven und 1957 bis zu seinem Tod 1962 am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen.

Mit seinem Schüler H. MITTELSTAEDT fand er das "**Reafferenzprinzip**", wonach der Organismus auf Sinnesmeldungen, die auf Grund eigener Aktivität, etwa Augenbewegung, eingehen, anders reagiert als auf solche die ihn unerwartet, unabhängig treffen. Ein Mensch kann sich nicht selbst kitzeln. VON HOLST suchte dann den Tierflug zu erforschen und baute Modelle.

## Unterschiede in den Gehirnhemisphären

Zur Unterschiedlichkeit der Funktionen in verschiedenen Gehirn-Teilen fand ROGER WOLCOTT SPERRY (TH. J. VONEIDA 1997), zusammen mit HUBEL und WIESEL Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1981, die unterschiedliche Bedeutung der **beiden Gehirnhemisphären** (-hälften). Die linke Gehirnhälfte fand sich etwas für das Logische zuständig, die rechte unter anderem für die anschauliche räumliche Wahrnehmung. Deutlich wurde das, wenn chirurgisch das zwischen den beiden Gehirnhälften verbindende corpus callosum zur vermeintliche Behebung psychischer Störungen zerstört wurde. Weiterhin klärten HUBEL und WIESEL unter anderem das **Zustandekommen der Verbindung zwischen dem Gehirn und** Sinnesorganen, speziell **den Augen**, in der frühen Entwick-

lung. Wurde bei jungen Kätzchen ein auch nur kurze Zeit ein Auge bedeckt, konnte das eine dauernde Verschlechterung der Bild-Interpretation im Gehirn bedeuten. Nicht die Retina war geschädigt, sondern Zellen im Gehirn. Die kritische Periode, in der durch Augenbedeckung bei Kätzchen diese Schädigung hervorgerufen werden konnte, betrug 3 - 4 Monate. Beim Menschen erwies sich die kritische Periode als länger.

Wenn sich alle Nerventätigkeit und auch die des Großhirns auf physikalische und noch mehr chemische Prozesse zurückführen läßt, ersteht die in der Philosophie immer wieder diskutierte Frage nach der **Willensfreiheit** (W. SINGER 1999). Ist das geistige Tun des Menschen völlig **determiniert**, kausal erklärbar, läuft das Handeln der Menschen zwangsläufig ab. Es ersteht die schon manchmal gebrahcte Frage nach der persönlichen Schuld von Straftätern, an denen es bei Determination nichts zu sühnen gilt, sie allerdings zum Schutz anderer isoliert werden müssen.

## Eingriffe ins Gehirn und bisher nicht beherrschbare Fehlleistungen und Fehlvorgänge

In welchem Maße im 20. Jh. geglaubt wurde, das Gehirn bereits zu "beherrschen", demonstrierte die 1935 von dem portugiesischem Neurologen ANTONIO MONIZ eingeführte "**Leukotomie**" oder "**Lobotomie**", die Durchtrennung der Kommissuren zwischen den beiden Gehirnhälften. Das sollte Schmerzzustände wie Angstgefühle und Zwangvorstellungen, auch Manie, beseitigen. Die Erfolge blieben umstritten. MONIZ erhielt sogar 1949 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Die Operation wurde weiterhin ausgeführt. Die als schizophren eingestufe Schwester des US-amerikanischen Dichters TENNESSEE WILIAMS wurde, ohne Besserung, ebenso operiert wie JOHN F. KENNEDYs Schwester und zwischen 1939 und 1951 etwa 50.000 Patienten (S. ZEKRI 2004), bis um 1962. Die nach der Operation eintretenden Persönlichkeitsveränderungen wie Entstehung 'matt-flach-apathischer, wurstiger Euphorie', Selbstzufriedenheit, Kritiklosigkeit, Distanzlosigkeit, Abbau geistiger Interessen, Abbau der Erlebnisfähigkeit und anderes (H.-E. RICHTER 2002) ließen große Bedenken gegen diesen Eingriff aufkommen. Gewiß, auch Alkohol, Drogen, ja selbst Kaffee, Kriegserlebnisse, Reisen, Vitamine und anderes verändern die Persönlichkeit, mehr oder weniger unumkehrbar. Aber die offensichtliche Unumkehrbarkeit der chirurgischen Eingriffe am Großhirn des Menschen mußten zur äußerster Zurückhaltung, ja zum Verzicht auf solche Eingriffe zwingen. Der verfilmte Roman "Einer flog über das Kuckucksnest" von KEN KESEY sensibilisierte die Öffentlichkeit gegen diese Eingriffe. MONIZ, der die Lobotomie eingeführt hatte, bekam 1949 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Einer seiner Patienten schoß ihn zum Krüppel. Eine Aberkennung des Nobelpreises war nicht durchzusetzen.

Zellstörung, **nicht behebbare Zellzerstörung**, letztlich "Cellularpathologie", scheint Ursache manches Leidens zu sein.

Wie notwendig die Erforschung des Gehirns und der Nerven für die Medizin ist zeigte dann die nunmehr als weit verbreitet erkannte "**Alzheimersche Krankheit**". Krankheit, die ALOIS ALZHEIMER (J. AMREIN 1997, K. und U. MAURER 1998), Arzt aus Marktbreit/Main, ohne diese Bezeichnung, sondern zur progressiven Paralyse gerechnet, 1903 in München in seiner Habilitationsschrift nach Untersuchung bei einer einzigen Patientin beschrieb. Die Bezeichnung "Alzheimersche Krankheit" benutzte einmal der Psychiater EMIL KRAEPELIN und die Bezeichnung setzte sich durch. Im äußeren Bild gekennzeichnet durch fortschreitenden Gedächtnisverlust, Aggressionen und Stimmungsumschwünge lassen sich nach dem Tode im sezierten Gehirn spezifische Eiweiß-Ablagerungen nachweisen. Die "Alzheimersche Krankheit" mußte erst einmal von anderen Formen der Altersdemenz abgetrennt werden und erst nach Jahrzehnten setzte sich ihre Diagnose durch. Die Ursache ist unbekannt. Außer den vielen Ungenannten traf das Leiden auch einst geistig fluente Menschen, Politiker wie den USA-Präsidenten REAGAN, einen Forscher wie MARTIN, den Rhetorikprofessor JENS, einige Filmschauspieler, also Leute, deren Leben nicht von geistiger Trägheit bestimmt war. In den USA sterben an der Alzheimer-Krankheit nach nunmehriger Erkenntnis pro Jahr mehr als 100.000 Menschen.

Um 1921 fanden unabhängig voneinander ALFONS JAKOB in Hamburg und HANS-GERHARD CREUTZFELD in Kiel jene als "Gehirnschwamm" oder auch als "**Creutzfeld-Jakob-Krankheit**" bezeichnete Gehirnzerstörung, die der BSE der Rinder so sehr ähnelt, jener Rinder BSE, vor der zeitweise große Furcht vor Rindfleisch bestand.

Verstehbarer scheint die 1817 von JAMES PARKINSON beschriebene, auch in individuellen Varianten auftretende und von CHARCOT 1884 "Morbus Parkinson" genannte Krankheit, deutsch **Parkinson-Krankheit.** PARKINSON hatte dieses mit nicht beherrschbarem Zittern und mit Starre verbundene Leiden "Shaking Palsy", deutsch: Schüttellähmung, genannt. Es wird nunmehr zurückgeführt die auf die Zerstörung der Dopamin liefernden Zellen der Substantia nigra.

Aber im Gehirn kann sich noch manches abspielen, was während des Lebens dessen Funktion verändert, und was nicht nur Lernprozesse sind. es gehört wohl zu den eigenartigsten, ja erregendsten Phänomenen, daß so etwas wie fremde Gene, Viren, die in das Gehirn gelangen, das **Verhalten** des betroffenen Organismus **völlig** verändern können. Das ins Gehirn vorgedrungene **Tollwut-Virus** verändert des-

sen Verhalten so, daß der bald sterbende Wirte durch ihr Beißen vorher das Virus auf andere Individuen überträgt. Durch **Toxoplasmose-Erreger,** den einzelligen *Toxoplasma gondii*, werden Nager gegenüber Räubern zutraulich (R. SAPOLSKY 2003), verlieren infizierte Ratten ihre natürliche Scheu vor dem Geruch von Katzen. Diskutiert wurde, ob auch der mit Toxoplasmose infizierte Mensch Verhaltensänderungen annimmt, etwa infizierte Frauen warmherziger und willensstärker werden (Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 1. II. 2006, S. 29).

Die das Gehirn verändernden Parasiten wirken sicherlich über chemische Stoffe, die wiederum von ihren Genen bedingt sind. **Der befallene Wirt** wird also **nicht nur von den eigenen** Erbanlagen, **Genen**, **bestimmt**, sondern auch von fremden, zugeführten, wird also von einen ihm ohne Infektion nicht zukommendem Phänotyp überformt.

## Sinnesorgane - Sinnesleistungen von Tieren zum Teil anders als beim Menschen

Sinnesorgane wie Auge, Duftwahrnehmung, Gehör wurden weiter untersucht. Etwa das **menschliche Auge** (A. PIRIE 1960) mit seinen 1. das Licht zu den Sehzellen hinleitenden Teilen, also die für Licht als Transmitter, als Fokussierer wirkende Cornea/Hornhaur. die Linse und der Glaskörper, 2. die Lichtsinneszellen in der Retina. Der Chemismus der Teile half Störungen erklären. Sauerstoff-Mangel und Kälte können die Cornea schwellen lassen und die Durchsichtigkeit vermindern. Der Glaskörper, wie wäßrig klar, löst sich in Wasser nicht auf, ist gefestigt durch Kollagen-Fasern.

Zahlreiche Tiere haben gegenüber dem Menschen andersartigen Rezeptions-Möglichkeiten, also andere Sinnesleistungen, und haben auch andere Fähigkeiten in der **Signal-Erzeugung und deren Aussendung** und auch deren Aufnahmen bei Artgenossen oder anderen Tieren. Signale kommen **aus** der unbelebten **Umwelt** oder anderen Lebewesen und sind Teil der Kommunikation zwischen den Individuen einer Art oder gar verschiedener Arten im sozialen Verhalten der Tiere (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 127). Fast jedes physikalische Medium wird genutzt. Es gibt auch Schall-Ausbreitung unter Wasser. Für Gerüche (S. 90) gibt es keine wirklich objektive Erfassung, nur das 'riecht wie'.

Die signalerzeugenden Strukturen sind in verschiedenen Tierklassen recht unterschiedlich. So erzeugen Grillen, Feld- und Laubheuschrecken ihre Zirptöne durch Beine und Flügel. Ihren besonderen Bau haben auch die Stimmorgane der Singvögel.

Manchen **Tieren** fehlen dem Menschen gegebene Sinne bzw. bestimmte Reize auf-

nehmende Rezeptoren, aber viele Tiere können dem Menschen mit Sinnesorganen unzugängliche **Außenreize durch andere Sinneszellen**/Rezeptoren **wahrnehmen** und wie die Reaktionen zeigen auch im Nervensystem 'verarbeiten'. Tiere nehmen oft andere Fraktionen der physikalischen Phänomene auf, die in anderen Teilen dem Menschen auch zugänglich sind. Das sind also andere Teile des elektromagnetischen Spektrums, etwa Ultraviolett oder Infrarot, oder es sind andere, tiefere oder höhere Frequenzen, der Schallschwingungen, bei Hunden etwa Ultraschall. Aber auch auf das **Magnetfeld** können manche Tiere offensichtlich reagieren. Aber auch bei dem Menschen zugänglichen Reizen übertreffen Tiere oft den Menschen in der "Schärfe der Sinnesorgane" (L. PLATE 1928, S. 6), also in der Aufnahmefähigkeit für niedrigere I**ntensitäten**, so beim Geruchssinn, bei Hunden. Solche Reize wie Infrarot oder Ultraschall wirken auf den Menschen nicht als spezifischer Sinnesreiz, sondern nur etwa als unspezifische Wärme. Weil der Mensch radioaktive Teilchen nicht wahrnimmt, bedeutet das leider nicht, daß sie nicht seine Haut mit der Zeit verbrennen und seine Erbsubstanz verändern können.

Die Erforschung der Sinnesleistungen von Tieren und Pflanzen wurde vom 19. ins 20. Jh. verbessert und stark erweitert. Schon in der ersten Hälfte des 19. Jh. fand der dänische Arzt und Zoologe LUDWIG JACOBSON das nach ihm benannte **'Jacobsonsche Organ'**, ein Teil des Geruchsorgan, das bei höheren Wirbeltieren und auch beim Menschen nur noch rudimentär ausgebildet ist, aber bei Eidechsen und Schlangen paarig in einer besonderen Tasche am Dach der Mundhöhle liegt, wohin die Zunge gezüngelt wird und das wohl der Wahrnehmung/Perzeption von Geruchsreizen der Nahrung dient. Riesenschlangen können durch spezielle 'Grubenorgane' die **Wärmestrahlung von Infrarot** so gut wahrnehmen, daß sie im Dunkeln ihre Beute finden und erfassen können, geleitet von den Wärmestrahlen. Fische und ständig im Wasser lebende Amphibien haben in einem oft dunkleren oder silbern abgehobenen **Seitenstreifen** angeordnete Sinneszellen, von denen die einen **Wasserströmungen**, andere **Druckschwankungen** wahrnehmen und noch weitere sind bei etlichen Arten **elektrorezeptiv**. Es gibt kein Analogon bei Landtieren.

VON FRISCH (1973) hatte **Bienen auf Farben dressiert** und so deren Farbensehen nachgewiesen. Weiterhin fand er 1919 von einer Nahrungsquelle zurückkehrende Bienen eine tanzartige Bewegung im Bienenstock durchführen und so andere Stockgenossen auf die Nahrungsquelle aufmerksam machen. Die Tanzbewegungen sollten nach der Feststellung VON FRISCHs 1944 / 1945 sogar auf die Entfernung der Nahrungsquelle vom Stock hinweisen. Damit bestand also eine Art "**Bienensprache**". In Zusammenarbeit mit Physikern fand VON FRISCH die Wahrnehmung der **Polarisierung von Licht** durch Bienen, was ihnen die Orientierung bei stark be-

decktem Himmel mit nur wenigen, polarisiertes Sonnenlicht durchlassenden Wolkenlücken ermöglicht.

Bei **Fledermäusen** wies DONALD REDFIELD GRIFFIN (J. DAINTITH et al. 1994) 1938 an der Harvard University noch als junger, nicht promovierter Mann in Zusammenarbeit mit dem Physiker G. W. PIERCE nach, daß diese Tiere im Fluge **Ultraschall** aussenden und die reflektierten Wellen wahrnehmen. Sie können dünne Drähte vermeiden, fliegende kleinere Insekten wahrnehmen und erbeuten. Damit war das Geheimnis um die von SPALLANZANI noch im 18. Jh. nachgewiesene sichere Flugleistung auch geblendeter Fledermäuse aufgeklärt. Wie sich noch zeigte, nehmen auch von Fledermäusen als Beute bedrohte Insekten Ultraschall wahr – und so versuchen zu flüchten. GRIFFIN verfolgte dann den **Vogelzug**, folgte im Kleinflugpparat Tölpeln und Möven. Mit Ultraschall erkennen Fledermräuse auch glatte Wasserflächen und glatte Flächen überhaupt (Spektrum de 2019).

## Wie also empfindet ein Tier seine 'Umwelt'? - JAKOB VON UEXKÜLL

Die offensichtlichen Unterschiede in der Wahrnehmung von Umweltreizen hatte JAKOB Baron VON UEXKÜLL nachdenken lassen über die **unterschiedlichen** '**Welt',** in **der** die **verschiedenen Tier**e leben, führte ihn zu einer besonderen Art von "Umweltforschung". JAKOB VON UEXKÜLL (F. BROCK 1934, T. VON UEXKÜLL 1976), aus altem gutsbesitzendem baltischen Adel. Er erforschte etwa in Neapel das Nerv-Muskel-System niederer Tiere, war seit 1925 Honorarprofessor in Hamburg und dort neben seinem "Institut für Umweltforschung" Direktor des Zoologischen Garten und des Aquariums. Der für eine neue, das Planmäßige im Lebewesen sehende Biologie eintretende VON UEXKÜLL (1920, 1940) betonte (etwa 1937), daß **nur wahrgenommene Objekte** für Tiere "Merkmale" sind, nur diese "Bedeutungsträger" des Subjektes werden, und diese jene sind, die **für das Leben von Tieren Bedeutung** haben. Die Natur bestehe nicht nur aus einer einzigen "Weltbühne", sondern aus Tausenden von "Spezialbühnen", die sich auch miteinander verschränken. Aus der umfassenden Welt schneidet jedes Tier gewissermaßen seine Wohnwelt heraus (1940). "Die Frage nach der Bedeutung gebührt daher bei allen Lebewesen der erste Rang" (S. 14). Hatten das die 'Darwinisten' geleugnet? UEXKÜLLs eigenwillige Sicht und Sprache ließen wohl seine Kritiker nicht ruhen.

Diese und andere Einsichten gaben auch Anstoß, das menschliche Erkenntnisvermögen und auch seine Sinnesleistungen als Ergebnis der Evolution zu sehen.

Ausgebildet wurde, was im Dasein überleben half. Die eigene Welt wahrzunehmen war nötig gewesen. Das zu sehen war der Weg zur "**Evolutionären Erkenntnistheorie**".

## Das Verhalten der Tiere - Tierpsychologie, Ethologie

"Brehms Tierleben" und überhaupt volkstümlichere Werke über Tiere schrieben immer **viel**, **wie sich die verschiedenen Arten "verhalten"**. Also welche Nester die einzelnen Vogelarten anlegen, wie sie brüten, was der Kuckuck macht, wie Raubtiere ihre Beute fassen, wie Brutpflege aussieht und vieles weitere. Aber nunmehr wollte man das tiefgründiger, exakter, besser dokumentiert erfassen. Und der sich anzubietenden Rätsel gab es genug: Die Heimkehr der Störche und anderer Vögel in das Brutgebiet oder bei den Störchen gar in das eigene Nest vom letzten Jahr, der Weg nicht nur der Lachse etwa des Rheins in ihre Herkunftsflüsse, sondern auch das Auffinden ihrer Laichgewässer durch Süßwasser-Aale inmitten des Atlantik oder gar die in den 1930-und 1940-er. Jahren erfolgende Ausbreitung der Fähigkeit des Öffnens von Milchflaschen durch Meisen über Großbritannien und Dänemark (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 452/453). Verhalten wird gewiß durch das Nervensystem und namentlich das Gehirn bestimmt. Aber von den Kenntnissen über das Gehirn her ließ sich das Verhalten schwer ableiten. Es wurde daher angestrebt, durch die Verhaltensforscher, tierisches Verhalten erst einmal genau zu beschreiben, zu erfassen. Daraus wurde gehofft, wiederum auf die Vorgänge im Gehirn zu schließen, also die Brücke zwischen Verhalten und Gehirntätigkeit zu bauen. Aber die Tierpsychologie, die dann in die **Ethologie** überführt wurde, bildete sich zunächst einmal als eigene Wissenschaftsdisziplin heraus. Die von FABRE (s. 19. Jh.) erschlossene Wunderwelt des Insektenverhaltens wurde auch bei anderen Tiergruppen aufgeklärt, in oft erstaunlicher Weise. Als die Biologie zu einer Abteilung der Chemie zu werden drohte, blieb die Ethologie neben Teilen der Ökologie eine Domäne fast noch reiner Biologie.

Tierpsychologie und dann vor allem auch die Ethologie gewannen beträchtliches weltanschauliches Gewicht, wurden doch **von den Erkenntnissen über psychische Tierleistungen, über Tierverhalten Schlüsse auf den Menschen** gezogen, sogar über Schöpfung oder Evolution. Ethologen haben bedeutende und oft nicht unumstrittene Schriften über den Menschen geliefert, so im 20. Jh. KONRAD LORENZ.

Die 'Tierpsychologie' wie dann die Ethologie lieferten wichtige Argumente und Gegenargumente zu "**Erlernt" oder "Angeboren**", konditioniert oder vererbt.

Bei fast allen höheren Wirbeltieren und besonders auch den **wildlebenden Säugtieren**

und auch **Vögeln** wurde das **Soziaverhalten** immer mehr aufgeklärt, ob Einzeltiere, die sich dann den Gruppen mit Weibchen und Jungtieren näher wie schon länger bekannt bei den dann um die Weibchen kämpfenden Rothirschen, das Gruppenleben mit seinen Alphatieren bei den Wölfen, das Gruppenleben den Wildschweinen den Gemsen, den Steinböcken, den Murmeltieren, den Steinadlern (s. YouTube SWR). Auch bei den Haustieren gab es immer wieder einmal neue Erkenntnisse.

## Instinkte bei wirbellosen Tieren

Namentlich in der Welt der Arthropoden und hier der Insekten waren erstaunliche Leistungen festgestellt worden, die nie konnten erlernt sein, die als angeborene 'Instinkte' zu betrachten waren, nicht etwa als Ausdruck von 'individuellem' Denken (H. J. JORDAN 1929, S. 695 ff.). FABRE wurde von manchem ergänzt. Keine Mutterspinne konnte ihre Kleinen den artspezifischen Bau ihres Fangnetzes beibringen. Niemand lehrte der Larve des kleinen Rüsselkäfers *Rhynchites betula* L., des Birkenwicklers, ein Birkenblatt von beiden Seiten bis an die Mittelrippe so einzuschneiden, daß sich genau eine die Larve einhüllende Tüte bildete. Die im Holz lebende männliche Larve des Hirschkäfers *Lucanus cervus* L. nagte im Unterschied zu weiblichen Larven die Höhle so groß aus, daß die erwartenden großen geweihähnlichen Kiefer Platz finden mußten (S. 696).

## Der Vogelzug – eher ein Sonderforschungsgebiet des Verhaltens

Großes Interesse fand seit langem der **Vogelzug**. Das, seitdem bekannt war, daß Schwalben nicht im Schlamm von Gewässern überwintern und Kuckucke nicht sich in der Zeit ihrer Abwesenheit in Sperber verwandeln, große Vögel ohnehin nach dem Winter wohl von weither zurückkehrten. Vögel können zwar weite Strecken zurücklegen, aber Paaren und Brüten vollziehen sie meistens in ihren Herkunftsbiotopen - was schon ein große ethologisches Problem ist.

Der Naturmaler und Amateurornithologe HEINRICH GÄTKE (W. HEß 1904) hat bewundernd über den Vogezug auf seinem Heimatort **Helgoland** geschrieben, wo nach GÄTKEs Tod 1894 im Jahre 1910 eine Vogelwarte gegründet wurde. Systematisch erforscht wurde der Vogelzug durch die **Methode der Beringung**. In etwas größerem Umfang hatte der dänische Oberlehrer in Viborg in Jütland HANS CHRISTIAN C. MORTENSEN 1899 begonnen, Vögeln an ihrern Füßen

mit je einer Nummer versehene Aluminiumringe anzubringen und auch die Adresse eingestanzt, an die eventuelle Ringfunde erbeten wurden. In großem Maßstab eingeführt wurde die Beringung durch JOHANNES THIENEMANN (P. BERTHOLD et al. 1994), der 1901 auf der Kurischen Nehrung die **Vogelwarte Rossitten** in Existenz brachte – hier, wo der sich über diesem Gebiet verengende Vogelzug mit über einer halben Million Zugvögeln darüberrauschte. Um mit Ringen an Vogelfüßen Aufschlüsse über den Vogelzug zu erhalten war es natürlich nötig, daß von beringten, anderswo eingefangenen oder tot aufgefundenen Vögeln Meldungen eingingen. 1903 wurden 159 Beringungen durchgeführt, 1909 über 3.000, 1929 über 10.000, 1935 über 100.000 – durchgeführt mit zahlreichen Helfern und die Kritiker verstummten zunehmend. Bis um 1990 waren rund 200 Millionen Vögel beringt worden. Vom Weißstorch waren nach einem Bericht von 1910 35 Ringfunde aus Afrika gemeldet worden. THIENEMANN hielt auch Jungstörche zurück und ließ sie erst etliche Zeit nach dem Abflug der älteren Störche starten, um den eventuellen **Einfluß des Lernens** durch die Elternstörche festzustellen. Festgestellt werden konnte, daß wenigstens bis ins Schwarzmeer-Gebiet die allein fliegenden Jungstörche sich richtig fanden. Rossitten wurde 1945 ein Opfer des Kriegsendes, 1956 aber von russischer Seite wiedereröffnet, und arbeitete mit der deutschen Nachfolgestation in **Radolfzell** am Bodensee zusammen.

Zugvögel haben sicherlich ein bewundernswertes eingebautes Navigationssystem. Aber das Navigationsziel ist eingegeben, kaum veränderbar.

## Auf dem Wege zur Ethologie im engeren Sinn

Verhalten wurde verschieden gedeutet und mußte erst einmal möglichst eindeutig beschreibbar werden.

Für die Anhänger des namentlich von JOHN BROADUS WATSON an der John Hopkins University in Baltimore in den USA um 1912 begründeten **Behaviorismus**, wie auch für PAWLOW, war Verhalten einerseits streng festgelegt, determininiert, aber auch gesetzmäßig **konditionierbar**, also beeinflußbar durch Lernprozesse. Aus einem Menschen, wurde gemeint, konnte man mit entsprechenden Methoden alles Mögliche machen, aus Tieren ebenso. Erziehung allein sollte bestimmen, ob aus einem Menschen ein Schlosser oder ein Gelehrter wird.

Daß wenigstens bei höheren Tieren, wenigstens bei **Menschenaffen** und damit beim Menschen erst recht, höhere geistige Leistungen bestehen als allein Lernen durch "triaol and error", "Versuch und Irrtum", nämlich **auch Einsicht**, wurde durch eingehendes Studium des Verhaltens von Menschenaffen auf speziellen Stationen festgestellt. Eine solche **Menschenaffen-Station** wurde von der Preu-

ßischen Akademie der Wissenschaften eingerichtet auf Teneriffa und wurde hier 1913 WOLFGANG KÖHLER (R. W. BURKHARDT Jr. 1981) Direktor. Wenn die Affen zum Erlangen einer Banane Kisten übereinander stapelten oder hohle Stöckchen unterschiedlichen Durchmessers zusammensteckten, dann brachten sie Leistungen, die wohl über das hinausgingen, was ihnen ihrer natürlichen Umwelt abverlangt wurde und wohl auch mehr, als dort für das Überleben notwendig war. In den USA unterhielt eine Menschanffen-Station ROBERT MEARNS YERKES (H. CRAVENS 1980, E. R. HILGARD 1965).

Der mit niederen Organismen arbeitende JENNINGS (dtsch. 1910) stellte 1906 ein **Verhaltensinventar** auf, so für den Einzeller *Paramaecium* und dann auch für Coelenterata und einen Plattwurm. JENNINGS schrieb vom **Aktionssystem**. Es heißt (1910, S. 169): "Wir fanden, daß *Paramaecium* eine bestimmte Reihe von Betätigungsarten, "Gewohnheiten" könnte man es nennen, aufweist, aus welchen sich sein Verhalten unter den meisten Bedingungen ergibt. Es sind nur wenige an Zahl und sie verbinden sich zu einem Kombinationssystem, das wir das "Aktionssystem" genannt haben." Im Zusammenhang mit der Darstellung der Coelenterate heißt es (S. 471): "Jeder Organismus trägt eine bestimmte charakteristische Art der Betätigung zur Schau, die in hohem Maße durch seine Körperstruktur bedingt wird und sein Verhalten unter dem Einflusse aller Arten von Bedingungen in Grenzen hält. ... Meist gelingt es, mit annähernder Vollständigkeit die verschiedenen Bewegungen festzustellen, die einem bestimmten Organismus zu Gebote stehen." Und (S. 472): "Für das Studium des Verhaltens eines jeden Organismus besteht des erste Erfordernis zu einem Verständnis in der Feststellung des Aktionssystems". Es wurde hervorgehoben (auch S. 472): "So haben die Amöbe, die Bakterien, *Paramaecium*, *Hydra* und der Plattwurm verschiedenartige Aktionssysteme." Eine Aufzählung der Verhaltensvorgänge hieß später bei anderen **Ethogramm**. Wie weit wirkten die verstreuten Bemerkungen von JENNINGS auf jene, die sich mit Wirbeltieren befaßten?

Wesentliche Anregungen für die Verhaltensforschung lieferte der lebenslang mit dem Berliner Zoo und besonders dessen Aquarium verbundene OSKAR HEINROTH (1911). Er erkannte, daß selbst bisher kaum beachtete **Verhaltensmerkmale ebenso fest** Merkmale einer Tierart sind **wie morphologisch-anatomische Merkmale** und fand das durch genaue Beobachtung von Verhaltensweisen bei verschiedenen Arten der Schwäne und Enten. Schon als Kleimkind habe er Beobachtungen an fliegenden Gänsen gemacht und sein Vater "verwies" das "als "läppisch" (KATHARINA HEINROTH in O: HEINROTH et al. 1988, S. 299). Der Singschwan stellt eben stets die Flügel anders als der Höckerschwan, auch unabhängig von Wind, was auch im Bild in führenden ornithologischen Werken der Zeit falsch wiedergegeben wurde und bisher kaum beachtet worden war. Änderte es nicht die

Flügel je nach Laune? Seine Aufzucht möglichst aller mitteleuropäischen Vögel aus dem Ei lieferte viele Einsichten in den Reifungsvorgang bei diesen Tieren. Die Erkenntnis von den artspezifischen Verhaltensweisen mußte sich erst durchsetzen. Mancher glaubte mit unzureichenden Allgemeinkenntnissen in der Tierpsychologie mitreden zu können, etwa der 1928 nach Marburg berufene Zoologieprofessor FRIEDRICH ALVERDES, über den am 4. Februar 1933 LORENZ an HEINROTH (et al. 1988, S. 1309 schrieb: "Sie glauben nicht, wie das Alverdesbuch von falschen Verallgemeinerungen geradezu strotz.... Der Glaube, daß man ohne eine so lächerlich kleinlich genaue Teilforschung in die Zusammenhänge tierischen Verhaltens eindringen kann, ist eben einfach falsch." (Hervorhebung im Original). LORENZ schrieb am 18. 12. 1935 an HEINROTH (et al. 1988, S. 203) von seinem Vorhaben einer "Mikromikro-Beschreibung einer Instinkthandlung" bei Enten, um "den Ungläubigen zu zeigen, bis zu welchen Einzelheiten solche Handlungen festliegen und vererbt werden", wie sie sich bei Bastarden verhalten. Und am 8. Januar 1936 schrieb LORENZ an HEINROTH (et al. 1988, S. 209): "Ich möchte, daß wir endlich einmal damit durchdringen, daß jede Instinkthandlung einen durchaus dem eines Organes vergleichbaren Erbgang hat. Durch eine lächerlich genaue Beschreibung homologer Handlungen bei ganz nah verwandten Arten einer Gruppe möchte ich es den Kerlen in den Kopf hämmern, daß sich der Instinkt auch in der Phylogenese wie in Organ verhält."

Von der Suche nach Vorstufen des menschlichen Denkens bei höheren Tieren, dem 'unbenannten Denken', wandte sich zur Verhaltensforschung OTTO KOEHLER (Wikipedia 2016), Könisgberg. Er untersuchte eingehend Flug, Balz, Jungen-Versorgung und anderes beim Sandregenpfeifer/ *Charadrius hialicula*. Mit systematischen Filmaufnahmen dokumentierte er Verhalten.

Der britische Amateur-Ornithologe HENRY ELIOT HOWARD beschrieb 1920 bei Vögeln das **Territorial-Verhalten**, die Bindung an einen bestimmten Raum und die Verteidung dieses Reviers. Dem dient auch der Gesang. Im morgendlichen Frühlingswald gibt es also keinen im Gemeinschaftssinn durchgeführten "Chorgesang" der Vögel, sondern wenigstens unter Artgenossen einen simultanen "Sängerkrieg".

Zu Vergleichen mit unangenehmen Verhalten beim Menschen reizte die Auffindung einer **Rangordnung** bei den Hennen auf dem **Hühnerhof**, wie es nach 15-jähriger Untersuchung bei über 1900 Hühnern in einer Inaugrual-Dissertation in Greifswald 1921 der Norweger THORLEIF SCHJELDERUP-EBBE beschrieb. Beim Kampf um Futter hacken sich Hennen nicht wechselseitig gleichartig, sondern es gab den Fall, daß eine Henne etwa keine anderen Hennen hackte, ja ihnen den Vortritt ließen, sich eher zurückzog. Andere Hennen hakcten nur bestimmte andere. Meistens war nicht eine Henne Despot über alle anderen, sondern es gab

eine "**Hackordnung**". "Wenn man glaubt", schrieb SCHJEDREUP-EBBE (S. 40), "daß man den Einwohner eines Hühnerhofes treffend als gedankenlose frohe Wesen bezeichnen kann, für die das tägliche Leben eine ungemischte Freude ist und die sich in Frieden mit einander und unbesorgt um die ganze Welt krähen, legen und fressen, dann ist man auf dem Holzwege. Ein tiefer Ernst liegt über dem Hühnerhof und die Hennen haben viel Kummer, viel Ärger und Angst auszustehen." Auch 2 Hennen bilden eine Hierarchie aus. Nicht Nachahmung führt zu einer Hackordnung, das "Hackgesetz" liegt "den Hühnern im Blut, beruht auf Vererbung ..." (S. 45). Kommen bisher getrennte Hennen oder auch ganze Horden zusammen, wird der Kampf um die Hackordnung wie automatisch aufgenommen. Der Sieg im Kampf entscheidet über die Ruhe im Leben. Nur manchmal gibt es "Aufruhr", eine Änderung der Hackordnung. Auch bei anderen höheren Wirbeltieren wurden Hackordnungen gefunden, oft anders als bei Hühnern. LORENZ (in O. HEINROTH et al. 1988, S. 203). bezweifelt das Verhalten bei undomestizierten Hühnern. Bei Meisen/*Parus atricapillus* und *major* zeigte sich das am Futterhaus (BRIAN 1949 zit. b. V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 135), wo monatelang beobachtet wurde und die einzelnen immer wiederkehrenden 7 Individuen dann auszumachen waren, bei Männchen wie bei den Weibchen. Zwischen 3 Meisen gab es eine 'triangulare' Hackordnung. Die Hackordung fand sich wieder in der Größe der Territorien im Freiland. In anderen Tiergemeinschaften kontrolliert ein despotisches Individuum. So bei See-Elefanten/*Mirounga* ein starkes Männchen.

Beim Menschen spielt der Rang der Eltern, die Erziehung, die Zugehörigeit zu bestimmten Parteien, die Stellung in einer politischen Ordnung sicherlich mit hinein – aber manche 'Typen' kommen in jeder politischen Ordnung wieder empor, oft auch unabhängig von besonderer Begabung oder Spezialwissen Wer die Dinge durchschaut ist sicherlich oftmals besser gestellt als jener, der sich nicht damit abgibt. .

Im Februar 1937 wurde in Berlin eine erste Tagung deutscher Tierpsychologen abgehalten, die "**Deutsche Gesellschaft für Tierpsychologie**" gegründet und ebenso die "Zeitschrift für Tierpsychologie" (B. GRZIMEK 2009),und zur vollen Begründung der neuen Disziplin fehlte fast nur noch der Lehrstuhl.

Der große Aufstieg der Ethologie kam vor allem nach 1950. Verschiedenste Tiergruppen wurden einbezogen. Der LORENZ-Schüler EIBL-EIBESFELDT (1992, S. 77) verfrachtete **Erdkröten** bis zu einer überwindbaren Entfernung von ihren Laichgewässern und fand, daß sie diese, wo sie als Kaulquappen aufwuchsen, wieder aufsuchen, wohl mit vom Geruch geleitet. Weibchen tagelang umklammernde Erdkrötenmännchen setzten auf Grund eines Signales der Weibchen, der ruckartigen Formung eines Hohlkreuzes, ihre Samen im Moment der Eiablage ab und sicherten so die Befruchtung (S. 76). Für manche Kleinigkeiten in der Wissenschaft, aber

Beiträge zur Lösung von Rätseln in der Natur.

## Die Ethologie mit KONRAD LORENZ

Führend in der modernen Verhaltensforschung, zuerst noch "Tierpsychologie", dann meist Ethologie genannt, wurde wenigstens zeitweise KONRAD LORENZ (1973). Dieser war der Sohn von ADOLF LORENZ, des seinerzeit führenden Orthopäden, auch Begründer der "unblutigen Chirurgie" genannt. Geboren wurde KONRAD LORENZ 1903 in einer Klinik in Wien. Bei der zur Zeit dieser Geburt 42-jährigen Mutter hatte man zuerst einen Tumor und keine Schwangerschaft vermutet. KONRAD LORENZ wuchs auf in der hoch über der Donau gelegenen väterlichen Villa in Altenberg. Hier konnte er Tiere halten, auch größere Vögel, so Dohlen, und deren Verhalten schon in jungen Jahren eingehend beobachten. LORENZ studierte dann Medizin, hörte auch Psychologie. Beeindruckt war LORENZ von O. HEINROTHs Buch über "Die Vögel Mitteleuropas" und dessen eingehende Darstellung der Aufzucht möglichst aller mitteleuropäischen Vögel. Als Befürworter der Evolutionstheorie und mit Blick auf das Hochschulwesen in Österreich begrüßte LORENZ 1938 die Einverleibung des bisher von den Klerikalfaschisten regierten Österreich in das Deutsche Reich und ging mit Auslesegedanken auch für den Menschen zeitweise bedenklich weit. Der als Forscher bekannt gewordene LORENZ erhielt 1939 den Lehrstuhl für Psychologie in Königsberg, der zur Philosophie gehörte. Daher empfand er sich hier als ein später Nachfolger von KANT, der auf das A-Priorische im Menschen verwiesen hatte und LORENZ sah solches in der Evolution beim Menschen entstanden, also verstehbar im modernen evolutionären Denken (G. S. STENT 1975, S. 1054). Mit der Evolutionstheorie suchte LORENZ also zu begründen, was KANT noch ohne Blick auf die mögliche Entstehung erfaßt hatte. Als Arzt eingezogen und in vielleicht zweifelhaftem Dienst als Militärpsychiater, geriet LORENZ 1942 bei Witebsk in russische Gefangenschaft und wurde Lagerarzt. Bei bei der Entlassung 1948 aus dem Lager von Krasnogorsk durfte er ein auf das Papier von Zementsäcken geschriebenes Manuskript, "Die Rückseite des Spiegels", mitnehmen. Die Max-Planck-Gesellschaft gab ihm und anderen Verhaltensforschern eine Arbeitsstätte, die der wissenschaftsinteressierte Baron GISBERT VON ROMBERG in seinem Schloß Buldern in Westfalen (B. RENSCH 1979, S. 155) zur Verfügung stellte, die Außenstelle des von VON HOLST geleiteten "Max-Planck-Instituts für Verhaltensphysiologie". LORENZ erhielt dann eine Abteilung in dem 1955 mit VON HOLST als erstem Geschäftsführenden Direktor gegründeten Max-Planck-Institut für Verhaltensforschung in Seewiesen in Bayern. Hier wirkte er bis 1973. Zuletzt arbeitete LORENZ in dem von der österreichischen Akademie der Wissenschaften finanziell mitgetragenen eigenem Institut in dem Familienheim der LORENZ in

Altenberg.

Was LORENZ betonte: **Alles Verhalten**, alle auch normalen psychischen Eigenschaften, bei Tier und Mensch, sollten sich **in der Evolution herausgebildet** haben, **wenn** sie '**zweckmäßig**', lebens-und art-erhaltend waren. Im Gehirn waren sie irgendwie verankert, die Wandertriebe der Vögel und der Gnus und der Aale, die komplizierten Sexualverhalten der Geburtshelferkröte und der Pipa und all der Insekten. In ihrem Gehirn mußte irgendwie eingraviert sein, daß jede Insekten-Art arteigene Partner aufsuchte und ihre Eier an die richtigen Nahrungspflanzen der Larven legte.

## Es gibt nicht nur Reflexe - nach VON HOLST nun auch KONRAD LORENZ

LORENZ hatte zunächst wie die Neurologen im allgemeinen der Reflextheorie angehangen und deutete die Instinkthandlungen als Kettenreflexe, wo von einer Reaktion auf einen Reiz ausgehend weitere Reaktionen im Zentralnervensystem ausgelöst wurden. VON HOLST (s. oben) hatte auf Spontanbewegungen bei zuerst Fischen hingewiesen. Bei einem Vortrag am 17. Februar 1936 im Harnackbau der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem sprach der 32-jährige, noch 4 Jahre von einer Professur entfernte LORENZ (B. HASSENSTEIN 2004, S. 14 ff.) auch von Instinktiven Triebhandlungen bei Vögeln und ließ sie auf ehemalige Reflexe zurückgehen. Neben der ihrem Mann zuhörenden Frau LORENZ saß ein junger Mann, der bei Bemerkungen von LORENZ zur Spontaneität von Verhalten zustimmend nickte, bei der Anerkennung von Kettenreflexen jedoch murmelte "Idiot, Idiot". Dieser Zuhörer, es war der gegenüber LORENZ etwa 3 Jahre jüngere Zoologe VON HOLST, empfand sich durch LORENZ Betonung des Angeborenen im Verhalten in seinen eigenen Ansichten bestätigt, bedauerte demgemäß LORENZ' damals noch bestehende kurze Inkonsequenz. In einem Gespräch nach dem Vortrag überzeugte VON HOLST den aufgeschlossenen LORENZ wie es heißt in zehn Minuten.

### Grenzen der Reflex-Auffassung: Das als angeboren, als 'a priori 'im Verhalten Gesehene - auch meistens ausgelöst, aber komplizierter als Reflexe

Triebhandlungen (LORENZ 1932, 1935) bedürften wie Reflexe im allgemeinen einer Auslösung. Sie schließen bei ihrem Ablauf jedoch auf Grund des ererbten "angeborenen auslösenden Mechanismus"/AAM viel mehr Akte ein als für eine Reflex-Antwort üblich sind.

Aber selbst bei Tieren reichen gemäß LORENZ Reflexe nicht aus, alles Verhalten einsichtig zu machen., alles mit angeborenen oder während des Lebens eingeprägten Reflex-Antworten zu erklären. Im 19. Jh. wußte schon D. A. SPALDING, daß an jedem frühen Flugvesucht verhinderte Schwalben älter gworden dennoch flogen (W. WICKLER et al. 1977, S. 25). Reflexe als nicht ausreichend sah LORENZ bei Vögeln etwa für Balz und Nestbau. Darüberhinaus sah LORENZ einsichtiges, die Triebhandlungen korrigierendes Verhalten treten. Nestbau wird zum einen als Triebhandlung ausgelöst, aber bei den Einzelheiten, im Legen etwa der Reiser zum Nest, schloß LORENZ aus seinen Beobachtungen auf eingreifendes einsichtiges Verhalten. Verschiedene Vogelarten hätten dabei unterschiedliche 'Intelligenz'. Auf vom Nervensystem autonom ausgehendes Verhalten verwies etwa, daß bei einem Tier eine lange Zeit nicht erlebte Reiz-Reaktions-Situation zur aktiven Suche nach der auslösenden Reizreaktion führt, aktiv eine bestimmte Reizsituation abgestrebt wird. Der zu seiner Zeit wenig anerkannte USA-Ethologe WALLACE CRAIG (s. K. LORENZ 1953, S. 38; 1973, S. 45) nannte 1910 ein von innen her ausgehendes Verhalten 'appatitive behavious', "**Appetenzverhalten**". Der hungrige Wolf begibt sich auf Beutesuche, ohne Beute schon gesehen zu haben. Der irgendwie sexuell erregte Mensch sucht eine noch gar nicht erblickte Frau. **Von innen her ausgehendes Verhalten** bestimmt vieles im Verhalten von Tieren. Wie es TINBERGEN (in K. LORENZ 1953, S. 55/ - 57) beim Stichlingsmännchen feststellte: mit zunehmender Tageslänge im Frühling gibt es eine Vermehrung der Gonadenhormone. in Appetenzverhalten strebt der Stichling in flachere Gewässer, wird 'territorial', kämpft gegen sichtbar werdende Rivalen, baut ein Nest, balzt - und setzt schließlich die Art fort. Was HESS durch elektrische Reizung im Hypothalamus auslöste, war wohl in vielem die Aktivierung von Zentren, die auch spontan funktionieren.

Was "angeboren" ist, kann bei verschiedenen Arten unterschiedlich sein. Wie LORENZ entdeckte, als Zufallsentdeckung, folgen Graugans-Junge angeborenermaßen dem ersten von ihnen gesehenen bewegten Objekt, werden auf dieses Objekt '**geprägt**'. Das sich bewegende Objekt ist ein Außenreiz. Was sich dann abspielt ist die Triebhandlung. Im Normalfall ist das erste von einer gerade geschlüpften Graugang erblickte Objekt die Gänsemutter. LORENZ (B. HASSENSTEIN 2004, S. 20) hatte 1932 das Schlüpfen einer Graugans aus dem Ei eingehend beobachten wollen. Dabei passierte es, daß er selbst das erste sich bewegende Objekt war, das die soeben geschlüpfte Graugans mit ihren schwarzen Augen sah. Es gelang LORENZ nicht, das frisch geschlüpfte Graugang-Gössel im Bauchgefieder einer Hausgans unterzubringen. LORENZ hat über die '**Prägung**' genauer erst 1949 veröffentlicht. Die Fähigkeit zu einer Prägung zeigte sich auf ein bestimmtes Entwicklungsstadium des Jungtieres begrenzt zeigte und danach unterbleibt sie. Diese Prägung geschieht nach LORENZ' Beobachtung innerhalb einer Minute. Jahrzehn-



Abbildung 1640: Rotkehlchen - provozierende rote Brust.

te später wurden, durch einen Sizilianer, ANGELO D'ATRIGO, frisch geschlüpfte Kraniche auf einen Gleitflieger geprägt und folgten diesem durch Sibirien.

Auslöser für triebmäßig festgelagte Reaktionen sollten einfache Reize sein, einfache Signale, **Schlüsselreize**. Schon LOEB hatte die Wirkung von Einzelreizen erfaßt. An Fallstudien zu Schlüsselreizen beteiligten sich der Niederländer NIKOLAAS TINBERGEN wie LORENZ. Der britische Ornithologe DAVID LACK fand (E. O. WILSON 1999), wie das im Frühjahr begattungsreife Männchen des Rotkehlchens nicht gegen" das vollständige Gestaltbild" von einem anderen männlichen Rotkehlchen in Zorn gerät, sondern es reichte "eine rote Brust auf einem Ast" (S. 299) oder ein Bündel roter Federn auf einer Drahrolle. Gegenüber einem ausgestopften Jungvogel eines Rotkehlchens mit einer "olivfarbenen Brust" blieb eine Reaktion aus (S. 300).

Farbflecken am Schnabel bei Jungvögeln sollten bei den Altvögeln den Fütterungstrieb auslösen. Nicht der Gesamtanblick eines Stichlingsmännchen, sondern allein das Rot am Bauch sollte andere Stichlingsmännchen zum Konkurrenzkampf veranlassen. Eine stark rote Attrappe wirkte hier wie beim Rotkehlchen sogar noch stärker. Von Schmetterlingen wurde berichtet (O. KOEHLER 1933, S. 170), daß Männchen "mit den abgeschnittenen Duftdrüsen des Weibchens zu kopulieren versuchen, während das der Duftdrüsen beraubte Weibchen selbst unbeachtet daneben sitzt." Der Duft war der Schlüsselreiz, nicht das Weibchen insgesamt. Und von Buntbarschen, von Chromiden, berichtete über seinen Schüler SEITZ in Wien LORENZ (O. HEINROTH 1988, S. 249): "Der kann bereits ganz unglaubliche Dinge mit Attrappen auslösen, z. B. Hemichromismännchen völlig reinlich und getrennt reinlich und getrennt auf Befehl balzen oder kämpfen lassen, herrlich!" Schlüselreize wirken

auch beim Menschen, etwa das Kindchen ruft bei vielen normalen Menschen Liebkosungsreaktionen aus. Wie auch bei Tieren ist ein **Schlüsselreiz eingebettet in eine 'diffuse Komplexqualität'**, innerhalb derer er zum 'prägnanten Auslöser' wird. Das Menschenkindchen befindet sich ja nicht in einem leeren Raum, sondern liegt beispielsweise im Bett mit Kopfkissen und Bettbezug, die allein keine Reaktion auslösen.

Hatte man einst Tiere in Übersee wegen Haut und Knochen und damit Präparaten für Museen umgebracht und ebenso um neue Tierarten zu entdecken, so wurde nunmehr in oft langwierigen Beobachtungen vor allem auch ihr Verhalten untersucht. Und auch in Tier-Darstellungen, in GRZIMEKs "Tierleben", stand nicht mehr das ohnehin in Zeichnungen dargestellte Äußere im Mittelpunkt, sondern eben das den Amateur ohnehin mehr interessierende Verhalten.

Von den befreundeten Forschern LORENZ und TINBERGEN war LORENZ durch eine 'braune Vergangenheit', seine Schriften über die Degeneration der Menschen und die daraus abzuleitende Ausmerze sowie durch ungeklärte Tätigkeit als Kriegspsychologe belastet, und der Niederländer TINBERGEN war während der Besatzung interniert gewesen. Nach dem Kriege suchte man LORENZ dennoch ab 1948 Arbeitsmöglichkeiten in England zu bieten, Es kamen 1950 wieder Treffen und gemeinsame Konferenzen mit deutschen Forschern, wurde die deutsche Wissenschaft also sehr viel eher als nach dem Ersten Weltkrieg wieder in internationale Beziehungen einbezogen.. LORENZ erhielt zusammen mit TINBERGEN und KARL VON FRISCH den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin, diesmal zu rein biologischen Forschungen, aber nicht ohne Bezug auf menschliches Verhalten.

Daß 'der Mensch' sich gegenüber seinen angeborenen Trieben auch Zügel anlegen muß, sollte Allgemeinverhalten werden.

## Das Angeborene beim Menschen im Verhalten und der Psyche

Als einen **Schlüsselreiz** beim Menschen fand LORENZ etwa das **Baby-Schema**, den großen Kopf auf kleinem Körper, der Pflegeverhalten gegenüber einem solchen Wesen auslöst. Auch der ähnlich geformte australische Koala und der ihm nachgebildeten Teddy erscheint "niedlich", und auch das Kind ruft "Och, wie süß!" Auch die Menschenfrau sendet den auf Frauen stehenden Mann Schlüsselreize zu und in 'Attrappen', auf Gemälden, in Plastiken, auch in Schaufensterpuppen und Werbebildern werden diese, wohlgeformte schöne Arme und Beine und Busen, so verstärkt dargestellt, daß sie erotische Gefühle auslösen, mehr als manche reale Frau vermag.

Mit dem 1963 veröffentlichten Buch "Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression", 1966 auch ins Englische übersetzt, wurde eine weltweite Diskussion über **angeborene Aggressivität** ausgelöst (K. TASCHWER et al. 2009). Nach LORENZ' Meinung besaß der Mensch ein **angeborenes aggressives Verhalten**, neige zu Auseinandersetzung mit seinesgleichen. Das gäbe es auch bei Tieren, namentlich der in Gesellschaften lebenden. Es führe zur Führung durch die stärksten Individuen, die Alpha-Tiere, und wäre daher positiv in der Evolution ausgelesen worden. Hier sah LORENZ eine Ursache auch für Kriege bei den Menschen. Während bei Tieren der Unterlegene sich durch Demutsgebärden unterwerfen könne und so mit dem Leben davonkommt, hat der Mensch durch Fernwaffen den Kontakt mit dem Gegner oft weitgehend verloren und setze jede Hemmung aus. Der Bombenflieger, auch der Atombombenwerfer, sieht jedenfalls zunächst nicht, welches Leid seine abgeworfenen Bomben anrichten. Die Einsicht in dieser Dinge solle den Menschen zur 'Selbsterkenntnis' führen und ihn veranlassen seine Aggressivität, wenn vorhanden, zu dämpfen. Die Gedanken fanden weite Verbreitung. In Institutionen, Büros usw. käme es ja auch bald zwischen den Mitarbeitern zu Rangordnungskämpfen, würden sich die Alpha-Tiere oder besser Alpha-Menschen an die Spitze vorkämpfen und die Rangniedersten müßten kuschen. Auch die Anteilnahme an Fußballspielen zeigten oft aggresives und zwar angeborenes Verhalten, wobei Sport eine Aggressionsableitung wäre. Kritiker meinten, daß LORENZ die 'gesellschaftlichen Ursachen' für Kriege negiere, die sich ja gerade auch durch Plünderungen auszeichnen, also materielle Vorteile anstreben und nicht nur ein Ausleben von Aggressivität. Auf einer Konferenz in Sevilla 1986 über Gehirn und Aggression wurde von 20 Wissenschaftlern eine Erklärung veröffentlicht: "Gewalt ist kein Naturgesetz", welche solche Hypothesen wie die von der angeborenen Aggressivität regelrecht verbieten wollte.

Aber LORENZ erkannte ja auch an, daß es **angeborenes die Gemeinschaft förderndes Verhalten** gibt. "Recht" hat gewiß der Mensch gesetzt und kam nicht von einem überirdischen Wesen. Aber das "Recht" mußte beachten, was der Mensch an gemeinschaftlsfördernden Eigenschaften erblich besitzt. Insofern ist Recht eben auch "Naturrecht". Einst war gemeint worden, daß nur religiöse, ja nur christlich-religiöse Menschen zu einem moralischen Leben gebracht werden können. Der französische Frühaufklärer BAYLE (s. 1975) hat 1680 in langen Erörterungen und unter Heranziehung von zahlreichen Beispielen dargelegt, daß sowohl 'Heiden' als auch Atheisten oft 'tugendsam' leben, vor allem gebildete, daß man "einen Begriff von der Ehrbarkeit haben kann, wenn man keinen Gott glaubt" (S. 381). Mancher Christ dagegen "alle Arten der Verbrechen ausübt" (S. 369). Schon DARWIN hat darauf verwiesen, daß Menschengemeinschaften mit der Gemeinschaft dienenden Verhaltensweisen im Vorteil sind gegenüber solchen ohne solches Verhalten. LORENZ hat das nun besonders klar evolutionsbiologisch auf im

Gehirn in der Auslese eingeprägte, die Art schützende Verhaltensweisen verwiesen, also auch BAYLEs vage Hinweise auf auch ungläubigen Menschen mitgegebenes gutes Verhalten biologisdch erklärt. In der Evolution zum Menschen sollten sich gemäß LORENZ also durch die Selektion des Zweckmäßigen im Verhalten jene angeborenen psychischen Eigenschaften des Menschen herausgebildet haben, die ihn in der ihn umgebenden Welt sinnvoll handeln lassen.

In der Evolution sollten sich nach LORENZ angeborene Vorstellungen im Gehirn als feststehende Erkenntniskategorien des Menschen herausgebildet haben und diese wären **das A-Priorische**, die unabhängig von individuellen Erfahrungen festgelegten Denkkategorien. Damit legte LORENZ einen Grund für das, was von anderen als "**Evolutionäre Erkenntnistheorie**" bezeichnet wurde, für die Annahme der Herausbildung angeborener Denkformen, Kategorien, wie etwa die auf die Anordnung der Bogengänge im Innenohr zurückführbare 3-dimensionale Raum-Vorstellung, das Denken im 'Schwarz'-'Weiß'-Schema, das Kausalitätsdenkens waren positiv ausgelesene Eigenschaften im Prozeß der Menschwerdung. Was KANT als a-priori nur philosophisch definiert hatte, wurde bei LORENZ auf die Evolution zurückgeführt und LORENZ schien als Professor in Königsberg sich also an der richtigen Stelle zu befinden.

LORENZ sah in der **Selbsterkenntnis**, in der Erkenntnis vor allem des Triebhaften im Kampf, ein Mittel, den angeborenen Trieben gewisses **Paroli zu bieten**.

## Vor, neben und nach PAWLOW und LORENZ - Angeboren oder erlernt – der weitergehende Streit.

Gerade im Zusammenhang mit dem Verhalten, den 'psychischen Leistungen' der Tiere, kam wieder die ältere **Frage nach dem Angeborenen oder dem Erlernten** zur Diskussion, und zwar für die verschiedensten Organismen und für die verschiedensten Vorgänge, vor allem auch für den Menschen.

Ob **Vögel** den arteigenen **Gesang** von den älteren Artgenossen erlernen oder auch isoliert aufgezogen entwickeln untersuchte, in einer Art Nachfolge von SPALDIN, in England der dort mit führende, gerade auch von LORENZ zur Ethologie geführte WILLIAM HOMAN THORPE (A. COSTALL 2004, R. A. HINDE 1987). Es fanden sich Unterschiede bei den verschiedenen Arten. .

**Die allzu scharfe Gegenüberstellung von "angeboren – ererbt" und "erlernt" wurde vielfach insofern zweifelhaft,** als auch als angeboren anzusehende Lebensvorgänge sich nur unter Umweltreizen entfalten können, etwa durchaus

artgemäßes Blühen der Pflanzen vielfach der Auslösung durch die Tageslänge oder Kältereizen bedurfte, Muskeln sich nur in der Tätigkeit richtig ausbilden, ja selbst Sehen gemäß HUBEL und WIESEL Lichteinfall auf die Augen in früher Tierkindheit erfordert. Hier hatte die Entwicklungsphysiologie mit den "funktionellen Reizen" vorgearbeitet und auch die Nervenphysiologie. Aber im Falle etwa des Blühens: Auch wenn Reize das auslösten, so blühten die Blumen mit den ihnen zukommenden Blüten. Jeder normale Mensch ist in früher Kindheit zur Spracherlernung befähigt. Aber jedes Kind lernt dann, in Abhängigkeit von seiner Umgebung, vor allem seine 'Mutter'sprache, bei zweisprachiger Umgebung vielleicht auch eine zweite Sprache. In vielleicht etwas großzügiger Weise mochte man formulieren: "... wird nicht alles vom genetischen Programm starr fixiert. Sehr häufig zieht dieses nur die Grenzen für den Einfluß der Umwelt, oder es befähigt sogar den Organismus zu reagieren und zu der angeborenen noch zusätzliche Informationen zu erwerben" (F. JACOB 1972, S. 18). Der Außenstehende mochte fragen: Gewiß brüten Meisen in einer Höhlung und das mag erblich so angelegt sein. Aber wie viele verschieden aussehende Höhlungen nutzen sie, selbst Briefkästen mit Öffnung. Was wirkt hier als Anregung zum Nestbau?

In den USA war extremer Vertreter der Auffassung, durch Verstärkung und Belohnung bei einem Wesen, auch dem Menschen, **vieles zu erreichen**, also nahezu **totale Konditionierung** durchzuführen, um nicht zu sagen zu 'erzwingen' B. F. (= BURHUS FREDERIC) SKINNER (1971, 1973; A. WERNER 1981), Ordinarius für Psychologie an der Harvard University. Bewußte Steuerung der Menschen mußte zu einer "befriedigenden und friedlichen Gesellschaftsordnung" führen (S. 555), gemäß auch PAWLOWs 'Kontrolliere die Umwelt, und du wirst Ordnung im Verhalten sehen' (S. 553). Das entsprach auch LOEBs Vorstellung der Kriegsverhinderung. Wer aber, muß sich der Außenstehende fragen, wäre derjenige, der konditioniert? Der Lehrer, meinte SKINNER habe hohe Verantwortung, könne auch "weit über die traditionell festgelegten Grenzen der bloßen Förderung von vorhandenen Anlagen hinauswagen, nämlich in den Bereich der Verhaltenskoditionierung" (B. F. SKINNER 1971, S. 9). Verhalten wird nach SKINNER (1973) geprägt durch seine Folgen. Studenten würden besser lernen, wenn Wissen in der Gesellschaft wieder höhere Achtung erhielte.

Der Außenstehende mag fragen: Entsprach die Konditionierung im Sinne SKINNERS der Vorstellung vieler in den USA mit ihrer kaum hinterfragten großen sozialen Differenzierung, wo auch die Vererbungsforschung viel von ihrer Heimat hatte? War der durch Konditionierung mehr oder weniger angestrebte Einheitsmensch der einer demokratischen, als 'frei' bezeichneten Gesellschaft?

Entwicklung von **kleinen Kinder** und auch die **Ausbildung ihrer geistigen Fähigkeiten** wurde schon manchmal beschrieben, so durch CH. DARWIN durch

Beobachtungen an eigenen Kindern (P.H. BARRET 1977 II, S. 191 ff.). Der Genfer Entwicklungspsychologe JEAN PIAGET (s. etwa 1970, L. MONTADA 1981) sah bei Menschen-**Kindern ererbt ablaufende Entwicklungsstadien** in der **intellektuellen und moralischen Reifung**, in der Entwicklung des Zahlbegriffs etwa oder des räumlichen Denkens. des kausalen Denkens. Erst in einem bestimmten Entwicklungsstadium ist das Kind befähigt, "sich in andere Menschen zu versetzen, ihre Sichtweisen und ihr Verständnis richtig einzuschätzen" (L. MONTADA 1981, S. 375). Man möchte allerdings fast fragen, wie weit jeder Erwachsene dazu in der Lage ist. Es sind nach PIAGET nicht externe 'Kräfte', welche die Entwicklung des Verhaltens und intellektueller Einsichten voll bestimmen, sondern diese modifizieren eher. "Ist ein bestimmtes Strukturniveau einmal erreicht, dann mag ein Lehrer die Aufgabe übernehmen, Gegenstände anzubieten, auf die sich die Strukturen anwenden lassen" (S. 569). Es zeigte sich später, daß PIAGET in seiner 'genetischen Epistemologie' zu universal dachte und individuelle Unterschiede, aber auch überhaupt die geistige Kompetenz von Kindern und auch die spätere Formung durch die Umwelt unterschätzte. Das ein Beispiel, wie selbst eingehende **Testungen** etwa in der Psychologie **ihre Grenzen haben** und **dennoch oft weitreichende Schlußfolgerungen** daraus **gezogen werden?** Mit dem Alter gab es zunehmende Differenzen bei den einzelnen Individuen, also zunehmende 'Lernvorgänge', die wir erklären können durch individuell unterschiedliche Nervenverknüpfungen etwa.

Um **unbedingt 'Lern'vorgänge anzunehmen** wurde selbst mit eventuellen **Einwirkungen auf Föten**, ja auf Eier argumentiert, die gewiß durch Außenfaktoren beeinflußt werden.. Aber "Lernen" – das gibt es eben nur in artspezifischer Weise. Steine "lernen" nicht. Mag sein, daß LORENZ auch zu viel Angeborenes annahm.

Sowohl bei den Behavioristen wie bei LORENZ mit dem Angeborenen im Verhalten waren die Wesen und auch der Mensch Marionetten, mit mehr oder weniger engen Grenzen der Selbstbestimmung.

**Die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen nahmen oft zu ihrem Schaden unzureichend voneinander Kenntnis, entwickelten auch eine eigene Fachsprache. Viel mehr wechselseitige Kenntnisnahme wäre erforderlich.**

Über Aggression, "**menschliche Destruktivität**", schrieb gerade auch in Auseinandersetzung mit LORENZ von der Psychologie / Soziologie her auch ERICH FROMM. Menschen sah FROMM (1977) viel individueller. Nicht jeder war ein Sadomachoist, ein Narzißt, ein offenbar angeborener Sadist und – benötigte im Zusammenhang damit Aggression. Es gab die HITLER und STALINs, aber eben

auch viele viele nette Menschen.

Überhaupt stört bei allen diesen Schriften immer wieder, wenn von "der Mensch" das "riskierte Wesen", der die Natur ohne Verstand vernichtet usw. die Rede ist. Trifft das auf alle, ja auf die Mehrheit der Menschen zu, daß sie unbedingt mit einem superschnellen eleganten Auto sich nicht nur fortbewegen wollen, sondern auch ein Statussymbol setzen? Daß die so Programmierten, oft die Dummen, sich viel zu viel äußern dürfen, ist dabei sicherlich wahr.

Der Schriftsteller ARTHUR KOESTLER und der Verhaltensforscher IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT (1997) setzten hinzu, daß für die Menschen nicht nur und oft nicht einmal vordergründig die "Aggressivität" das Problem ist, sondern die ebenfalls als ererbt angesehene **übergroße 'Loyalität'**, die Hinnahme bis zur Selbstaufgabe gegenüber als unfehlbar vorgestellten Führungspersönlichkeiten, was den Alpha(tier-Menschen gegenüber den loyalan anderen immer wieder gefährliche Macht gibt.

Ob es eine angeborene, damit fast zwanghaft auftretende "Aggessivität" gibt hatten schon die **Psychoanalytiker** debattiert und das akzeptiert. FREUD sah Aggresivität nicht nur als Krieg und Plünderung, sondern schon im feindseligen Scherz, in der eifersüchtigen Verleumdung, ja im sportlichen Wettkampf (P. GAY 2006). Hier und in der 'Libido', in sexuellen Trieben, eingeschränkt zu sein, führe zu dem "Unbehagen an der Kultur", um FREUDs Buchtitel von 1930 zu nennen. Wie sein Biograph PETER GAY (2006, S. 616) zusammenfaßte, sah FREUD das Dilemma der zivilisierten Menschheit, ohne Kultur, ohne Zähmung, nicht leben zu können, aber in ihr auch "nicht glücklich leben." Die Trieb-Einschränkung konnte aber zu kulturellen, künstlerischen Leistungen sublimiert werden – womit auch über die Herkunft intellektueller Errungenschaften ein Grund gefunden schien. ALFRED ADLER rechnete mit einem angeborenen Machtstreben, ersetzte damit fast FREUDs Sexuelle Triebhaftigkeit.

.

## Vererbung, das bedeutsame Phänomen der Lebewesen: Genetik – im engeren Sinn - eine führende Teildisziplin der Biologie

## Große Frage nach dem Ererbten

Die Weitergabe der Merkmale an die Nachkommen, die "Vererbung", wurde der große Forschungsgegenstand der Biologie namentlich ab 1900. WILLIAM BATE-

SON (T. H. MORGAN 1926, R. OLBY 2004) prägte 1902 für die Vererbungswissenschaft den Terminus "**genetics**". Aus der Weitergabe von unterschiedlichen Merkmalen bei kreuzbaren Individuen vor allem von Varianten innerhalb von Tier. und Pflanzenarten wurde vor allem versucht, den Vererbungserscheinungen näher zu kommen.

Die Beachtung von 'Vererbung' vor der Prägung des Begriffs 'genetics' war schon ein älteres wichtiges Anliegen in Philosophie und Naturwissenschaft. Gab es beispielsweise ererbte "eingeborene Ideen", "a priori"-Kategorien wie bei KANT oder war das Lebewesen und vor allem der Mensch eine "unbeschriebene Tafel", auf welche andere Menschen beliebig schreiben, den Menschen also formen, 'konditionieren', konnten. Der Philosoph LOCKE mit der Annahme der Formbarkeit des Menschen und andererseits der Philosoph KANT mit den angeborenen a priori-Kategorien - sie standen als zwei besonders beachtete Exponenten in der Frage über das, was dem Menschen bei der Geburt mitgegeben wurde. Auch für LOCKE mußte wohl klar sein, daß das Gehirn eines Menschen, so formbar für Neues es sein mochte, von der Geburrt an mitgegeben war, wie bei aller Variabilität alle Organs, die ein Lebewesen überhaupt funktionieren lassen.

An die Stelle mancher unbestimmten Vererbungsannahmen im 19. Jh., bei GOETHE über den Anteil von Vater und Mutter am Dichtersohn, trat am Ende des 19. Jh. die exakte Vererbungsforschung, der WEISMANN entscheidend vorgearbeitet hatte. Namentlich HUGO DE VRIES hatte etwa 1889 die **Lebewesen als "Mosaik**" von zahlreichen Einzelmerkmalen aufgefaßt. Jedes Einzelmerkmal sollte durch spezifische **Erbanlagen**, "Pangene", repräsentiert werden, Der Begriff 'Pangene' war von DARWIN eingeführt worden. Die Erbanlagen, Pangenene, für die einzelnen Merkmale Erbanlagen, sollten in Vielzahl vorhanden sein, in jeder Zelle, und hier für die Zelldetermination sorgen, Das war aso anders als bei MENDEL und anderen Forschern. Hier sollten die Erbanlagen, die alle nur je einmal vorhanden sind, im Zellkern lokalisierten sein.

Schon 1866 hatte der als Amateurwissenschaftler forschende Augustinermönch GREGOR MENDEL in Brünn veröffentlicht, wie das Einzelmerkmal "Samenfarbe" bei miteinander kreutbaren Varianten von Erbsen weitergegeben wird und gefunden, daß in der 1. Bastardgeneration nur gelb gefärbte Samen auftreten.

Kreuzte MENDEL diese Bastard-Individuen miteinander, erschienen in der 2. Generation rund 25% Individuen mit grüner Samenfarbe. Es gab also offensichtlich keine Vermischung der Anlagen, sie blieben auch wenn überdeckt, erhalten. Bei anderen Merkmalen, die sich bei völlig kreuzbaren Varianten einer Art unterschieden gab es bei Bastarden keine Dominanz des einen und bei den Bastarden erschienen etwa 25% mit dem väterlichen, 25% mit dem mütterlichen Merkmal und etwa



Abbildung 1641: MENDEL-Geburtshaus Hyncice.




Abbildung 1642: MENDEL-Denkmal Brünn.




Abbildung 1643: MENDEL-Gedenken Hyncice.

50% mit einem gemischten Merkmal, also etwa 25% rot, etwa 24% weiß, etwa 50% rosa.

**Um 1900** kam **die Wiederentdeckung dieser "Mendelschen Gesetze"** durch DE VRIES, CARL CORRENS, ERICH TSCHERMAK. Man sprach vom 'Mendelismus' als der nun gängigen Vererbungsauffassung von dem Bestand von getrennten Erbanlagen in den Keimzellen, die neu kombiniert wurden.

DE VRIES etwa kreute 1894 *Silene*-Pflanzen und fand unter 536 Individuen der zweiten Generation /F2 "392 haarige und 144 glatte (2,72:1)" (E. MAYR 1984, S. 582). Bei Mohnblumen/*Papaver* 1895 erhielt 'DE VRIES 158 Individuen mit schwarzen und 43 mit weißen Blütenblattflecken (3.62:1) und die weißfleckigen konnze DE VRIES 1896 "reinrassig" vermehren (S. 582). Bis Herbst 1899 hatte DE VRIES bei mehr als 30 "Arten und Varietäten eine klare Spaltung erhailten" und wurde überbzeugt, daß dem ein allgemeines Gesetz zugrundeliegt (S. 582). Aber statt eunzelner Erbanlagen für jedes Merkmal, nahm DE VRIES in Vielzahl vorhandene Pangene an, viele in jeder Zelle.

## Vorangehend der allgemeinen Chromosomentheorie der Vererbung: bestimmte Chrosomomen bestimmen das Geschlecht

Schon am Ausgang des 19. Jh. als es die neuere Chromosomentheorie der Vererbung, die von SUTTON/BOVERI, noch nicht gab, wurden **Chromosomen als Determinanten des Geschlechts**, ob männlich oder weiblich, festgestellt. Als Determinanten des Geschlechts ging die Vorstellung von der Rolle von Chromoso-

men im Lebensgeschehen also anderen Erkenntnissen über Chromosomen voran. Bei Tiere mit unterschiedlichen Geschlechtern, mit Sexualität, fand sich ein /1 Chromosomenpaar mit großen Unterschieden der beiden Chromosomenstränge. Es wurde nun vermutet, daß sie die vererbten Geschlechtsunterschiede bewirken. Sie wurden als **Geschlechts-Chromosomen** gesehen.

Als Zoologie-Professor in Kansas und im Sommer 1898 Gast an der Universität Chicago untersuchte McCLUNG (R, S. COWAN 1974) die Bildung der Spermien bei einer kleinen Orthoptere, dem 'grasshopper' *Xiphidium fasciatum*, und fand bei der dabei stattfindenden Reduktionsteilung/Meiose, der Halbierung der Chromosomenzahl, es erhielt nur die Hälfte der untersuchten Tiere in seinen 'Spermatiden' ein bestimmtes kleines Chromosom, von McCLUNG '**accessory chromosome**' genannt. Diesen Zusatzkörper hatten auch andere gesehen, aber nicht als Chromosomen erkannt. McCUNG vermutete, damals rein spekulativ, daß es ein Geschlechtschromosomen ist, gehörte ja etwa die Hälfte der Tierchen zum männlichen, die andere Hälfte zum weiblichen Geschlechts.

1891 hatte als Privatdozent an der Universität Göttingen HERMANN HENKING (H. QUERNER 1969) die Keimzellenbildung bei der Feuerwanze*Pyrrhocoris apterus* untersucht und festgestellt, daß etwa 50% der Geschlechtszellen eine kleine mikroskopisch sichtbare Struktur mehr aufwiesen als die anderen. Bei den befruchteten Eizellen wurden jene mit dem von HENKING 'X-Faktor' genannten Körperchen weibliche Tiere, die ohne wurden männlich. HENKING konnte nicht entscheiden, ob der 'X-Faktor' ein Chromosom ist. Aber ein Hinweis auf eine genotypische Geschlechtsbestimmung war es doch. HENKING wirkte nach 1892 als führender Biologe in der Seefischerein und war später erstaunt (s. R. GOLDSCHMIDT 1959, S. 108 ff.), als einer der Entdecker eines Geschlechschromosoms zu gelten.

**1905** publizierten E. B. WILSON und NETTIE STEVENS ihre zytologischen Feststellungen zur chromosomalen Bestimmung des Geschlechts (S. 516). Für den Menschen wurde das erst etwa 1935 deutlich geklärt.

## Die Chromosomentheorie der Vererbung - BOVERI, SUTTON

Es fiel um **1902** W. S. SUTTON in den USA und BOVERI in Würzburg auf, daß unter der Annahme, daß man die Erbanlagen auf den Chromosomen lokalisiert dachte, sie bei der Kernteilung mit den Chromosomen so verteilt und weitergegeben werden, wie man das im Erbexperiment für die Merkmalsweitergabe festgestellt hatte. Aus der Parallelität von Merkmalsweitergabe und Chromosomenweitergabe

wurde die "**Chromosomentheorie der Vererbung**" abgeleitet, nach der also die Chromosomen die Träger der Erbanlagen sind.

Aber es auch manche abweichenden Vorstellungen, bevor die Lehr- und Lehrbuchmeinung für die Allgemeinheit durchsetzte. Daß sich die Erbanlagen, die Gene, auf den Chromosomen befinden, wurde allerdings von einem ganz bedeutenden mendelistischen Vererbungsforscher auch bezweifelt, von dem Engländer WILLIAM BATESON Der 1861 als Sohn eines Hochschullehrers in Cambridge in England geborene WILLIAM BATESON (J. B. F. 192., R. OLBY 2004, T. H. MORGAN 1926, O. RENNER 1961) fand sich zu einem disziplinierten Lernen erst nach Aufnahme des Studiums der Naturwissenschaften am St. John's College in Cambridge, namentlich unter dem Embryologen BALFOUR und ADAM SEDGWICK. namentlich unter dem Embryologen BALFOUR und ADAM SEDGWICK. Er forschte zunächst in den vorgegebenen Linien der auf Stammbaum-Aussagen ausgerichteten Phylogenetik und erschloß 1883 an der Atlantikküste Nordamerikas die Anatomie des Eichelwurm, *Balanoglossus*, als ein zur Klärung der Herkunft der Chordatiere geeignetes Tier. Die Klärung stammesgeschichtlicher Fragen schien aber BATESON bald nicht mehr zur Lösung der Grundfragen der Evolution zu führen. Auf einer Forschungsreise in die russischen aralo-kaspischen Salzsteppen 1886/1887 und dann nach Ägypten hoffte er bei den in ihrem Salzgehalt stark wechselnden kleinen Gewässern lebenden Tierchen, so kleinen Krebsarten, zur Klärung der hier durch wechselnden Umwelt zu erwartenden Variabilität Aufschluß zu finden.. Auch hier war er von den Ergebnissen enttäuscht, BATESON wandte sich dann dem 'Mendelismus' und verfaßte 1902 das erste Lehrbuch zur mendelistischen Vererbungswssenschaft und half so dem Mendelismus zum Triumph etwa in der Züchtungslehre. BATESON hatte für die Evolution schon um 1900 gemeint, daß sich **neue Formen** von Organismen **sprunghaft** herausbilden, und mit den diskreten Mendelfaktoren schien das von den Erbanlagen her erklärt. BATESON (T. H. MORGAN 1926, S. 531) griff also auch für die Evolution zu den Mendelfaktoren, was auch der Mutationsvorstellung entsprach.

Wie in der Chromosomentheorie nahm BATESON (W. COLEMAN 1970) Erbanlagen in den Zellen an, und zwar je 2 von jedem Erbfaktor, **Allelle**, aber eben **nicht auf den Chromosomen** lolakalisiert. So materiell klar schienen die Erbfaktoren für ihn nicht zu sein Ansonsten korrelierten seine Annahmen mit der Chromosomentheorie. Seine geschaffenen Begriffe konnten auch in die Chromosmentheorie übernommen werden: für die Keimzellen **Gameten**, für die verschmolzenen Keimzellen **Zygote**, und für die Gleichheit oder Ungleichheit zusammengehöriger Erbanlagen **homozygot-heterozygot** und für die Erbanlagen für gleiche Merkmale **Allelomorphismus**. Für BATESON (T. H. MORGAN 1926) sollte von den 2 als Allele gesehenen Anlagen die eine positiv sein und die andere das Fehlen bedeu-

ten, also etwa gehörnt oder hornlos, BATESONs 'Presence-Absence-Hypothese'. Der fordernde, dominierende BATESON, war ab 1910 Direktor des John Innes Horticultural Institute.

Von dem dänischen Botaniker WILHELM JOHANNSEN (s. 1926, S. 165) war um 1906 der Begriff 'Pangen' durch "**Gen**" ersetzt worden und sollte die von anderen auch benutzten Begriffe wie " 'Anlage', 'Determinanten', "Erbfaktor' u. dgl.... ersetzen", und hat sie ersetzt. Das unabhängig davon, wo in der Zelle sich die 'Gene' befinden sollten, ob in den Chromosomen oder nicht. Diese Gene blieben offensichtlich getrennt, waren diskrete, sich nicht miteinander stofflich vermischende Einheiten. Jedem Gen entsprach ein Merkmal, oder, bald erkannt, ein Merkmalskomplex. JOHANNSEN (so 1916) zweifelte sogar an der Evolutionstheorie als einer exakten Wissenschaft und wollte nur die auf der Hybridisierungsforschung und der Genweitergabe aufbauende Verbungsforschung als "exakt' gelten lassen. JOHANNSEN nannte 1909 die Gesamtheit der Erbanlagen eines Organismus **"Genotypus".** Organismen mit gleichem Genotypus konnten bei ihrer Entwicklung unter unterschiedlichen Umweltbedingungen aber einen unterschiedlichen **"Phänotypus"** ausbilden. Das sollte den Genotypus nicht ändern. Organismen mit verschiedenem Genotypus sollten je nach Umständen fast gleiche Phänotypen bilden können. Für Genotypus würde man im 21. Jh. etwa sagen können 'Genom'. Sich selbst vermehrende erbreine Organismen bildeten nach JOHANNSEN erblich '**reine Linien**'. Die dabei gebildeten Früchte, etwa Bohnen, konnten Größenunterschiede aufweisen, aber nur in begrenztem, nicht überschreitbarem Rahmen. Sekektion war nicht innerhalb reiner Linien möglich, sondern nur zwischen ihnen, wie immer sie einmal entstanden waren.

Während einerseits der Erbgang als weitgehend konstant eingeschätzter Merkmale verfolgt wurde, haben andere, Botaniker, so viele **individuelle Abänderungen** an Pflanzen erzielt, daß der Ererbte fast in den Hintergrund trat und die Weitergabe solcher Änderungen an die Nachkommen immer wieder diskutiert wurde – wenn auch die Ergebnisse der Genetiker natürlich berücksichtigt werden mußten. Wie plastisch Pflanzen teilweise wenigstens reagieren fanden etwa zur gleichen Zeit etliche Botaniker (s. unt.), so KLEBS.

ERWIN BAUR, bald einer der führenden Vererbungsforscher fand, daß die bei 15 – 20°C rot blühende *Primula sinensis* rubra bei im Jugendstadium einwirkenden höheren Temperaturen, 30°C etwa, ebenso weiß blüht wie die auch bei niedrigeren Temperaturen weiß blühende *Primula sinensis* alba. Das zwei vermeintliche Rassen unterscheidende Merkmal Blütenfarbe, weiß oder rot, war also allein nicht als Unterscheidungsmerkmal zwischen 2 Rassen einer solchen Pflanze zu sehen. Der Unterschied lag in den Fällen weißblühender *Primula sinensis rubra* also in der Reaktionsweise, Es gibt also ein "Zusammenwirken der ererbten Reaktionswei-

se und der Außenbedingungen" (G. GAßNER 1918). Ererbt, wie man nun weiß, wird einunddieselbe Substanz, die in der Pflanze je nach der Temperatur reagiert Weiß bei *rubra* ließ sich durch Temperaturabsenkung dann nicht mehr verändern. Der Phänotypus überschritt einen gewissen Rahmen nicht. Er blieb innerhalb der "**Reaktionsnorm**", ein auf RICHARD WOLTERECK 1909 zurükzuführender und zunächst nicht sehr klar formulierter Begriff. Viele Variationen, so wurde bewußt, sind also nicht vererbbar, sind nichterbliche Reaktionen auf Reize, aber laufen ab auf Grund der im Organismus angelegten erblichen Anlagen. Die nichterblichen Abänderungen/Variationen wurden zunehmend "**Modifikationen**" genannt und von den erblichen "**Mutationen**" unterschieden. Rinder einer Rasse, mit gleichartigen Erbanlagen, werden je nach Ernährung dick oder dünn. Ein von den Erbanlagen her gutes Rind konnte unter schlechten Haltungsverhältnissen seine Leistungsfähigkeit nicht entfalten, Aber auch die schlecht ernährten Rinder bilden sich nicht zu einer anderen, vielleicht generell schlechteren Rasse um und ihre Nachkommen können wieder gut ernährt die Gestalt der Großeltern erneut ausbilden. Ein gut genährtes Rind und ein schlecht genährtes mochten ein sehr unterschiedliches Bild abgeben, aber sie konnten den gleichen Genotypus besitzen und dieser blieb auch bei der unterschiedichen Behandlung, also in unterschiedlicher Umwelt erhalten. Ein erblich gut gestellter Mensch bleibt in einer Gemeinschaft von Analphabeten am Ende selbst Analphabet. Veranschaulichen kann man sich das Bild vom Phnotypus vielleicht auch am Farbwechsel der Chamäleons auf unterschiedlichem Untergrund, wobei hier eine Abänderung in ein-und-demselben Individuum vor sich geht und nicht im Wechsel der Generationen. Bei der raschen Farbänderung kann sich an irgendeiner Erbsubstanz gar nichts ändern, das ist eine erblich angelegte erbliche Reaktivität wie die relativ raschen Anpassungen des Menschenauges an Lichtintensität und Entfernung.

## Das bleibende Streitthema: Wie ererbt sind beim Menschen Fähigkeit und besonders die Inteliigenz

Daß Intelligenz – und zwar von der Vererbung her - nicht jedem gegeben ist, meinten Forscher verschiedenster Fächer, war für viele fast unhinterfragte allgemeine Meinung, und das barg sozialen Sprengstoff, bis zur Gegenwart

Der britische Kältephysiker JAMES DEWAR, also kein Biologe, etwa erklärte 1902 als Präsident der britischen Naturforscherversammlung (1903, S. 7): "We cannot trace with precision the laws that govern the appearance of eminent men, but we may at least learn from history that they do not spring from every soil. They do not appear among decadent races or in races of retrogression. They are the fine flower of the practical intellect of the nation working studiously and patiently in

accordance with the great laws of conduct." Immerhin konnte man, bei gutem Willen, fast eine Willenshaltung zur Erzeugung von Leistungen herauslesen. BATESON forderte als Präsident der 84. Britischen Naturforscherversammlung 1914, in Australien, daß die Fortpflanzung von "inferior strains" (S. 30) bald zu einem Ende kommen muß, daß wir den "feeble-minded" sollten nicht mehr zugestehen als wir würden "allow parasites to breed on our own bodies." Zur Zeit sollte man in Heiratsangelegenheiten allerdings nicht zu weit gehen. Die sich selbst lobende Intelligenz der 'weißen Rasse' hat aber den Ersten Weltkrieg nicht verhindert!

Für einen Sozialisten war es gewiß eine Herausforderung, wenn etwa der führende deutsche Hygieniker MAX VON GRUBER, München, 1923 meinte, "daß ...die angeborene körperliche und geistige Beschaffenheit den Erfolgen von Erziehung und Unterricht eine unübersteigliche obere Grenze setzt", die bei der Mehrzahl der Menschen leider sehr niedrig gezogen sei. Das korrelierte mit der damals verbreiteten Ansicht von der Stabilität der Vererbungssubstanz, den Chromosomen, gegenüber Außeneinflüssen, auch denen des eigenen Protoplasmas, das die Chromosomen unbeeinflußt lassen sollte.

Gegenüber solcher Ansicht hatte PAUL KAMMERER, Wien, schon 1912/1913 (S. 231) (51) betont, daß die Auffassung, daß das "Keimgut" auch unter den schlechtesten Bedingungen nicht geschädigt werden kann, nicht zu einer Verbesserung der Bedingungen der in Armut lebenden Menschen anregt und nicht nur sein Bekenntnis für die "Vererbung erworbener Eigenschaften" abgelegt, sondern behauptete sie durch Experimente am Feuersalamander und an der Geburtshelferkröte bewiesen zu haben. KAMMERER klagte an: "... über die Lehre von der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften hinweg reichen sich die Reaktionäre in Wissenschaft und Politik die Hand" und behauptete 1925 (S. X) (52): "Mit der Vererbung erworbener Eigenschaften steht oder fällt des ferneren der menschliche Fortschritt." Angeblicher Versuchsfälschung beschuldigt und vielleicht auch aus anderen Gründen beging KAMMERER im September 1926 Suizid. Gegen generelle Charakterlumperei bei ihm spricht, daß er sich zum Pazifismus bekannte als das keine Karriereerleichterung war. Auch für den führenden Biologen OSKAR HERTWIG war die Anerkennung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wohl ein erwünschter Schlag gegen die ihm politisch verhaßte Selektionstheorie. Undiskutiert blieb bis in STALINs Zeiten, ob es denn eine geeignete Gruppe schon aufgeklärter guter sozialistischer Menschen gibt, welche die notwendige Umweltverbesserung für die zu verbessernden anderen in die Wege leiten konnte. Immerhin gab es Alphabetisierung, aber vom GULAG konnte wohl kaum der bessere Mensch kommen.

## Ausbau der Chromosomentheorie der Vererbung

Der Ausbau der 'Chromosomentheorie der Vererbung war das Werk der ab 1910 auf diesem Gebiet tätigen USA-Forscher THOMAS HUNT MORGAN (G. E. ALLEN 1978, E. MAYR 1984, A. H. STURTEVANT 1959) und seine Schüler,und bald gleichwertigen Mitarbetter CALVIN B. BRIDGE und ALFRED HENRY STURTEVANT, ausgebaut. Es war das Ergsbnis zahlreicher Forschungen, die in vorangegangenen Jahren den Ereignissen im Zellkern und besonders der Chromosomen gegolten hatten und von denen manche auch nicht zutrafen.

MORGAN wurde am 25. September 1866 in Lexington im USA-Staat Kentucky geboren. Sein Vater war USA-Konsul in Messina gewesen, schloß sich im USA-Sezessionskrieg den Konförderierten, den Südstaaten, an. Nach dem Studium an der Universität von Kentucky studierte MORGAN an der John Hopkins University in Baltimore. Er arbeitete dann vornehmlich entwicklungsphysiologisch, auch in Neapel, war 1891 bis 1904 associate professor an der höheren Frauenbildungsstätte in Bryn Mawr bei Philadelphia. 1904 wurde MORGAN Professor für Experimentelle Zoologie an der Columbia University in New York. Hier befand sich sein berühmter bescheidener "fly room", wo Abertausende von Taufliegen, *Drosophila melanogaster*, in Milchflaschen für Vererbungsuntersuchungen herangezogen wurden und mancher auch ausländische Forscher sich aufhielt. MORGAN folgte 1928 einem Ruf als Leiter der Kerckhoff Biological Laboratories am California Institute for Technology in Pasadena / Kalifornien. 1933 war er Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin, erhielt als führender Forscher in der Genetik damit den ersten Nobelpreis für ein der Medizin zunächst fernerstehendes Forschungsgebiet. MORGAN starb am 5. Dezember 1945.

Nach seiner Zeit als Entwicklungsphysiolge hatte sich MORGAN der Suche nach Mutationen und den Kreuzungen mit ihnen und auch den Wildtypen zugewandt. Für die Suche nach Mutanten und als Versuchtier bei seinen Vererbungsforschungen benutzte MORGAN die **Taufliege/*Drosophila***, vor allem Art *melanogaster,* die nur 4 Chromosomen besitzt und viele Erbanlagen/Gene sich auf demselben Chromosom befinden, also es nur 4 und so durchschaubare Koppelungsgruppen von Genen gibt und *Drosophila* sich leicht halten läßt.

MORGAN begann die Massenhaltung von ***Drosophila,* der Taufliege** um 1910, und bei ihr suchte er nun bewußt nach Erbänderungen/Mutationen, so wie sie DE VRIES postuliert hatte. MORGAN hatte, wohl 1900, den Versuchsgarten von DE VRIES in Holland besucht (A. H. STURTEVANT 1959), und DE VRIES war 1906 auf seiner ersten Reise in die USA, damals der gefeierte Begründer der Mutationstheorie, der MORGAN beeindruckte. Gehalten wurden die kleinen kaum stecknadelkopf-großen *Drosophila* in MORGANs Laboratorium in Milchflaschen,

deren Öffnung mit einem Wattepfropfen verschlossen wurde. Luft konnte also hinzutreten, jedoch ein Entweichen von Taufliegen von einer Flasche in eine andere schien verhindert zu sein. Wären Taufliegen unkontrolliert in eine Flasche geraten, hätte das die Versuchsergebnisse völlig in Frage gestellt. Ernährt wurden die Taufliegen zunächst durch in die Flaschen gegebene Bananenteile, die Nahrung durch STURTEVANT standardisiert. Die *Drosophila* ließ sich kurzzeitig immer wieder vermehren, man bekam Generation auf Generation, eine viel größere Generationenfolge als bei Pflanzen, die meisten nur eine Vegetationsperiode im Jahr haben. Und zum Vergleich gab es auch *Drosophila* in der Natur, zumindetsn in den Südstaaten der USA:

Zunächst hatte MORGAN vergeblich nach Mutanten in seinen Drosophila-Kulturen gesucht. Der bei MORGAN tätige scharfsichtige BRIDGE fand beim Waschen einer Flasche ein Drosophila-Individuum mit anderer Augenfarbe, 'vermilion-eyed'. Nun wurden bald weitere Augenfarben-Mutanten und Flügelabweichungen gefunden, bei 5000 - 10.000 Indivuduen 1 Mutante. Die rieisige Zahl der sich immer reichlich vermehrenden Drosophila gab diese große Individuenzahl her. Nun konnte gekreuzt werden,

Für die Anhänger der **Chromosomentheorie** MORGANs erschien als das Bild von den Erbanlagen: **Chromosomen** sind **voneinder unterscheidbar**, haben etwa unterschiedliche Grüße, und sind dennoch die Träger der Erbanlagen, und zwar auf jedem Chromsom andere. Auch wenn die Chromsomen während der Zellteilung unsichtbar werden können, erscheinen sie danach in gleicher Gestalt wieder, und durfte ihre **Kontinuität** angenommen werden. Hatten MENDEL und andere die Unabhänigkeit aller Merkmale angenommen, so mußten **auf dem gleichen Chromosom liegende Mekrmale** 'gekoppeöt'. sein, gab es so viele **Koppelungsgruppen** wie Chromosomen. Da *Drosophila* nur 4 Chromosomenpaare besitzt, konnte es auch 4 Koppelungsgruppen' geben, es sei denn, die Chromosmen brachen auseinander, In jedem Zellkern liegen die Chromosomen, die den Erbfaktor für gleiche Merkmale, etwa die Samenfaerbe, nebeneinander, das eine von der mütterlichen. das andere von der väterlichen Keimzelle, und diese homologen Chromosomen liegen so, daß sogar zusammengehörige Erbanlagen/Gene an einem Locus mit dem für das gleiche Merkmal zuständigen Locus des homologen Chromosoms parallel nebeneinander liegen. Auf die Begriffe von BATESON zurückgreifend, der sie nur nicht auf Chromosmen bezog: Die nebeneinander liegenden und je ein Gen bildenden Gene wurden **Allele** genannt Sie wirken in derselben Weise, sind dann **homozygot**, oder wirken unterschiedlich, **heterozygot**, also jedes Allel etwa für eine andere Samenfarbe, was auf die Unterschiedlichkeit dieser Allele verweist. Lagen in einem Chromsomen auch nur 2 Allele nebeneinander, so konnte es, für dasselbe Merkmal, wie CUENOT etwa bei der Fellfarbe für Hausmäuse fand, auch

weitere Allele geben, die in anderen Individuen vorhanden waren, bestand also **'multiple Allelie'** (u. a. E. MAYR 1984, S. 604). In die Keimzellen wurde infolge der Reduktionsteilung/Meiose, nur eines von 2 Allelen aufgenommen, diese Keimzellen/Gameten waren **haploid**. Bei der Befruchtung kamen mit der Keimzellenverschmelzung wieder 2 Anlagen/Allele für jedes Merkmal zusammen, je eines von jedem Sexualpartner. und die Zygote mit der von ihr abgeleitetetn Zellen dieses Organismen waren **diploid**. Waren die Allele vom Sexualpartner andersartig, **heterozygot**, dann kam es zu neuen Kombinationen. Beide Allele eines heterozygoten Gens konnten an der Merkmalsausbildung teilnehmen oder das eine wirkte so gut wie allein, war **dominant**. Das zugehörige, nicht sich msnifestiernde Allel war **rezessiv**. Nur wenn beide Allele das rezessive Gen trugen, konnte es sich auswirken. Ansonsten blieb es in der Merkmalausbldung meistens verborgen, auch wenn es um Gene für Erbleiden handelte. Die Gene waren wie Perlen auf einer Perlenschnur zu denken. Jedes Gen bestimmte ein Merkmal oder mehrere Merkmale, **Pleiotropie**. Jedes Gen war meistens nur einmal vorhanden, aber Verdoppelung war möglich. Nacheinander auf einem Chromosom aufgreihte Gene konnten ganz unterschiedliche Auswirkung haben, ganz unterschiedliche Merkmale bestimmten, "häufig Merkmale lomrollieren, die in keiner Beziehung zueinander.standen." Gene mit Einfluß auf dasselbe Merkmal, "die ein einzelnes Merkmal (etwa das Auge) beeinflussen" konnten, '**Polygenie**' "weit über alle Chromsomen vertreut sein" (E. MAYR 1984, S. 635). 'Mendelistisch' vererbt wurden nicht nur diskontinuierliche Merkmale, sondern auch kontunierlich erscheinende, wie Körpergröße, füt die zahlreiche Gene zustndig sind (S. 630, und die ebenfalls variierten..

Gab es in den Erbanlagen von homologen Chromosomen des einen Partners solche für weiße und dunkle Hautfarbe, so wurden sie mit den homologen Chromosomen in der Meiose getrennt, wurden aber weitergegeben. Dunkelhäutige Kinder konnten bei Paarung von äußerlich rein weißen Partnern nach Generationen wieder auftreten. Solche Worte wie "Blutmischung", "Halbblut" u. a. verloren ihren Sinn, ebenso wie unmöglich erschien, daß ein vorangegangener Geschlechtsverkehr mit einem anderen Partner irgendwelche Auswirkungen auf spätere Kinder mit einem neuen Partner hatten. Bei niederen Pflanzen kann sich eine haploide, geformte Generation ausbilden, die den diploiden Generattion in der Form nicht nachsteht.

Bei **Kenntnis der Erbsubstanz** schon **auf dem Niveau der Chromosomen** und nicht erst bei Kenntnis der chemischen Struktur der Erbsubstanz, der DNA/Desoxyribnukleinsäure wurde zur Zeit von MORGAN deutlich, daß nicht nur die Anlagen für die vererbten Merkmale weitergegeben wurden, sondern mit **Meiose** und der folgenden Keimzellenbilung, mit Ausfällen, Verdoppelungen und Verlagerungen von Chromosomenabschnitten und mit dem **'crossing over'** die damit

verbundenen individuellen Unterschiede innerhalb einer Art resp. Population verbunden waren und das auf damaligen Niveau als kausal bedingt gelten konnte. Neben den damals **unsichtbaren** offensichtlichen Veränderungen einzelner Erbanlagen, "Gene", **Gen-Mutationen**, auch Veränderungen in der Chromosomen-Zahl, einzelnen Chromosomen, **Chromosomen-Mutationen**, oder ganzer Chromsomensätze, **Genom-Mutationen**, zu Merkmalsveränderungen,

An den Chromosomen mit ihren perlschnurartig aufgereihten Genen konnten sich vor allem bei der Zellteilung **manche Vorgänge** abspielen, die sich **in der Vererbung auswirkten**, zu Merkmalsänderungen führten:

Der Ausfall eines 'Stückes' in einem Chromsom, eine '**deficiency**', gefunden an einer *Drosophila* von dem MORGAN-Schüler und -mitarbeiter BRIDGES am 25. September 1914. Solche 'deficiencies' begleitenden Merkmale sind im wesentlichen Ausfälle, deren Träger oft gar nicht mehr lebensfähig sind. Eine erste '**translocation**', eine **Ortsverlagerung** eines Chromosomenstückes, fand BRIDGES 1919. Ein kurzes Stück von einem Ende des 2. Chromsoms von Drosophila fand sich in das 3. Chromosom verlagert.

Viel diskutiert wurde die kreuzweise Überlagerung von 2 homologen Chromosomen, die chiasmatype, also vom entsprechenden mütterlichen wie vom väterlichen Chromosom. An der Überlagerungsstelle zerbrachen die Chromosomen und das eine Chromosenstück jedes der Chromosomenteilstücke verband mit dem Teilstück des anderen und die beiden anderen Chromosomenstücken verbanden sich ebenso miteinander. Mit diesem '**crossing ove**r' waren die Gene auf dem einen Chromosomenstück nun mit denen auf dem anderen homologen verbunden. Im Mikroskop gesehen hatte das veröffentlicht 1909/1910 der belgische Cytologe F. A. JANSSEN. Nun wurde es für die MORGAN-Schule wichtig, um den Einfluß der bei heterozygoten Chromosomen dabei entstandenen neuen Kopplungsgruppen zu verfolgen. Hatte das eine der homolgen Chromosomen die Erbfaktoren für "Weißäugigkeit' und 'Langflügeligkeit' und andere die für "Rotäugigkei' und 'Langflügeglichkeit', so konnten, wenn sich die dafür zuständigen Chromosomenstück verbanden, beide kombiniert auftreten. MORGAN prägte den Begiff 'crossing over'. Je entfernter Gene auf einem Chromosom lagen, um so häufiger mußte ihre neue Kombination möglich sein, weil sie bei größerer Entfernung öfter auf dem anderen Chromosomenstück erscheinen mußten. So konnte man annehmen, daß man ein Bild von den Entfernungen der Gene auf den Chromosmen erhielt, und sich **'Chrosomenkarten**' erstellen ließen.

Im Jahre 1925 fand STURTEVANT, daß '**Translokationen'** sich auf die Merkmalsausbildung auswirken. Es war damit erwiesen, daß es also nicht gleichgültig ist, an welchem Ort in den Chromosomen Erbanlagen liegen. Das schränkte die

Auffassung von der Unabhängigkeit der einzelnen Erbanlagen ein. Die Erbanlagen waren jedenfalls nicht in vollem Ausmaß jene beliebig kombinierbaren Faktoren, die fast so etwas wie eine 'Stöchiometrie' der Erbanlagen zuließen. Lag am Anfang der genetisch begründeten Evolutionsforschung das Augenmerk auf den als völlig oder doch beträchtlich voneinander unabhängig betrachteten Genen, so wurde deutlich, daß es auch Beeinflussung der Gene untereinander gibt. Es konnte sogar die Frage gestellt werden, ob es eben überhaupt die einzelnen Gene gibt oder ob die Vererbungssubstanz eher als 'Einheit' zu betrachten ist.

Auch die zahlenmäßiger Relation der Gene zueinander erwies sich als merkmalsverändernd, wenn einzelne Chromosomen wegen unterbliebener Trennung/disjunction statt 2-mal oder noch mehr mehrfach auftraten, oder auch dreimal - also in **Trisomie**. Zunahme oder Verschwinden einzelner Chromosomen wurde als **Chromosomen-Mutation** bezeichnet..Besonders bei Pflanzen gab es viele Arten mit verdoppelter Chromosomenzahl, die sich also durch **Diploidie** auszeichneten oder noch weitere erhöhte Chromosomenzahl, **Polyploidie**, aufwiesen, und das veränderte mehr oder weniger die Gestalt der Pflanzen und in dieser Chromosomenvermehrung konnte die Ursache für manche Artunterschiede gesehen werden. Die Verdoppelung und weitere Vervielfachung ganzer Chromosomensätze, die **Polyploidie**, führte **Genom-Mutationen**, fand sich namentlich bei Pflanzen. Etwa GEORG TISCHLER (G. REESE 1961), Kiel, prüfte in einem langzeitigen Datensammelprogramm Pflanzen aus verschiedensten Regionen systematisch auf Polyploidie, und polyploide Formen und solsche fanden sich namentlich unter extremeren ökologischen Bedingungen, was für Vorteil der polyploiden Pflanzen unter extremeren Bedinugen sprach.

**Chromosomen** – ihre **Zahl**, ihre **Gestalt**, die aus dem Aneinanderlegen bei der Kernteilung abzuleitende Anordnung der Gene – das schien ein wichtiger Schlüssel zur Feststellung von Verwandtschaften bei Pflanzen, das Verständnis für spezifische Vorgänge ihrer Fortpflanzung und der Erkenntnis von Evolutionsprozessen zu sein. CYRIL DEAN DARLINGTON (V. B. SMOCOVITIS 2004) an der John Innes Horticultural Institution bei London vom Volontär 1939 zum Direktor emporgestiegen, stellte deshalb für viele Pflanzen die "**Chromosome Botany**" zusammen, was in 1956 auch in einem Chromosomenatlas der Blütenpflanzen gipfelte.

## Weitere Beispiele für die Beziehung von Chromosomenzahl und Merkmalsausbildung

ALBERT FRANCIS BLAKESLEE (1922, E. W. SINNOTT 1959), USA, von dem Connecticut Agricultural Colle in Storr und ab 1915 für dauernd an der Carnegie

Institution in Cold Spring Habor hatte ab 1919 beim Stechapfel/*Datura stramonium L.,* einem hier neophytischen Unkraut, verfolgt, daß Stechapfelindividuen, bei denen einzelne der 12 Chromosomenpaare noch durch ein drittes gleichartiges Chromosom vermehrt waren, also **Trisomie** bestand, das Pflanzen mit veränderten Früchten ergab. Im Sommer wurden schließlich etwa 70.000 dieser Pflanzen angebaut. Es wurde schließlich bei jedem der 12 Chromosomenpaare irgendwann ein solches Zusatzchromosom gefunden und dem entsprachen 12 beschriebene abgeänderte Fruchtformen.

Bei Menschen mit dem **Down-Syndrom** ist das **Chromosom 21 3-fach** statt nur 2-fach, also in Trisomie, vorhanden, was also auch beim Menschen ein herausragendes Beispiel ist, wie eine äußere Veränderung mit einem sichtbar zu machendem Chromosomenvorgang verbunden isr, hier in tragischer Weise. schwere Veränderungen im Menschen hevorruft. Die Trisomie beim Chromosom 21 fand 1959 der Kinderarzt JERO´ME LEJEUNE (Wikipedia 2015), daß beim Down-Syndrom, dem 'Mongolismus', das Chromosom 21 3-mal vorhanden ist. Der Ausdruck 'Mongolismus' ist insofern unpassend, als zwar die Augenverengung wie bei den mongolischen Völkern erscheint, aber die mongolischen Menschen zum Teil besonders hochbegabt sind und nicht die Trisomie 21 aufweisen, die eher intellektuelle Einschränkung bringt. Aoßer dem eigenwilligen Aussehen und psychischen Besonderheiten wie starkes Zuwendungsbedürfnis haben Down-Syndrom-Patienten auch zahlreich andere Leiden, so 40 - 50% einen angeborenen Herzfehler, Darmerkrankungen, angeborenen grauen Star, auch früh Alzheimer (Apothekenumschau, Wikipedia u. a.). Das Down-Syndrom ist keine Erbkrankheit, sondern kann jede Schwangere treffen, je älter desto mehr. Auch das Alter des zeugenden Mannes mag mitspielen. Weltweit gibt es das Down-Syndrom bei 1 von 700 Neugeborenen. In Deutschland lebten um 2010 etwa 50.000 Menschen mit dem Down-Syndrom. Die Trisomie des Chromosoms 21 läßt sich noch im Mutterleib im Fruchtwasser nachweisen. Eine Frau mit Down-Syndrom kann ein normales Kind bekommen. Ein normales Kind mit einer Mutter mit Down-Syndrom - wie weit ist auch das zumutbar? Man kann viel schönreden und will jene auffangen, welche einen der Natur zuzuschreibenden Genomfehler haben, aber die Abhängigkeit der eigenen Person von einem Fehler in der Chromosomenverteilung ist schon entsetzlich und verdeutlicht die Macht der Erbsubstanz, der Chromosomen. 1963 klärte LEJEUNE die Chromsomenzahl-Veränderung beim Katzenschrei-Syndrom. Abteibung wollte der katholische LEJEUNE nicht. Na, weise? Wie weit muß dem sich gebeugt werden?

FRITZ VON WETTSTEIN (A. KÜHN 1961), 1925 Ordinarius für Botanik in Göttingen, 1931 in München, 1934 als Nachfolger von CORRENS Direktor des Kaiser-Wilhelm Instituts für Biologie in Dahlem, verwendete für Vererbungsexpe-

rimente **Moose**, die sich einfach halten und auch vegetativ vermehren lassen. Die grüne Moospflanze hat nur den einfachen Chromosomensatz, ist haploid. Auf ihr bilden sich Geschlechtsorgane, fast wie "Blüten", und aus der befruchteten Eizelle wächst nunmehr mit dem doppelten Chromosomensatz, diploid, der Stiel, der die braune Mooskapsel bildet. In ihr entstehen Sporenmutterzelle. Jede Sporenmutterzelle teilt sich in 4 Sporen, die wegen der Reduktionsteilung wieder haploid sind, also den einfachen Chromosomensatz aufweisen. Werden 2 Moosarten gekreuzt, indem männliche Geschlechtszellen, Schwärmsporen, auf das weibliche Geschlechtsorgan, Archegonium, einer anderen Art gebracht werden, entsteht ein Stiel mit Kapsel, Sporogon, in dem bis zu den Sporenmutterzellen jede Zelle die Chromosomensätze beider Arten enthält. Bei der Teilung entstehen Sporen mit je nur einem Chromosomensatz, 2 mit dem von der einen, 2 mit dem von der anderen Art. Die Spaltung in die Merkmale der beiden Elternarten läßt sich sofort erkennen. Aus den diploiden Zellen des Stiels lassen sich vegetativ Moospflänzchen mit nun diploiden Zellen gewinnen, die diploide Geschlechtszellen und aus denen tetraploide Moospflanzen gewonnen werden. So ließen sich mit vielen Chromosomensätzen ausgestattete, hoch polyploide, Moospflanzen erhalten, also Wirkung von Polyploidie studieren. Sie kam an eine Grenze. Abnormitäten regelten sich aber schließlich wieder ein. FRITZ VON WETTSTEIN reiste mit einer verschleppten Lungenentzündung im Winter 1945 nach dem Süden, wo in Hechingen Teile seines Instituts fortgeführt wurden, und starb am 12. Februar 1945 in seinem in Trins in Tirol, 50 Jahre alt.

Bei den Zellteilungen, auch bei der Bildung der Keimzellen, bilden sich nicht nur die Chromosomen abgesehen von Stoffaufnahme aus sich selbst, sondern auch die **Mitochrondrien**, bei Pflanzen die **Chloroplasten**, weitere Partikel im Protoplasma, und dabei wurden Eigenschaften an die Nachkommen weitergegeben, was auch unter "Vererbung" eingeordnet werden konnte. BAUR untersuchte die Weitergabe der grünen und ausgebleichten Chloroplasten bei Pflanzen mit bleichen Geweben, etwa mit weißten, "panaschierten", Blattpartien, so bei *Pelargonium zonale*.

Für die Erforschung der Vererbung und von Erbänderungen waren Lebewesen mit rascher Generationenfolge und reicher Nachkommenschaft nötig. Das bot Drosophila, das boten für Säugetiere schon eingeschränkter die Mäuse. Höhere Pflanzen haben pro Jahr oft nur 1 Generation. Ein großer Sprung für viele Probleme war die **Nutzung von Mikroben**. Sie boten rasche Generationenfolge mit Millionen Individuen.

## Ausbau der Mosaikauffasung von den Lebewesen

Mit der Auffassung von einzelnen Erbfaktoren wie bei DE VRIES und bald bei den Genetikern wurde der Organismus als letztlich aus einzelnen Bestandteilen funktioinierend angenommen, was die Zellentheorie des 19. Jh. schon auch angenommen hatte. So meinte DE VRIES schon 1889: "..., dass der Charakter jeder einzelnen Art aus zahlreichen erblichen Eigenschaften zusammengesetzt ist, von denen die meisten bei fast unzähligen anderen Arten wiederkehren. Und wenn auch zum Aufbau einer einzelnen Art eine so grosse Zahl derartiger Faktoren erforderlich ist, dass wir fast vor den Konsequenzen unserer Analyse zurückschrecken, so ist es doch andererseits klar, dass zum Aufbau sämmtlicher Organismen eine im Verhältnis zur Artenzahl geringe Anzahl von einheitlichen erblichen Eigenschaften ausreicht" (in Ausgabe 1920/MCMXX, S. 9)

Der Züchter sollte als wie der Chemiker mit Atomen und Molekülen Substanzen aufbaute, neue Sorten von Organismen schaffen, gemäß etwa R. C. PUNNETT (1910): "Der Züchter ist imstande, auf synthetischen Wege, Merkmal für Merkmal, die Pflanze oder das Tier, das er wünscht, aufzubauen."

## Gewollte Änderungen der Erbanlagen / Mutationen bewußt hervorgerufen, "induziert"

Der führende US-amerikanische Genetiker JOSEPH HERMANN MULLER fand 1927, daß Röntgenstrahlen bei Drosophila die Mutationsrate erhöhen. Die X-Strahlung dringt offenbar durch den Körper, das Soma, hindurch und kann unmittelbar auf die Vererbungssubstanz treffen oder durch Zwischenproukte wirken. **Mutationen** werden "**induziert**". MULLER (E. A. CARLSON 1981). MULLER wies nach, was andere vermutet hatten, aber dessen Beweis offenblieb. MULLER war am 21. Dezember 1890 in New York in relativ bescheidenen Verhältnissen geboren worden, studierte ab 1907 an der Columbia University New York unter anderem Zoologie, auch bei MORGAN. MULLER wirkte 1915 bis 1918 am Rice Instiute in Houston / Texas und wurde 1920 Associate Professor, 1925 Professor der Zoologie in Austin an der Unversität von Texas. Hier offenbarte er Neigung zu den politisch Linken. Nach einem Forschungsaufenthalt in Berlin-Buch folgte er einer Einladung VAVILOVs nach der Sowjetunion. Hier plädierte er 1935 in dem Buch "Out of the Night" für eine extreme Eugenik. Möglichst viele Frauen sollten mit den Spermien von Genies wie, ausdrücklich genannt LENIN oder EINSTEIN, befruchtet werden. So sollte eine bessere Menschheit gezüchtet werden. Aber bei STALIN war mit solchen Ideen nicht anzukommen. Die Genetik wurde zunehmend verfolgt. MULLER floh aus der Sowjetunion. Zunächst ging er zu

den Linken in Spanien. Dann wurde er Dozent in Edinburgh. 1940 übersiedelte er wieder in die USA, war 1945 bis 1953 Zoologie-Professor an der University of Indiana in Bloomington, politisch noch mißtrauisch beäugt. Der 1967 gestorbene MULLER erhielt namentlich für die Entdeckung der Induzierung von Mutationen 1946 den Nobelpreist für Physiologie oder Medizin.

Nach etlicher Zeit wurden auch gewisse **chemische Substanzen** als **Mutationen induzierende Agenzien** gefunden. Um 1942/1943 fand die aus Deutschland nach Edinburgh emigrierte Jüdin CHARLOTTE AUERBACH, Enkelin eines Breslauer Anatomieprofessors, mutagene Wirkung beim Kampfgas Lost, Der britische Chirurg ROBSON hatte festgestellt, daß Verbrennung durch Senfgas denen von Röntgenstrahlen sehr ähnlich sind und so die Prüfung eventueller auch mutagener Eikrung von Senfgas angeregt (E. MAYR 1984, S. 640). In Freiburg i. Br. war es der nicht-jüdische und mit einer Jüdin verehelichte und deshalb hintangestellte FRIEDRICH OEHLKERS (H. MARQUARD 1974), der die mutagene Wirkung zuerst bei Urethan nachwies. BLAKESLEE und AMOS G. AVERY (1937) entdeckten, daß Colchizin, das giftige Alkaloid in der Herbstzeitlose/*Colchicum autumnale* Polyploidie, Chromosomenverdoppelung hervorbringt.

Die Vererbungssubstanz, die Chromosomen, sind einerseits ziemlich **stabil** zu sein, und konnten offensichtlich deshalb und nur deshalb ihrer Funktion für die Weitergabe der Elternmerkmale auf die Nachkommen gerecht werden. Muttionen treten von Natur aus selten auf. Aber wenn energiereiche Strahlung und chemische Substanzen auf die Chromosomen und damit ihre Gene einwirken konnten, dann waren Gene, wie vernutet, zwar nicht unbedingt leicht veränderbar, aber nicht ohne chemische Reaktionsfähigkeit, waren chemische Substanzen und **nicht ein völlig inertes** Gebilde. Wie irgenwie jede Substanz **konnte** sie **verändert werden**. Mutationen wurden vererbt wie natürliche Mutationen. Verbessernde Abänderungen fanden sich jedenfalls bei Tieren laum. Sichtbar gemacht werden konnten etwa Chromosomenbrüche/breakage, mit auch neuartiger Verschweißung bei Translokationen/Chromosmenaustauschvorgängen, deletions/Ausfälle, duplications/Verdoppelung von Chromosomenteilen (E. A. CARLSON 2011, S. 132 u. a.).

Mutationsauslösende Agenzien wie energiereiche Strahlung und wohl wirksaeme chemische Substanzen gibt es **in der Umwelt der Menschen**, besonders auch der menschengemachten Umwelt. Schutz vor solchen Agenzien erschien nun als nötig,, damit die menschliche Erbsubstanz nicht durch nicht mehr zu beseitgendes Mutationen nicht immer schlechter wird.

Und ab 1945 erschien eine weitere mutationsauslösende Gefahr der **radioaktive Fall out der Atombombenversuche**. Genetiker wie MULLER und STURTE-

VANT und ein Chemiker wie PAULING waren unter jenen, die ein Ende der Kernwaffenversuche und überhaupt die Kontrolle der Umwelt wegen mutationsauslösende Agenzien forderten. Wie eventuell übertrieben das war, etwa wegen in Hiroshima und Nagasaki trotz der zahlreiche Fälle von Blutkrebs kaum aufgetretenen Erbschäden, müßte die Zukunft zeigen. In einem aufwendigen Forschungsprogramm von Seiten der USA wurden seit 1957 die etwa 300.000 Überlebenden zu testen versucht (J. R. PAUL 1974, S. 84/85).

Wie die Keimzellen können durch die mutationsauslösnede Agenzien oder natürlich auch "spontan" auch einzelne Körperzellen mutieren, gibt es **Somatische Mutationen**. Diese Zellen übertragen diese Mutationen auf die aus ihnen im Körper hervorgehenden Zellen.

**Mutagene Faktoren** erwiesen sich oft auch als **cancerogen**, also krebs-erzeugend. Veränderte Vererbungssubstanz läßt andersartige Enzyme erscheinen, auch solche, welche die ungebremste Zellvermehrung, die stärkere Zellproliferation anregen oder bei Nachbarzellen nicht verhindern. Bösartige Tumoren wären nach dieser Auffassung somatische Mutationen. Die Krebs-Theorie verband sich in die Genetik. Möglichst alle neuen Substanzen müssen geprüft werden. Es werden auch Tumorzellen mit Substanzen getötet, die andererseits auch tumorauslösend wirken.

## Chromosomenreparatur / repair

Wie sich zeigte, hat die Zelle Möglichkeiten, enzymatische, Chromosomenstörungen auch wieder zu beheben, zu 'reparieren'/repair (E. A. CARLSON 2011, S. 167 u. a,.). EVELYN M. WITKIN fand 1944 in der USA-Forschungsstation Cold Spring Harbor eine mutierte Linie/strain des Bakteriums *Escherichia coli,* das resistent war gegen die bei anderen Organismen Mutationen auslösende Ultraviolett-Strahlung/UV. (auch Wikipedia 2012), Die von WITKIN und anderen weiter erforschte Fähigkeit zur Chromosomenreparatur ist bei den verschiedenen Organismenformen unterschiedlich. Zu viel Reparatur senkt die Zahl auch der für die Evolution nötigen Mutationen. Zu wenig Reparatur läßt zu viele erbverändernde Individuen entstehen, was zur Verwilderung im Artbild führen kann. Der Mensch bräunt sich am Strande und die Chromosomenreparatur korrigiert zahlreiche Chromosmenschädigungen.

## Neue Großeinteilung der Organismenwelt auf Grund ihrer Zellstruktur

Bis weit ins 19. Jh. hatte man in der Organismenwelt 2 Reiche (kingdoms) unterschieden: das der **Pflanzen**, das der **Tiere**. Die Zuteilung aller, auch der einfachsten Organismen zu einem dieser beiden Reiche erschien aber zunehmend willkürlich. Schon HAECKEL hatte 1866 für die niederen Organismen, einschließlich Algen, das Reich der **Protisten** aufgestellt. Ungeteilte Anerkennung blieb versagt. Gerade die Aufstellung der ganz großen Gruppen blieb umstritten.

Eine neue Einteilung war gebunden an die Erforschung der Zelle, namentlich die stärkere Vergrößerung, die bessere Erkennung der feineren Zellbestandteile.

Der französische Zoologe EDOUARD PIERRE LEON CHATTON gebrauchte 1925. die Termini **Prokaryoten** (procariotique) für alle jene Einzeller ohne Zellkern im engeren Sinn, also Bakterien und Blau"algen", und **Eukaryoten** (eucariotique) für alle Organismen mit Zellkern in den Zellen, ob Einzeller oder Vielzeller. Der Prokaryotenzelle stand die Eukaryotentelle gegenüber.

Die Eukaryota wurden später in 4 Reiche eingeteilt: **Protisten, Pilze** (Fungi, Mycota), **Pflanzen, Tiere**. Bemerkenswert gegenüber früheren Einteilungen erscheint das Reich der Pilze. Diese haben zwar manche pflanzenähnlichen Merkmale und Botaniker nahmen sich ihrer an, aber die Pilze alle besitzen kein Chlorophyll, ernähren sich also heterotroph, viele von nicht zuletzt durch Pilze sich zersetzendem Substrat als Saporophyten und manche sind Parasiten, und ihre Zellwände bestehen aus Chitin, dem Gerüststoff ansonsten der Gliedertiere. Außerhalb aller stehen die **Viren**, die nicht frei leben, sondern nur in anderen Zellen Lebenserscheinungen aufweisen, vor allem Vermehrung.

Nach eingehender Untersuchung von stofflichen Bestandteilen der Bakterien, der in den Ribosomen konzentrierten RNA / Ribonucleinsäure (acid = ...säure) wurde um 1980 um C. R. WOESE (G. E. FOX et al. 1980) eine Aufgliederung der bisherigen Bakterien resp. **Prokaryoten** vorgenommen, und zwar **in 2 völlig getrennte "Reiche**" (kingdoms), also der größtmöglichen Kategorie in der Einteilung / Systematik der Organismen. Das war 1. das Reich der **Eubakterien**, 2. das **Archaebakterien**. Die Angehörigen beider Reiche besitzen keinen geformten Zellkern, wenn auch Zellkern-Substanz. Diese Neueinteilung wurde bezeichnet als "A revolution is occuring in bacterial taxonomy" (G. E. FOX et al. 1980, S. 457). Zu den Archaebacterien gehören die 1. Methan-erzeugenden / Methanogens, 2. die recht hohe Salzkonzentration ertragenden / Halobacteria, 3. recht hohe Hitze und Säure-ertragende / Thermoacidophile. Da die von den Archaebacterien bewohnten Standorte für die übrigen Organismen als extrem gelten müssen, aber solche

Standorte auf der Früherde anzunehmen sind, gelten sie als besonders alt, vielleicht als frühe Lebewesen, eben "archae..." Oder sind es spätere Anpassungen?

Ganz anders war dann die Zelle des **3. großen Reiches,** das der **Eukaryoten**. Hierzu zählen Pflanzen wie Tiere, die einstigen großen getrennten Reiche, die also nun eher Unterreiche wurden. Ihre Zellen galten als zustandegekommen durch Vereinigung von Bakterien, von denen also in der neuen Zelle, in der also bisher getrennte Wesen in Symbiose zusammentraten, getrennte Wesen zum Zellkern wurden, andere (?) zu Mitochondrien und auch die Chloroplasten waren einst Gebilde von Eubakterien, den Blau"algen" = Blau"bakterien" / Cyanobacteria. Die zu den Prokaryota zählenden Blau"algen" sind 'Vorläufer' der höheren grünen Pflanzen nur insofern, als sie die Chlorophyll enthaltenden Chloroplasten erwarben und etliche in andere Zellen eindrangen und damit Chloroplasten und so Chlorophyll in Zellen mit Zellkern einführten. Ein neuer Zelltyp, jener der grünen Pflanzen, entstand.

Die Großeinteilung der Organismenwelt ist also: 1. Reich (kingdom) der Eubacteria, 2. Reich der Archaebacteria, 3. Reich der Eucaryotes. Und wie steht es mit dem für alle anzunehmenden gemeinsamen Vorfahren?

## Die "Synthetische Theorie der Evolution"

Mit den Erkenntnissen der Genetik, mit der Unterscheidung nichterblicher Modifikationen und der erblichen, sich nach den Mendelschen Gesetzen vererbenden Mutationen, wurde die Evolutionstheorie neu gefaßt. DARWINs Annahmen wurden präzisiert. Richtungslos sollten die Mutationen auftreten. Die Selektion ließ die Geeigneten überleben. Zur Bestätitigung wurde etwa nach Mutationen und der Häufung bestimmter Mutanten in der Natur gefahndet, so wie es etwa THEODOSIUS DOBZHANSKY 1937 beschrieb.

Auffälligere Mutationen, die zudem nicht eher nachteilig erschienen, wurden kaum angetroffen. Nicht durch sie sollte der Artenwandlungen nach den weiteren Vorstellungen zustandekommen, sondern eine Fülle von kleineren, namentlich auch sich in der Physiologie auswirkenden erblichen Unterschieden, von denen vielleicht jedes Individuum eigene aufwies, und durch die sich die verschiedenen Bestände, "Populationen", einer Art unterschieden, sollte Grundlage der Selektion sein. Die Vielzahl von Erbanlagen in den Arten, ihr reicher "genpool", sollte es möglich machen, daß je nach Umweltbedingungen rasch aus den Überlebenden neue Formen mit etwas anderen Erbfaktoren-Zusammensetzung entstanden.

DOBZHANSKY (F. J. AYALA 1981), hauptsächlichster Begründer der auf der Genetik aufbauenden Evolutionstheorie, war am 25. Januar 1900 in der kleinen

ukrainischen Stadt Nemirov als einziges Kind eines Mathematiklehrers für höhere Schulen geboren, wuchs dann vor allem in Kiew auf, forschte nach dem Studium auch an Drosophila in Leningrad. Mit Hilfe der Rockefeller Foundation konnte er 1927 zu einem Studienaufenthalt in die USA, zu MORGAN in New York kommen. Er kehrte nicht in die Sowjetunion zurück. DOBZHANSKY folgte MORGAN an das California Institute of Technology in Pasadena, wurde hier 1929 professor in Pasadena, Kalifornien, 1936 Professor, 1940 bis 1970 Professor an der Columbia University in New York. Bis zu seinem Tod an Leukämie am 18. Dezember 1975 war er seit 1975 adjunct professor an der Universität Davis / Kalifornien. Von Deutschland nicht wie 1937 gefordert in die Sowjetunion zurück ging der 1925 im Rahmen eines Vertrags über Wissenschaftleraustausch in das Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung nach Berlin-Buch gekommene 26-jährige NIKOLAI WLADIMIROWITSCH TIMOFÉEFF-RESSOVSKY und seine Frau HELENA, Biologin. Unter TIMOFÉEFF-RESSOVSKY wurden etwa Drosophila aus der Natur, auch aus Berliner Mülltonnen, eingefangen und auf auf Mutationen untersucht. Es ergab sich das Vorhandensein zahlreicher rezessiver Mutationen. In Strahlunsversuchen wurde die Mutationserzeugung geprüft. An Marienkäfern der Gattung Epilachna wurde das unterschiedliche Auftreten einzelner Varianten in verschiedenen Jahrszeiten und so die offenbar stattfindende Selektion getestet. Während der Hitlerzeit konnte TIMOFÉEFF-RESSOVSKY in seinem Institut weiterarbeiten, während sein Sohn wegen Hilfe für Fremde 1945 im Konzentrationslager Mauthausen umgebracht wurde. Nach dem Einmarsch der Sowjettruppen wurde TIMOFÉEFF-RESSOVSKY Bürgermeister von Buch. Am 14. September 1945 wurde er verhaftet. Er kam in ein Lager im Norden Kasachstans, später in ein gefängnisartiges Forschungslabor im Ural, erhielt 1955 eine leitende Position in der Ural-Filiale der sowjetischen Akademie der Wissenschaften, leitete ab 1964 in der "geschlossenen" Stadt Obninsk nahe Moskau eine Abteilung der Wissenschaftsakademie. Viel beachtet starb er 1981.

Unter den deutschen Biologen, welche die "synthetische Theorie" der Evolution ausbauten lieferten wesentliche Beiträge BERNHARD RENSCH und ZIMMERMANN.

## Die viel umfassende Symbiose – bis hin zu neuen Vorstellungen über die frühe Evolution

Mit den Flechten als Gemeinschaft von **Algen und Pilzhyphen**, mit dem Zusammenleben von **Pilzen und Baumwurzeln** war schon ein Blick in ein vorher unerwartetes Zusammenleben von Organismen gegeben worden, offenbar zum Vorteil beider Partner, ihres besseren Bestehens in der Evolution. Der Meereszoologe

KARL BRANDT, ging, 1881/1882, dem schon beobachteten Phänomen nach, daß manche Wassertiere, so Süßwasserschwämme, Süßwasserpolypen, verschiedene Infusorien und Strudelwürmer, einzellige grüne und gelbe Algen und damit Chlorophyllkörner enthalten, **Zoochlorellen**, die nicht als ursprüngliche Bestandteile der Tierzellen gelten sollten, aber durch ihre wie in Pflanzenzellen in den Tierzellen stattfindende Assimilation des anorganischen CO2 den **Tierzellen organische Substanzen** liefern. Die Zoochlorellen erwiesen sich auch isoliert als lebensfähig,. Sie waren offenbar in die Tierzellen eingewandert, konnten bei der Vermehrung auch weitergegeben werden.

Die Vorstellung von Symbiose konnte in der ersten Hälfte des 20. Jh. nicht nur ausgebaut werden, sondern der Zusammentritt von verschiedenen Organismen, das schließliche ständige Zusammeleben von Organismen auch ganz unterschiedlicher Entwicklungshöhe, von Mikroben mit höheren Organismen, schien ein **Grundprinzip der Evolution** zu sein, namentlich beim Zustandekommen der großen Evolutionsschritte in der fernsten Vergangenheit.

Der russische Biologe KONSTANTIN SERGEJEWITSCH MERESCHKOWSKY (1910) meinte die Schaffung einer neuen Evolutionstheorie zu bewerkstelligen, wenn er zwei Plasma-Arten in den Organismen annahm und durch deren Zusammentreten die höheren Organismen entstanden, also Symbiose verschiedender Grundbestandteile die höheren Organismen zuwegebrachte. Einst freilebende Blau"algen", Cyanophyceen, sollten durch Eintritt in die Zellen von niederen Lebewesen die **Chloroplasten**, die chlorophyllhaltigen Körperchen der grünen Pflanze, zustandegebracht haben, wobei sie mit den Pflanzenzellen mitvermehrt wurden. Grüne körnige Algen in manchen tierischen Einzellern sind ja auf jeden Fall Symbionten. Auch der Zellkern der Zellen höherer Organismen sollte von einst freilebenden Bakterien stammen. KONSTANTIN S. MERESCHKOWSKY (L. SHUMEYKO et al. 2007) war Sohn eines hohen zaristischen Beamten und Bruder des antibolschewistischen Schriftststellers DMITRI S. MERESCHKOWSKY. KONSTANTIN S. MERESCHKOWSKY löste sich als junger Mann von der Religion und sympathisierte mit den Anarchisten, im Zerwürfnis mit seinem Vater. Er wurde Meereszoologe, untersuchte die Kieselalgen (Diatomeen), forschte an der Westküste der USA, wurde, politisch gewendet, Professor an der Universität Kasan. Nach Westeuropa regelrecht geflohen, wurde ihm, durchaus begründet, Pädophilie nachgesagt, und er beging in einem Hotel in Genf 1921 Freitod.

Abgeklärter diskutierte die Symbiose als Evolutionsfaktor der russische Botaniker FAMINZYN.

B**akterien in Leuchtorganen** mancher leuchtender Tiere und offenbar für das Leuchten irgendwie zusttändig fand der aus Sizilien stammende Zoologe UMBER-



Abbildung 1644: Zelluloseverdauer Termiten.

TO PIERANTONI, Turin und dann Neapel, und er wie der Tscheche KAREL SULC fanden Bakterien in offenbarer Symbiose ständig **im Darm** von gewissen Insekten, **von Zikaden**. Und von PIERANTONI auf Ischia angeregt hat der Zoologe PAUL BUCHNER (1928, 1932 / 1933), Breslau und seit 1934 in Leipzig, mit seinen Schülern eingehend das Vorkommen von Bakterien und Hefen in Insekten im Darm untersucht, Mikroben, welche die den meisten Tiere versagte **Zellulose-Verdauung** im Insekten-Darm berwerkstelligen und damit es für die Termiten möglich machen, sich **mit Holz zu ernähren**.

In der Natur herumliegendes Holz wird so abgebaut, aber oft verhängnisvoller Weise auch das Holz von Bauten angegriffen. Bohrmuscheln bilden das die Zellulose verdauende Enzym selbst.

Für BUCHNER gingen die Vorstellungen etwa MERESCHKOWSKYs und anderer, so über die Mitochondrien als in die Zellen der höheren Organismen aufgenommener Bakterien, allerdings etwa 1928 zu weit.

In der Botanik und Mikrobiologie gab es Probleme mit der Reinkultur der Mikroorganismen, mit der unterschiedlichen Lesitungsfähigkeit der verschiedenen Stämme, mit der geeigneten Nährlösung un deren Zusatzstoffe und so zogen **über Jahrzehnte hin die Diskussionen: Wer ist, allein oder in Symbiose**, zur Stickstoff-Bindung befähigt. Auch die einmal schon für die Stickstoff-Bindung ausgemachten Mikroben, so BEIJERINCKs *Azotobakter chroococcum* kam wieder in Zweifel, aber blieb dann als befähigt (M. SCHRÖDER 1932). 1913 (A. OES) war über "die Assimilation des freien Stickstoff durch" den **Wasserfarn *Azolla*** *filiculoides* berichtet worden, der in einer Versuchreihe über Ernährung von Wasserpflanzen durch gutes Gedeihen in einer Lösung ohne Salpeter auffiel. Angenommen wurde, daß eine in dem Wasserfarn lebende **Blau"alge"** ***Anabaena*** den Stickstoff bindet. Eine

Azolla wächst reichlich in Reisfeldern und Stickstoffbindung würde sie also düngen. Es wurde über das Gedeihen von 3 aus dem Erdboden gewonnenen **Blaualgen**-Arten, auch eine ***Nostoc***-Art, berichtet (K. DREWES 1928), die vielleicht auch allein oder mit Bakterien, denen sieals Chlrophyll führende Organismen organische Substanz liefern, Luftstockstoff binden. Ein Start mit Stickstoff-Verbindungen mochte ihr Wachstum so weit voranbringen, daß sie dann selbständig die Bindung vornehmen konnten. In den **Wurzelknöllchen** der **Erlen**, *Alnus glutinosa* und *Alnus incana*, hatte man **Actinomyceten**, Strahlen'pilze', nachgewiesen, welche wie die Bakterien in den Wurzelknöllchen der Leguminosen Luft-Stickstoff binden sollten. In aufwendigen und oft nicht aussagekräftigen Versuchen wurden in nitratfreier Wasserkultur Erlenkeimlinge aufgezogen und dem Wasser mit den noch recht kleinen Erlen-Keimlingen eine Actinomyceten-Aufschwemmung zugesetzt. Wie berichtet wurde (O. v. PLOTHO 1942, S. 17), bildeten sich im Herbst 1940 "an den Seitenknöllchen der infizierten Erlen auffallend viele kleine Knöllchen". Die Stickstoff.Bindung geschah jedoch offensichtlich nicht ohne Kohlenhydrate in den Nachbarzellen.

Stickstoff-Bindung durch Blaubakterien im Wasserfarn *Azolla* auf den überfluteten Reisfeldern, Stickstoff-Bindung im Ackerboden durch freilebende Bakterien, ja Stickstoff-Bindung im tropischen Meer durch dort freilebende Cyanobakterien der Gattung *Trichodesmium* gelten heute als gesichert.

## Allumfassende Symbiose. - Schritte in der frühen Evolution

Die Vorstellungen über symbiontische Entstehung der grundlegenden niederen Organismengruppen wurde in den letzten Jahrzehnten des 20. Jh. ausgebaut und verstärkt. Immer wieder bezweifelt, erlangte die Auffassung von umfassenden Symbiose-Schritten in der frühen Evolution, als die grundlegenden Merkmale höherer Lebewesen sich herausbbildeten (U. G. MAIER 1996), weite Anerkennung. Führend daran beteiligt war die 2011 verstorbene US-amerikanische Biologin LYNN MARGULIS an der Universität von Massachusetts in Amherst (Wikipedia 2018).

Das gilt für die **Mitochondrien**, die Zellorganellen der Sauerstoff-Verwertung in der Zelle. Diese Sauerstoff-Verwertung, welche das Leben auf der Erde totel veränderte, wäre eine Erfindung von Bakterien gewesen, die, stark verändert, nach dem Eintritt in die Zellen mehrzelliger Lebewesen deren Existenz in der Sauerstoff-Welt und der damit verbundenen viel besseren Energie-Gewinnung zustandegebracht haben (G. SCHATZ 2008). Die Mitochrondrien haben ein begrenztes eigenes Erbgut, werden mit der Gesamtzelle vermehrt, sind nicht mehr freilebend.

Etwa 5 bis 7 kg des erwachsenen Menschen sind Mitochondrien. Und ebenfalls diskutiert und vertreten von MARGULIS: Sind die **Flimmerhaare** in höhere Zellen aufgenommene und ebenfalls mit der Gesamtzelle sich vermehrende Geißeln, die von niederen kernlosen Organismen herkommen? Die Zellen der Organismen mit Zellkern, die Eukaryotenzellen, ob als Einzeller einzeln lebend oder in vielzelligen Organismen, wären nach der Symbiontentheorie sich selbst vermehrende Kolonien niederer Organismen? So wie Einzeller, etwa zu den Algen gestellte grüne Einzeller, ihrerseits Kolonien bilden, etwa die aus einer größeren Zahl grüner Zellen bestehende kugelige *Volvox*? Damit wäre das Bild der frühen, natürlich auch Hunderte Millionen Jahre währenden Evolution verändert. ERNST MAYR meinte: "Die Evolution der eukaryontischen Zelle war das wichtigste Ereignis in der Geschichte der organischen Welt" (Personenlexikon.net: Margulis).

**Bakterien wären also die Erzeuger, die "Erfinder", der Chloroplasten, der Mitochondrien, gar des Zellkerns, vielleicht auch der Flimmerhaare** (R. DAWKINS 2002) und natürlich der **Bindung des Luft-Stickstoffs**. Die Vereingigung solcher "Erfindungen" brachte dann die eukaryontischen Zellen überhaupt und spezielle solche Zellen und davon abgeleitet die höheren Organismen zustande. Stickstoff-bindende Bakterien sind nicht in die Pflanzenzellen oder die Zellen des Termitendarmes voll aufgenommen, treten aber ziemlich regelmäßig in ihnen auf. Hier könnte man fast an eine Vorstufe einer sich bildenen Dauersymbiose denken.

Evolution wenigstens auf den frühen Stufen bei entscheidenden Schritten war also nicht nur "evolutio" im Sinne von "Auswicklung", sondern "Zusammenfügung", dauerndes Zusammenbleiben getrennter Partner, war in manchem mehr Synthese als Ausschluß. Das Problem war**, wie gelang es**, daß in einfache Zellen aufgenommene weitere **Bestandteile,** andere Mikroben, **dort eingefügt** wurden und wie kam die Koordination, die Gestaltung von Beziehungen zwischen den 'alten' und den 'neuen' Bestandteilen, etwa den aufgenommenen Mitochondrien, zuwege. Schließlich ist das Zusammenwirken der verschiedenen Zellbestandteile ein wichtiges weiterbestehendes Forschungsproblem.

Die Vorstellungen über Symbiose fanden eine weitere Grundlage im Auffinden der **Übertragung von Erbsubstanz** namentlich bei Viren und Bakterien **über die Grenzen von Arten**, ja auch von höheren systematischen Einheiten hinweg (G. WILLMANN 2008), vielfach – im Falle von Überträgern – als 'Transduktion' bezeichnet. Und es werden schließlich auch **Viren**, die schon MULLER mit Genen verglich, ja ihnen gleichsetzte, **in die Erbsubstanz höherer Organismen eingebaut**. Es wurde angegeben, daß "sogenannte endogene Retroviren" etwa 8% des menschlichen Genoms ausmachen.

**Was eher zu den Besonderheiten zu gehören schien, die Symbiose, erhielt weite Allgemeingültigkeit.**

DARWIN mit seinem Konkurrenzkampf wurde gewiß ergänzt, aber nicht ersetzt, und die symbiontisch entstandenen Organismen hatten auch nicht ein unendliches Nahrungsreservoir zur Verfügung, standen also in Konkurrenz miteinander. Auch wurden sicherlich auch mißlingende Symbioseorganismen gebildet und schieden wieder aus. Die Symbioseorganismen waren also Neubildungen, welche die bisher allein für die Organismenneubildung angenommenen Mutationen oder gar die hypothetischen Großmutationen ersetzten oder ergänzten, waren aber auch ein viel größerer Fall der im kleinen Maßstab schon lange bekannten beständigen Bastard-Organismen.

## Pflanzenzüchtung auf der Grundlage der Genetik

Die einst empirisch betriebene Pflanzenzüchtung wurde auf der Grundlage der Genetik und anderer Erkenntnisse der Biologie auf eine neue Basis gestellt. **Hohe Erträge** konnten nur ein Zuchtziel sein. Höhere Erträge können nunmehr bei vielen Gewächsen nicht mehr angestrebt werden, da die Grenzen erreicht sind. Nur aus Zucker konnte keine Zuckerrübe bestehen. Eine Getreidepflanze kann nicht nur aus Körnern bestehen, denn die Ähren müssen aus einem Stengel wachsen – wie kurz letzterer auch sein mag Bei heutigen Getreidesorten beträgt der relative Anteil der geernteten **Körner** an der Gesamtrockenmasse der Pflanze **mehr als 50 Prozent**, wurde also ein hoher "Ernte-Index" erzielt. Die **Inhaltsstoffe** der Pflanzen mußten eine ausgewogene Ernährung bewirken, so wie es bei Mais lange Zeit nicht der Fall war, und war also, in **Qualitätszüchtung**, auf diese Inhaltsstoffe hin zu züchten Rapsöl konnte für die menschliche Ernährung nutzbar werden erst mit der Herauszüchtung des Erucaöls, die bei anderen für die Ernährung tauglichen Ölpflanzen, Soja, Erdnuß, Sonnenblume, fehlte (K. HAHLBROCK 2009, S. 153). Bei den hochgezüchteten Sorten mit der 'überproportionalen Größe der Ertragsorgane' (S. 128), je nach Art Frucht, Blatt, Knolle, Wurzel, bestand eine hohe Anfälligkeit für Schäden. Gegen lebende Schädlinge war **Resistenzzüchtung** nötig. Mit dem Ziel, Sorten zu haben, welche zahlreiche **gewünschte Eigenschaften vereinen**, konnten ältere Sorten nicht mithalten, gerade auch solche, die vielleicht durch Stress-Resistenz, aber eben nur das, einst relativ geringe, jedoch einigermaßen sichere Erträge gaben.Schädlingsresistenz sowie sparsame Wassernutzung und stofflicher Inhalt, etwa an essentiellen Aminosäuren, rückten vielfach als Zuchtziele vereint in den Vordergrund (K. HAHLBROCK 2009). Anbau- und **Erntetechnik** verlangten neue Eigenschaften. Die Ernte mit dem Mähdrescher erforderte stehende Halme und so geschah in den 1960-er-Jahren die erfolgrei-

che Züchtung von **Kurzstrohgetreide**. Hochzuchtsorten bei den Kulturpflanzen, Hochzuchtrassen beim Vieh ließen die **Landsorten und Landrassen** zunehmend **verschwinden**, drohten dabei den Verlust vielleicht wertvoller Kreuzungseltern zu bringen. Monokultur war und ist auf dem Vormarsch.

Damit die erbliche Potenz der gezüchteten Sorten sich verwirklichte, 'manifest' wurde, waren bestimmte Umweltbedingungen, also Anbaubedinungen, nötig, und diese mußten auch aufgeklärt werden. **Zur Züchtung** muß, um den Pflanzen **beste Bedingungen** für die Manifestierung ihrer Potenzen zu bieten, **zur Genetik die Pflanzenphysiologie und die Ökologie** treten. So hat BAUMEISTER (H. BURGHARDT 1984, S. 479) 1940 festgestellt, daß zusätzliche Stickstoff-Düngung nach der Blüte von Getreide sowohl "die Erträge an Korn und Stärke" verbessern als dann auch der Protein-Gehalt des Korns höher ist. Beste Erfolge durch Düngung - das erforderte umfangreiche Versuche, vom Laboratorium dann auf den Acker, Nur durch Hochzucht-Sorten, im Verein mit Düngung und Schädlingsbekämpfung, so wurde klar, ist der steigende Nahrungsbedarf der wachsenden Menschheit zu decken und konnte die zunächst abgewehrte, jedoch weiterhin bestehende Drohung von MALTHUS über Nahrungsmittelknappheit vermieden werden.. Die Verteilung der erzeugten Nahrungsmittel war ein zweites Problem. Genetiker haben auch über diese Dinge geschrieben, so schon EAST 1923 "Mankind an the Crossroads".

Für das Erhalten neuer Sorten erwarteten die Pflanzenzüchter spontane Erbänderungen, **Mutationen**, eventuell auch künstlich herbeigeführt, 'induziert'. Planbarer

erschien die Kreuzung von vorhandenen Sorten oder Linien, die **Kombinationszüchtung** (s. G. ZIRNSTEIN 1974), etwa um gewünschte Erbanlagen, etwa für Resistenz gegen Schäden, in vorhandene, ansonsten brauchbare Sorten einzukreuzen. Das Mendel-Schema zeigte, daß auf Erbanlagen neu in beständigen Sorten kombiniert werden konnten, wenn sie nicht gerade dieselben Genorte betrafen. Genetiker wie ERWIN BAUR oder THEODOR ROEMER wiesen auf die neuen Möglichkeiten hin.

Einer der ersten erfolgreichen **Kombinationszüchter** war Sir ROWLAND HARRA BIFFEN (F- L. ENGLEDOW, rev. 2005), der 1908 bis 1931 den Lehrstuhl für Agrikulturbotanik in Cambridge, England, übernahm und bis 1936 Direktor des für ihn gegründeten Plant Breeding Institute war. BIFFEN (1905) erwies **Resistenz-Eigenschaften** als einkreuzbare mendelnde Merkmale. Er kreuzte für Gelbrost anfällige Weizen-Sorten erfolgreich mit weitgehend immunen Sorten. Davon angregt hat das für Resistenz bei Kartoffeln, zuerst gegen die vom Pilz *Phytophthora infestum* hervorgerufene "Kartoffelfäule", RETCLIFFE NATHAN SALAMAN (TH. COOPER et al. 2004), ebenfalls in England, nachgewiesen. SALAMAN wur-

de einer der führenden britischen Zionisten und Helfer der aus Nazi-Deutschland nach England emigrierten jüdischen Wissenschaftler. Kombinationszüchtung betrieben dann REGINALD CRUNDALL PUNNETT in England, in Österreich ERICH von TSCHERMAK, in Deutschland ROEMER, Halle, und BAUR. Auf die Initiative BAURs geht das Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg / Mark zurück. Die Zahl der trennbaren und einzukreuzenden Merkmals hielt man zuerst für begrenzt. Über Merkmalstabellen hoffte man unter Berücksichtigung von Dominanz und Rezessivität alle potentiell überhaupt möglichen Kombinationen in absehbarer Zeit zustandezubringen. Nach Worten des Genetikers WILLIAM BATESON (1902, S. 159) sollte der Pflanzenzüchter mit den Erbmerkmalen umgehen wie der Chemiker mit Atomen und Molekülen, sollte eine Art "Stöchiometrie" der Erbmerkmale betreiben. "Der Züchter ist imstande", meinte PUNNETT (dtsch 1910, S. 90), "auf synthetischem Wege, Merkmal für Merkmal, die Pflanze oder das Tier, das er wünscht, aufzubauen." BAUR forderte 1913 (S. 40) in seiner bilderreichen Sprache: "Wer einfach blind darauf los kreuzt, ohne genaue Kenntnis der neuen Vererbungsgesetze, der arbeitet so, wie die Alchymisten und Goldmacher früher, ehe es eine wissenschaftliche Chemie gab, gearbeitet haben, die alle möglichen Stoffe zusammenschütteln, nur so auf gut Glück und dabei ja allerdings in seltenen Fällen auch einmal etwas Brauchbares gefunden haben". Die Zahl der Merkmale und damit Erbanlagen sollte sich jedoch als wesentlich größer erweisen, als manchmal erwartet war.

**Hybdridisierung**, Kreuzung mit **genetisch unterschiedlichen Elternpflanzen**, ob bei Zier- oder Nahrungspflanzen, schuf zahlreiche neue Genkombinationen, solche, welche **in der Natur nicht** verwirklicht sind, aber irgendwelche Schädigungen sind auch bei Nahrungspflanzen nicht bekannt. Aber die neueren Versuche am Ende des 20.Jh., auch ohne Elternpflanzen neue Genkombinationen zu schaffen, finden vielerlei Ablehnung.

Es erschienen aber auch aus dem einfachen Mendel-Schema nicht ableitbare Überraschungen. Schon früheren mit Pflanzenbastarden arbeitenden Züchtern und auch bei tierischen Bastarden waren bessere Eigenschaften der Bastarde gegenüber den Eltern aufgefallen, GEORGE HARRISON SHULL sprach 1908 vom **Heterosis-Effekt**.

SHULL (1922) um 1908/1909 und EDWARD MURRAY EAST (D. F. JONES 1978) untersuchten unabhängig voneinander die Ertragsausfälle in Inzuchtlinien bei Mais, die Inzuchtdepression. Sie kreuzten dann solche durch Ertragsausfall gekennzeichnete Inzuchtlinien miteinander. Zur Überraschung lieferten diese Kreuzungen aus Inzuchtlinien auffallende hohe Erträge. EAST (D. F. JONES 1958), seit 1905 an der Connecticut Agricultural Experiment Station in New Haven war für die Inzucht-Linien interessiert worden, als durch Selektion zwar der Protein-

Gehalt in bestimmten ausgelesenen Linien erhöht wurde, jedoch der Ertrag sank. SHULL (H. B. GLASS 1977) war Farmer-Sohn und hatte seine Untersuchungen am Laboratorium der Carnegie Institution in Cold Spring Harbor auf Long Island durchgeführt,

Wegen dieses schon früheren Erforschern von Pflanzenbastarden (-hybriden) der Sache nach bekannten **Heterosis-Effekt**es wurde vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA Saatgut aus der Kreuzung von bestimmten Maisinzuchtlinien erzeugt. Lohnend wurde namentlich die 'Doppelkreuzung', die nochmalige Kreuzung der ersten Bastarde, eingeführt 1917 von DONALD FORSHA JONES (P. C. MANGELSDORF 1975). Der aus Inzuchtlinien hergestellten Bastard-Mais konnte allerdings nicht konstant und als weiterhin ertragreich weitervermehrt werden. Heterosis-Hybrid-Mais war **immer wieder neu** zu erzeugen. Der Aufwand lohnte sich jedoch. Es war also ganz anders als bei den bisherigen Bestrebungen der Pflanzenzüchter, die nach wenigstens irgendwo beständig vemrehrbaren neuen Sorten strebten, Und hier war also wie bei Maultier und Maulesel immerfort Neuerzeugung nötig. Der Mais-Ertrag in den USA stieg vor allem durch den Mais mit Hetersis-Effekt während des Zweiten Weltkrieges um etwa 20%. Der gewonnene Geldwert entsprach gut den Kosten des Manhattan Projekts zum Bau der Atombombe. Im Jahre 2011 überstieg mit weltweit 865 Millionen Tonnen Ertrag der Hybrid-Körnermais die weltweiten Erträge von Reis und Weizen (F. HOCHHOLDINGER 2013, S. 11) . Die Nutzung von Hybridmais wurde als der bedeutendste **agrikulturelle Fortschritt** des 20. Jh. bezeichnet. Das nicht unbekannt gewesene 'Luxurieren' von Bastarden erschien hier besonders auffallend und wurde systematisch genutzt. Warum zeigten Bastarde diesen Heterosis-Effekt? Als eine Erklärung wurde gefunden (F. HOCHBOLDINGER et al. 2013), daß Maishybride einige hundert **Gene mehr exprimieren** als die Elternpflanzen.

Um Individuen mit möglichst bisher unbekannten Eigenschaften für Kreuzungen zu haben, wurden die verschiedensten Gegenden der Erde nach Landsorten der Kulturpflanzen durchsucht. Stark gesucht wurde in Regionen, die nach VAVILOV als **Genzentren** bestimmter Kulturpflanzen gelten durften, Regionen, wo Kulturpflanzen eventuell gehäuft entstanden waren und besonders viele erblich verschiedene Linien vorkamen. VAVILOV fand auch die Regel, daß innerhalb der Genzentren im Zentrum vor allem dominante Gene zu erwarten waren, in der Peripherie eines Genzentrums oder in Enklaven auch rezessive. VAVILOV legte im seinerzeitigen Leningrad die weltgrößte Sammlung von Kulturpflanzen vor allem in Gestalt in zur Erhaltung der Keimfähigkeit immer wieder einmal ausgesäten von Samen an. Unter spezifischen Bedingungen waren spezifisch angepaßte Sorten zu erwarten. VAVILOV (1935 / 1967) fand am Rande besonders heißer Wüstengebiete im Jemen schnellreifende Kulturpflanzensorten, unter ihnen die schnellreifendsten Weizen-



Abbildung 1645: Lupinus luteus L..

sorten der Welt. Frostresistente Kartoffeln wurden in Frostgebieten des westlichen Südamerika gesucht, wo 1931 / 1932 BAUR und R. SCHICK Kartoffeln sammelten. Im Mittelmeergebiet wurde nach Lupinen-Linien gefahndet. 1935 zog eine deutsche Sammelexpedition in den Hindukusch.

VAVILOV fand auch das "**Gesetz von den homologen Reihen**", wonach in einer Art gefundene Mutationen auch in verwandten Arten zu erwarten sind. Gab es bei etlichen Schmetterlingsblütlern alkaloid-, bitterstofffreie Linien, waren solche auch in der bisher nicht alkaloidfreien und deshalb kaum als Futterpflanze einzusetzbaren, aber namentlich auf Sandboden gut gedeihenden Gelben Lupine/Lupinus luteus und bei anderen Lupinen-Arten zu erwarten. REINHOLD VON SENGBUSCH in Müncheberg fand mittels eines Test-Verfahrens für Alkaloide in den Samen endlich bitterstoffarme Individuen, aus denen angebaute Linien hervorgingen. Die Körner der Gelben Lupine mit 40 bis 48% Eiweiß-Gehalt wurden ein wertvolles Kraftfutter, die für Sandboden geeignete Pflanze war nun mehr als eine Gründüngungspflanze.

**Lupinen, auch blaue und weißblühende** können unterdessen so weit bitterstofffreie, eiweißreiche Körner liefern, daß sie auch in Brote verbacken werden können, Kaffee ersetzen und auch als gute, bodenverbessernde und blühend für Insekten als Bestäuber dienende Ackerpflanzen zur menschlichen Ernährung geeignet sind, wenn auch ihr Anbau rentabler sein könnte (YouTube 2019). sein

Nachdem MULLER 1927 mittels Röntgenstrahlen bei Drosophila Mutationen hervorgerufen hatte, wurden etwa Samen von Kulturpflanzen energiereichen Strahlen ausgesetzt und die Entstehung bisher unbekannter Mutanten erhofft. Leider erfüllten sich diese Erwartungen nur unzureichend und es traten namentlich schon bekannte Mutanten auf. NILSSON-EHLE in der Zuchtstation in Svalöf in Schwe-



Abbildung 1646: Sandboden mit Gelber Lupine.

den fand immerhin zu Anfang der 30-er-Jahre des 20. Jh. standfeste erectoides-Typen bei Gerste und hat 1937 eine Gerstenmutante mit günstigerer Reifezeit erhalten (u. a. Univ.-Archiv Halle, Rep. 6, Nr. 1135).

Auf einer natürlich entstandenen Mutation, die mühsam herausgefunden werden mußte, schuf BAUR mit Mitarbeitern seine gelbe Süßlupine, die viel Futtermittelnot überwinden sollte.

Der vernachlässigten **Raps-, Rübsen-** und auch **Futterpflanzen-Züchtung** nahm sich auf seinem Gut in Malchow auf Poel bei Wismar HANS LEMBKE an. Einst, im 16. und 17. Jh. hatte Rapsöl als Lampenöl und Wagenschmiere im Bauernhaushalt gedient (S.BICKEL 2012, S. 222) und war nun Viehfutter. Im harten Winter 1911/1912 ging vom Winterraps viel verloren, war 'ausgewintert'. Überlebende Pflanzen dienten LEMBKE (G. SCHRÖDER-LEMBKE 1985) als Zuchtmaterial. Der Winter selbst hatte die Selektion auf ein anzunehmendes frosthartes Ausgangsmaterial besorgt. Im Ersten Weltkrieg gab es für den Raps- und Rübsenbau einen starken Auftrieb, mit höchsten Futtererträgen. Nach dem Kriegsende wurde LEMBKE enteignet, aber konnte als Leiter eines Saatzuchtbetriebes seine Täigkeit fortsetzen, wurde 1948 an der Universität Rostock Professor mit Lehrauftrag und erhielt 1952 den Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung. 1958 emeritiert, führte sein Sohn HANS GEORG LEMBKE sein Werk in Hohenlieth bei Eckernförde fort. 1953 gelang ihm die Züchtung einer Rapssorte ohne das unangenehme Erucaöl in den Samen und gab es dann Sorten auch ohne (S. BICKEL 2012, S. 223/224) Senfölglykoside Rapsöl aus dem "süßen Raps" wurde somit für die menschliche Ernährung verwendbar. Ja mit Rapsöl mit viel von der ungesättigten Omega-3-Fettsäure wird offensichtlich die Gehirnentwicklung von Babies günstig beeinflußt (S. 229).



Abbildung 1647: Raps. Mecklenburg.

## Tier-Züchtung

Bei der auf Gentik aufbauenden Tier-Züchtung wurde führend etwa CARL KRONACHER (O. A. SOMMER 1982), Ende 1916 o. Professor und Direktor des Instituts für Tierzüchtung und Vererbungsforschung in der Tierärztlichen Hochschule Hannover, und 1929 an der 1934 von der Universität übernommenen Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Er trat hier auch in Verbindung mit dem führenden Landwirtschaftsgenetiker E. BAUR.

## Vererbungsforschung und Mensch

Auch für den Menschen war die Gültigkeit der Mendelschen Gesetze anzunehmen, auch wenn es schwierig war, das auf Grund der geringen Nachkommenzahl für ausreichend Erbeigenschaften zu beweisen. Es gibt auf einzelne Erbfaktoren zurückführbare Krankheiten, meistens Ausfälle an einem Ort im Stoffwechselgeschehen, die sich durchaus im Einklang mit den Mendelschen Gesetzen und auch dominant oder rezessiv vererben.

Die große und vielfach verhängnisvolle Frage war, wieweit sich, bei Vererbung der Blutgruppen durchaus naheliegend, auch die **psychschen Eigenschaften** des Menschen, sich die bisweilen auch **abgestrittenen Intelligenz-Unterschiede vererben**. Auch Personen, die nicht Biologen oder Anthropologen waren, haben das mitdiskutiert. Etwa der Unternehmer und Theoretiker der Ökonomie J. A. SCHUMPETER (A. SCHÄFER 2008, S. 77), der für den Fortschritt den Untergang überholter Techniken und Industrien als maßgebend ansah und das mit dem von ihm geschaffenen Begriff 'Schöpferische Zerstörung' propagierte, vermu-

tete, wie auch immer wieder von anderen angenommen, daß nur ein Viertel der Menschen über "jenes Maß an "Intellekt- und Willensstärke" verfügten, "das man braucht, um in Wirtschaft oder Politik Spitzenleistungen zu erbringen" (so formuliert bei A. SCHÄFER 2008, S. 77). Die Hälfte der Menschen sei Normalmaß. Ein Viertel der Menschen aber "spiele" "in den kleinsten Angelegenheiten des privaten und Beurflebens ... eine klägliche Rolle" (zit bei A. SCHÄFER 2008; S. 77). Vor allem in seinen Tagebüchern (zit. bei A. SCHÄFER 2008, S. 77) schrieb SCHUMPETER Begriffe nieder wie "Subnormale", "Supernormale", "Minderbemittelte", "Mittelmäßige" und Sätze wie "Die Gleichheit der Menschen ist der dümmste aller Glaubenssätze", "Der Feind ist der Minderbegabte". SCHUMPETER wurde hier zitiert, um einen unter vielen Vertretern solcher Absichten vorzustellen. Und SCHUMPETER wollte nicht seine Ansicht als allein maßgebend gelten lassen. In Demokratien wird man vor solchen Bemerkungen erschrecken, sie zurückweisen - durch nicht 'Minderbegabte' Aber an Managern und großartigen Politiker scheint die Gesellschaft nicht reich zu sein! Waren die Begabten Juden wie SCHUMPETER war das wohl eine der Wurzeln des Judenhasses.

Auf Grund solcher schon länger zurückliegenden und nicht von SCHUMPTER erfundenen Überlegungen gab es schon im 19. Jh., mit GALTON; Propaganda für **Eugenik**, nämlich durch Verhinderung der Fortpflanzung von Menschen mit ungünstigen Erbfaktoren, die Menschheit, wenigstens die "weiße", sich nicht verschlechtern zu lassen, sondern eher zu verbessern. Einen traurigen, ja verbrecherischen Höhepunkt erreichte das mit Zwangsmaßnahmen bei den Nationalsozialisten. Elternverantwortung, die eigene Frage nach der Möglichkeit eines gesunden Kindes, ist aber wohl berechtigt!

Eugenik propagiert bis hin zu Zwangssterilisationen gab es auch ohne unbedingten klaren Bezug zur Mendel-Genetik bei Psychiatern, so bei dem sozialistischen Ideen nahestehendem Schweizer AUGUSTE HENRI FOREL, bei dem ebenfalls Schweizer Psychiater EUGEN BLEULER, bei dem die Nazigesetze zur "Verhütung erbkranken Nachwuchses" kommentierenden und von der Schweiz nach München übergesiedelten ERNST RÜDIN. Bei FOREL hieß es zu mißgeborenen Menschenkindern 1922 (S. 205): "Wird man nicht in Zukunft dazu gelangen, es wenigstens zuzulassen, daß unter Zustimmung der Eltern und nach gründlicher ärztlicher Untersuchung solche unglückliche Neugeborene durch milde Narkose beseitigt werden, statt sie durch den Zwang des Gesetzes einem Märtyrerleben zu überliefern?" Im Zeitalter der erlaubten Abtreibung sollte man das kaum zu streng sehen, nur weil man die Grenze von ungeborenem Leben und Geborenen zu streng zeith, weil Mißbrauch befürchctet wird? In Deutschland plädierten für Eugenik neben zahlreichen anderen auch der Hygieniker und sozialdemokratische Reichstagabgeordnete ALFRED GROTJAHN. In England propagierten Eugenik der führende

Genetiker CYRIL DEAN DARLINGTON (1953, V. B. SMOCOVITS 2004) und auch REGINALD RUGGLES GATES (A. R. RUSHTON 2004). Letzterer sah Rassenkreuzung als ungünstig, meinte jedoch, daß man einesteils zwar nicht sagen solle, daß alle Menschen gleich sind, man andererseits aber die Differenzen auch nicht übertreiben darf. In den USA war führender Eugeniker der bis zum Rassismus gehende, zahlreiche Sterilisationen fordernde und später von manchen Kollegen deshalb gemiedene CHARLES BENEDICT DAVENPORT (K. M. LUDMERE 1977). Einwanderung in die USA sollte nur unter starker Berücksichtigung der Eugenik und dem Erhalt des Neuengland-Charakters gestattet werden, wie ebenso etwa MADISON GRANT (F. OSBORN 2004) und THEODORE LOTHROP STODDARD (J. O. C. PHILIPPS u. a. 1974) forderten. Sank der Anteil erblich begabter Menschen in einer Gesellschaft, drohte nach Meinung von Genetikern wie ERWIN BAUR in Deutschland oder DARLINGTON in England der Untergang oder wenigstens das Zurücksinken hinter andere Völkern. Auch in der Sowjet-Union wurde von etlichen Genetikern am Ende der 20er-Jahre Eugenik propagiert, um bessere neue Menschen heranzuzüchten, geeigneter die Aufgaben des Fünfjahresplans zu erfüllen.

Wie konnte man Erblichkeit von Charaktereigenschaften nachweisen? Konnte Beobachtung reichen? Wie bei GERHARD PFAHLER, der Lehrer in der Schule beobachtete und zwei Typen unterschied: jene mit "festen Gehalten", exakt und kompromißlos und die eher lässigen, die auch offen lassen. Lehrer mit "fließenden Gehalten" zeigen leicht "Haften an der Oberfläche, ... Mangel an Exaktheit ... ein Sichgenügenlassen mit ungefähr" (S. 218). Erblich angelegt wäre dies "Vererbung als Schicksal" (1932) und eine Schüler konnte leiden, wenn er an den entgegengesetzten Typ geriet und vielleicht Korrektur nicht einmal versucht wurde. Fundamentalisten gehörten also dem einen Typ an. PFAHLER (V. ROELCKE 2007), der nach der Kriegsteilnahme im Ersten Weltkrieg Neuphilologie studierte, dann an Lehrerbildungseinrichtungen tätig war, schloß sich früh den Nationalsozialisten an, wurde 1933 SA-, 1937 NSDAP-Mitglied und war 1934 Rektor an der Universität Gießen geworden. Als Rektor trat er 1937 von sich aus zurück, wurde Professor an der Universität Tübingen, wurde nach 1945 zunächst dienstentlassen und erhielt 1952 wieder Lehrerlaubnis. War ihm der Nationalsozialismus doch mit einem psychisch 'festen Gehalt' doch zu starrsinnig, zu gefährlich funamentalistisch erschinen. Wird - möchte man heute fragen - "Fundamentalismus' vererbt?

In Deutschland haben namentlich in der Nazi-Zeit Evolutionsbiologen und mehr noch Mediziner teilweise für Eugenik geschrieben und gesprochen. Der Evolutionsbiologe und Botaniker WALTER ZIMMERMANN, Tübingen, hätte sich aus Äußerungen gut heraushalten können, aber 1938 hat er in dem sonst vernünftigen Buch "Vererbung erworbener Eigenschaften und Auslese" HITLER zitiert mit

"Nur wer gesund ist, darf Kinder zeugen. Es ist verwerflich gesunde Kinder der Nation vorzuenthalten" (S. 300). Jeder wünsche, so ZIMMERMANN, schließlich gute Schwiegersöhne und Schwiegertöchter. ZIMMERMANN verweist aber auch auf Grenzfälle in der Eugenik, wo einer körperlichen Mißbildung hohe intellektuelle Eigenschaften gegenüberstehen. Moralisch besonders bedenklich wird es, wenn ZIMMERMANN auch fordert, daß die Deutschen viele Geburten liefern müßten, um "aus einem Überschuß" auslesen zu können. "Auslesen" wohin, mit welcher Entsorgung? Aber auch in der modernen neoliberalen Marktwirtschaft ist wohl nicht geklärt, was aus den 'Ausgelesenen' der freien Wirtschaft wird, bis wohin sie absinken dürfen und müssen. In der 2. Auflage des Buches "Vererbung erworbener Eigenschaften und Auslese" 1969 wurden die anrüchigen Textstellen nicht noch einmal gebracht.

Angesichts der Verbrechen der Nationalsozialisten auch im Namen der Eugenik gerieten staatliche Eingriffe in die menschliche Fortpflanzung in Mißkredit. Man muß sich aber im Klaren sein: Unterschiedliches Fortpflanzungsverhalten in verschiedenen Menschengruppen muß bei erblicher Verschiedenheit der Menschen Auswirkungen auf die Merkmale der Menschengruppen haben, also Selektion findet eben unbewußt statt, mit vielleicht nicht nur günstigen Folgen. Freiwillige Abtreibung von pränatal als Mißbildung erkannten Föten ist auch Eugenik, ebenso wie Kinderzurückhaltung von Akademikern, und bestimmte Menschencharaktere oder –typen werden weniger werden. Sollte die Menschheit bis auf die Eskimos / Inuit ausgelöscht werden und könnten anschließend die Eskimos die ganze Erde besiedeln, so würden überall die Menschen erst einmal, bis zum eventuellen Auftreten von Mutationen, wohl vom Eskimo-Typ sein. Die Zukunft wird erweisen, ob die Menschheit ohne notfalls zwangsweise durchgesetzte eugenische Maßnahmen auskommt – vielleicht ist es für etliche Völker dann zu spät.

## Rasse und Eugenik

Der Begriff 'Rasse' soll für den Menschen nunmehr ausgemerzt sein. Es sollen keine Rassen unterschieden werden, denn es gäbe nur individuelle Unterschiede und diese greifen über alle Rassen hinweg. Wer in China war und dort sehr viele Menschen ähnlicher und von Europäern unterschiedlichem Äußeren sah wird allerdings danach suchen, wie man nun eine solche Menschengruppe bezeichnen kann. Genauso wie eben dunkle, ja schwarze Hautfarbe auf bestimmte Völker beschränkt ist. Mischehen sind zwischen allen Ethnien möglich und keineswegs generell von Übel.

Aber bis in das 20. Jh. und wenigstens bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges wurde über Rassen viel diskutiert, wurden Rassen unterschieden und war das Gefährliche,

daß man 'Rassen', also allen zu einer 'Rasse' gehörenden Individuen bestimmte günstige oder ungünstige Eigenschaften zuschrieb. "Der Jude" tönten die Nationalsozialisten und viele trugen bei, daß man nicht einzelne, ganz unterschiedliche Individuen sehen wollte, die aus wohl unterswchiedlichen Gründen und auch mit ganz unterschiedlichem Aussehen sich 'Juden' nannten.

Viel über Rassen diskutiert wurde schon im 19. Jh. In **Südamerika** (L. BROOKS 2004) wurde erörtert, ob in einer sich bildenden Nation eine Einheitsrasse angestrebt werden solle oder ob getrennte Rassen erhalten werden sollten und dabei die vielleicht bessere die führende sei. Diese Debatten wurden geführt und mit Gegensätzen zwischen den Parteien in Kolumbien wie in Bolivien und Argentinien. Die Kreolen, die aus den Spaniern hervorgegangene besitzende Elite, suchte ihre Vorherrschaft zu erhalten. Mit vieler Mischung zwischen Weißen und Indianern sollte etwa in Kolumbien (L. BROOKS 2004, S. 61 u. a.) der Gefahr einer eigenständigen Indianerwelt begegnet werden. Andere meinten, daß Rassenmischung zu Degeneration führe. Ein Sonderfall war auch der Süden der USA. Schlimmste Apartheid kam im 20. Jh. Das einst von Sklaven aus Afrika regelrecht überschwemmte **Brasilien** rühmt sich nunmehr, keine Rassenschranken mehr zu kennen. Das wird aber sehr bezweifelt und auf die Herkunft führender Personen verwiesen. Auf Kuba mag die Gleichheit wohl im wesentlichen verwirklicht sein. In **Neuseelands** Städten trifft man zahlreiche Menschen, deren verschiedenartige Herkunft offensichtlich ist. So sah man es jedenfalls 2001. Aber ein britisches Gesamtbild von Neuseeland wird weiterhin gewünscht. Und die Erstbewohner, die Maori, traf man doch auch 2001 vielerorts in ärmlicheren Behausungen als andere Neuseeländer. Rassistische Äußerungen können etwa an Hochschulen der USA zu schweren beruflichen Nachteilen führen, wohl einer der Akte der Wiedergutmachung.

## Die Individualität in der Natur, bei den Lebewesen – Die Individualität jedes Menschen

Trotz allgemeiner und alles bestimmender Gesetzmäßigkeiten gibt es auch manches Individuelle in der Natur. In der unbelebten Natur gehören dazu etwa die **Wolken** (M WENDISCH et al. 2017), vor allem die Cumulus-Wolken, von denen keine der anderen gleicht, oder auch die Gestalt der **Kieselsteine** an Sandbänken von Flüssen oder am Meeresufer. Und ihren eigenen Typ hat jeder der Planeten des Sonnensystems, wohl auch die meisten Gestirne, oder auf der Erde und, das abhängig vom geologischen Geschehen, die **Vulkane**, Berge überhaupt, die Flußläufe, Dünen usw. Diese Individualität hat nichts mit gesetzloser Willkür zu tun.

Individuelle Unterschiede bietet das Bild und das physiologische Geschehen der **Individuen bei den Lebewesen**, abhängig von den Erbfaktoren und Einwirkungen von außen. Und auch **der Mensch** besitzen zahlreiche Erbfaktoren. Erbgleiche Nachkommen, Bildung von Klonen, gibt es nur bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung, Außer in vielen Eigesnchaften bei eineiigen Zwillingen gleichen niemals zwei Menschen in ihren Erbfaktoren. Und selbst bei den 1-eiigen Zwillingen bilden sich Unterschiede heraus. Die Erbubstanz des Menschen, **die artbestimmende DNA,** setzt aber auf jeden Fall die Grenze, so daß eine Menschenfrau niemals einen Schimpansen gebären wird und ein Schimpans niemals einen Menschen gebären lüßt, und Hybdisierung ist bisher gescheitert.

Zu den Unterschieden in der Ausstattung mit artbestimmtenden Erbfaktoren/DNA treten die bei den Inidividuen hinzutretenden **neuen individuellen Verknüpfungen von Nervenzellen**. Auch bei Haustieren, Hunden oder Pferden, sind die deutlich. Beim Menschen stammen die zahlreichen im Leben auftretenden immer neuen individuellen Verknüpfungen von Nervenzellen von den verschiedenen oft unfreiwilligen Erfahrungen und Erlebnissen, aus dem mehr oder weniger erzwungenen oder freiwilligen Lernen. Unterschiede stammen auch aus überstandenen Krankheiten mit den dadurch ausgebildeten Immun-Eigenschaften, aus Hunger herkommenden Körperveränderungen. Schon als Fötus, in der schwangeren Mutter wird Schicksal gestaltet. Ist die schwangere Mutter durch Kontakt mit Katzen, vielleicht ihrem Streicheln, neu infiziert mit dem Prozoon *Toxoplama gondii*, hat also noch keine Immunität gegen den Erreger ausgebildet, werden ihre Kinder geschädigt geboren, und in Deutschland wurden um 1996 1700 toxoplasmosegeschädigte Kinder gemeldet. 300 davon gelten als mittelschwer bis schwer geistig behindert. 1400 als sehbehindert oder erblindet (J. VON CAMPENHAUSEN 1996). "Was ist nur bei meinem Kind los, so etwas gab es doch bei den Geschwistern nicht!" Nur ein serologischer Test, durchgeführt etwa bei einer Reihenuntersuchung wie schon 1996 in Österreich, hätte rechtzeitig vor der Gefahr aufklären können. Lehrer sollen dann allen solchen Kindern gleichermaßen gerecht werden. Das in einer bestimmten Phase der Schwangerschaft eingenommene und dann die Ausbildung der Arme verhindernde Schlafmittel Contergan, eine nicht deutliche Infektion mit Röteln, etliche Dinge entscheiden über den Lebensweg. Abbruch der Schwangerschaft verhindert in solchen Fällen schweres Schicksal, aber Religiöse lehnen das ab. Bei den Tieren und auch im Hinblick auf den Menschen verwies PAWLOW auf die verändernde Wirkung bedingter Reflexe. "Die Herrschaft über das Schicksal von Menschen ging von den Göttern auf Chromosomen und bedingte Reflexe über: der Mensch selbst blieb weiterhin eine Marionette, die von außen her gelenkt wurde". meinte unter Verkennung von etlichen Eingriffsmöglichkeiten ARTHUR KÖSTLER (1966, S. 395/396).

Zu dem '**Naturschicksal'** tritt das **'Sozialisationsschicksal'** (nach HABERMAS, Wikipedia 2014), wobei Schädigungen in der Schwangerschaft ziemlich beides sind. Ein Mensch glaubt oft, daß er **sein Leben frei gestalten** kann, aber in Beziehung zu seinen ererbten Genen, den Hormonen, den in irgendwelchen Lebensphasen meistens ungesuchten, sich einprägenden psychischen, oft finsteren Erlebnissen, auch etwa FREUDs 'Unbewußtem', **wird man** eher **gelebt**, selbst in Krankheitsanfälligkeit, in der ungesuchten Demenz, und im Altern und Lebenserwartung. Das soll nicht heißen, alles hinzunehmen und nicht 'an sich zu arbeiten'. Starke Grenzen wird das leider haben und die Statistik etwa im Sinne von 'Durchschnitts-Lebensalter gestiegen' kann dem einzelnen nur einem schwachen Trost geben. Manche entflüchten in Alkohol oder Drogen

Es wird **jedes Lebewesen und auch jedes Menschen-Individuum zu einem von anderen unterschiedenen Individuum**, kommt es in der Natur darüberhinus zu einer "fast unbegrenzten Individualisierung des Lebens".Dazu kommt noch, daß nicht nur jedes Einzelwesen "zum .Unikat" wird, sondern "auch alle Populationen, alle Arten, alle Lebensgemeinschaften", jeweils dank der "Zufallseffekte" (H. MARKL 1983, S, 45 / 46), also auch jede Wiese, jeder Sumpf nicht nur einer bestimmten Pflanzenassoziation angehört, sondern über das Typisch hinaus auch individuelle Züge besitzt. Aber es muß auch über das Individuelle hinaus das Allgemeine erfaßt werden.

Bei Biologen wäre mancher präzisierende Gedanke anzuführen. Der einst mit führende US-amerikanische Biologe und namentlich Protistenforscher H. S. JENNINGS verwies auf die aus Überlegungen aus den verschiedensten Bereichen hervorgehende Individualität von jedem Lebewesen, auch bei den ebenfalls individuellen Reizen und Außenbedingungen ausgesetzten Protozoen. Für den Menschen hatte JENNINGS einmal formuliert (hier nach T. M. SONNEBORN 1974, S. 427), daß die "basis of the uniqueness of each human individual is ultimately traceable to the uniqueness of his initial (genetic) structure, which is determined to develop a mind that is progessively altered by ist own operation, each experience extending the uniqueness of the individual and playing a part in determining later actions. The interplay between genetic constitution, mind, and experience, determined but unpredictable and unique for each individual, adds up to choice and freedom in the sense of not being bound by the determinismus operating in any other individual." Auch in der Generationenfolge treten beim Menschen daher Unterschiede in den Einstellungen und anderem auf. Der Jenaer Psychiater BERGER (1938, S. 306) hat in Zitierung von LIEDER 1910 angeführt, daß die bei Gehirntätigkeit auftretende "psychophysische Energie ... zu solchen Strukturveränderungen der Rinde" "führt", daß diese "dann bei Wiederholung der psychischen Vorgänge den neuen Vorgang maßgebend beeinflussen können. Das menschliche Zentralnervensystem,

im besonderen die Hirnrinde, erfährt so ... im Laufe des Einzellebens eine geschichtliche Entwicklung, die außer durch Krankheitsprozesse nicht wieder rückgängig gemacht werden kann!" Auch unabhängig vom Begriff "psychophysische Energie" erscheint also im Menschenleben eine vom Gehirn ausgehende weitgehend irreversible Veränderung, die immer mehr zur Individualität führt, jedenfalls bei ausreichender Gehirntätigkeit.

Manches kann der einzelne beeinflussen, anderes muß er passiv hinnehmen oder kann allenfalls günstige Gelegenheiten für seine Lebensgestaltung ergreifen. Philosophen wie HEIDEGGER mochten dann vom "Geworfensein" des Menschen sprechen, bei dem neben biologischen Faktoren den mehr oder weniger unentrinnbaren gesellschaftlichen Verhältnissen mitspielen. Die Diskussion über das Recht auf Individualität oder dessen zu erzwingendes Aufgeben darüber brach nie ab, wird auch kaum abbrechen, führt auch zu Feindschaft, bis zur Gewalt gegen Andersdenkende: Wie **ungerecht** handelt **die Natur,** wie ungerecht dann die Gesellschaft. Körpergröße läßt sich kaum beeinflussen. Eine als unschön empfundende Nase kann auch nur in Grenzen korrigiert werden. Sollten die sogenannten "Schönen" dann im Interesse wenigstens der "mittleren Schönheiten" beseitigt werden? Sollte die oft siegreiche Konkurrenz ausgeschaltet werden? Und wie ist es gar bei als erblich betrachteten "Begabungen"? Sie - eine Gefahr als Herrschende über die anderen? Also weniger Leistungsfähige in Gymnasien und Hochschulen, wenigstens mit den Schnell-Lernern gemischt? Seit Jahr und Tag brodeln die Auseinandersetzungen um das Bildungs"wesen" in Deutschland. POL POT in Kambodscha hat gezeigt, daß eine Ausrottung der besser Gestellten durchaus politisch möglich ist! Und Prinz FERDINAND VON PARMA hat im später 18. Jh. wohl bewiesen, daß auch beste Kapazitäten aus der Aufklärerszene nicht unbedingt einen ausgeklärten Fürsten mit ihrer Pädagogik zustandebringen. Wenn Tests der Psychologen mit einer begrenzten Personenzahl angeblich ergaben, daß die Menschen nur durch Religion zu mindernde Sadisten sind, welchen das Leiden anderer vielleicht gern ansehen, dann solltenan Verallgemeinerung auf jeden Fall Zweifel kommen. Viele der Heutigen sehen Blut nicht mehr gern!

Tragisch blieb oft das Schicksal jener, welche wegen Veränderungen in ihren Erbanlagen leiden müssen, eine der zahlreichen **Erbkrankheiten** haben. Und zunehmend ließ sich feststellen, in welchen Chromosomen oder gar Teilen der Erbsubstanz die Ursache liegt und was in den Chromosomen geschehen war, um ein Leiden zu verursachen. Für den einzelnen kann man nur mit THEODOR STORM (zit. b. G. WOLF) empfehlen: "Man muß sein Leben aus dem Holz schnitzen, das man zur Verfügung hat." Einwirkungen auf die Gene aber geraten in manchen Fällen doch in den Bereich der Möglichkeiten.

Die **biochemische Individualität** der Lebewesen und auch des Menschen wird

immer wieder hergestellt, indem die Nahrungsmittel sehr weit abgebaut werden, bei den Eiweißen etwa bis zu den Aminosäuren, den Monomeren der Proteine, und **aus** diesen Bruchstücken **die eigene Körpersubstanz**, so auch individuelles Eiweiß, **aufgebaut** wird. Wir können uns demgemäß auch bei individuellen Unterschieden in den komplizierteren Substanzen, individuellen oder noch mehr auch artspezifischen Unterschieden, '**gegenseitig** erfolgreich **fressen**'. Der Mensch etwa den Fisch, der Hai im Unglücksfall den Menschen.

Im biologischen Bereich zeichnen sich durch zahlreiche individuelle Züge auch die **Biozönosen** aus, so die von den Pflanzensoziologen ausgegliederten **Pflanzenassoziationen**. Manche Botaniker hätten die Pflanzenassoziationen am liebsten fallengelassen, da ihre 'Variationen' meistens noch größer sind als bei den organismischen Individuen. Aber irgendwie **muß zum Verstehen die Natur gegliedert**, muß zusammengefaßt werden. Es muß das Gemeinsame in den Landschaften trotz aller Individualität herausgearbeitet werden. 'Es gibt keine Arten, es gibt nur Individuen' führte auch nicht weiter, auch nicht für die Evolutionsbiologie.

### Genwirkung - Genphysiologie - etliche Vorstellungen darüber, wie Gene wirken

Gene waren ermittelt worden aus dem getrennten Erbgang einzelner herausgegriffener Merkmale, sei es Samenfarbe, Blütenfarbe, Augenfarbe, Blattrandgestaltung und erschienen als "formale" Gebilde. Aber es erstand die Frage, was sind Gene, oder wenigstens, wodurch sie wirken, wieso von ihnen aus Merkmale sich "manifestieren" können. **Vage Hypothesen** gaben den Einstieg. WILLIAM BATESON dachte an von den Genen gebildete Enzyme. RICHARD GOLDSCHMIDT meinte zuerst namentlich 1927 in seiner Schrift "Physiologische Theorie der Vererbung" (s. a. K. SANDER 2002), daß Gene durch Enzyme vor allem die zeitliche Abfolge der Schritte einer Keimesentwicklung steuern. Vor welchen Rätseln man stand, führt BÜNNING (1949, S. 71) für Streptocarpus/Drehfrucht an: Wird das Genom von *Streptocarpus Rexii* in *Streptocarpus Wendlandii* eingeführt, erscheint hier Schlitzblättrigkeit, die in *Streptocarpus Rexii* nicht vorhanden ist. Das in *Streptocarpus Rexii* augenscheinlich vorhandene Gen für Schlitzblättrigkeit entfaltet diese Wirkung erst im Zusammenspiel mit dem Plasma von *Streptocarpus Wendlandii*. **Bestimmte Gene verlangen für ihre Wirkung offenbar ein bestimmtes Plasma**, das hier nicht einmal das der eigenen Art ist.

Es wurde schließlich nachgewiesen, daß offensichtlicher Gen-Ausfall zum Ausfall für bestimmte Stoffwechselschritte führt, also wohl Enzyme ausgefallen sind. Durch Zugabe der nicht mehr gebildeten Substanzen von außen konnten Ausfälle behoben werden. Das führte zur **Genphysiologie** oder **biochemischen Genetik**. Biochemie und Vererbungsforschung verknüpften sich. Genwirkung war chemisch.

Genphysiologie wurde in den 30er-Jahren des 20. Jh. und bis gegen 1953 zu einem führenden Zweig der Genetik. wurde.

Ein Stoffwechsel-Ausfall und damit offensichtlich ein Enzym-Ausfall war schon kurz nach 1900 durch den englischen, meistens am St. Bartholomew-Hospital in London tätigen Mediziner Sir ARCHIBALD E. GARROT (1902, U. LANGENBECK 1980) wegen seiner Vererbbarkeit, rezesssiv, als angeborene Gen-Störung interpretiert worden, die "Alkaptonurie". Der Harn der an Alkaptonurie leidenden Patienten wird beim Stehen an der Luft oder bei Alkalizusatz schwarz. Als Ursache hatten schon 1891 WOLKOW und BAUMANN in Freiburg i. Br. das Vorhandensein von Homogentisinsäure ermittelt. 1901 sah man Tyrosin als Vorstufe dieser Homogentisinsäure. Die weitere Verwandlung der Homogentisinsäure war offensichtlich gestört. Nach GARROD sollte Homogentisinsäure im Harn dabei so wenig wie Albinismus, Weißhäutigkeit, als Krankheit gesehen werden, sondern nur als "an alternative course of metabolismus". So wie Menschen sich durch mannigfaltige Merkmale unterscheiden, sollte das eben auch durch Stoffwechselbesonderheiten geschehen, sollte es "Chemical Individuality" geben. GARROT führte 1908 die Alkaptonurie auf einen Enzymdefekt zurück, der, und dafür sprach die Vererbung, mochte durch ein abgeändertes Gen zustandekommen. Die Genetiker beachteten für ihre Vererbung damals vor allem morphologische Merkmale. GARROT, der noch viele Ehrungen erhielt, wurde in seiner Erkenntnis aber zunächst unzureichend beachtet.

In den frühen 30-er-Jahren des 20. Jh. war durch ROSE SCOTT-MONCRIEFF in England offenbar geworden, daß jede Substitution in einem Molekül des Blütenfarbstoffs **Anthocyan** durch ein einzelnes Gen gelenkt wird (H. GORDON 1996).

Beweise für die Zellkerne als entscheidende Impulse für die Formgestaltung eines Organismus fand JOACHIM HÄMMERLING (H. HARRIS 1982) an Arten der Meeres-Algen-Gattung **Acetabularia**, eine Dasycladaceae. HÄMMERLING arbeitete an der meeresbiologischen Station in Rovigno, nach 1947 am Max-Planck-Institut für Meeresbiologie in Wilhelmshaven. Das Aussehen der Acetabularia, etwa 3 bis 5 cm hoch, gleicht dem eines Schirm-Pilzes. Sie besteht jedoch nur aus einer einzigen Zelle. Für die Anzucht von Acetabularia wurde ein Kulturmedium gefunden. Der Zellkern befindet sich im Fußstück der Alge. Er läßt sich leicht entfernen. Zuerst 1940 konnten Zellkerne zwischen den Arten Acetabularia mediterranea und A. crenulata ausgetauscht werden und ließ sich der Einfluß der Kerne auf die Form feststellen. Entkernte Acetabularia bildete sich noch weiter aus wie unter Kerneinfluß, was später auf die aus dem Zellkern einmal ausgetretene und verbleibende messener-RNA (Ribonukleinsäure) zurückgeführt werden.

Daß **Gene** während der Entwicklung offenbar **stufenweise in Tätigkeit** treten

fand der Schweizer ERNST HADORN (in 1976). Nach seinem Studium Mittelschullehrer in Thun und Biel und auch Forscher und Privatdozent an der Universität Bern erhielt HADORN 1937 in den USA von BEADLE eine Letalmutante von Drosophila, eine Mutante, die im späten Larvenzustand ihre Entwicklung einstellte. HADORn fand, daß die für die weitere Entwicklung zuständige und bis dahin unbekannte Ringdrüse betroffen war. Nachdem also bis zum späten Larvenstadium die Entwicklung mit den dafür nötigen Genen normal ablief, war dann, wegen zu vermutendem Genausfall, die Umbildung zu Puppe und Imago nicht mehr möglich.

Führend in der entwicklungsbiologischen Forschung und für die Auffasung einer Enzymwirkung durch Gene wurden in Deutschland ALFRED KÜHN (1972) und seine Mitarbeiter, so KARL HENKE, 1937 Nachfolger KÜHNs auf dem Zoologie-Lehrstuhl in Göttingen. KÜHN, der Schüler von WEISMANN in Freiburg i. Br. gewesen war, war 1920 Ordinarius in Göttingen geworden und wurde 1937 Abteilungsleiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem. Zuletzt wirkte er in Tübingen. Ein "in vielen Hinsichten hervorragend geeignetes Versuchstier" fand KÜHN (1972) 1924 in der in Berlin-Dahlem als Versuchsobjekt erschlossenen Mehlmotte ***Ephestia kühniella*** Zeller. Bis Dezember 1928 waren etwa 111000 einzeln registrierte Mehlmotten aufgezogen worden (A. KÜHN et al. 1929). Die Ausbildung eines einzelnen Merkmals konnte eingehender untersucht werden, als 1932 eine Mutante gefunden wurde, bei der neben anderen Veränderung das Auge nicht wie bei der Wildform dunkel war, sondern hellrot gefärbt war (A. KÜHN 1936). Dieser mutierten Mehlmotte fehlte offensichtlich ein für die Augenfarbe maßgebendes Pigment. In Larven dieser Mutante mit hellroter Augenfarbe wurde Gewebe von Hoden normaler Larven eingebracht. Jetzt färbten sich die Augen der Mutanten-Larve ebenfalls dunkel. Begrenzter war die Wirkung von transplantierten Ovarien. Das Fremdgewebe mußte nicht in Augennähe liegen, um Wirkung auszuüben. Das Transplantat mit seinen "normalen" Genen wirkte also auf entfernter liegende Zellen im Larvenkörper. Es bestand offenbar "humorale" Genwirkung. Blieben die Fremd-Hoden aus Wildstamm-Larven lediglich 24 Stunden in jungen Puppen der hellroten Mehlmotten-Mutante, reichte das für die normale Augenausfärbung (A. KÜHN 1938), ja wirkte sogar bis in die Eier der Mutantenlarve hinein(1936). Die anzunehmenden Genwirkstoffe wirkten jedenfalls in diesem Falle wie Hormone, in äußerst geringen Mengen. In anderen Fällen wurde festgestellt, daß Gene nur innerhalb der Zellen wirken, in denen sie aktiv wurden.

Als KÜHN die Augenausfärbung bei der Mehlmotte untersuchte, liefen in den USA ab 1937 durch EDWARD LAWRIE TATUM, BORIS EPHRUSSI u. a. Untersuchungen über die möglichen von den Genen ausgehenden Grundlagen der **Ausbildung des Augenpigments** an Taufliegen, **Drosophila**, (J. LEDERBERG

1990). EPHRUSSI war 1934 von Paris zu MORGAN an das Caltech in Kalifornien gekommen, hatte hier die Zusammenarbeit mit GEORGE WELLS BEADLE (N. H. HOROWITZ 1990) gefunden und beide Forscher gingen Mitte 1935 nach Paris, wo EPHRUSSIs Geschick in der Technik von Gewebekultur und Transplantation erwünscht war. BEADLE, C. W. CLANCY, EPHRUSSI berichteten 1937, daß sie in Puppen der mit veränderter Augenfarbe ausgestatteten Mutation "Vermilion" von Drosophila melanogaster Gewebe resp. Flüssigkeit aus dem Wildtyp übertrugen. Eine vom Transplantat offensichtlich diffundierte Substanz besorgte, daß sich die normale Augenfarbe ausbildete. Gesprochen wurde von einem bewirkenden möglichen "Hormon", das nicht ein klarer Vorläuferstoff des Pigments wäre.

Die Biologen hatten ermittelt, daß von den Genen aus die Entstehung bestimmter Substanzen bewirkt werden muß. Für die Aufklärung der Substanzen waren Chemiker zuständig. KÜHN war im Frühjahr 1937 an die Stelle des jüdischen, Ende 1935 nach den USA emigrierten Genetikers RICHARD GOLDSCHMIDT an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem getreten, im Nachtbarinstitut, dem für Biochemie, war BUTENANDT Direktor. KÜHNs biologischen Arbeiten schloß BUTENANDT dazugehörende chemische an. Chemisch identifiziert wurden die Augenpigmente. Der 1941 im Osten gefallenen ERICH BECKER stellte die Augenpigmente als eigene Stoffgruppe auf, die Ommochrome. BUTENANDT, WEIDEL und BECKER hatten aus der Aminosäure Tryptophan hervorgehende Substanzen, deren Metabolite, Umwandlungsprodukte, auf ihre biologische Wirksamkeit getestet. Für die Ausbildung des Augenpigments wirksam fanden sie Kynurenin und OH-Kynurenin. Der Japaner Y. KOTAKE hatte Kynurenin schon als ein Abwandlungsprodukt des Tryptophan etwa im Säugetierstoffwechsel nachgewiesen. Es gab also einen Weg von der offensichtlich von einem Gen gesteuerten Bildung des Tryptophan über Kynurenin zum Augenpigment. BUTENANDT (1947) und W. WEIDEL ermittelten 1940 die chemische Konstitution des Kynurenin, synthetisierten es 1942, erkannten ihren Einbau in die Ommochrome, also das Augenpigment. Der Einbau des Kynurenin in das Augenpigment direkt wurde deutlich, weil der Grad der Pigmentbildung nicht abhängig war von der Dauer der Kynurenin-Einwirkung, wie es bei rein hormoneller Wirkung zu erwarten gewesen wäre, sondern direkt proportional der Kynurenin-Dosis (A. BUTENANDT 1953).

KÜHN und Mitarbeiter in Deutschland hatten einen Stoffwechselschritt hinsichtlich seiner genetischen Grundlage aufgeklärt. Mehr an genetisch gelenkten Stoffwechselschritten fanden BEADLE (N. H. HOROWITZ 1990) und TATUM in den USA an ihrem Versuchsorganismus ***Neurospora crassa***, einem rötlichen, auf Brot wachsenden Schimmelpilz. Die chemische Natur der Genwirkung wurde weiter

abgesichert. Neurospora und andere Schimmelpilze waren näher erforscht worden durch BERNARD OGILVIE DODGE (W. J. ROBBINS 1962) und Mitarbeiter. Sie brachten die Ascosporen zur Keimung, kreuzten verschiedene Species, konnten in der nur wenige Tage dauernden Generationenfolge den Nachwuchs großziehen. Der Pilz, ein haploides Lebewesen, wurde ein idealer Versuchsorganismus für genetische Untersuchungen. Er ließ sich in einem Medium aufziehen, dem neben Zucker und Salzen allein Biotin als Wachstumssubstanz zugesetzt werden mußte. BEADLE und TATUM setzten ab Februar 1941 aus einzelnen Sporen hervorgegangene Fäden von Neurospora crassa Röntgenstrahlen aus. Mutanten entstanden. Zu dem von DODGE ermittelten Minimalmedium zur Ernährung mußten diesen Mutanten bestimmte weitere Stoffe zum Gedeihen hinzugefügt werden, nicht allen Mutanten dieselben Substanzen. In den durch die Röntgenbestrahlung induzierten Mutanten waren also offensichtlich bestimmte Stoffwechselschritte unterbrochen worden. Nicht mehr gebildete Substanzen mußten zugesetzt werden. Bei einer ersten festgestellten Mutante war die dem Minimalmedium zugesetzte Substanz Pyridoxin. Es wurde die Schlußfolgerung gezogen, daß bei jeder Mutante mindestens ein spezifisches Enzym nicht mehr gebildet wurde, weil das dafür zuständige Gen verändert war. Als Ergebnis formulierte HOROWITZ 1951 die "**Ein Gen - Ein Enzym-Theorie"**: Jedes Gen ist zuständig für die Bildung eines bestimmten Enzyms, das einen bestimmten Stoffwechselschritt katalysiert. GARROD hatte eine Stoffwechselanaomalie wegen ihrer Erblichkeit auf ein Gen zurückgeführt. Nun wurde jedem Gen ein Stoffwechselschritt zugeschrieben. Offen war noch der Weg vom Gen zum Enzym, denn das Enzym, ein Protein, bildete sich kaum direkt aus dem Gen. Nicht ersichtlich war, ob auch für morphologische Erbänderungen, etwa verändertert Blattrand bei höheren Pflanzen, Enzymausfälle in Frage kommen. BEADLE und TATUM erhielten für ihre Forschungen 1958 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Auch bei Neurospora fand sich Tryptophan als wichtig im Stoffwechsel, denn aus ihr bildet sich über Kynurenin und Oxykynurenin die Nicotinsäure, die sich in biologisch wichtige Abkömmlinge verwandelt. Auf demselben Wege fand sich die Nicotinsäure-Bildung im Körper der Ratte. Damit wurde nahegelegt, daß "dieselben biochemischen Grundvorgänge - und wahrscheinlich auch dieselben Gene, die sie bewirken - bei verschiedensten Organismen vorkommen" (A. BUTENANDT 1953, S. 98), also im Bereich des Stoffwechsels und seinen durch Gene bestimmten Wegen das gesamte Organismenreich große Gemeinsamkeiten besitzt. Das war eine der aufsehenerregenden Erkenntnisse der Vererbungs-und Stoffwechselforschung und sollte sich im weiteren Fortgang der Vererbungsforschung weiter bestätigen.

## Erbleiden beim Menschen als Stoffwechsel-Störungen

Unabhängig von den genphysiologischen Forschungen wurden von Medizinern erbliche, also auf einer offensichtlichen Genveränderung wie bei der Alkaptonurie beruhende schlimme Stoffwechselstörungen gefunden und untersucht. Um 1977 (K. SANDHOFF 1977) waren über 2300 Erbleiden beim Menschen bekannt, bei denen also irgendetwas in den biochemischen und damit enzymatischen Vorgängen gestört ist. Immer neue und oft seltene, manchmal nur wenige Menschen betreffende Erbkrankheiten wurden und werden entdeckt. Ihre Schäden zu mindern, gar abzublocken, ist teilweise aufwendig. In **genetischer Beratung** wird den Betroffenen die mögliche Übertragung auf Nachkommen angegeben, jedenfalls solange eine kausale Therapie fehlt, was beim Rat auf Verzicht auf Kinder ein hartes Urteil sein kann. Der 'Mensch' erscheint in einem Teil seiner Individuen von naturbedingten Schicksalsschlägen gebeutelt und eine Zunahme ist nicht auszuschließen.

Der norwegische Mediziner ASBJÖRN FÖLLING (W. R. CENTERWALL et al. 1961) ermittelte **1934** die sich später als noch komplexer erweisende "**Phenylketonurie**" (PKU) als Unterbrechung eines Stoffwechselschrittes, der unterbleibenden Umbildung der Aminosäure Phenylalanin und deren dadurch bedingte Anhäufung im Körper. Eine junge intelligente Norwegerin hatte zwei Kinder geboren, die geistig entsetzlich zurückblieben. Sie ließ nicht locker, einen Arzt zu finden, der an die Aufdeckung der Ursache schritt. Das wurde FÖLLING. Von den Kindern ging mit dem Urin ein abstoßender Geruch aus, dem nachgehend die Ursache gefunden wurde. Bald wurden weitere Fälle bekannt. Phenylalanin-freie Diät von früher Kindheit an kann dem durch Myelinisierungshemmung an den Nerven bedingten geistigen Verfall entgegenwirken. Neugeborene werden in entwickelten Gesellschaften mittlerweile generell im Neugeborenenscreenung auf Phenylketonurie getestet und damit mit der nötigen Diät ernährt werden. Kenntnis kann Leiden verhüten.

**Mukoviszidose**, mucus = Schleim, viscidus = klebrig, zäh, führt zu zähflüssigen und so schwer abführbaren Sekreten in den exokrinen, also ihre Sekrete nach außen abgebbaren Drüsen. Das ergibt etwa Schleim in den Bronchien. Die Mukoviszidose ist autosomal-rezessiv, die Erbanlagen müssen also auf beiden betroffenen Chromosomen vorhanden sein. Bei etwa 2000 Neugeborenen tritt im Durchschnitt bei 1 Mukoszidose auf, es ist also eine **relativ häufige Erbkrankheit**. Erkrankte, bei denen ja nur die Symptome behandelt werden können, haben nunmehr eine durchschnittliche Lebenserwartung von 40 Jahren.

Phenylketonurie wie Mukoviszidose können wie andere Erbkrankheiten in unterschiedlicher Schwere auftreten, nunmehr zurückführbar auf eine mögliche unterschiedliche Ausbildung der oft zahlreichen Mutationen.

Vergleichbar der Anhäufung eine gefährdenten Substanz bei der Phenylketonureie gibt es **Anhäufung** von normalerweise abzubauenden Substanzen auch bei gestörtem Abbau von Glykogen, Mucopolysacchariden, bei den als Zellmembran-Bausteine, auch auf Nerven, dienenden **Sphingolipiden**, hervorgerufen durch den rezessiv vererbten Defekt oder Ausfall eine der dafür nötigen Enzyme auf den abbauenden Lysosomen (K. SANDHOFF 1977), wobei es hier alle Unterschiede gibt von schon frühkindlichen, bald tödlichen Geisteskrankheiten bis hin zu milden Krankheitsformen mit Leben bis zum hohen Alter (TH. KOLTER 1997, S. 2044). also unterschiedliche **Expressivität** der Genmanifestation. Viele Mutationen der in Lysosymen tätigen Enzyme führen nur zu einem "teilweisen Verlust der enzymatischen Aktivität" (S. 2044), wohl abhängig von den gestörten Zellen im Enzym. **Biochemisch bedingte** Erbkrankheiten führen auch zu zahlreichen **äußeren Fehlbildungen**, an denen diese Krankheiten auch zuerst erkannt wurden. Bei etwa 1 von 10.000 Kindern tritt das '**Smith-Lenli-Opitz-Syndrom**' (S. SCHMITT 2016, S. 17) auf, bei dem durch Störung eines Gens, DRCR-7-Gen, der letzte Schritt der Cholesterin-Biosynthese gestört ist, durch Ausfall der '7-Dehydrocholesterin-Reduktase'. Die sehr unterschiedlich auftretenden Fehlbildungen sind: rundes Gesicht, kleiner Unterkiefer, "vergleichsweise kurze Nase", tiefsitzende Ohren, hängende Augenlider, "unvollständig getrennte Zehen oder Finger (Syndaktylie)", Nierenfehlbildungen - und "kognitive Entwicklungsstörungen" ((S. 17).

Oh, von welchen biochemischen gestörten oder ungestörten Vorgängen ist ein armes Menschenleben abhängig, läßt Eltern stets besorgt auf ihre Kinder schauen, und nur das wenigstens zeitweise forschungsfähige gesunde erwachsene Gehirn kann Einblicke gewinnen und gewisse Abhilfe bewirken!

Wird in den einen Fällen auf eine bestimmte Nahrung verzichtet, um **bestimmte Enzyme** wie bei der Phenylketonurie **nicht zu benötigen,** oder müssen bei der Gefahr von **allergischen Reaktionen** zahlreiche Menschen auf bestimmte, oft angenehme Nahrung wie Süßigkeiten verzichten, so können jene noch zufrieden sein, die wegen des im Darm unzureichend vorhandenen oder fehlenden, den Milchzucker/**Lactose** abbauenden **Enzyms Lactase** Milch aufnehmen können, wenn sie gleichzeitig **Lactase als Tablette** einnehmen, also ein im Darm fehlendes **Enzym von außen zugeführt** wird.

Genetisch bedingt erwies sich auch die tiefergehende Einsichten vermittelnde "**Sichelzellen-Anämie**" (B. STRASSER in C. MEAD et. al. 2001), ähnlich der Thalassämie, die gleichzeitig einen interessanten Einblick in den Mechanismus der Selektion lieferten. Bei den von der "Sichelzellen-Anämie" Befallenen sind die roten Blutkörperchen, die Erythrozyten, sichelartig gestaltet, was sich auf eine veränderte Molekularstruktur des Hämoglobin zurückführen ließ. LINUS PAULING sprach von dem er-

sten bekannt gewordenen Beispiel einer "Molecular Disease", einer auf der veränderten Molekülstruktur einer Körpersubstanz beruhenden Krankheit. An der Aufklärung waren etliche Forscher beteiligt. ITANO unterwarf normales Hämoglobin und Hämoglobin von an der Sichelzellen-Anämie Erkrankten der Elektrophorese. Es fanden sich feine Unterschiede in der Geschwindigkeit ihrer Bewegung. VERNON M. INGRAM, ein aus Breslau stammender und als Kind mit seinen Eltern nach England emigrierter Jude, konnte 1957 zeigen, daß sich normales Hämoglobin und das Hämoglobin bei der Sichelzellen-Anämie in der Sequenz, der **Abfolge, nur einer einzigen Aminosäure unterscheiden**, im Globin-Anteil unterscheiden, also nicht der Farbstoff selbst betroffen war. Da sich die Sichelzellen-Anämie vererbt, muß diese Differenz zwischen normalem und dem abgeänderten Hämoglobin genetisch bedingt, durch ein Gen bewirkt sein. Auch dieser Befund sorgte für Überlegung zum "coding problem", zur Art und Weise der Genwirkung, bei der geringste Unterschiede in der Vererbungssubstanz zu geringen chemischen Veränderungen mit verhängnisvollen Auswirkungen für ihre Träger führen. Ähnlich geringen chemische Unterschiede mit beim Zumischen bis zu tödlichen Folgen hinsichtlich des chemischen Untergrundes der Blutgruppen A und B.

Hinsichtlich der **Ausbreitung der "Sichelzellen-Anämie"** war zunächst aufgefallen, daß diese trotz der schweren Benachteiligung der homozygoten Träger in einigen Populationen namentlich der Neger reichlich auftrat. Es wurde gefragt, ob es an einer besonders hohen Mutationsrate für dieses Merkmal in einigen Populationen liegt. Aber wie der USA-Humangenetiker JAMES V. NEEL (J. F. CROW 2002) und andere fanden, sind jene mit nur einem betroffenen Gen, Allel, in dem in Frage kommenden Genpaar resistenter gegen Malaria als Menschen mit normalen Roten Blutkörperchen. Es starben zwar jene mit Homozygotie für Sichelzellen-Anämie, aber an der Malaria eben auch die mit normalen Roten Blutkörpern. Es gab also ein bevorzugtes Überleben der Heterozygoten, jener mit den Gen für Sichelzellen-Anämie auf nur einem der Allele, der benachbarten Gene mit und ohne Gen für die Sichelzellen-Anämie, die hier nur in gemilderter Form erscheint. Und so verschwand das Gen für die Sichelzellen-Anämie in oft von Malaria betroffenen Populationen nicht. Wo wie in Zypern die Malaria keine Gefahr mehr ist, hat man wegen der zu erwartenden Leiden der mit Homozygotie der Sichelzellen-Anämie Betroffenen und den nicht tragbaren Kosten ihrer sowieso nur begrenzt möglichen Rettung fast alle betroffenen Eltern unter schließlicher Mithilfe der Geistlichen davon überzeugt, Embryonen mit nachgewiesenen Genen für Formen der Thalassämie vorgeburtlich abzutreiben. Erste Schritte zur **Heilung** der an Sichelzellen-Anämie Erkrankten wurden eingeleitet, durch Einführung neuer Blutstammzellen, welche die Sichelzellen ersetzen (s. Wikipedia 2018).

Auch für **Diabetes** wird vermutet, daß unter Hungerbedingungen ihre Erbgrund-

lage vorteilhaft war und sich so erhielt.

Die furchtbare **Huntingtonsche Chorea**, der **Veitstanz,** tritt erst im Alter von etwa 40 Jahren auf, wenn also oft schon Kinder gezeugt wurden. Ein Teil der Kinder trägt das 'Gen' und ist von dem Leiden bedroht und es ist furchtbar, wenn man früh erfährt, daß diese Genausstattung, eine zu einer verlängerten Polyglutaminkette führende Vermehrung eines Gens, vorhanden ist.

Furchtbar ist das glücklicherweise seltene **Hutchinson-Gilford-Progerie-Syndrom** (YouTube, auch Wikipedia) das rasche Altern eines Kindes, das 6 - 12 Monate nach der Geburt greisenhafte Züge annimmt und dabei sein kindliches Gemüt bewahrt, auch Lesen lernt und sich beispielsweise für Vulkane interessiert. Das Leiden wurde 1886 erstmals beschrieben, und seitdem sind 150 Fälle bekannt geworden, um 2000 gibt es weltweit 40 solche Kinder, davon 6 in Deutschland. Die Eltern sind gesund, es ist bei dem Kinde eine dominante Spontanmutation auf einem der 2 X-Chromosomen zustandegekommen, bei 4 Millionen Geburten 1 Fall. Mädchen mit ihren 2 X-Chromosomen sind öfter betroffen, Knaben besitzen ja nur 1 X-Chromosom, das also betroffen sein kann. Die betroffenen Kinder werden bestenfalls 15 Jahre alt, Die Krankheit wird also nicht weitervererbt, entstand also bei den Betroffenen immer neu.

Die 'Natur' kann also sehr grausam sein, mit menschlichen Maßstäben nicht zu messen, teilt gnadenlos 'Schicksale' oder Glück zu, ist wie sie ist, mit oder ohne Gebet und religiösen Glauben. Nur in etlichen Fällen ist ursächliche Hilfe möglich, elegant wenn das Milchtrinken zu einer Darmstörung machende fehlende Enzym Laktase durch eine Tablette oral zugeführt werden kann. In der Natur wird gnadenlos ausgemerzt, was den Ansprüchen nicht genügt, und deshalb mag bei den freilebenden Wesen alles so glatt erscheinen.

## Mikroben als weitere Versuchsobjekte der Vererbungsforschung

Schon bevor die Vererbungssubstanz 1953 nach Vorarbeiten entschlüsselt wurde, bildeten Mikroben oder der Schimmelpilz Neurospora crassa einschließlich der Viren wichtige Objekte der Vererbungsforschung. **Bakterien** vermehren sich rasch. Anstatt mehrerer strangförmiger Chromosomen besitzen Bakterien ein ringförmiges Chromosom. Wie 1946 JOSHUA LEDERBERG und EDWARD L. TATUM, damals an der Yale University, bei *Escherichia coli* herausfanden, erfolgt zwischen den Zellen einer Bakterienart ein Austausch von Vererbungsträgern, gibt es also ebenfalls zur Sexualität zu rechnende Vorgänge (s. etwa F. JACOB et al. 1961). Das normale Coli-Bakterium wächst auf einem Minimal-Nährboden. Läßt man

zwei Mutanten, von denen jeder ein Enzym zum Aufbau aller nötigen Substanzen fehlt, auf einem Minimal-Nährboden aufwachsen, auf denen jede einzelne nicht gedeihen würde, ist ihnen zusammen ein Wachstum auf dem Minimal-Nährboden möglich. Die jeweils bei einem Stamm fehlenden Gene wurden offensichtlich durch Austausch ergänzt. Es gab also "genetische Rekombination". Diese und andere aufsehenerregende, die Forschung voranbringende Ergebnisse, so die Virenrekombination, wurden vorgetragen 1946 auf dem "unvergeßlichen" (J. MONOD 1966, S. 695) Cold-Spring-Harbor-Symposium.

## Molekularbiologie

Ganz anders als die an gesamten Lebewesen ansetzende Verhaltensforschung suchten von der Chemie her kommende Naturforscher das Leben von den in den Organismen her vorhandenen Molekülen her zu begreifen. Größere Moleküle bestimmter Stoffgruppen, die wiederum in bestimmte kleinere Moleküle zerfielen, wirkten überall in Lebewesen und es wurde somit behauptet, daß aus diesen Molekülen das "Wesen des Lebens" erschlossen werden könne. Prototyp dieser Forscher in der Molekularbiologie war LINUS PAULING.

Die Vererbung wird auf jeden Fall durch eine Vererbungssubstanz übermittelt, die aus bestimmten Molekülen besteht und somit wird berechtigterweise von einer "Molekulargenetik" gesprochen.

Gerade die Biochemie und die chemischen Vorgänge bei der Vererbung erwiesen immer wieder die **grundsätzliche Einheit des Lebens**, die Gemeinsamkeiten jedenfalls der höheren und auch vieler niederer Lebewesen. "Es ist eine der bedeutenden Verallgemeinerungen in der Biochemie, daß die zwanzig Aminosäuren und die vier Basen" der Verbungssubstanz "mit wenigen Ausnahmen in der ganzen belebten Natur die gleichen sind" (F. H. CRICK 1963, S. 425).

### Die stoffliche Grundlage der Vererbung - Die Vererbungssubstanz

### Umstritten als Vererbungssubstanz: Eiweiße oder Nukleinsäure?

Was aber waren die morphologischen **Chromosomen**, "materiell", **als chemische Substanz**, als solche "**Chromatin**" genannt, die sich vor allem durch die von keiner sonst untersuchten Substanz bekannten identischen Verdoppelung auszeichneten und offenbar auch in bestimmter Proportion zueinander vorhanden sein mußten? Die Chromosomen mit ihren dort postulierten Genen besitzen die schon um 1880 bekannt gewordenen **Nukleinsäuren und** ebenso **Protein**, sind **Nucleoproteide**. **Welche** der beiden **Komponenten** war **für die Vererbung maßgebend**? Welche Rolle spielte das Protein? Welche Rolle die Nukleinsäuren?

Und da die Chromosomen im Kern lokalisiert sind, wie konnten sie aus dem Kern herauswirken, auf das Zytoplasma, durch welche sich die Merkmale ausbilden, 'manifestieren', etwa indem "der Kern ... Stoffe an das Plasma" 'abgibt' (W. J. SCHMIDT 1939, S. 23). Vielleicht sind das Proteinasen, aber "damit gelangen wir in das Reich der Phantasie", 1939!

Die **Nukleinsäuren**, entscheidende Bestandteile der Zellkerne hatte MIESCHER in Basel um 1880 erschlossen und das war von ALBRECHT KOSSEL und anderen mit der um 1903 abgeschlossenen Aufklärung der stickstoff-haltigen Basen weitergeführt worden (s.d.). Welche Rolle kam den die Chromosomen bildenden Nukleinsäuren in den Lebewesen zu? JACQUES LOEB schrieb 1909 (S. 219) ziemlich allgemein von dem autokatalytischen Charakter der Nukeinsynthese "als Grundlage der Kontinuität der Lebewesen und der Vererbung" und daß die künstliche Herstellung lebender Substanz aus lebloser beginnen muß "mit der künstlichen Synthese von Nukleinen ..., welche die Fähigkeit haben, als Fermente für ihre eigene Synthese zu dienen" (S. 233).

Großartiger Nucleinsäure-Erforscher war PHOEBUS AARON THEODORE LEVENE (L. W. BASS 1958, A. J. HIDE 1973). Er klärte (R. S. TIPSON 1945, S. l95) die Zucker, die Ribosen, der Nukleinsäure auf, 1909 den der Nukleinsäure des Hefe und nach Jahren, **1929**, den der Nukleinsäure der Thymus. In den Verschiedenheiten der Ribosen kam es zur Unterscheidung der **Ribonucleinsäure**, abgekürzt **RNA**, von der **Desoxyribonucleinsäure, DNA**. Außerdem unterschieden sich die Nukleinsäuren in den Basen durch Uracil bei der RNA und dem Thymin bei der DNA. Ribonucleinsäure aus Hefe zu gewinnen hat LEVENE (so etwa beschrieben bei R. S. TIPSON 1945, S. 196) einer zermahlenen und zu einer dicken Paste gepreßten Hefe Kaliumhydroxyd/KOH zugesetzt, dem eine gesättigte wäßrige Lösung von Pikrinsäure zugefügt und das filtriert. Das Filtrat enthielt die Nukleinsäure, die mittels Salzsäure ausfiel/präzipitiert wurde. Durch Hydrolyse mit sehr verdünntem Ammoniak bei 116°C für 1 Stunde oder kaltem Alkali wurden in einem äquimolaren Gemisch die 4 Nucleotide erhalten, hier also "adenylic, guanylic, cytidykic, uradylic acids". **Vollständige Hydrolyse** mit Mineralsäuren gab die **Basen**, also die vom Purin ableitbaren Adenin und Guanin sowie die vom Pyramidin ableitbaren Cytosin und Uracil, und **Phosphorsäure** sowie **Degradierungsprodukte der Ribose**. Diese Basen, so die Purinabkömmlinge, wurden nach einem Verfahren von EMIL FISCHER (1899) und dann durch weitere Verfahren auch synthetisiert zugänglich. Vom Uracil hieß es (H. BEYER Lehrbuch der Organischen Chemie 1953, S.409): "entsteht Uracil durch Kondensation von Harnstoff und Äpfelsäure in Gegenwart von konz. Schwefelsäure. Als Zwischenprodukt tritt Formylessigsäure auf... Ferner läßt sich Uracil aus dem Cytosin durch Einwirkung von salpetriger Säure gewinnen, wobei die Amino-durch die Hydroxylgruppe er-

setzt wird." Man manipulierte also mit den als "Spaltprodukte der Nucleinsäuren" bekannten Basen, noch fern der Kenntnis ihrer Bedeutung im Lebensgeschehen. Diese Nukleinbasen, auch das Thymin in der DNA an Stelle des Uracil der RNA, wurden auch an anderen Stellen als in der Vererbungssubstanz in der Natur bekannt. **Cytosin** wurde 1894 aus der Thymusdrüse von Kälbern gewonnen, und von der in farblosen Blättchen mit einem Schmelzpunkt von über 300° C darstellbaren Verbindung 1903 die chemische Struktur von ALBRECHT KOSSEL aufgeklärt (Wikipedia 2018). **Guanin**, bis 375° C ein weißer bis gelblich-weißer Feststoff, ist Ausscheidungsprodukt bei Reptilien und Vögeln und Fledermäusen (Wikipedia 2018), bildet den silbrig glänzenden Anteil der Fischschuppen (H. BEYER Lehrbuch der Organischen Chemie 1953, S. 503). **Thymin** bildet bitterschmeckende, nadel-und prismenförmige, sich unter Zersetzung bei 335 - 337° C schmelzende Kristalle und wurde etwa aus Rinderhirn und Kabeljau-Rogen zu erhalten (Wikipedia 2018).

Der **sichere Nachweis von Nukleinsäure** in den Zellkernen immer und stets wurde möglich durch eine von ROBERT FEULGEN 1914 gefundene spezifische Färbung, die nach den Entdecker "**Feulgen-Färbung**" genannt wurde, und die FEULGEN und H. ROSSENBECK **1923** weithin anwandten. FEULGEN (K. FELIX 1961) war in Gießen 1923 ao. Professor, ab 1927 o. Professor Wie dann erkannt wurde, kam die Färbung zustande durch die Thymonukleinsäure und zeigte deshalb nur die Desoxyribonukleinsäure/DNA an, in welcher die Thymonukleinsäure ein Bestandteil ist. Mit der Feulgen-Reaktion ließen sich sehr wichtige Dinge aufklären, wurde der Verworrenheit über die Nukleinsäuren ein Ende bereitet, und die spezifische Feulgen-Reaktion war, wie J. BRACHET (1960, S. 194) sagte, "a major event", wobei das nach LEVENEs Entdeckungen von 1929 zu Stande kam. Die Zellkerne verschiedensten Organe und Gewebe bei verschiedensten Organismen wurden mit der Feulgen-Reaktion getestet. Desoxyribonukleinsäure erwies sich als strikt lokalisiert im Chromatin der Zellkerne und ist stets vorhanden im Zellkern der Tiere wie der Pflanzen. Im Zellkern geschieht bei der Zellteilung auch die Synthese der Desoxyribonukleinsäure. Als Nukleinsäure **im Protoplasma** ließ sich nur **Ribonukleinsäure** (J. BRACHET 1960, S. 195) feststellen. Im Zellkern ließen sich später beide Nukleinsäuren nachweisen (R. S. TIPSON 1945, S. 196).

**Nukleoproteide** und bei ihnen die **Desoxyribonukleinsäure als entscheidend** für die **Vererbungssubstanz** anzunehmen wurde bis in den Anfang der 1950-er-Jahre auch von vielen Biochemikern, Kennern der Substanzen, **nicht für möglich gehalten**. Gar eine "immaterielle Grundlage der Vererbung anzunehmen, ließe gemäß CURT HERBST (1944) jeden Biologen schaudern, aber beim Gedächtnis stünde man ebenso unwissend da. Die Suche nach einer Vererbungs-

substanz, die ja wie die Mutationsforschung zeigte durch energiereiche Strahlung, ja Temperatur und manche chemischen Substanzen zu beeinflussen war, erschien als völlig richtig und nötig, denn eine chemisch auch reagierende Substanz mußte ide Vererbungssubstanz schon sein..

Auch für LEVENE jedoch schied die DNA als Vererbungssubstanz aus, als wie es formuliert wurde: zu ""stupid" repetive substance with no variation: it could not have the specifity of af a gene" (M. RIDLEY 2006, S, 34). In Deutschland meinte ALFRED KÜHN 1937 (1938, s. 111): "Die organische Chemie stellte uns bisher auch noch keine auf biologische Verhältnisse übertragbare Modellvorstellung zur Verfügung." Etwa ADOLF BUTENANDT meinte 1942 (S. 192): "Eine unmittelbare Beziehung der Nucleoproteide zur Struktur der Gene läßt sich aus der Vererbungsforschung und der Analyse des Chromosomenbaus nicht herleiten." In Protein-Ketten sah die Vererbungssubstanz der Gießener Zoologe W. J. SCHMIDT. Vor der Leopoldina führte er 1939 (S. 21) aus, daß die 'morphologische Unterlage' für die Gene "nur in den Proteinketten gesucht werden" kann, und sie 'bieten' "in der Folge der Aminosäurereste das lineare Muster ..., wie es die Vererbungslehre für die Lokalisierung der Gene im Chromosom fordert." Durch die "unübersehbare Mannigfaltigkeit" im Aufbau aus Aminosäuren wäre individuelle Vererbungsbesonderheiten "bei den hunderttausenden von Tier- und Pflanzenarten" vorstellbar. Es "dürften die Nucleinsäuren nur eine Hilfe bei der Telung der Chromosomen leisten." Dem fast 80-jährigen Entwicklungsphysiologen HERBST etwa waren (1944) die Nukleinsäuren wohl auch zu wenig vertraut, und aus seinen allgemeinen Spekulationen leitete er ab, daß die Nukleinsäuren viel zu einseitig gebaut sind, um allein die Vielfalt der offensichtlich qualitativ verschiedenartigen Gene zuwege zu bringen. Die Genetik, argumentierte HERBST (1944, S. 361), braucht qualitativ verschiedene Gene, und diese kommt in **Verknüpfung mit der Eiweiß-Komponente** der Nucleoproteide zustande, weil an das Eiweiß jeweils eine verschiedene Menge Nukleinsäure gebunden ist. Es war auch, etwa von W. T. ASTBURY, vermutet worden, daß die Nukleinsäuren für die Teilung der Proteinketten der Chromosomen nötig sind, weil sie diese maximal strecken – also notwendig sind, aber nur für eine Hilfsfunktion. BUTENANDT meinte 1953 (zitiert bei A. KÜHN 1955, S. 488) immerhin: "Man hat heute mit einer Vielzahl verschiedener Nucleinsäuren zu rechnen, analog zur Struktur der Proteine ist die Möglichkeit zum Aufbau unbegrenzter Variationen allein schon durch die verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten der Nucleotide in der Kette gegeben. Es werden verschiedene Faltungsmmöglichkeiten der Desoxyribonucleinsäureketten, die ein Molgewicht bis zu einigen Millionen aufweisen, hinzukommen."

Bei Viren jedoch fanden sich einheitliche Nucleoproteide. CASPERSSON war 1941 bekannt, daß überall, wo Eiweiß vermehrt wird, Nucleinsäure notwendig ist (A.

BUTENANDT 1943). Die Riesenchromosomen zeigten Nucleoproteide an den Orten der Gene. Der Physiker ERWIN SCHRÖDINGER stellte 1944 in seiner kleinen Schrift "Was ist Leben" die Eigenschaften zusammen, die eine Vererbungssubstanz, wenn man sie denn hätte, besitzen müßte. Vor allem müßten sie sich identisch vermehren. Das leisten normale organische Verbindungen nicht, denn bei Manipulationen und Reaktionen zerfallen sie oder bilden sich irgendwie um.

Einzelne **Chromosomenfäden zu isolieren** war noch schwierig, und es war die Arbeit von und um AlFRED EZRA MIRSKY (S. S. COHEN 1990) in New York, das zu unternehmen und diese Chromosomen-Fäden **chemisch** zu untersuchen. Chromosomen – in manchem morphologisch bekannt, wurden nun also auch chemische erforscht. Erlangt wurden Chromosomen isoliert vom übrigen Kern von roten Blutkörperchen, Erythrozyten, von Lachs und Karpfen und isolierte Chromosomen von der Thymus-Drüse von Kälbern (1947 a, b). Das entnommene Blut wurde mit Oxalat gemischt und zentrifugiert. Die roten Blutzellen wurden nach Versetzen mit NaCl wieder zentrifugiert. Ale Zellen und fast alle Zell-Kerne waren zerbrochen. Das mußte vorgenommen werden bei einer Raumtemperatur von etwa 1° bis 2° C.

Festgestellt wurde (1951) die schon morphologisch deutlich gewesene Konstanz der Desoxyribonucleinsäure, DNA, in den verschiedenen somatischen Zellen eines Organismus. Unterschiedlich war aber der DNA-Gehalt in den Kernen verschiedener Tiere, wie auch die Chromosomenzahl schon als unterschiedlich bekannt war. Höhere Formen der Wirbeltiere wiesen sogar einen niedrigeren DNA-Gehalt auf als niedrigere.

Auch die Vererbungssubstanz der Bakterien ist DNA, aber bei ihnen nicht auf Strängen angeordnet, sondern auf **Ringen**, von LEDERBERG 1952 '**Plasmide**' genannt.

## Die Desoxyribonukleinsäure erscheint als die entscheidende Komponente in der Vererbungssubstanz

Für die **Desoxyribonukleinsäure als Vererbungssubstanz** sprachen **1944** die aufschlußreichen Ergebnisse von OSWALD T. AVERY (A. R. DOCHEZ 1958), C. M. MAC LEOD und M. MC CARTY, Rockefeller-Institute, über das **transformierende Prinzip bei Pneumokokken**. F. GRIFFITH hatte 1928 gefunden, daß in vitro ein Typ der Pneumokokken in Nachbarschaft eines anderen dessen Eigenschaften annehmen konnte. AVERY hatte die chemischen Differenzen der verschiedenen Typen der Pneumokokken untersucht, um auch die für die Immunabwehr gegen die Lungenentzündung hervorrufenden Bakterien wirksamen heraus-

zufinden. Nunmehr konnte AVERY mit anderen die für die erbliche Veränderung maßgebende Substanz als eine Desoxyribonukleinsäure feststellen, wobei allerdings offengelassen wurde, als immerhin jedoch ziemlich unwahrscheinlich, ob eventuell eine wegen zu kleiner Mengen nicht erfaßbare, jedoch an die DNA angeheftete Substanz das transformierende Prinzip sein könnte. Die Arbeit von AVERY und den Mitarbeitern fand bei den Phagenforschern durchaus Anerkennung, aber führte nicht bis zu den Verallgemeinerung, daß DNA überall für die Vererbungserscheinungen maßgebend sein mag (G. S. STENT 2002). Für die DNA als Vererbungssubstanz wenigstens bei Bakteriophagen fanden ALFRED DAY HERSHEY und seine Mitarbeiterin MARTHA CHASE in Cold Spring Harbor 1952, daß von Bakteriophagen im wesentlichen, zu 80%, nur die Nukleinsäure (DNA) in eine Bakterienzelle eindringen muß, um in der Bakterienzelle die intrazelluläre Vermehrung des Bakteriophagen und damit dessen Wiederherstellung zustandezubringen. Eine Phage besteht aus dem Proteinmantel und einem inneren Nukleinsäurestrang. Das Protein, das auch schwefelhaltige Aminosäuren enthält, wurde mit dem radioaktiven S35 markiert, die DNA mit dem P32. Kaum radioaktiver Schwefel trat in die Bakterienzelle, wohl aber der P32. Gerade diese Ergebnisse wirkten auf viele überzeugend. HERSHEY war zusammen mit S. E. LURIA und M. DELBRÜCK 1969 Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin. BUTENANDT (1953) etwa hob auf der Tagung der deutschen Naturforscher und Ärzte 1952 in Essen als für die Dexoxyribonukleinsäure (DNS oder DNA) als Vererbungssubstanz sprechende Phänomene unter anderem hervor ihre gleiche Menge in den ganz verschieden differenzierten Zellen und ihrer nur halben Menge in den Keimzellen sowie Identität des Wirkungsspektrums von UV-Strahlen für die Mutationsauslösung mit dem Absorptionsspektrum der DNS.

## Genetik - die aufeinander aufbauenden Befunde

Es erscheint beeindruckend, in welcher Weise immer wieder **Schritt für Schritt aufeinander aufbauend** in der Genetik **die Probleme gesehen** wurden, man die Schritte anvisierte, dann Lösungen kamen. Es kam eigentlich nichts, was völlig aus der Rolle fiel und nicht **vorbereitende Befunde, Vorentdeckungen** hatte. Schon 1951 etwa, also vor der CRICK-WATSON-Veröffentlichung von 1953, wurde berechtigt vermutet, "dass die Chromosomen in ihrer Längsrichtung so weit strukturell differenziert sind, dass pro Chromosom einige hundert bis einige tausend individualisierte Stellen vorkommen, die unter sich verschieden sind" Und unbekannt war natürlich, "welche Gruppen der Nukleoproteidmoleküle für die unterschiedliche Wirkungsspezifiät der Genstellen veranwortlich sind" (E. HAGEDORN 1952). Vom Morphologischen kam man zum Biochemischen und dann zum Informatorischen. Was einmal als wichtiger Befund beachtet, ja gefeiert wurde, verschwand

hinter Größerem, das Vorangegangene relativierend. Und doch waren viele der Schritte unumgänglich gewesen. Beim Umschwung von der Protein-Komponente als Vererbungssubtanz zur DNA kann man vielleicht einen kleinen Paradigmenwechsel im Sinne von KUHN sehen. Aber in vielem gab eine beeindruckende **Kontinuität in der Erkenntniszunahme**.

Die **Vererbungssubstanz**, die bestand also aus den einfachen Nukleonen, die vereinigt waren in **Polynukleotiden** (s. etwa G. R. BARKER 1956).

## Die als für die Vererbung wichtig erkannte Desoxyribonukleinsäure wird in ihrer chemischen Struktur aufzuklären versucht und aufgeklärt, 1953

Da die Desoxyribonukleinsäure wenigstens für etliche Forscher die entscheidende Komponente der Vererbungssubstanz sein sollte, zumindestens nicht unbedeutend erschien, versuchten um 1950 verschiedene Chemiker resp. Biochemiker die Aufstellung ihrer Strukturformel. Die biologisch orientierten Genetiker erforschten die Merkmalsweitergabe und die Morphologie der Chromosomen und die DNS-Struktur, dieses "Ziel schien den Genetikern damals jensiets des Erreicbaren zu liegen" (J. D. WATSON 1963, dtsch. S. 440), Einzelkomponenten hatte KOSSEL ja bereits isoiert und charakterisiert. **DNA** als Abkürzung kam wegen 'acid' = Säure in Englisch.

Einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung hatte Ende der 1940-er-Jahre der Biochemiker ERWIN CHARGAFF geleistet. CHARGAFF war am 11. August 1905 in Czernowitz geboren, verbrachte das fernere Leben zunächst in dem ihn kulturell begeisternden Wien, begann seine wissenschaftliche Laufbahn 1930 in Berlin, mußte etwas später als Jude emigrieren und wirkte an der Columbia University in New York. CHARGAFF (u. a. E. A. CARLSON 2011, S. 80) ermittelte, daß in der Desoxyribonukleinsäure zum einen die Basen **Adenin und Thymin** und andererseits **Guanin und Cytosin** zu stets gleichen Anteilen vorkommen, was als die "Chargaff-Regel" bezeichnet wurde. Adenin und Guanin sind Purinbasen, Thymin und Cytosin Pyrimidinbasen. In verschiedenen Spezies waren die beide Gruppen, also die zusammengehörenden Adenin - Thymin und Guanin - Cytosin in unterschiedlicher Menge vorhanden, Desoxyribonukleinsäure war offensichtlich nicht nur ein ziemlich einfaches Polymer der 4 Nukleotidbasen, sondern war differenzierter zu sehen (G. S. STENT 2002). Und die Chargaff-Regel sollte den Schlüssel zur Aufklärung der Struktur der Desoxyribonukleinsäure liefern.

Grundlage für die Aufklärung der Desoxyribonukleinsäure als Ganzes bildeten die im Foto festgehaltenen Ergebnisse **Röntgenstrukturanalyse**. Der gebürtige Neu-

seeländer MAURICE WILKINS und die von ihm eher als lästige Konkurrentin empfundene ROSALIND FRANKLIN, seinerzeit am King's College in London, klärten dort den Aufbau der DNS durch Röntgenstrukturanalyse in wesentlichen Zügen. Die WILKINS zu wenig willfährige FRANKLIN starb allerdings 1958 mit 38 Jahren.

In den USA suchte die Struktur der Desoxyribonukleinsäure dann vor allem L. PAULING aufzustellen, der auch mit CRICK und WATSON schon über seinen Sohn Verbindung hatte, aber wegen Paßverweigerung durch die USA-Regierung eine Englandreise um diese Zeit nicht wie gewünscht antreten konnte. Nur der auch auf anderen Gebieten verdienstvolle PAULING konnte sich wohl die Klärung der Struktur einer solch komplizierten Verbindung wie der DNA zutrauen, aber favorisierte eher noch die Proteine als mögliche Vererbungssubstanz.

In Cambridge im Cavendish-Laboratorium erkannten zwei Forscher, der Brite FRANCIS CRICK und der US-Amerikaner JAMES WATSON, PAULINGs Modell zu ihrer baldigen Freude als falsch. Am **25. April 1953** veröffentlichten CRICK und WATSON in der "Nature" ihr schraubenförmiges Strukturmodell, die "**Doppel-Helix**" (J: D. WATSON 1969), die zwei umeinander sich schlingenden Stränge, das sie auch aus kleinen Kügelchen und Stangen als Modell zusammenbastelten und das die von der Vererbungssubstanz zu fordernden Eigenschaften, namentlich zuerst die identische Reduplikation, erklärte. Andere Dinge, etwas die Art der Speicherung von erblichen Eigenschaften, deren Codierung, ließen sich später auch erklären. Diese Veröffentlichung war eines der high-lights in der Geschichte der Naturwissenschaften überhaupt. "Plötzlich waren Gene nicht mehr nur begriffliche und statistische Größen, sie hatten vielmehr eine definierte chemische Identität erlangt" (P. BERG 1981, S. 885). "Säure" heißen die Substanzen, aber die **anhängenden Basen** erschienen als **die entscheidenden Bausteine für die Vererbung**.

Wissenschaftlich hatte CRICK (M. RIDLEY 2006, S. 38) nach seiner Tätifgkeit für die Verteidigung im Krieg sich dem Kristallographen PERUTZ zugewandt und versuchte selbst die Kristallisation von Proteinen, zuerst erfolglos bei dem Hormon Sekretin und erfolgreich bei einem Trypsin-Inhibor (-hemmer). Als entscheidend im DNA-Strang erschienen die nach außen weisenden 4 Basen Adenin, Cytosin, Guanin, Thymin, manchmal auch Uracil. Auf den beiden benachbarten Strängen **stehen** immer gegenüber **Adenin dem Thymin**, **Cytosin dem Guanin**. Bei der Trennung der Stränge wird auf dem dann von einem Strang gegenüber neu gebildeten Strang die jeweils komplementäre Base gebildet, also gegenüber den Adenin eben Thymin, gegenüber dem Cytosin das Guanin. Der Einzelstrang reduplziert sich also nicht identisch, aber stets komplementär. Jeder neu entstandene Strang schafft wieder einen komplementären Strang. Etwa L. PAULING hatte es

schon 1948 vorausgesagt.

Die materielle Grundlage der Vererbung, jahrzehntelanges Objekt von Spekulationen, war mit der Aufklärung von DNS und RNS greifbar geworden. Es war, wie F. JACOB (in: 1966, S. 704) am 11. Dezember 1965 in seinem Nobelvortrag sagte: "... zum ersten Mal möglich, den alten biologischen Begriffen der Vererbung, der Variation und der Evolution einen chemischen und physikalischen Gehalt zu geben."

CRICK (H. J. JUDSON 2006, R. OLBY 1970, M. RIDLEY 2006, S. SHAFY 2006) war am 8. Juni 1916 in Northampton in England als Sohn eines Schuhmachers geboren worden. Er studierte Physik, arbeitete während des Zweiten Weltkrieges für die britische Marine über magnetische und akustische Minen und studierte anschließend weiter. In Cambridge kam CRICK, damals als Mitt-Dreißiger ein etwas älterer "graduate student" (in C. MEAD et al. 2001) mit WATSON zusammen, CRICK wird beschrieben als laut und etwas unbeherrscht gegenüber seiner Umgebung, mit einer die Flure durchdringen Polterstimme und mit die Wände zum Erzittern bringenden Lachen, der sich kaum mit Assistenten oder Doktoranden umgab. Er wie WATSON ruhten sich nicht auf ihrem Lorbeer aus, sondern waren an weiteren Forschungen noch entscheidend beteiligt. etwa an der Aufklärung des des genetischen Codes, der Art und Weise der DNA-Wirkung. Ab 1977 wandte sich CRICK der Erforschung von Gehirn und Bewußtsein zu, konnte hier aber nichts Grundlegendes mehr herausfinden. Im April 2001 wurde bei CRICK Darmkrebs (colon) diagnostiziert (M. RIDLEY 2006, S. 200). Er starb, immer beteut von seiner Frau, am 28. Juli 2004 88-jährig in San Diego.

CRICKs 12 Jahre jüngerer Partner von 1952/1953, JAMES DEWEY WATSON, war am 6. April 1928 in Chicago geboren worden, studierte dort Chemie, ging 1950 für ein Jahr nach Kopenhagen und 1951 an das Cavendish Laboratory in Cambridge in England. WATSON war gegen Religion, stand für die Anerkennung der Härte der Natur und stimmte CRICK zu, wenn der 1968 einmal sagte, man solle bei Menschen bis zwei Tage nach der Geburt warten, bevor man etwas als anzuerkennende Menschen deklariert. Liebe zu mißgebildeten Kindern wäre nicht zu verlangen. WATSON ist Vater eines geistig behinderten Sohnes, wußte also, wovon er sprach. Gott könne man nicht die Zukunft des Menschen überlassen. CRICK und WATSON haben später die Entdeckung unterschiedlich, auch in gegeneinander gerichteter Weise beschrieben. Sie waren gemäß CHARGAFF ein "schlecht zusammenpassendes Paar."

Bei Richtigkeit der Chargaff-Regel sollte die Doppelhelix die einfachste Erklärung für den Aufbau der Desoxyribonuleinsäure gewesen sein, und es müßte CHARGAFF damit also beim Auffinden der DNA-Struktur ein hoher Anteil zukommen.

Etwa der Journalistin INGEBORG HARMS (2000) gegenüber klagte der fast 95-jährige CHARGAFF bitter, daß er einst bei einem Besuch in Cambridge, es war im Mai 1952, CRICK und WATSON sagte, was er wußte, aber sie hätten nach seiner späteren Meinung gar nicht rechrt verstanden (M. RIDLEY 2006, S. 60). CRICK un WATSON erwähnten später CHARGAFFs Hilfe nicht, hätten es ihm "genommen, es gestohlen" (I. HARMS 2000). CHARGAFF habe zwar "neidlos" zugegeben, daß er und sein Team in den "Laboren" der Columbia-University in New York zu "chemisch" "erzogen waren, um das Helixmodell zu entwerfen", und CRICK und WATSON wären darauf gekommen, weil sie so gar nichts von Chemie verstanden hätten und "das Problem rein mechanisch betrachtet" haben. CHARGAFF habe dann gar gesagt (M. RIDLEY 2006, S. 60): "That in our days such pygmies throw such giant shadows only shows how late in the day it has become." CHARGAFF hat in seinem noch langen Leben bis 2004 die ihm herzlos erscheinenden USA angeklagt wegen ihres Alles-zu-Geldmachen. Die weitere Genforschung, die Genomentschlüsselung etwa, erschien ihm sinnlos, künde das Menschliche in der Wissenschaft auf. CRICK und WATSON, nicht aber CHARGAFF, erhielten 1962 zusammen mit WILKINS den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Da sich die Vererbungssubstanz in jedem Zellkern befindet, ob Pflanzen- oder Fleisch-Nahrung, ist klar, daß fremde Vererbungssubstanz in der Nahrung ständig aufgenommen und im Darm verdaut wird, ohne im Körper Wirkung zu entfalten. Oder bisweilen doch?

## Eine andere Vererbungssubstanz bei Viren und in spezielleren Rollen auch bei höheren Lebewesen : Ribonukleinsäure

Die im Vererbungsgeschehen ebenfalls wichtige **Ribonukleinsäure/RNA** enthält statt des Zuckers Desoxyribose wie in der DNA den Zucker Ribose und die Base Uracil anstatt des Thymin. **Bei Pflanzenviren** ist die Vererbungssubstanz die Ribonukleinsäure, RNA. Schon 1937/1938 hatte RENÉ JULES DUBOS das Enzym **Ribonuclease** gefunden, daß bei der Forschung anderer Leute hochgereinigt wichtig wurde (J. G. HIRSCH et al. 1989).

GIERER und SCHRAMM sowie FRAENKEL-CONRAT und SINGER beschrieben 1956, daß von dem die Blätter der Tabakpflanzen in schwere Mitleidenschaft ziehenden **Tabakmosaikvirus/TMV** allein die Ribonukleinsäure in Zellen der Tabakpflanze eindringen muß, um die Mosaikkrankheit zu infizieren. Das Protein wurde gemäß GIERER und SCHRAMM unter milden Bedingungen augenscheinlich vollständig abgetrennt, ergab Bruchstücke von einheitlichem Molekulargewicht, die sich wieder zu hochmolekularen stäbchenförmigen Teilen polymerisie-

ren konnten. Obwohl sie, wie die Röntgenstrukturanalyse aufwies, in ihrer Struktur den ursprünglichen Viren gleichen, sind diese reinen Eiweißbestandteile ohne die RNA ohne die Wirksamkeit, die vollständige Viren, also in der Verbindung von Protein und RNA, ausüben. Das RNA allein war allerdings etwa 1000-mal weniger wirksam als das intakte TMV, aber diese Wirksamkeit genügte, um die **RNA** als die **Vererbungssubstanz** anzuerkennen. Das Protein übte, wie GIERER und SCHRAMM annahmen, wohl eine Schutzfunktion aus. Wie bildlich gemeint wurde: Die RNA griff in den Stoffwechsel der befallenen Zellen ein wie ein Pirat, der ein Schiff kapert und dann dessen Kurs bestimmt.

Die Vererbungssubstanz der Bakterien wie der **höheren Organismen** ist die DNA. Aber Ribonukleinsäuren schaffen es, daß von den Genen der DNA von ihnen getrennt in den Ribosomen spezifische Proteine gebildet werden, sich also die Gene der DNA 'manifestieren', es eine 'Expression' des Codes der DNA gibt. Die vielleicht zuerst auf der Erde von den lebenden Substanzen zuerst erschienene RNA trat damit in den Dienst der DNA. Im Unterschied zur doppel-strängigen DNA erscheint die RNA gewöhnlich in Einzel.

## Desoxyribonukleinsäure und Ribonukleinsäuren bei den Vielzellern auch in den Mitochondrien und in den Plastiden

Die **Mitochondrien**, die Zellorganellen, in denen der oxydative Stoffwechselabläuft, enthalten auch Desoxyribonukleinsäure, **mitochondriale DNA** (E. A. CARLSON 2011, S. 109 ff., R. KNIPPERS 2012). Diese DNA ist ringförmig, enthält 17 Gene mit insgesamt 16.569 Basenpaaren, nötig für die Produktion von Proteinen und die für die oxydative Phosphorylation nötige RNA und auch für einen Teil der Proteine der Mitochondrien-Membran. Aber es müssen den Mitochondrien auch von der Zellkern-DNA codierte Proteine zugeführt werden. Mitochondrien werden **nur durch die Eizelle** weitergegeben, was im Falle der von ihnen exprimierten Eigenschaften zu Merkmalen einer mütterlichen Vererbung führt. Mitochondrien wie Y-Chromosomen sind nicht an der allgemeinen genetischen Durchmischung beteiligt, die sich infolge der Reduktionsteilung und der Neukombination der Erbanlagen bei der Kernverschmelzung bei der sexuellen Paarung abspielt und infolge all der Wanderungen und Durchmischungen "geht" unsere nicht in den Mitochondrien und in den Y-Chromosomen enthaltende DNS "auf Tausende von Individuen zurück, die sich vermutlich über die ganze Welt verteilen" (R. DAWKINS 2016 b, S. 483). Aus der Vergewaltigung durch schwedische Soldaten im Dreißigjährigen Krieg entstandene Nachkommen sind an unserer normal-chromosomalen DNA-Erbsubstanz möglicherweise ebenso beteiligt wie die Nachkommen fürstlicher Konkubinen und natürlich anständig ehelich zustande-

gekommener Kinder. "Die Mitochondrien aller Europäer" dagegen gehören nur zu" 7 "verschiedenen Typen", gehen also auf 7 "Mitochondrien-Matriarchinnen zurück, die letztlich wohl afrikanischen Ursprungs sind (R. DAWKINS 2016 b, S. 485 Fußnote).

Bei den grünen Pflanzen sind **selbst-vermehrende** Körper auch die den grünen Farbstoff und ander Farbstoffe enthaltenden **Plastiden**, ebenfalls mit eigener Vererbungssubstanz.

## Der Weg zum Verstehen der Wirkung der Vererbungssubstanz

Daß die chemische Struktur der Vererbungssubstanz rep. der Vererbungssubstanzen aufgeklärt war, konnte nur **ein** nötiger Schritt zu sein auf dem Wege zur Aufklärung der Vorgänge, welche die Vererbungssubstanzen wirken lassen. Zahlreiche Befunde einer größeren Zahl von Forschern, in verschiedenen Laboratorien, die meisten in den USA, waren dabei zu verknüpfen, als ein manchmal fast verwirrendes synthetisches Gedankenwerk, eine Synthese zwischen Ideen und Experimentalbefunden, ein Werk einer breit ausgeweiteten modernen Wissenschaft.

CRICK (M. RIDLEY 2006, S. 104) war vielleicht jener, der zuerst und am gültigsten die Vorgänge übersah und ordnen konnte, welche meist noch im einzelnen bewiesen werden mußten. CRICKs 1958 gedruckter Vortrag an die Society of Experimentel Biology in Canterbury "On Protein synthesis" gilt dabei als eine wegweisende Veröffentlichung. CRICKs Biograph 'MATT' RIDLEY (2006; S. 105) urteilte: "From the mass of confusing results that had been pouring into the literature, he had somehow drawn nearly all the right conclusions ...", was zeitweises Anhängen an Irrtümer nicht ausschloß.

Als ein Ergebnis all der Erkenntnisse schlußfolgerte CRICK, daß man allen religiösen Glauben aufgeben müsse: "I do not respect Christian beliefs. I think they are ridiculous" (zit. bei M. RIDLEY 2006, S. 125) und meinte 1966 in "Of Molecules and Men", daß der genetische Code nur erlaube, Leben auf der Grundlage von Physik (mechanics) und Chemie zu erklären (S. 145). Viele USA-Bürger hat er damit aber kaum überzeugt.

## Künstlicher Aufbau der Vererbungssubstanz und der Schritt zu daraus gewonnene Erkenntnisse über den genetischen Code - bis etwa 1960

Nachdem die Vererbungssubstanz chemisch aufgeklärt war, suchte man sie auch künstlich aus ihren Bestandteilen herzustellen und aus solcher RNA und DNA von ihrer Wirkungsweise zu erfahren. Der Aufbau der DNA und RNA verlangte dafür spezifische Enzyme, die auch deren Reduplikation in den Zellkernen leiten. Die DNA verdoppelte sich also nicht allein von sich heraus.

Die 1921 in St. Petersburg geborene MARIANNE GRUNBERG-MANAGO und der 1905 in Asturien in Spanien geborene SEVERO OCHOA (1955, 1960; M. GRUNBERG-MANAGO 1992, A. KORNBERG 1997)) fanden **1955** an der New York University bei Forschungen an *Azotobacter vinelandii* zufällig die enzymbedingte Bildung von hochmolekularer Ribonuleinsäure/**RNA** aus Nucleosid-diphosphaten (S. OCHOA 1960). Vorher war zufällig die Polymerisation von Adenosine diphosphate (ADP) durch Zellsäfte gefunden worden. Synthetische RNA, die gefunden wurde als "in jeder Hinsicht mit natürlicher RNS" übereinstimmend (S. OCHOA 1960, S. 226), konnte bei Versuchen zur Feststellung ihrer Funktion und Wirkung eingesetzt werden, führte mit zur Entschlüsselung des genetischen Code.

ARTHUR KORNBERG (1960), schließlich an der Washington University in St. Louis, Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin **1959**, konnte beginnend **1954** (A. KORNBERG 1968), **DNA aufbauen**. Er benötigte dazu das aus *Escherichia coli* gewonnenes und gereinigte Enzym DNA-Polymerase, selbstversätndlich die 4 Nukleotidpaare, dazu noch DNA als Einzelstrang aus einem Bakterien befallendem Virus als Matrize. 1968 konnte KORNBERG auch biologisch aktive DNA reproduzieren. Die Basen-Sequenz in natürlicher DNA war damals noch nicht festgestellt. KORNBERG erhoffte aber, 1968 (S. 78), daß die schließliche Kenntnis der DNA-Struktur und etwa Synthese der zutreffenden DNA der Diabetes-Therapie dienen kann, sich damit öffnet "the realm of genetic engineering, ... to improve the quality of human life."

1961 berichteten der USA-Biochemiker MARSHALL WARREN NIRENBERG und der aus Göttingen gekommene HEINRICH MATTHAEI (Wikipedia), "daß auch synthetische RNS die Peptidsynthese lenken kann" (F. H. CRICK 1963, S. 427), HAR GOBIND KHORANA synthetisierte kleine **Nukleinsäure-Moleküle**, die ebenso wie die DNA in der Zelle zu Proteinen führten. Das war ein Schlüssel, um festzustellen, welche Basenfolge in der DNA zu welchen Proteinen führten. Sein erstes synthetisierten Gen codierte die Hefe-Alanin transfer RNA (M. CAROTHERS et al, 2011). Der 1922 in armen Verhältnissen in Indien geborene KHORANA war

über die Punjab University in Lahore, über Cambridge, die Schweiz und Kanada in die USA gekommen, wo er ab 1971 am Massachusetts Institute of Technology wirkte. KHORANA starb 2011. HOLLEY, KHORANA, NIRENBERG wurden Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1968.

## Wie wirken nun die chemisch faßbaren Gene? - Vom Gen zu einem Produkt, einem Protein, über eine Überträgersubstanz: Auf dem Weg zur messenger RNA

Mit der Kenntnis der chemischen Struktur der Vererbungssubstanz erstand erweitert gegenüber den Genphysiologen die Frage, **wie die DNA**, die "Vererbungssubstanz" sich "manifestiert", wie die Erbanlagen **zu Merkmalen führen**, sich die "Expression" von Genen vollzieht. Bei der Schaffung der '1 Gen - 1 Enzym'-Hypothese mußte wegen noch fehlender Kenntnis die chemische Struktur der die Enzyme bildenden Vererbungssubstanz unbeachtet bleiben. Gene waren die formalen Gebilde, die sich durch Mutationen abhoben. **Zwischen Gen und Enzym** war unbeleuchtetes Feld. Dieses Dazwischen, zwischen Gen und Enzym, konnte nun **ausgefüllt** werden! Dabei wurde ein zwar vereinfachtes und später zu korrigierendes, aber einleuchtendes und beeindruckendes Bild der Genwirkung gefunden.

Die Gene mit den Informationen für die Bildung von Proteinen liegen jedenfalls bei den Vielzellern auf den Chromosomen im Zellkern, die **Proteine**, die für das Zell-Leben wirkenden Enzyme, werden aber in oder an den auch einmal als Mikrosomen bezeichneten **Ribosomen** im Zellplasma gebildet. Daraus erstand die dann bestätigte Hypothese, daß eine **Mittler-Substanz** zwischen den Chromosomen samt deren Genen und dem Ort der Proteinbildung vorhanden sein muß. Auch die Mittlersubstanz wird im Zellkern synthetisiert, verläßt dann den Zellkern (C. PELLING et al. 1964). Sie wandert an die Ribosomen, wo die Proteine/Enzyme gebildet werden. Proteine mit ihrer komplexen 3-dimensionalen Struktur sind als Träger eines Kopiermechanismus wohl ungeeignet (W. GILBERT 1986), und dafür bedurfte es der linaren Abfolge der Nukleotid-Basen an der ansonsten auch räumlichen DNA.

## Feinanatomische morphologische Befunde verknüpft mit biochemischen führen zur näheren Untersuchung der Aktivität einzelner Gene - Vorbereitende Entdeckungen

Mit dem Mikroskop unter starker Vergrößerung hatte schon der Italiener BALBIANI 1881 an noch nicht als Chromosomen resp. Riesenchromosomen erkannte Kernfäden in den großen Zellkernen von gewissen Zweiflüglern/Diptera, von Mücken und Fliegen mit 'Ringen', gesehen (C. BELLING 1964, S, 884). Diese Kernfäden wurden später erkannt als zu vielen in kabelartiger Weise längs zusammenhängende Chromsosomen, als '**Riesenchromosomen**' bezeichnet, obwohl es nicht dickere einzelne Chromosmen waren, sondern nur längs verbundene viele. An ihnen waren an einzelnen Veränderungen, so Ausfälle, Stückumlagerungen, Verdoppelungen zu sehen. An solchen Riesenchromosomen in Speicheldrüsen von Zweiflüglern/Dipteren, *Chironomus tentans*, sahen HANS BAUER und EMIL HEITZ je nach Entwicklungsstadium der Zweiflügler einzelnen Querbändern, Chromomeren, Anschwellungen, als **Puffs** bezeichnet, "puffings", von to puff = sich aufblähen. Sie wurden, so **1952**, von BAUERs Doktorand WOLFGANG BEERMANN **als gerade aktive Gene gedeutet**, als mikroanatomischen Befund für die an einzelnen Genen auf den Chromosomen stattfindende **Genaktivität.** Solche Puffs wurden dann auch an den Chromosomen von Zellen in etwa Mitteldarm und Malpighischen Gefäßen gefunden und in jedem Organ fanden sich andere Teile an den Chromosomen als aktiv. Das verwies darauf, daß in den verschiedenen Zelltypen unterschiedliche Gene aktiv wurden, was mit der **Differenzierung der Zellen** (C. PELLING 1964, S. 885) durch jeweils **spezifische Genaktivität** zusammenhängen sollte. **Nur an diesen Plätzen** mit Gen-Aktivität ließ sich Ribonukleinsäure, RNA, nachweisen und das sprach, wie dann von anderen genauer ermittelt wurde, für die Synthese spezifischer Proteine an jedem Puff an bestimmten Querbändern. Die Puff-Orte wechselten auch in dem desselben Zelltyp (S. 886), wurde also nicht nur immerforr nur einundieselbe Substanz produziert.

Noch einmal also hatte auch die Morphologie, die Feinanatomie zu wesentlichen Anregungen beigetragen.

Anderswo hatte P. KARLSON mit einem Mitarbeiter festgestellt, daß vorzeitiges Zusetzen des Insekten-Häutungshormon Ecdyson zu Larven in ihnen nicht nur vorzeitige Häutung, sondern an den Chromosomen Puffs hervorrief, also Puffs früher als beim normalen später stattfindenden Häutungsvorgang (K. SANDER 2002). Der Zusatz des Hormon Ecdyson hatte offenbar für die Entwcklung nötige Gene vorzeitig in Tätigkeit versetzt. **Gen-Aktivität** war **durch Substanzen von außen** hervorzurufen.

Zur Vorgeschichte der Eigenschaften der Vererbungssubstanz gehört auch, daß 1941 T. CASPERSSON und 1942 BRACHET berichteten, daß **Zellen, die Protein synthetisieren, viel RNA** enthalten (J. D: WATSON 1963, S. 440), war also die "Beziehung der Ribonucleinsäure zur Eiweißsynthese ... bekannt" (A. KÜHN 1955, S. 487). Protein-Bildung, wie CASPERSSON nahelegte, erfordert Nukleinsäuren. CASPERSSON fand auch, daß Desoxyribonukleinsäure ausschließlich im Zellkern vorkommt, verbunden mit dem Nucleolus und den Chromosomen. Ribonukleinsäure erschien im Kern nur ganz wenig, dafür reichlich im Cytoplasma (G. R. BARKER 1996, S. 307). Gekennzeichnet durch radioaktiven 32 P wurde auch erkannt, daß in den verschiedenen Zellteilen unterschiedliche Ribonukeinsäuren vorhanden sind (S. 308). Es gab verchiedene Methoden der Isolierung von Ribonkleinsäuren (S. 308/309).

## Zur messenger-RNA

GEORGE GAMOW zeigte 1954, daß angesichts der Zahl der zu codierenden Aminosäuren jeweils 3 Basen für die **Codierung** einer Aminosäure zuständig sein müssen. Ein typisches Protein enthält etwa 200 Aminosäuren in spezifischer Sequenz. Der Code für ein Protein auf dem linearen DNS-Strang kann als ein Gen bezeichnet werden und muß also die Folge der etwa 200 Aminosäuren in einem Protein codieren. Die "Aminosäure-Sequenz eines jeden Proteins" wird "durch eine Basen-Sequenz innerhalb eines Nucleinsäure-Moleküls bestimmt" (F. H. CRICK 1963, S. 425).

Den Gedanken einer Trennung der Informationsspeicherung auf der DNA und einem getrennten, die Basenabfolge an der DNA ablesenden Decodierungs-Apparat entwickelte mit zuerst offenbar SYDNEY BRENNER. CRICK löste sich von der Annahme, daß die Proteine an der DNA direkt gebildet werden (M. RIDLEY 2006, S. 89). Als die Mittlersubstanz zwischen Gen und Proteinbildung der Ribosomen erschien die von JACQUES MONOD und FJACOB (M. W. NIRENBERG 1963, S. 83)) "**messenger"-RNA, m-RNA,** genannte Ribonukleinsäure, erforscht namentlich auch von CRICK und WATSON (1963).

Gefunden worden war etwa, daß im Zellkern radioaktiv, mit Tritium, markierte neu gebildete RNA "später mehr und mehr in das Cytoplasma eindringt" (C. PELLING et al. 1964, S. 881).

Der Vorgang der Übermittlung der Vererbungsinformation auf der DNA an die RNA wurde **Transkription** genannt.

Durch JERARD HURWITZ an der New York University School oft Medicine, durch SAMUEL WEISS von der University of Chicago, durch AUDREY STE-

VENS von der St. Louis University und deren Mitarbeiter war schon nachgewiesen worden, daß ein Enzym, die RNA-Polymerase an den Strängen der DNA gemäß deren Muster die Synthese von Strängen der RNA katalysiert, also von der DNA eine Bildung von komplemtärer RNA stattfinden kann (M. W. NIRENBERG 1963, S.83) Wo am DNA-Strang Adenin steht, bildet sich auf dem komplementären RNA-Strang aber Uracil anstatt Thymin. Ein Gen der Vererbungssubstanz führt auf dem Wege über die messenger-RNA auf den Ribosomen zu einem für das Gen spezifischem Protein, das stets oder fast stets ein Enzym ist (M. W. NIRENBERG 1963, S. 80), Die so gebildeten Enzyme sollten dann den Organismus gestalten. Nukleinsäuren des Zellkern konnten nur durch die an den Ribosomen ablaufende Proteinbildung wirken: "Ohne Nukleinsäuren haben die Proteine keine Zukunft. Ohne Proteine bleiben die Nukleinsäuren inert" (F. JACOB 1972, S. 324).

Untersucht wurden die Vorgänge dann etwa in zellfreien Extrakten des Bakteriums *Escherichia coli* (M. W. NIRENBERG 1963, S. 85). Die in Kulturen herangezogenen *Escherichia coli*-Zellen wurden durch fein gepulverte Tonerde aufgebrochen und der Zellsaft enthielt DNA, messenger-RNA, Ribosomen, Enzyme und andere Komponenten. Sie müssen versorgt werden mit energiereichen Substanzen. Dann wurden Aminosäuren zu Protein zusammengefügt. Es gelang auch diese Extrakte für längere Zeit zu stabilisieren und so wochenlang mit ihnen zu forschen (S. 84). Die Aminosäuren konnten durch radioaktiven 14 Kohlenstoff (C) markiert werden. Hinzufügen eines DNA-zerstörenden Enzyms, von Desoxyribonuclease, stoppte die Protein-Synthese, wie am Institute Pasteur TISSIÈRES, NOVELLI und BERNARD NISMAN und dann auch MATTHAEI und NIRENBERG (1963, S. 85) nachwiesen. Der Stopp geschah, nachdem die im Zellsaft noch vorhandene messenger RNA verbraucht war. Wurde frische messenger-RNA hinzugefügt, wurde die Protein-Synthese wieder stimuliert. RNA-Fraktionen verschiedener Herkunft wurden eingesetzt, und die Ribosomen im zell-freien System von *Escherichia coli* reagierten auch auf messenger-RNA von fremden Organismen. CYRUS LEVINTHAL und Mitarbeiter am Massachusetts Institute of Technology unterbanden die Bildung von messenger-RNA durch das Antibiotikum Actinomycin. Damit gab es für die Wirkung des Actinomycin eine Erklärung.

Als Außenstehender mochte man fragen: Konnte nur über spezifische Proteine und damit Enzyme, die offenbar das waren, was durch die DNA allein gebildet wurden, alles Vererbungsgeschehen erklärt werden, etwa die Vererbung einer besonderen Nasenform? Durch die Formausbildung bewirkende Substanzen, eine Art 'Hormone' oder Induktorsubstanzen?

Zu Anfang des 21. Jh. blickt man auch bei der Schaffung von **Pharmaka** auf mögliche Wirkung über die RNA, vielleicht durch Inaktivierung bestimmter Gene (B. MEUNIER 2012, S. 8834).

Wie später deutlich wurde, gibt es viel weniger Gene als die 500.000 bis 1 Millionen Proteine, mit auch all den Enzymen, welche das **Proteom** bilden. Die 1 Gen - 1 Enzym -Hypothese mußte also eingeschränkt werden.

## Die Bildung der Proteine an den Ribosomen - Die Translation

Vor allem ROBERT W. HOLLEY hat geklärt, 1957, daß für die Bildung der Proteine an den Ribosomen (PH. BROADWITH 2009) eine andere RNA, die dann "**transfer"-RNA**, t-RNA genannt wurde, die Aminosäuren im Zellsaft an die Ribosomen heranführt, damit diese Aminosäuren je nach dem Code auf der m-RNA zu spezifischen Proteinen verknüpft werden. Jede der 20 t-RNA, welche nur wenige Nucleotid-Subeinheiten besitzt, transportiert eine der im Zellsaft vorhandenen 20 Aminosäuren (R. W. HOLLEY 1966, S. 32).

Schon Ende April 1946 hat der damals die USA besuchende CRICK postuliert, daß die später Ribosomen genannten "microsomal particles are the only (cytoplamatic) site of protein synthesis" (M: RIDLEY 2006, S. 101). Im Massachusetts General Hospital hatte 1953 (Wikipedia 2012) PAUL ZAMECNIK gefunden, daß im Reagenzglas aus Zellen isolierte Microsomen, die dann Ribosomen hießen, um sich aus radioaktiv markierten Aminosäuren Proteine anhäufen (M. RIDLEY 2006, S. 102). HOAGLAND stellte fest, daß jede solche in ein Protein eingefügte Aminosäure sich etliche Zeit an einem kleinen lösbaren RNA-Molekül anheftet. Bei der Verdauung von Proteinen im Darm waren diese ja bis zu den Aminosäuren abgebaut worden und kamen in den Körper. Der **Aufbau der Proteine** aus diesen Aminosäuren ist eine der bedeutenden **Syntheseleistungen** auch der Tierzelle.

Die Funkiton der transfer-RNA wurde als "**Translation**" bezeichnet. HOLLEY (1966) konnte 1965 auch eine transfer-RNA, die für die Aminosäure Alanin, in so gut wie reiner Form erhalten und in 7-jähriger Arbeit auf ihr die Gen-Einheien, "subunits", in ihrer Reigenfolge, ihrer Sequenz, feststellen.

Es sind also zu **unterscheiden**: Von der DNA auf m-RNA erfolgt die **Transkription**. Die auf den Ribosomen durch herangeführte Aminosäuren erfolgende Verknüpfung zu Proteinen ist die **Translation**.

Als von CRICK formuliertes '**Zentraldogma**' erschien, was WATSON nach einem Brief an DELBRÜCK 1952 auch für sich forderte: daß unmöglich vom Protein aus wieder DNA codiert werden konnte und daß auch Proteine sich nicht selbst kopierten (M. RIDLEY 2006, S. 106/107). Diese Vorstellung mußte später schwer korrigiert werden.

Wie die Ribosomen Atom für Atom in ihrer Struktur aufgebaut sind wurde geklärt mittels der **Röntgenstruktur-Analyse** von kristallisierten Ribosomen, wobei die Israelitin ADA YONATH mit ihrer neuen Methode der Cryo-Kristallographie bei minus 185° C arbeitete. Sie wurde mit den ebenfalls die Arbeit der Ribosomen klärenden THOMAS STEITZ und VENKATRAMAN RAMAKRISHNAB 2009 mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet (K.-H. KARISCH 2009).

## Wie das einzelne Gen offensichtlich zu seiner Tätigkeit kommt - Regulation der Gen-Aktivität

Nicht alle Gene sind ständig aktiv. Wie **Gene in Tätigkeit treten**, aktiv werden, erforschten im Pariser Institut Pasteur ANDRÉ LWOFF, JACOB (1966) und MONOD mit ihren Mitarbeitern. Eine Anregung für diese Forschung kam von den Phagen, die oft generationenlang unbemerkt in Bakterien mitgetragen plötzlich freigesetzt werden, und mit dieser von LWOFF erforschten "Lyse" offenbar ein Modell boten, wie die auch als Gene zu sehenden Phagen wirksam, aktiviert, werden. **Bakteriophagen enthüllen weitere merkwürdige Eigenschaften**

**Bakteriophagen** boten manches, was auch für die Erforschung der Vererbungssubstanz wichtig wurde. Ein von Phagen infiziertes Bakterium entläßt oft nach etwa 20 Minuten vielleicht wiederum 100 infektiöse Phagen (F. JACOB et al. 1961). In kurzer Zeit haben die Phagen also die Bakterienzelle umgesteuert. Phagen können in der befallenen Bakterienzelle jedoch auch stillgelegt, in das Bakterienchromosom eingebaut, dann auch für Jahre mit dem Bakterium vermehrt werden. In der Nachkommenschaft der von Phagen infizierten Bakterien können einzelne Bakterien jedoch plötzlich wieder Phagen freisetzen, was als **Lyse** bezeichnet wird. Entdeckt wurde diese **Lysogenie** in den frühen 20er-Jahren des 20. Jh.. Sie erschien als Rätsel. Ein Vierteljahrhundert später, um 1949, hat am Institut Pasteur in Paris ANDRÉ LWOFF (G. S. STENT 1997) die Lysogenie genauer untersucht. LWOFF war Nachkomme einer schon unter dem zaristischen Regime nach Frankreich emigrierten Intellektuellenfamilie. Anregung hatte er schon vorher erhalten, von dem während des vom Institut Pasteur aus Paris im Dezember 1943 nach Auschwitz deportierten und dort am mit seiner Ehefrau ELIZABETH 17. Dezember 1943 umgebrachten EUGÈNE WOLLMAN. LWOFF hat befallene Bakterien und ihre Tochterzellen Stunde für Stunde unter dem Mikroskop beobachtet. Er hat solche Bakterienkolonie ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen, gewissen Chemikalien wie organischen Peroxiden oder nitrogen mustard ausgesetzt. Dann verfiel die ganze Kolonie innerhalb einer Stunde der Lyse. Im Bakterien-Genom war die **Provirus** genannte Phage offenbar integriert, die solche Proviren tragenden Bakterien wurden als "**lysogenic**" bezeichnet. Das Interessante war: Die Freisetzung

der eventuell lange integrierten Phagen gleicht der Aktivierung eines normalen Gens und sollte Licht auf dessen Aktvierung werfen.

Wie 1952 NORTON D. ZINDER und J. LEDERBERG an der University of Wisconsin fanden, können in der Lyse freigesetzte Phagen Stücke des genetischen Materials ihres getöteten Wirtes mit sich tragen und können dieses Material in einen neuen Wirt mit einbringen (s. F. JACOB et al. 1961). Zwischen verschiedenen Zellen, auch artverschiedenen, kann also genetisches Materials ausgetauscht werden, findet "**Transduktion**" statt.

## Nicht anwesende Enzyme lassen sich jedenfalls bei Bakterien plötzlich bilden - "Enzymatische Adaptation"

In den Diskussionen um die "Vererbung erworbener Eigenschaften" wie dann über die Wirkung von Genen spielte eine wichtige Rolle das schon länger bekannte Phänomen der "**enzymatischen Adaptation**". Das ist der Vorgang, daß eine Mikrobe ein bestimmtes Enzym erst dann bildet, wenn sie mit einem bestimmten Substrat in Kontakt kommt, und also das bis dahin nicht vorhandene Enzym für die Einbeziehung der neuen Substanz in den Stoffwechsel erforderlich ist. Das Substrat übt also offensichtlich einen Induktionseffekt aus, und zwar einen spezifischen, nämlich die Auslösung der Bildung eines spezifischen Enzyms.

Diese "**enzymatische Adaptation**" (J. MONOD 1966), auch genannt "adaptive or induced enzyme formation", entdeckte DUCLAUX am Ende des 19. Jh. Mit ihr beschäftigten sich nach 1901 EULER und JOSEPHSON. KARSTRÖM entdeckte das Phänomen wieder und gab ihm den Namen "enzymatische Adaptation". In den 1950-er-Jahren fand MONOD, daß ein Bakterium sehr rasch reagieren kann mit einem Protein, einem Enzym, wenn es plötzlich mit dem Zucker Lactose konfrontiert ist (M. RIDLEY 2006, S. 110). Augenscheinlich war das hervorgerufen, indem ein in der Vererbungssubstanz vorhandenes, aber ruhendes Gen, plötzlich zur Tätigkeit erwachte, 'angeknipst' wurde, erstes bekanntes Beispiel einer Gen-Aktivierung. Es wurde nicht etwas in der Zelle gar nicht Vorgesehenes, nicht Vorhandenes geschaffen. Wie FRANCOIS JACOB und MONOD bei einem Besuch in Kaliformien mit ARTHUR PARDEE zeigten, konnte ein Bakterium mit einem solchen aktivierten Gen diese Fähigkeit auf ein anderes Bakterium übetragen, welches innerhalb 3 Minuten das neue Protein produzierte, das "PaJaMo-Experiment" (PARDEE, JACOB, MONOD) (M. RIDLEY 2006, S. 111). MONOD und JACOB erklärten das, es war um 1961, mit dem '**Operon'.** einem Gene unterdrückenden 'repressor'. der abgeschaltet wurde, wenn es notwendig war und so etwa das 'Beta-galactosidase-Enzym' zu produzieren. JACOB (2011) hatte am Ende der 1940-er-Jahere wegen

schwerer Verwundung im Kriege 2 Jahre im Krankenhaus gelegen und mußte dann sehen, was aus ihm, dem 1920 Geborenen und also noch nicht 30 Jahre alt, werden würde und wandte sich trotz aller Unkenntnis an ANDRE' LWOFF, der ihn annahm. JACOB, LWOFF, MONOD erhielten zusammen 1968 den Nobelpreis für Physiologie und Medizin.

Die Spezifität bei der enzymatischen Adaptation wurde auch etwa deutlich, wenn Penicillin die Bildung des Enzyms Penicillase induziert oder andererseits gewisse Thiogalaktoside, "die weder vom Enzym hydrolysiert noch im Stoffwechsel verwendet werden" sich als sehr starke Induktoren erwiesen.

Ist eine Bakterienzelle von einem Phagen befallen und ist dieser aktiv, so lagert sich dessen RNA an die Ribosomen, auch die vor der Infektion entstandenen, und sie synthetisieren Phagenprotein. Je nach Art der messenger-RNA können die gleichen Ribosomen also Protein für die Phagen oder Protein für das Bakterium produzieren. Es ist also der messenger, der den Ribosomen ein spezifisches Syntheseprogramm überbringt (F. JACOB 1966).

## Wie auf den Genen die Information für die Bildung bestimmer Proteine via messenger-DNA verankert ist: Der Code der Gene. Stand um 1970

Frage mußte sein: Was auf der DNA bestimmt, daß ein bestimmtes Gen ein bestimmtes Protein bildet. Die von der DNA über die RNA ausgehende Codierung untersuchten und erfaßten zuerst CRICK (1963 und NIRENBERG (P. REICHARD 1969) und sein Team. NIRENBERG berichtete darüber zuerst im August **1961**. Synthetische RNA war ja M. GRUNBERG-MANAGO und OCHOA möglich geworden (M. W. NIRENBERG 1961, S. 85), auch solche ohne Gegenstück in der Natur. Und RNA mit nur 2 verschiedenen Basen ließ ganz einfache Proteine mit nur wenigen Aminosäuren entstehen. Ein synthetischer RNA-Strang, der als Base nur Uracil enthielt, ließ in einem zellfreien System, das 20 verschiedene Aminosäuren enthielt, dennoch nur Phenylalanin entstehen. Also durfte geschlossen werden, daß Phenylalanin nur das Code-"Wort" Poly-Uracil benötigte. Für die Aminosäure Prolin reichte das Code-Wort Poly-Cytosin. Die Arbeitsgruppen um NIRENBERG und an den National Instituten of Health synthetisierten und testeten RNA-Stränge mit den verschiedensten Basen-Folgen und ermittelten so die Codierung für die verschiedensten Proteine.Manche Aminosäuren bildeten sich auch durch verschiedene Code-"Worte", so Leucin. Um 1963 (M. W. NIRENBERG 1963, S. 80) war der daraus in den schon geschildertem zellfreien Zellextrakt ermittelte Kenntnisstand: **1 Gen** ist der Abschnitt auf einem Des-

oxyribonukleinsäure/DNA-Strang, der **ein Protein codiert**. Ein Protein enthält etwa 200 Aminosäure-Einheiten (subunits). Es sind im allgemeinen verschiedene Aminosäuren, die ein Protein bilden. Damit 1 Gen ein Protein mit beispielsweise 200 Aminosäure-Einheiten codieren kann, muß es wenigstens 200 Code'worte' enthalten, was ein Folge von etwa 600 Basen bedeutet. Ihre Sequenz war damals noch nicht feststellbar. In den DNA-Strängen gibt es auch einige Basen-Sequenzen, die nicht codieren, genannt "nonsense words" (S. 89).

Die Codierung von Proteinen durch Gene aus DNA erwies sich als offenbar **universal für die gesamte Organismenwelt** (M. W. NIRENBERG 1963), verfolgbar von den Bakterien an, ein weiterer wichtiger Beleg für die **Einheit des Lebens**. Wie etwa CRICK 1963 (S. 426) hervorhob und 1961 gefunden worden war: "kann man mit einem zellfreien System, das teils von Kaninchen-Reticulocyten, teils von Eschreichia coli stammt (), ein Protein synthetisieren, das Kaninchen-Hämoglobin sehr ähnlich ist."

Jede Spezies, ja jede Untereinheit einer solchen, hat trotz aller Gemeinsamkeiten über das gesamte Organismenreich eine eigene DNA-Sequenz. Wenn schon das Verschwinden mancher Arten nicht aufgehalten werden konnte, so solle man gemäß DANIELLI (W. D. STEIN 1986), 1982, wenigstens **DNA** von jeder solchen Art **aufbewahren**, um sie einst aus ihr wiederherzustellen. Frage war: Und wenn die nötigen Lebensräume nicht mehr existierten, wo sollte die regenerierte Art dann leben?

## Manche Enzyme wirken entgegen der messenger-Ribosomen und trans-Ribosomen-Vorstellung doch auf die DNA

Gefunden wurden die **Restriktions-Enzyme**, welche die Vererbunssubstanz DNA zerschneiden. Man konnte mit DNA-Schnipseln arbeiten. Und Methyltransferasen bringen die Methylgruppe auf Basen, so auf das Cytosin der DNA. Und dabei wurde festgestellt, berichtet von dem einen der 1993-Nobelpreisträger, RICHARD J. ROBERTs (1994), daß die Methyltransferas für das Cytosin diese Base **Cytosin aus dem DNA-Verbund herausschiebt,** dann wirkt und dann tritt die betroffee Cytosin-Base zurück. So fast nicht mehr verstehbar kompliziert, und das seinerzeit gefunden am Bakterium *Haemophilus haemolyticus* (S. 1288). In höheren Eukaryonten war die Feststellung 1994 (S. 1285) "scheint die Methylierung von Cytonsinresten essentiell zu sein, um Genexpression, Entwicklungsregulation, genomische Prägung und Inaktivierung des X-Chromosoms zu kontrollieren."

## Die real-existierende Basenfolge in der DNA - Feststellung der Basen-Sequenz

Mit dem Modell der DNA war nicht geklärt, wie die **reale Folge der Basenpaare in wenigstens einem kleinen Stück** der DNA aussieht. In den frühen 1970-er-Jahren konnte die Basenfolge kleiner DNA- rep. RNA-Stücke vor allem durch PAUl BERG (1981) und WALTER GILBERT (1981) geklärt werden. GILBERT hat ein 25 Basenpaare enthaltendes DNA-Fragment auf kurze RNA-Fragmente transkripiert und die 25 Basenpaare festgestellt. nach der Sequenzierungs-Methode von SANGER. Mit seinem Team klärte SANGER die Basenfolge vom gesamten Genom eines Bacteriophagen, 1981 die DNA bei einem ersten Genom beim Menschen, das der Mitochondrien (E. DAVIES 2005, S. 48). BERG, GILBERT und der schon einmal allein mit einem Nobelpreis ausgezeichnete SANGER waren zusammen die Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 1980. Könnte man defekte Gene vielleicht einmal durch klonierte normale Gegenstücke ersetzen, also **Gen-Ersatz-Therapie** betreiben anstatt bei durch Gene bedingten erblichen Krankheiten sich auf Symptombehandlung beschränken? Wie BERG (1981, S. 892) 1980 betonte, trage das aber mit sich "viele Fallen und Unbekannte."

Es war noch ein längerer Weg zur **Sequenzierung ganzer Genome**, zur "Genom-Revolution". Aber auch die einmal umstritten debattierte Sequenzierung des Genom von Menschen wurde gelöst. Und im Jahre 2012 etwa wird angegeben, daß die Sequenzierung des Genoms eines Menschen bei etlichen USA-Firmen weniger als 10.000 Dollar kostet (B. MEUNIER 2012, S. 8834). Immer noch aber ist von vielen DNA-Stücken nicht bekannt, wofür sie zuständig sind, aber die Klärung schritt voran, durch Feststellung der DNA etwa bei bestimmten Krankheiten, Erbkrankheiten etwa. Die **Sequenzierung der Genome** kann in der Bedeutung für die Biologie vielleicht **verglichen** werden mit der **Röntgenstrukturanalyse** für die Chemiker.

Die DNA-Analyse wurde zum standardisierten Verfahren, mit Bedeutung gerade auch in der Kriminaltechnik, um hinterlassene Spuren auf einen Verdächtigen zurückzuführen.

## Gene halten nicht nur still - auf ihrem Platz im Chromosom, in der Desoxyribonukleinsäure

Bei MORGAN und anderen sollten die Gene im wesentlichen starr auf den Chromosomen aufgereiht sein, von gewissen bleibenden Platzveränderungen, Transloaktionen, abgesehen. Das war fast ein Paradigmenwechsel als deutlich wurde,

daß **Gene** auch **"springen**".

Und wenigstens auf den tieferen Stufen des Lebens sollte ein **Transfer von Genen** zwischen verschiedenen Formen häufiger als zunächst angenommen stattfinden, ein als '**Transduktion**' bezeichneter Vorgang (G. WILHARM 2008). GARY SAYLER und ROBERT V. MILLER (1988, S. 52) senkten 1976 eine durchsichtige Plastikröhre, die an den beiden Öffnungen nur für Wasser, Nährstoffe und Viren durchlässigen Poren verschlossen war und in deren Innerem Mikroorganismen-Zellen eingeschlossen waren. Bei den eingeschlossenen Zellen ließ sich Fremdgen-Aufnahme feststellen, konnten also "erstmals" nachgewiesen werden, "daß sich im freien Süßwasser Transduktionsvorgänge ereignen können." Gen-Austausch zwischen ansonsten als eigenständig betrachteten Formen mag "im Laufe der Evolution zu der großen Vielfalt heutiger Bakterien beigetragen haben" (S. 52). Bakterienbefallende Viren, also Bakteriophagen, können diese Genübertragung vermitteln wie auch freie Gen-Aufnahme anzunehmen war. Allerdings legte die Wirtspezifiät der meisten Bakteriophagen eine nur begrenzte Transduktion annehmen (S. 56).

Erkannt wurde, daß für die Gen-Aktivierung nicht gleichgültig ist, wo **innerhalb des Zellkerns die Chromosomen** zu **liegen** kommen (T. MISTELI 2011).

## Neue Entwicklungsbiologie - verbunden Genetik und Ontogenese

## Verpflanzung von Zellkernen eines Individuums in entkernte Zellen anderer Individuen

Mit Kernen aus männlichen Spermien in entkernte Eiszellen experimentierte einst BOVERI in Würzburg. JAMES FREDERIC DANIELLI (W. D. STEIN 1986) hat Kerne bei **Amöben** übertragen, auch zwischen verschiedenen Stämmen.

Die **Klonierung von höheren Tieren**, die Erzeugung von Tieren aus anderen als den mit Fremdsperma zu befruchtenden Eizellen, nämlich durch Einsetzen von Zellkernen differenzierter Körperzellen in entkernte Eizellen wurde bei Fröschen um 1960 erreicht. Seit 1958 führten der Oxforder Physiologe JOHN GURDON und die Genfer Zoologin V. UEHLINGER Zellkerne von differenzierten Entodermzellen vom Krallenfrosch *Xenopus laevis* in ihres Zellkerns beraubte Eier des Krallenfrosches ein. Es bildeten sich normale Muskel- und Nervenzellen. Wie sie 1966 berichteten, mit Ergebnissen seit 1962, führten sie **Kerne** aus voll **differenzierten Darmzellen von** gerade mit der Nahrungsaufnahme beginnenden **Kaulquappen**

vom Krallenfrosch **in** bisher unbefruchtete, durch Ultraviolettstrahlung **entkernte Krallenfrosch-Eier** ein und es entstanden Kaulquappen und auch Frösche. Die Zellkerne der Darmzellen verhielten sich also wie die Kerne normal befruchteter, aus der Verschmelzung der Kerne von Samen und Eizelle hervorgegangener Eier. Sie differenzierten sich zu all den Zellen eines Frosches. Wie bei Pflanzen schon naheliegend, enthält auch jedenfalls in den untersuchten **ausdifferenzierten Körperzellen** von höheren Tieren, also Fröschen, demnach der Zellkern **noch** alle Potenzen, **alle Erbinformationen**, ist also totipotent, auch wenn die normale Körperzelle im Verband sich nur zu einer Spezialzelle differenziert hatte. Also: "... genetic factors required for the formation of a fertile adult frog are not lost in the course of cell differentiation, at least in the case of some intestine cells" (S. 1240). Die so erzeugten Frösche ließen sich auch mit dem Wildtyp paaren. 5 der so erzeugten 7 "intestine nuclear-transplant"-Frösche waren fertil, bildeten also Eier und Spermien, und das ließ sich fortsetzen. 50 Jahre später, 2012, erhielt der nunmehr 79.jährigen GURDON einen halben Physiologie/Medizin-Nobelpreis. Daß nur sehr wenige mit einem neuen Zellkern versorgten entkernten Eizellen sich zu einem neuen Frosch ausbildeten, führte unter Beachtung der vielen neuen Erkenntnisse in der Genetik GURDON 2003 (zit. R. KNIPPERS 2012, S. 337) darauf zurück, daß in den Zellkernen die zwar voll vorhandene Vererbungssubstanz vorhanden war, aber vielfach doch durch etwa Methylierung verändert.

Immerhin entwickeln sich Froscheier im Freien, außerhalb des Mutterleibes.

Ebenso behandelte Säugetier-Eier mußten wenigstens nach etlichen Stadien in einen mütterlichen Uterus eingesetzt werden. CAMPBELL konnte 1995 von Zellkernen von Schaf-Embryonen eingesetzt in entkernte Schaf-Eizellen Klone erhalten. Nach Mitteilung des Leiters des Roslin Instiut bei Edinburgh im Februar 1997 IAN WILMUT konnte mit dem 1991 dort eingetretenen KEITH H. CAMPBELL (A. TROUNSON 2012. J.WILMUT 2012)) **1996** ein **kloniertes Schaf,** "Dolly" erzeugt werden, und zwar von Kernen aus somatischen Zellen, Brustdrüsen-Zellen, eines erwachsenen Tiere, bei dem also die Gewebe ausdifferenziert sind. Das erfolgte in Zusammenarbeit mit der Biotechnik-Firma PPL Therapeutics. Auch ausdifferenzierte Körperzellen besitzen jedenfalls in zahlreichen Fällen "Totipotenz", also mehr Potenzen als sie ausgebildet haben, und deren Zellkerne in entkernte artgleiche Eizellen einzusetzen sollte zu einem Individuum führen. das von dem Erbmaterial der eingesetzten Zellkerne bestimmt wird, also ein 'Clon' ist, ein 1-eiiger Zwilling des Tieres, von dem der Zellkern stammt. CAMPBELL (J. WILMUT 2012), ausgebildet in besonders in medizinischer Mikrobiologie, befaßte sich später mit Zellzyklus. Bei CAMPBELL und WILMUT wurden für die Zellkern-Übertragung die Zellzyklen von Spender- und Empfänger-Zellen koordiniert. Es haben von 277 entkernten und mit Zellkernen aus Euterzellen ausgestatteten Ei-

zellen nur ein einzigen Schaf ergeben. Und das hatte kein langes Leben. Das ließ rasch aufkommende Debatten über Klonierung von Menschen, also von erwachsenen Menschen eine wegen der Erbgleichheit phänotypisch wenigstens sehr ähnliche Person herzustellen, einen, 'zeitversetzten eineiigen Zwilling' - bald fragwürdig werden. Individuen kommen sowieso nicht auch ohne andere Einflüsse zustande, bei aller Erbgleichheit. Wäre, um ein manchmal kolportiertes Denkspiel anzuführen, ein klonierter Hitler auch wieder ein "Hitler" geworden, etwa einer ohne Weltkriegserlebnis? **Klone** genetisch gleichartige Individuen, entstehen auf natürliche Weise bei ungeschlechtlicher Vermehrung oder auch bei der im Mutterleib erfolgenden Teilung einer befruchteten Eizelle in zwei oder mehrere erbgleiche Individuen, also 1-eiige Zwillinge oder Mehrlinge, zustandekommen. Bei Gürteltieren sind erbgleiche Mehrlingsgeburten normal, bei zwei kleineren Arten sogar Acht- und Zwölflinge.

Weitere Untersuchungen CAMPBELLs (J. WILMUT 20129) im Roslin-Institut galten dem Einsetzen von Zellkernen aus genetisch veränderten Zellkulturen in entkernte Eizellen. So beim Schaf 'Polly' Zellkerne mit dem Faktor IX, der ein vor Hämophilie schützendes Protein enthielt. Als Leiter der Embryologie bei der PPL Therapeutics brachte CAMPBELL geklonte und genetisch veränderte Schafe, Schweine, Rinder zustande und im Jahre 2000 das erste Ferkel aus somatischen Zellen. CAMPBELL war seit 1999 Professor für 'animal development' der Universiät Nottingham.

Der Japaner SHINYA YAMANAKA erhielt die zweite Hälfte des Physiologie/Medizin-Nobelpreises 2012 für eine Methode, um Zellen wieder in pluripotente Stammzellen zu verändern,

Gewebe eine Art auch bei Tieren in Exemplare anderer Spezies zu bringen war schon lange eine Anliegen von Entwicklungsphysiologen und sogeannte **Chimären** konnten erwartet werden. Nun galt es auch zu überlegen, wie sich die Gene im fremden Organismus eventuell äüßern. Es wurden an der Harvard Medical School in Hähnchenküken auf einem sehr frühen Embryonalstadium in dessen sich bildendem Gehirn Zellen von der Japanischen Wachtel/*Coturnix coturnix japonica* eingeführt (E. BALABAN et al. 1988). In der zweiten Woche nach dem Schlüpfen setzten Abstoßungsreaktionen ein, aber vorher wurde durch Testosteron-Gabe in der 1. Woche angeregte Lautäußerungen analysiert. Bei 3 von 5 so untersuchten Hähnchen erschienen gemäß der schwierigen Lautanlayse Anklänge an die der jungen Japanischen Wachtel, woraus anzunhemen war. Das war "the first demonstration of cross-species behavorial transfer brought about by neuronal transplantation" (S. 1241). Japanische Foscher konnten 1997 ganze Chromosomen mit menschlicher DNA in die Keimbahn von Mäusen bringen und diese blieben bis in die nächste Generation erhalten. Die entsprechenden Genprodukte wurden gebildet. Ganze

Stoffwechselwege des Menschen ließen sich so in einem anderen Säugetier untersuchen. Nervenzellen vom Menschen in Tiergehirne - wie wirkte das und wo ist die Grenze des ethisch Vertretbaren erreicht? (M. REMBOLD 2012).

**Immerhin: Fortpflanzung in Menschenhand - auch die Fortpflanzung der Menschen selbst**

Die Erkundung der Fortpflanzungsvorgänge in den letzten Jahrzehnten des 20. Jh. hat manchen Ersatz der bisherigen Fortpflanzung bei genutzten Tieren wie beim Menschen selbst gebracht. Das bedeutete noch nicht Eingriff in die Vererbungssubstanz. Für Haustiere wurde die künstliche Befruchtung allgemein angewandt. Wenige besonders geschätzte Bullen lieferten Samen für zahlreiche Kühe und damit besonders erwünschten Nachwuchs.

Aber auch für den Menschen erstand eine eigene Reproduktionsmedizin durch Beherrschung der Befruchtung. Einerseits ließen sich durch die "Antibaby-Pille" und andere Antikonzeptionsmittel für die damit vertrauten Menschen die Sexualität vom "Kinderkriegen" trennen. War das für die einen der große Fortschritt, lag Reproduktion endlich im "freien" Willen des einzelnen Menschen, so war es für andere ein unzulässiger Eingriff in eines Gottes Schöpfungswerk.

Auch Menschen wurden durch künstliche Befruchtung, auch außerhalb des Körpers, 'hergestellt'. Menschliche Spermien befruchteten herausgenommene Eizellen im Reagenzglas. Die befruchtete Eizelle 2 -3 Tage danach in die Mutter oder auch in eine andere in Schwangerschaftsverhalten versetzte Frau eingesetzt. Die Engländer PETRICK STEPTOE und ROBERT EDWARDS brachten durch "In vitro-Fertilisation"/IVF das erste "Retortenbaby"/"Test Tube Baby", LOUISE BROWN, geboren am 25. Juli 1978, zustande. Bis 1998 waren auf der Erde etwa 300.000 Retortenbabies geboren worden, in manchen Ländern entfielen auf sie etwa 1% der Neugeborenen. Man kann Eizellen auch einfrieren, um sie einer Frau für ein späteres Alter zu erhalten. Ei und Spermien lassen sich auch getrennt von außen in einen Eileiter einführen, damit sie dort, wie natürlich üblich, vereinigen. Das erste Retortenbaby LOUISE BROWN brachte 2006 ohne künstliche Reproduktion, also nach normalem Geschlechtsverkehr, einen Sohn zur Welt.

Neue Vorstellung brachte JOHN W. MONEY, nach dessen Meinung ungeachtet der Chromosomen XX oder XY ein Neugeborenes zum Geschlecht, männlich oder weiblich, erzogen werden kann, also das dann das '**psycho-soziale Geschlecht'** nicht mit dem biologischen übereinstimmen muß, Frau = Mann. Das ist wenigstens Teil der **Gender-Ideologie**, die u. a. von einem Biologen wie ULRICH KUTSCHERA, Universität Kassel, bekämpft wird (Wikipedia 2019, Interviews U. KUTSCHERA im Internet etwa 2016). MONEY wird geschildert als 1921 geborenes hochbegabtes strebsame Arme-Leute-Kind aus Neuseeland, der es bis zu

Harvard-Professor brachte. Er befaßte sich mit Intersexen, Zwitter, den 'Hermaphroditen', von 'Hermes + Aphrodite', die männliche und weibliche Geschlechtsorgane aufweisen. Pädophilie war ihm normal. Wenn die Medizin unterschiedliche Krankheitsbilder bei Mann und Frau unterscheidet und entsprechend behandelt, widerspricht dieser Teil der Gender-Forschung dem Bild, das MONEY fand.

**Jede Eizelle** auch der Menschen und ebenso **jede Samenzelle, ob innerhalb des Körper oder außerhalb, kann zu einem neuen Menschen führen**. Das mag für manche ein schrecklicher Gedanke sein! Wer bestimmt, ob aus den Tausenden von Eizellen oder Abertausenden von Samenzellen ein neuer Mensch wird, der in die Menschengemeinschaft eingegliedert werden will oder muß? Wo ist Gott? Wie weit reicht bewußter Wille einzelner Menschen zur Schaffung von neuen Menschen? Bewußt Auslese, die ja bis zu gewissem Grade möglich ist? Wie spielt der Zufall? Oder die auch im Reagenzglas nicht auszuschließende natürliche Selektion?

Schon vor langem wurde erörtert, wie weit man in die Vererbungssubstanz der Menschen eingreifen kann und aus ethischen Gründen darf. Auf einem vielzitierten CIBA-Symposium 1967 "Man and His Future" wurde von damals führenden Genetikern, von MULLER etwa von HALDANE, spekuliert, Menschen mit größerem Gehirn, höherer Landlebigkeit, besserer Eignung für Weltraumflüge und anderes zu schaffen. Bei vielen lösten diese ohnehin bisher nicht verwirklichbaren Spekulationen Entsetzen aus, etwa Furcht vor einer "genetischen Klassengesellschaft" (E.-L. WINNACKER 1995). Eugenik im Sinne der Verhinderung Behinderter wurde etwa in China Ende Oktober 1994 durch ein erweitertes strenges Gesetz verfügt. Etwa 5000 verschiedene Störungen, verschiedener Stärke, sind beim Menschen vermutlich auf genetische Defekte zurückzuführen.

Erbgut von Individuen wurde verändert durch Einführung von Teilen der Vererbungssubstanz einer Art in eine andere, ein "**Transduktion**" genannter Vorgang. Durch Einführung der entsprechender Teile der Vererbungssubstanz wird in Bakterien der Art Escherichia coli ab 1982 Menscheninsulin erzeugt. Es gibt jedoch das Problem von dessen Faltung, also der Ausbildung der Tertiärstruktur.

"**Gentechnisch" veränderte** Lebewesen, auch Pflanzen, auch Futtergewächse, werden von Teilen der Bevölkerung, unter dem Einfluß bestimmter Gruppen, jedoch abgelehnt.

## Grausames Zwischenspiel: Biologie und Naturwissenschaft in der Sowjetunion namentlich unter STALIN

Die moderne Genetik wurde in wichtigen Bereichen auch unter Federführung von Forschern aus der Sowjetunion entwickelt. Unter STALIN und auch noch danach gab es eine Unterwerfung wissenschaftlicher Meinungen und vor allem die der Genetik (u. a. V. J. BIRSTEIN 2001) unter das Diktat der angeblich allein richtigen marxistisch-leninistischen Philosophie des dialektischen Materialismus, vom Westen verglichen mit der Inquisition. Die Annahme einer "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurde von zahlreichen Kommunisten von jeher vertreten, dem zunächst dennoch nicht abgebremsten Aufschwung der Genetik in der Sowjetunion traten vor allem LYSSENKO und seine Anhänger mit ebenfalls der Auffassung von der "Vererbung eworbener Eigenschaften" entgegen und später weiteren verrückten Idee wie der Entstehung von Roggenkörnern in der Weizenähre. Erschossen worden waren 1938 die Humangenetiker SOLOMON LEVIT und ISAAC AGOL. Der führende Genetiker und Kulturpflanzenforscher VAVILOV, der schon einige Mitarbeiter durch Verhaftung verloren hatte, wurde am 6. August 1940 während einer Sammelreise in den Karpathen vom Geheimdienst NKWD verhaftet, immer wieder verhört, zum Tode verurteilt, ins Gefängnis nach Saratow überführt und starb hier schwer erkrankt am 26. Januar 1943. Wie eigenwillig andererseits die Dinge liefen zeigt die Wahl von VAVILOVs Bruder, dem Physiker SERGEJ VAVILOV, 1945 als Präsident der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion wurde. Höhepunkt der Niederwerfung der als "Mendelismus-Weismannismus-Morganismus" beschimpften "bürgerlichen" Genetik wurde die "August-Sitzung" der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften in Moskau vom 31. Juli bis zum 7. August 1948, als nach immerhin noch heftiger Diskussion LYSSENKOs Lehre zur Partei- und Staatsdoktrin wurde. Etliche bedeutende Gelehrte, eventuell etwa 3000, verloren ihre Arbeitsplätze und LYSSENKO-Anhänger stiegen auf, wohl auch einer der heftigsten Konkurrenzkämpfe in der Geschichte der Wissenschaften. Irgendwie wollte man alles anders als in der westlichen, als bürgerlich bezeichneten Wissenschaft und längst aufgegebene Auffassungen wurden wiederbelebt. Ein Ökologie-Lehrbuch von A. P. SCHENNIKOW, in deutscher Übersetzung 1953 (S. 16) schreibt von "der Zerschlagung des Weismannismus ... " und von "Die auf der Anerkennung und Ausarbeitung der These von der Einheit eines Organismus und der Umwelt begründete Mitschurinsche Biologie, die zum Ziel hat die Natur der Pflanzen und Tiere in Interesse der sozialistischen Wirtschaft zu verändern und die vom ganzen Volke unterstützt und entwickelt werden muß, ..." Das sollte darauf beruhen, "daß die Pflanzen eine dialektische Einheit mit der Umwelt bilden" und große Erfolge wären schon erreicht worden. Die Ökologie sollte dazu beitragen; "daß eine Weltanschauung entrwickelt wird, die die Erscheinungen

der Natur nicht als isolierte, sondern einander bedingenden und einander durchdringende Gegensätzlichkeiten betrachtet, die sich in einer Einheit entwickeln." Manches war nicht grundsätzlich falsch, nur wurde es wesentlich richtiger auch in der Ökologie anderswo und mit keiner solchen Phraseologie gesehen. Zeitweilig gewonnen in der Sowjetunion hatte auch die sich STALIN anbiedernde und 1950 mit dem Stalinpreis ausgezeichnete OLGA BORISSOWNAJA LEPESCHINSKAJA mit ihrer Behauptung von der Entstehung Zellen aus nicht-zellulärer Materie. Einst so von SCHLEIDEN und SCHWANN angenommen, hatte es VIRCHOW widerlegt und gefunden, daß Zellen nur aus Zellen entstehen. Sogar LEPESCHINSKAJAs eigener Ehemann, auch ein alter Bolschewik, soll von der Falschheit der Auffassung seiner Frau überzeugt gewesen sein. Unter philosophischen Beschuß gerieten Quanten- und Relativitätstheorie. In der Chemie wurde gegen die Auffassung von der Tautomerie vorgegangen. Ausgenommen von Einsprüchen blieb die Forschung zu Kernwaffen. Aber ansonsten, wie sich I. ZBARSKI 1994 (S. 158) erinnerte: "Herausragende Wissenschaftler mußten erhebliche Energie und Zeit darauf verwenden, die Absurdität dieser neuen Theorien nachzuweisen." In der Geschichte der Naturwissenschaften gab es auch anderswo ausgefallene Ideen, diskussionswürdige und unsinnigerweise abgelehnte bis hin zu Unsinn. Die angebliche Schaffung einer neuen, möglicherweise "proletarischen" Wissenschaft in der Stalinzeit war eines des komischsten Kapitel in der modernen Naturwissenschaft. Immerhin war der Widerstand gegen viele der aufgenötigten Auffassungen in der Sowjetunion stärker als vor 1945 gegen Fehlinterpretationen in Nazi-Deutschland, jedoch war die Einmischung der Politik in wissenschaftliche Aussagen unter STALIN wohl stärker. Verhaftet wurden auch Forscher anderer Disziplinen als der Genetik, etwa Juden. Der führende polnische Biochemiker JAKUB KAROl PARNAS war von Lwow/Lemberg) nach Moskau geholt worden und starb 65-jährig am 29. Januar 1949 im Zusammenhang mit seiner drohenden Verhaftung durch bei ihm erschienene KGB-Mitarbeiter. Wegen ihrer politischen Zustimmung zur Sowjetunion war die Physiologin LINA STERN (SCHTERN) von Genf nach Moskau übergesiedelt, obwohl sie schon von Genf aus in der Wissenschaft bekannt war. Führenden jüdischen Persönlichkeiten wurde 1952 der Prozeß gemacht. Einer starb während der Haft, 13 wurden erschossen. STERN, die mit verhaftet worden war, erhielt 5 Jahre Lager. 1953 starb STALIN. STERN konnte in ihre Position an der Akademie der Wissenschaften der UdSSR zurückkehren. Verhaftet worden war auch der als linientreu geltende ISAAC PRESENT, der als Philosoph den Lyssenkoismus unterstützt hatte. LYSSENKO wurde zwar nach STALINs Tod zunehmend kritisiert, jedoch durch den mit der Landwirtschaft nicht vorankommenden CHRUSTSCHOW noch einmal anerkannt, diesmal ohne Zustimmung in der DDR.

## Denken außerhalb der offiziellen Wissenschaft - Utopien, Kreationismus, Beibehaltung religiöser Tradition

Aber bei aller Fehlerhaftigkeit stand hinter den Auseinandersetzungen in der Sowjetunion immer noch 'Wissenschaft' und blieben grundsätzliche Auffassungen zur Geschichte der Erde und der Organismenwelt erhalten. So wurde im Sozialismus regelrecht verboten, wenn der Schweizer ERIC VON DÄNICKEN d**ie Menschen**, die intelligenten Wesen **auf der Erde, durch Raumfahrer aus dem Weltall, Aliens,** aus noch wenig vollkommenen Wesen genetisch zu den nunmehrigen Menschen manipulieren ließ. Der Fabrikantensohn und Jesuitenschüler DÄNICKEN war zunächst Koch, reiste als Steward auf Schiffen weit in den Ozeanen und sammelte seine Argumente meistens an Ort und Stelle (Internet). Seine Argumente wirkten als Alternativen und wurden zumindestens amüsiert begrüßt, auch als Möglichkeit gesehen, ohne die wissenschaftlche Welt zu erschüttern, obwohl seine in 32 Sprachen übersetzten Bücher, so 'Erinnerungen an die Zukunft', eine Gesamtauflage von 63 Millionen erreichten (Wikipedia 2018). Schöpfung geschah dann nicht durch den Bibelgott, der wohl nicht zu den Aliens zählen sollte. Die zum Menschen weisenden Menschenaffen waren wohl nicht in die genetische Manipulation einbezogen gewesen. Aber diese Aliens sollen ja eines Tages wiederkommen.

**Phantasievolle Utopien** - die Menschen wollen und brauchen das und das ist nicht strenge Religion, nur sollte man wissen, was unbewiesen und kaum wissenschaftliche Hypothese ist.

Der Sozialismus hatte seinen **Science Fiction**-Autor STANISLAW LEM (Internet 2018), der technische Möglichkeiten wie Roboter vorausnahm, aber auch den möglichen Untergang der Menschheit in einem Kernwaffenkrieg nicht ausschloß und dann die Erde als 'Planet des Todes' zurücklassen würde. Über 45 Millionen Mal wurde seine Bücher verkauft und erschienen in 57 Sprachen.

Aber die sich zunächst in den USA und dann auch in Europa ausbreitenden Auffassungen vom **Kreationismus**, der irgendwie erfolgten Schöpfung der Welt, **stellen** fast **alles in Frage**, was Biologie und Geologie in über 200 Jahren Forschung festgestellt haben. Darwin ist angeblich 'out und nicht mehr in' - und Massen von Menschen erfreut das. Und zahlreiche Menschen, Erwachsene wie Kinder, folgen den Vortragsveranstaltungen der Kreationisten, vorgetragen von elegant gekleideten Herren. Viele Kreationsten erkennen die Millionen Jahre der Erdgeschichte an, und in jedem Zeitalter gab es Leben, es sollten aber dieselben Arten wie heute gewesen sein. So wie die Insekten im jungen Bernstein uneren Arten gleichen. Ein Ableger des die Schöpfung der Lebewesen befürwortenden Krationismus ist der '**Junge-Erde-Kreationismus**', welche ein Erdalter von 6000 bis höchstens

10.000 behauptet. :

Die Vertreter des Kreationismu loben sich, jahrzehntelang ganze Arbeit geleistet zu haben. Und **woher kam der all-wissende, all-kluge Schöpfer,** der intelligente Designer, aller Erde und aller Organismsn? Er kam aus den Tiefen des Weltalls und von dem wir nichts wissen? Diesen ersten Schöpfer gab es immer? Gott brauchte keinen Schöpfer. Eine **abstrakte Figur,** die **Reales schuf.** Oder seit dem Urknall? Als reine Information? Für viele Kreationisten gilt die Bibel. Für andere mußte der behauptete Designer nicht der Gott der Bibel sein! Die **letzten Anfänge** kann man **eben nicht kennen**. Gewß kann der Mensch nicht alles begreifen und verstehen, soweit ist die Evolution des menschlichen Gehirns nicht vorangeschritten. Aber die Herausbildung der Organismen unbedingt auf einen Kreator zurückzuführen . das glauben viele zu wissen und meinen ausgerechnet die verstehbare Erdgeschichte und Evolution zurückweisen zu dürfen. Manche suchen die Zukunft zu ergründen in den dunklen prophetischen Vierzeilern des NOSTRADAMUS im 16. Jh. anstatt über die Überlegungen sachlicher moderner Hiatoriker oder Ökologen nachzudenken.

Einer der erfolgreichsten Autoren, die Grundlagendes der modernen Naturwissenschaft in Frage stellen, ist der Ingenieur und Unternehmer HANS-JOACHIM ZILLMER, Autor mehrerer Bestseller und übersetzt in 10 Sprachen (Wikipedia 2018). Bei ZILLMER und Kreationisten ist die Erde 10.000 Jahre alt, der Mensch 6000 Jahre, Dinosurier lebten mit Menschen und waren vor dem Sündenfall Pflanzenfresser, Schluchten wie die des Colorado entstanden dann in küzerster Zeit. Wenn man auf den mindestens 3000 Jahre vor Chr. mit MENES anzusetzenden Beginn der kaum verkürzbaren Geschichte Ägyptens blickt, dann hätten der Sündenfall, der Übergang etlicher Dinosaurier zur Fleischbeute, die Sintflut und Eiszeit innerhalb nur etlicher Jahrhunderte stattgefunden. In seinem Buch 'Irrtümer der Erdgeschichte', 5. Auflage 2008, behauptet er einen raschen Einbruch der Eiszeit, wegen plötzlicher Achsenverschiebung der Erde, und mit dem "die Sintlflut begleitenden Impakt-Winter raste eine plötzliche infernalische Kältewellle nach Süden ..." (S. 191). Das kam so rasch, daß die vorher unter warmen Bedingugen fast nackt gehenden Menschen "flüchteten in Höhlen, kauerten sich zusammen, ... und erfroren doch in dieser Stellung" und aus diesem Grunde gibt es die Hockergräber, in denen die Gestorbenen mit angewinkelten Beinen und auch eng aneinder zu zweit ruhen. Also "Hockergräber sind wahrscheinlich Dokumente einer Erdkatastrophe. nicht eigenartige kulturelle Gepflogenheiten" (S. 193). Menschen lebten noch mit Dinosauriern zusammen, die Drachendarstellungen in China und auf der babylonischen Prunkstraße vor dem Ischtartor im Vorderasiatischen Museum in Berlin sollten die Erinnerung von Menschen daran zeigen. Damit verschiebt sich das Erdmittelalter als eigenständige Formation mit ihren Leitfossilien, "verschieben sich die

Erdzeitalter wie eine zusammengequetschte Ziehharmonika in Richtung Jetztzeit" (S. 60). LYSSENKO erscheint dagegen harmlos. Glaubte der Mann, ZILLMER, an alles das, was er verkündete und das nicht einmal als vage, vielleicht als lediglich mögliche Hypothesen bezeichnet? Oder spielt er wie ein geschickter Manipulator auf dem Gehirn nicht allzu wissensreicher Menschen? ZILLMER als ein Proponent querer Anschauungen - steht nicht allein.

Angesichts der vielen, die das zur Kenntnis nahmen und zum Teil wohl auch akzeptieren, müßten Akademien wie die 'Leopoldina' laut dazu Stellung nehmen und es nicht beiseiteschieben mit Bemerkungen wie 'Außenseiter gab es immer.'

Die Wiederkehr der religiösen Anschauungen, auch in der nach 1923 säkularen Türkei oder zur Zeit der Jubiläen um DARWIN etwa 1982, damals war dies alles noch undenkar! Und was sagen die wissenschaftlichen Akademien, die Universitäten ? Religionsfreiheit erlaube alles, und Politiker äußern sich nicht oder sind Anhänger einer Religion? Wird die säkulare Anschauung immer mehr ins Abseits gestellt? Immerhin wird beim Bericht etwa neuer Saurierfunde in der Tagespresse auch noch von 'Evolution' geschrieben. Aber wird es obsolet, wenn in den vorgeschichtlichen Abteilungen von Heimatmuseen in ganz Deutschland meistens auch 'Weltall, Erde, Mensch' mit angesprochen und in Bildern aus der einstigen Tschechoslowakei vorgestellt wird? Museen, welche die Welt-, Tier- und Menschenentstehung auf der Basis der Bibel vorstellen, gibt es zunächst nur in den USA. Bei der Stadt Cincinnati in den USA entstand ein großes 'Museum der Kreationisten', das Naturobjekte und Fosslien nachgeahmte Modelle etwa von Dinosauriern im Sinne der Kreationisten zeigt, etwa auch Menschen neben Dinosauriern, Das katholische Polen steht in Ablehnung etwa der Evolutionstheorie streng islamischen Ländern kaum nach, trotz der naturwissenschaftlichen Aufklärung in sozialistischen Zeiten.. In den islamischen Ländern Katar, Saudi-Arabien, Sudan, Vereinigte Arabische Emirate, Jemen wurde Glaubenabfall jedenfalls bis vor kurzem mit dem Tode bestraft!

Die Evolutionstheorie um 1980, wie sie etwa ERNST MAYR vertrat, erschien als ein in fast allem abgeschlossenes Gebäude, an der nur an Einzelheiten.wenn auch an vielem, noch zu forschen war. Kreative und wenig wissende Geister, die irgendwie auf Neues sannen und auf Zweifel aus sind, mußten sich herausgefordert fühlen, grundsätzlich Neues zu ersinnen, was aber eben nicht so einfach war. Ein abgeschlossenes schuldominierendes Weltbild können manche nicht ertragen und vor allem in der Physik hatte sich zu Recht um 1900 ja Grundlegendes völlig verändert, gab es den 'Umsturz in der Physik'. In anderen Wisenschaftsbereichen war das aller Neuheiten in der Biologie so nicht gegeben. So wurde von Utopisten alles in Frage gestellt und Religion mit zahlreichen wissenschaftlichen Fakten zu einem Brei verrührt. Moderne Wissenschaft ist fast nicht populär zu vermitteln, auch nicht die

Physiologie. Gewiß ist auch, daß die Feinheiten in der Regulation im Organismus, die Massen von auf Signalstoffe reagierenden Rezeptoren, die Manifestierung der Vererbungssubatnz DNA fast als Wunder, als undenkbar erscheinen. Aber 'Denkbarkeit' ist kein Kriterium für die Beurteilung von Fakten und Theorien. Und wer sollte der höchstfähige Konstrukteur all dieser Dinge sein, ein unsichtbarer, die irdischen Fähigkeiten noch übersteigender Computerfachmann?

Biologen und Kirche: Einer der erfolgreichsten Biochemiker und Zellforscher, GÜNTER BLOBEL, etwa 50 Jahre an der Rockefeller Universität in New York tätig und Nobelpreisträger für Medizin 1999 setzte einen beträchtlichen Teil seines Preisgeldes für den Wiederaufbau der 1945 zerstörten Frauenkirche und des Neumarktes in Dresden ein und war wichtiger Initiator für den Wiederaufbau und die Neugestaltung der in DDR-Zeiten 1968 gesprengten Universitätskirche St. Pauli in Leipzig.

Der **rational denkende Mensch** erwartet wenigstens von den Gebildeten unter den Religiösen, daß sie im 'naturwissenschaftlich-technischen Zeitalter' **auf** für andere unverständliche **Rituale, auf viel Orthodoxie, verzichten** können: auf Schächtung, Beschneidung, Genitalverstümmelung, Geweihtsein oft persönlich sehr fehlbarer Personen, von nur durch diese weihbarem Wasser, geweihten Gegenständen. Wer von Kind an Schweinefleisch als unrein gelehrt bekam, mag Ekel vor diesem Fleisch entwicelt haben und das ist noch relativ harmlos. Im Namen der 'Religionsfreiheit' gibt es zu solchen Überegungen nur Zurückweisung. Abkehr von der oft sehr alten Tradition zerstöre den religiösen Glauben. Israel sollte als Heimstätte der Juden unbedingt erhalten bleiben, als international anerkannter Staat. Aber das mit der Schenkung des Landes an die Juden durch den jüdischen Gott der Zeit von Moses und Josuah und der dabei gottgebilligten Vernichtung zahlreicher länger dort Lebender zu begründen ist kein weltpolitisch haltbares Argument. Das ist es so wenig wie frühere deutsche Ansprüche auf einst angeblich von Germanen besiedelte Regionen. Es war schon schlimm, was dem Moses angeblich durch den Judengott auf dem Berge Nebo östlich des Toten Meeres zur Inbesitznahme des Landes Kanaan den bis auf drei nur auf der jahrzehntelangen Wanderung vom Nil aus geborenen Israeliten verkündet worden sein soll.

**'Weihen'** von Fahnen, Weihe der Jugendlichen - ohne solche Rituale kamen auch ganz andersartige totalitäre politische Systeme nicht aus, in der kommunistischen Sowjetunion, in Hitler-Deutschland, im 'sozialistischen' Ostdeutschland. Wird es die säkulare Demokratie anderweitig schaffen, die Masse der Menschen an sich zu binden?

# Die kosmische Materie - kosmische Körper - Erde und Weltall

# Die Erde

## Über die Geologie hinaus: Überlegungen auch ins Erdinnere und von dort her gewonnene Daten

Einst hatte LYELL der Geologie den Rahmen gewiesen, indem er die Frühzeit als nicht erforschbar ausklammerte und jene Perioden zum Gegenstand der Geologie erklärte, welche von der Gegenwart her verstanden werden können. Nunmehr wird aber die Frühzeit der Erde auch im Licht der Erkenntnisse von anderen Himmelkörpern vertiefteren Überlegungen ausgesetzt (B. LEHMANN 1994). Dabei wird auf Überlegungen gerade von V. M. GOLDSCHMIDT zurückgegriffen. "Erdgeschichte" wurde also mehr als die klassische Geologie. Die **Geologie** wurde eingebettet in einen weiteren Rahmen, ist **nur mehr ein Teil der Erdgeschichte**. Viele Meteoriten gelten aus jenem Material bestehend, daß der Stoffsonderung auf der Erde voranging. Erdentwicklung, von der Frühzeit an, besteht zum wesentlichen in **Stoff-Fraktionierung**. Es gab die Fraktionierung in Kern und Mantel-Kruste. Es gab dann Fraktionierung in der Kruste. Aus dem Erdinneren brach immer wieder Material nach oben und schmolz die sich verfestigende Kruste von unten her auf und drang in Vulkanen bis nach oben. In der **Schmelze** gab es weitere Fraktionierung, Sonderung von Mineralgemischen, welche die unterschiedlichen **eruptiven Gesteine** bilden. Hier forscht die Geologie in Verbindung mit der Petrographie und Mineralogie. Konzentrationen bestimmter Elemente bilden die Lagerstätten. Oben entstand die einst andersartig zusammengesetzte Atmosphäre. Bei ausriechender Abkühlung bildet sich der Ozean, die Hydrosphäre. Wassser ist das Medium, in dem zahlreiche chemische Reaktionen zwischen gelösten Substanzen stattfinden. Auch zwischen Substanzen, die sich als Gas lösten. Und auch das Leben entstand. Aufsteigende Schmelze bildet Festländer. Auf der **Erdoberfläche** selbst wird abgetragen und und das Material **weiter fraktioniert**, zu den verschiedenen Sedimenten.

Die Erforschung der Erdbeben und die **Auswertung der Erdbeben-Wellen** für Vorstellungen über den inneren Aufbau der Erde kam mit erdweit die Erdbebenwellen registrierenden **Seismographen**. Der seit 1875 als Professor für Geologie und Bergbaukunde in Tokio tätige JOHN MILNE (J. WARTNABY 2004) konstruierte 1892 einen solchen. Mit seiner japanischen Gattin 1895 nach England zurückgekehrt, ermutigte er die Errichtung von Erdbebenwarten in aller Welt

In Auswertung der Aufzeichnungen vom großen Assam-Erdbeben 1897 ermittelte 1900 der bis 1903 in Indien tätige RICHARD DIXON OLDHAM (A. GROUT 2004) 3 Arten von Erdbebenwellen. Aus der langsameren Laufzeit der Wellen, die durch das Erdinnere gegangen sein mußten, schloß er auf einen gegenüber der oberen Erdregionen wesentlich dichteren **Erdkern**. **Geophysik** und speziell die Erdbebenkunde, die **Seismologie**, fand in Deutschland ein führendes Zentrum in Göttingen unter EMIL WIECHERT. Dieser verbesserte MILNEs Seismograph um 1900 stark. Die horizontalen und vertikalen Komponenten der seismischen Erdbewegung konnten registriert werden. Zusammen mit G. HERGLOTZ entwickelte ebenso WIECHERT eine Methode zur Berechnung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen im Erdinneren aus Laufzeitmessungen. Damit waren Daten über den Schichtenbau im Erdinneren zu erhalten und wurde auf den dichten Erdkern geschlossen. In Zagreb konnte der Kroate ANDRIJA MOHOROVICIC das damals modernste seismographische Observatorium in Europa einrichten und schloß aus der Laufzeit von Erdbebenwellen 1909 auf eine auf Kontinenten in etwa 35 km Tiefe liegende Diskontinuität, die nach ihm benannte **Mohorovicic-Diskontinuität**.

Große weltweite Aufmerksamkeit gilt zu Recht den **Veränderungen des Magnetfeldes der Erde** (YouTube 2018 u. a.), nachgewiesen an den magnetischen eingeregelten Partikeln in Gesteinen verschiedenen Alters und auch an gebranntem Ton. Es gab immer wieder völlige **Polumkehrungen**. Der Südpol wurde zum Nordpol, der Nordpol zum Südpol und die Kompaßnadel muß ihre Richtung geändert haben. Aber es gibt auch große Änderungen in der magnetischen Fedlinien auch noch ohne völlige Polumkehr. In Zeiten der Polumkehrung ist die Erdatmosphäre sehr schutzlos gegenüber Sonnenpartikeln und Kosmischen Strahlen. Es wird befürchtet, daß eine solche Polumkehr auch in einer nahen oder weiteren Zukunft stattfindet. Mit einer mehr oder weniger langen oder kürzeren Dauer. In einer hochtechnisierten Welt wäre das wohl katastrophal. Wenn man meint, die Erderwärmung durch Minderung der Treibhausgase zu stoppen, gegenüber dem Magnetfeld der Erde ist man hilflos. Das Magnetfeld der Erde kommte durch die Bewegungen in großen Tiefen der Erde zustande.

## Schicksalsvorgang Erdbeben

Entscheidende Frage für die Erdbeben-Forschung war, was bei **Erdbeben** geschieht. Viele Erdbeben sah man sich ereignen **längs Schwächezonen**, längs bestimmter Linien statt, die sich in den Untergrund fortsetzen. So hätte man schon bei dem Erdbeben von Lissabon bemerken können, daß es eine nach Westafrika weiterziehende Linie gab, an der sich das Erdbeben ebenfalls auswirkte.

Zunächst wurde vor allem die Hebung des einen und die Senkung des anderen Teils längs einer solchen Linie, also die **vertikale Bewegung**, beobachtet. Straßen konnten dann plötzlich auf einen Riß stoßen. Dachte man sich die Hebung des einen Teils längs einer solchen Linie über viele viele Erdbeben über die Jahrmillionen weiter konnte man sich die Vorstellung von der Hebung eines Gebirges gegenüber dem Vorland enwickeln. Daß sich längs der Schwächelinien **auch Horizontal-Bewegungen** abspielen können, also sich Krustenteile längs gegeneinander verschieben, hat ALEXANDER McKAY (R. GRAPES 2006) nach dem großen Erdbeben vom 1. September 1888 im Nordwest-Teil der Südinsel von Neuseeland festgestellt, war unbeachtet blieb, bis es nach einem großen Erdbeben in Japan 1891 und dann 1906 an der St. Andreas-Spalte nach dem für San Francisco verheerenden Erdbeben deutlich wurde.

Diese Beobachtungen stützten, wie mehr andere Dinge, die neuen Vorstellungen über die Bewegungen von Erdkrusten-Teilen.

## Die Erde und ihre Kruste – Festland und Ozeanböden – Umwälzung in der Erdgeschichtsforschung, in der Geologie

Einen zunächst eher kritische beäugte Hypothese brachte in die Erdgeschichtsforschung 1912 ALFRED WEGENER mit der manchmal schon angedeuteten Idee der auf einem Untergrund im Laufe langer Zeitspannen wandernden Festländer, der **Kontinentalverschiebung**. WEGENER hatte zuerst namentlich als Meteorologe gewirkt, wurde 1924 Professor für Meteorologie und Geophysik an der Universität Graz. Er starb 1930 im Inneren von Grönland. Einst habe, wie Zusammenhänge etwa in den Fossilien zeigten, ein einheitlicher riesiger Südkontinent bestanden. Er "driftete" auseinander, wurde zu Südamerika, Afrika, Vorderindien, Australien. In England wurde Befürworter der Kontinentaldrift ARTHUR HOLMES (K. C. DUNHAM 1966). Vertikalbewegung von Erdkrustenteilen war lange akzeptiert, nunmehr stand man der Horizontalbewegung so kritisch gegenüber.

Die zunächst von vielen Geologen abgelehnte Vorstellung WEGENERs mündete in die von Platten der Erdkruste, die sich gegeneinander verschieben und seit den 1960er-Jahren prägt die **Plattentektonik** (M. DORN 1989, EU. SEIBOLD, S. ULMER 2006) das Bild von der Erdkruste. Die Theorie von der **Plattentektonik** bedeutete einen Umsturz in der Erfassung der Erdgeschichte Der große Unterschied gegenüber der Auffassung von WEGENER ist, daß nicht die Festländer allein auf dem als stillstehend betrachteten Meeresgrund "schwimmen", sondern daß auch der Meeresgrund zu Platten gehört, Lithosphärenplatten, die auf einem



Abbildung 1648: Aravali-Berge bei Udaipur.

noch tieferen Untergrund gleiten. Am Boden der Meere sind die größten, ozeanweiten Spalten, an denen die größten Platten auseinanderdriften. Im Atlantik wurde zuerst mit der Echolotung, die den ganzen Atlantik durchziehende gewaltige Spalte längs des Mittelatlantischen Rückens erfaßt. Von hier aus werden, bei immer neu aufquellender Lava, die Platten nach Westen und Osten weggeschoben, das "Seafloor-Spreading", verbreitert sich der Ozean und die jüngsten Lavagesteine, deren Alter durch ihre Magnetisierung festgestellt werden kann, finden sich längs der Spalte. Stößt eine Platte an eine andere, taucht sie unter die hemmende Platte, ein als **Subduktion** bezeichneter Vorgang. An den Grenzen der aufeinanderdriftenden Platten wurden die Hochgebirge zusammengestaucht. Der Indische Subkontinent bewegte sich nach Norden ggen die Euraische Platte und durch das Zusammendrängen wurde nach paläomagnetischen Daten an Gesteinen im Hochland von Tibet vor etwa 52 Millionen Jahren der Himalaja hochgepreßt (E. APPEL et al. 2012). Teile von Indien werden von einem alten Gebirge durchzogen, den Aravali-Bergen, die älter sind als der Himalaja und die mit dem Indischen Subkontinent mit nach Norden bewegt wurden.

Erdbeben gibt es vor allem an den Plattengrenzen, was die erdbebengefährdeten Zonen auf der Erde erkennen läßt. Jedoch gab es auch Erdbeben inmitten von Platten. Die Insel Island und andere Inseln im Mittelatlantik sind über die Meeresoberfläche herausgehobene Stücke des Mittelatlantischen Rückens, und auf Island werden als die Spalte angebenene Gesteinszüge gezeigt.

Die Theorie der Plattentektonik ist eine viele Befunde an der Erdoberfläche **vereinigende Theorie**, verbindet die Spalten in den Ozeanbecken mit dem Himalaja. Die Plattentektonik war nicht vom Anfang der Erdkruste an vorhanden.

Und einen wiederum neuen Gesichtspunkt vor allem auch für das Verstehen von Veränderungen in der Organismenwelt brachte die Annahme von gelegentlich **auf** die **Erde gestürzten größeren Meteoriten** (L. W. ALVAREZ et al. 1980).

## Veränderungen auf der Erdoberfläche - vor allem und jüngere und auch ältere, als Hinweise auf mögliche Umweltveränderungen

Angesichts der Umweltveränderungen des Menschen und namentlich der noch drohenden interessierte, ob es auf der Erde auch **einst recht andere als die gegenwärtigen Zustände** gegeben hat und wie sich vielleicht auch erst in den letzten wenigen Jahrtausenden die Verhältnisse änderten. So interessierte, wie mit den Vergletscherungen und deren Ende der Meeresspiegel absank und wieder anstieg, sich die Meeresströmungen wie der Golfstrom verhielten, Festland auch unabhängig vom Meeresspiegel sich hob. Nach dem letzten Gletscherrückzug aus Mitteleruope trat **nach** einer längeren **Erwärmung** auf der Nordhalbkugel noch einmal ein **Kälterückfall** eiu, folgte auf die **erste Tundrenzeit** die **wärmere Allöd-Zeit** und dieser eine **zweite Tundrenzeit**. Die zweite Tundrenzeit wurde möglicherwiese hervorgerufen durch das Abschmelzen des Eises im Norden und damit verbundene Veränderungen im Meerwasser des nördlichen Atlantik, vielelicht die Abdämmung des Golfstromes infolge des Süßwasser-Zustromes von Norden. Mit teilweise mit dem Abschmelzen großer Eismassen verbunden stieg der **Meeresspiegel erheblich,** mehr als der für das 21. Jh. gefürchtete Meersspiegel-Anstieg um wenige Meter, vielleicht auch nur Zentimeter. Mit dem nacheiszeitlichen Meeresspiegel-Anstieg gerieten bewohnte Höhlen am Mittelmeer tief unter Wasser. Andererseits wird angenommen, daß es, etwa im Erdmittelalter/Mesozoikum und auch später Perioden ohne noch danach **Zeiten** gab, auf denen es **nennenswerte Eismassen** irgendwo auf der Erde gab, sogar die Eiskappen an den Polen fehlten .Ein in der Temperatur viel gleichmäßigerer Ozean wird bestanden haben, und auch auf dem Festland war es ruhiger. Oder kamen mit der höheren Durchschnittstemperatur mehr Stürme? In größerer Ferne von den großen Vergletscherungen war **Amazonien** wohl im beginnenden Holozän/Nacheiszeit-Alter wohl schütterer bewaldet. Und in der **Sahara** gab es dokumentiert unter anderem durch Felsenbilder mit dem Höhepunkt im 5. Jahrtausend v. Chr. Viehhaltung mit Milchnutzung (J. DUNNE et. al 2012). Auch gab es Zeiten mit **gewaltigen Auswürfen vulkanischen Materials** und das gesamte Erdklima beeinflussende Vulkanausbrüche noch vor etlichen Jahrzehntausenden und auch mit mancher weltweiten Auswirkung auch in historischen Zeiten. Vor allem muß aber interessieren, daß auch in nur wenige Jahrunderte zurückliegenden historischen Zeiten bemerkenswerte Klimaänderungen stattfanden, nämlich eine sich im **14.**

**Jh**. sich bemerkbar machende Abkühlung, eine bis tief ins 19. Jh. fortdauernde "**Kleine Eiszeit**". Die in Süd-Grönland siedelnden Wikinger konnten ihre Landwirtschaft nicht weiterbetreiben und die Eskimos mit ihrer dem Eis angepaßten Lebensweise konnten die 'Nordmänner' ausschalten. Hunger, Pest, Krieg - wie viel geht auf die Abkühlung in Europa zurück? Lnage vorher sind wohl das Akkadreich, sind die Maya-Reiche und Indianer-Siedlungen im SW der USA Opfer von Klimaänderungen, von Dürre gewesen (P. B. deMENOCAL 2001).

Die größte Sorge am Ende des 20. Jh. und dem beginnenden 21. Jh. ist die durch auf den Menschen zurückgeführte **Kohlendioxid-Zunahme** erwartete **Erwärmung** der Erdatmoshäre, mit Verschiebung der Klimazonen und Auswirkung auf die Verbreitung zahlreicher Organismen-Arten. Aber beachtenswerte Klimaschwankungen hatte es auch während der Kaltzeiten gegeben, und die Interglaziale im engeren Sinne, die Warmzeiten, durften nach gewissen Untersuchungen als etwa nur 1/10 so lang wie wie die Gletscherzeiten gelten, 10.000 bis 15.000 Jahre gegenüber etwa 100.000 Jahre Kalt-/Eiszeit (B. FRENZEL 1985, S. 10). Die letzte Warmzeit, das Eem-Interglazial begann vor etwa 126.000 Jahren und endete vor etwa 115,000 Jahren, dauerte demnach etwa 11.000 Jahre, Die folgende **Weichsel-Kalt-/Eiszei**t mit Beginn vor etwa 115.000 Jahren endete vor etwa 11.000 Jahren, dauerte also um ein Vielfaches länger., also fast 114.000 Jahre (Wikipedia 2018). "Unsere" ab auf 10.000 Jahre v. Chr. anzusetzende Warmzeit könnte, wenn es analog so weiter geht, dann in absehbarer Zeit zu einem Ende kommen. Das wäre das Gegenteil von der befürchteten Erwärmung. Die Nahrungsproduktion wäre schwer gedrückt. Und die besondere Sorge im Klimawandel wäre, daß der Übergang von einem Interglazial zu einer neuen Eiszeit nach Feststellung der vergangenen Ereignisse recht abrupt, innerhalb weniger Jahrzehnte geschähen könnte (B. FRENZEL 1985, S. 10). Dann bliebe wenig Zeit für vorsorgende Maßnahmen. Erdgeschichtsforschung, Eiszeit-Forschung - ein lebensnahes Gebiet. Kann gar eine Zunahme des Kohlendioxid in der Atmosphäre während des Pleistozän **einer** der Faktoren für die Entstehung der Landwirtschaft um 8000 Jahre v. Chr. gewesen sein, jetzt also mehr Pflanzensubstanz produziert werden konnte und vielleicht jetzt erst C4-Pflanzen als Kulturpflanzen wie Mais möglich wurden (R. F. SAGE 1995).

**Einsichten in vergangene Zustände** kann die **Beurteilung zu erwartender Veränderungen** heute, wenn auch vielleicht weniger extremer als einst, verstehen helfen.

## Die Hüllen der Erde

**Atmosphäre, Hydrosphäre**, Lithosphäre- in allen diesen die Erde umgebenden Hüllen wurden wichtige Entdeckungen gebracht.

Ständig gilt es das **Geschehen um und auf der Erde** zu **überwachen**: drohende Vulkanausbrüche, etwa zu Stromausfall führende Partikelstürme von der Sonne, das Magnetfeld der Erde. Tag und Nacht besetzte Observatorien in aller Welt und mit immer mehr verbesserten Apparaturen dienen dem

## Atmosphäre, Wetter, Klima - Meteorologie

Die feste Erde hat einen Durchmesser von 12.742 km. Demgegenüber ist der für das Lebens-und Wettergesehehen wichtig Teile der **Atmosphäre** mit je nach Breitenlage bis 17 km eine **dünne Schicht**, die in der Erdgeschichte immer einmal eine andere Zusammensetzung hatte und die heute durch Gase aus der menschlichen Wirtschaft, vor allem dem CO2 mit seinen heute 0,03 bis 0,04% wieder eine bedenkliche Zusammensetzung annehmen soll. Der Anteil des Edelgases Argon mit 0, 934% ist da wesentlich höher.

Daß Schichten der **Hochatmosphäre** viel viel weiter reichen, bis in 400 km Höhe, beeinflußt das Lebensgeschehen unmittelbar kaum, aber sie sind **Schutzzonen etwa für lebensgefährliche Strahlung**, und so für die Existenz des Lebens unabdingbar. Nur durch die Atmosphäre liegt die Temperatur auf der Erde in der für das Leben erträglichen Spannweite, denn aus dem heißen Erdinneren kommt an die Oberfläche nur ein sehr geringer Teil der Wärme (U. PLATT et al. 2017, S. 33). Die **Atmosphäre**, und bis in ganz hohe Schichten, erwies sich sowohl in den früheren Epochen der Erdgeschichte und bis hinein in die industrielle Gegenwar als ein recht empfindliches System, 'wandelbar' (F.-J. LÜBKEN et al. 2017), und das auch durch Freisetzung von bestimmten Gasen wie dem Kohlendioxid. durch den wirtschaftenden Menschen. Die Atmosphäre ist eben nicht wie noch um 1900 angenommen wurde das im wesentliche 'reine Luftmeer', dem die Menschen nicht viel anhaben können. Die Überwachung der verschiedenen Atmosphärenschichten, auch der hohen, wurde so zur Notwendigkeit wie die Überwachung etwa der Vulkane.

Physik und auch Chemie wurden in ihren jeweils neuen Erkenntnissen zur Erklärung der Erscheinungen in der **Atmosphäre** genutzt (E. T. CRAWFORD 1996). JOHANN HEINRICH JAKOB MÜLLER, Physik-Professor in Freiburg i. Br., hatte schon 1856 ein "Lehrbuch der kosmischen Physik" herausgebracht. In Österreich erreichte JULIUS HANN, 1877 bis 1897 Physik-Professor an der Universität Wien Lehrkanzeln, in die Meteorologie, Geodäsie, Seismologie, atmosphärische Elektrizität, Ozeanographie inbegriffen waren, und die 1890 in Innsbruck und später in Wien, Graz, Prag, Budapest geschaffen wurden. Kosmische Physik wurde wichtiger Forschungsgegenstand etwa in der Stockholmer Physikalischen Gesellschaft. In Stockholm verfaßte auch ARRHENIUS sein zweibändiges

"Lehrbuch der kosmischen Physik", 1903.

**Wettervorhersage** verlangte ständige Erfassung von Daten von auch weiter voneinander entfernt liegenden Orten. Das war zuerst schwierig und das gestaltete die Wettervorhersage lange unsicher. Später kam auch die Datenerfassung durch Drachen und Ballons. Ab dem 1. Januar 1876 wurde an der Deutschen Seewarte unter WLADIMIR PETER KÖPPEN der tägliche "Wetterbericht" herausgegeben. In dem in der Wettervorhersage vorangehenden Schweden übrnahm NILS EKHOLM (1904) ab Juli 1890 an der meteorologischen Zentralanstalt Stockholm den landwirtschaftlichen Wetterdienst. Synoptische Karten des Luftdrucks in den verschiedenen Regionen waren wichtige Grundlage. Zu Weihnachten 1902 hatte ein verheerender Sturm Süd-Schweden heimgesucht und Warnung vor solchen Katastrophen sehr wünschenswert gemacht. Für die Wettervorhersage in Europa wurde eine einsichtige Grundlage die Erfassung der **Polarfront** durch die Meteorologen der Bergener Schule unter VILHELM BJERKNES (R. M. FRIEDMAN 1982): Im Atlantik stoßen warme Luft von Süden und Polarluft aneinander und an der Grenzlinie dieser Luftmassen entstehen tiefe Einbuchtungen, die zu Zyklonen führen. Diese ziehen als Kaltluft - und Warmluftsektoren nach Osten, nach dem europäischen Kontinent. Wo die Warmluft auf Kaltluft aufgleitet, fand man Aufgleitregen. An der sich unter Warmluft schiebenden Kaltluft, an der Kaltfront, fällt starker Regen, oft mit Gewitter. Im breiten, sich auch nach Norden und Süden verschiebenden Streifen dieser wandernden Zyklonen wiederholte sich das immer wieder. Hatte man ausreichend Daten, die rasch, also drahtlos übermittelt werden mußten, war unter Abschätzung der Wanderungsgeschwindigkeit Vorhersage von Sturm, Regen, Nebel, Temperatur etwa für die auf solche Vorhersagen angewiesene Fliegerei möglich. Die Theorie wurde stark ergänzt, ja ersetzt.

Auch im einzelnen wurde versucht, die Wettererscheinungen zu erklären. Nach CH. TH. R. WILSON 1956 (G. L.'E. TURNER 19) sollten elektrische Spannungen in den **Gewitterwolken** zustandekommen, weil in den Wirbeln abgetrennte große negativ geladene Tropfen rascher fallen als die positiv geladenen.

## Über dem Wettergeschehen - Die Hochatmosphäre mit Stratosphäre, Ozonschicht und weiterem

Daß in hohen Atmosphärenbereichen manches anders war wurde deutlich, als der irische Chemiker und führende Spektroskopiker WALTER NOEL HARTLEY (Wikipedia 2014) 1881/1883 aus Absorptionserscheinungen im Sonnenspektrum darauf schloß, daß sich in der oberen Atmosphäre **Ozon** befindet. Daß im Ultraviolett-Licht bei 1400-1900 Angström aus Sauerstoff Ozon entsteht fand 1900 LENARD

im Laboratorium und das bestätigte 1903 GOLDSTEIN, also erschien die Ozon-Bildung in der oberen Atmosphäre als chemisch möglich (W. A. NOYES et al. 1963, S. 46).

Mit neueren Erkenntnissen der Physik Phänomene in der **Hochatmosphäre** zu erklären unternahm auch ARRHENIUS. Die Polarlichter entstanden laut ANGSTRÖM 1867 (Internet 2018) durch selbstleuchtendes Gas. Die Ionisation und somit die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre führte er auf das Ultraviolett-Licht zurück. Während der Sonnenfleckenaktivität 1900 - 1902 ausgesandte Elektronen-Schauer sollten für das damalige Polarlicht, die Auroras, verantwortlich gewesen sein (E. T. CRWAFORD 1996). **Unerwartet** war die nicht stattfindende befürchtete Abstrahlung der Radiowellen in das Weltall, sondern die **Reflexion elektromagnetischer Wellen** in der offensichtlich höheren Atmosphäre. Sie wurden reflektiert wie im Laboratorium durch Spiegel. In einer Nebenbemerkung postulierte der als Mathematiker in der Elektrizitätslehre bekannte OLIVER HEAVISIDE daraus **1902** eine leitende Schicht in der hohen Atmosphäre. Es untermauerte das der damals bei EDISON als Assistent tätige ARTHUR E. KENNELLY. Man sprach von der **"Kennelly-Heaviside-Schicht"** (E. HULTHEN 1949, A. P. SPEISER 2001). EDWARD VICTOR APPLETON (J. A. RATCLIFFE et al. 2004), London, Physik-Nobelpreisträger 1947, bestimmte aus der festgestellten Laufzeit der in bestimmtem Winkel reflektierter Radiowellen die Höhe der nunmehr bewiesenen ionisierten Schicht, die nach dem Vorschlag von R. A. WATSON-WATT '**Ionosphäre'** genannt wurde, in einer Höhe von 100 oder mehreren 100 km. Wo es keine Atmosphäre besteht, gibt es **keine Reflexion** von Radiowellen, und ist weit **ins Weltall Funkkontak**t möglich, Das ermöglichte den Kontakt mit den Astronauten auf dem Flug zum Mond und denen auf dem Mond. Die Funkverbindung mit dem Mond ist in 1,28 sec. hergestellt.

Wichtige weitere Erkenntnisse über die höhere Atmosphäre (Wikipedia 2017) wurden ebenfalls am Anfang des 20. Jh. gewonnen durch **Ballons**, unbemannt bei LE'ON PHILIPPE TEISSERENCE DE BORT in Frankreich und bemannt, die höher steigenden Gummiballons, bei dem vom Arztberuf herkommenden RICHARD AßMANN/ASSMANN (R. GEIGER 1953) unter Mithilfe des 'Berliner Vereins zr Förderung der Luftschiffahrt' in Deutschland. **1902** wurden dabei gefunden über der in den Polgebieten etwa 8 km und am Äquator 18 km hohen (U. PLATT et al, 2017, S. 329 **Troposphäre**, in der sich die Wettergeschehen abspielt, eine Schicht, in welcher die **Temperatur** nicht mehr schwankte, sondern **konstant** blieb und die **Tropopause** genannt wurde, Sie befindet sich in in etwa 10-16 km Höhe, Die darüber liegende Schicht wurde nun als **Stratosphäre** bezeichnet. Es folgen dann auch die bemannten Ballonaufstiege zur Feststellung der Ionisation, der Elektrizität, in der höheren Atmosphäre, welche zur Entdeckung der '**Kosmischen**

**Strahlung**' (s. d.) führten.

Als Entdecker der **Ozonschicht**, **1913**, eine Ozon enthaltende Schicht in der höheren Atmosphöre. gelten die Franzosen CHARLES FABRY und HENRI BUISSON. Ozon in der höheren Atmosphäre wurde dann vor allem weiter ermittelt durch GORDON MILLER BOURNE DOBSON (J. T. HOUGHTON 2004, et al. 1977) ebenfalls auf spektroskopischem Wege in selbst kontruierten Apparaten durch Feststellung des die Atmosphäre durchdringenden Ultraviolettlichts. DOBSON war zur Ozon-Feststellung gelangt durch den Nachweis einer Temperaturzunahme in der Hochatmosphäre, die auf die Absorption von UV-Strahlung durch Ozon zurückzuführen war.

Über der Ionosphäre wurde eine '**Magnetosphäre**' aufgestellt, mit einem magnetisierten Plasma. Zu den verschiedenen Tageszeiten verhielt sich die elektromagnetische Wellen reflektierende Schicht unterschiedlich. Das erklärte, warum der Radioempfang Schwankungen mit den Tageszeiten unterlag. Die Ionen der Hochatmosphäre wurden zurückgeführt auf die kosmische Strahlung und später auch auf die dann nachgewiesene X-(Röntgen-) Strahlung aus dem Kosmos.

Nach weiterer Erforschung stellt sich nun dar (U. PLATT et al. 2017, S. 32): In der Stratosphäre steigt die Temperatur "bis in rund 50 km Höhe", die Stratopause, fast auf Zimmertemperatur infolge der Absorption der Sonnenstrahlung durch die Ozonschicht. Bis in 90 km Höhe folgt die Mesosphäre, die nach oben stark abgekühlt ist und weiter nach oben in der 'Thermosphäre' bis 400 km Höhe steigt die Temperatur wieder stark, bis über 1000 K (Kelvin), infolge der Absorption der Sonnenstrahlung "bei Wellenlängen unter 200 nm." Ab 100 km bestimmt die Diffusion die Durchmischung. Etwa 30% der Sonnenstrahlung wird von den Wolken und der Ersoberfläche zurück ins Weltall zurückgestreut, der 'planetare Albedo', und die Erdoberfkäche absorbiert knapp 50% der Sonnenstrahlung. "Nur etwa 12"% "des vom Erdboden emittierten Strahlungsfkusses kann ungehindert ins All entweichen" (S. 33), und die Treibhausgase Wasserdampf, CO2, Methan, Lachgas/N2O, spielen als beeinflußbare Größen, spielen da mit. Aber von den an der Erdoberfläche vom Menschen freigesetzten Gasen wird die Hochatmisphäre zum Teil noch gefährlicher beeindlußt, hinsichtlich des Ozon-Gehaltes.(F.-J. LÜBKEN et al. 2017): Die obere Mesosphäre, in mittleren und hohen Breiten im Sommer bis etwa 90 km Höhe reichend, ist die kälteste Region der Erdatmosphäre und Eisteilchen in ihre führen zu 'leuchtenden Nachtwolken'..

**Allseitige messende Forschung in der Hochatmosphäre - ERICH REGENER**Mit unbemannten, möglichst leichten, Meßinstrumente tragende **Ballons** wurden unter ERICH REGENER (A. EHMERT et al. 1956, C. PRIESNER 2003) namentlich kosmische Strahlung, Ozon, Druck, Luftelektrizität, Sauerstoff- und

Wasserstoff-Gehalt **bis 30 km Höhe** untersucht, damit eine allseitige Feststellung der Gegebenheiten der höheren Atmosphäre eingeleitet. Der studierte Physiker REGENER wurde 1913 Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, 1920 an der Technischen Hochschule Stuttgart. In Stuttgart 1937 wegen seiner jüdischen Frau suspendiert, hat REGENER dann die Forschungsstelle für Physik der Stratosphäre der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Friedrichshafen aufgebaut. Nach ihrer Zerstörung 1944 begründete REGENER ein neues Institut in Weißenau bei Ravensburg. Die Ballons wurden zu mehreren gleichzeitig emporgelassen. Mit Fenrohren und im Kraftwagen wurde ihr Weg zu verfolgen gesucht. Bergungstrupps nahmen herabsinkende Instrumente möglichst vor dem Aufprall am Erdboden in Empfang. Ozon wurde mit Ozonsonden in der Höhe direkt gemessen.

## Nochmals Ozon - das dünne Schutzschild der Hochatmosphäre gegen UV-Strahlung und Ozon am Boden

Als nach 1945 in den USA erbeutete deutsche V2-Raketen und später Satelliten durch die Stratosphäre hindurchgeschossen wurden, eröffnete sich ein neuer Bereich des Sonnenspektrums (P. GÖTZ 1950), jener zwischen 3000 und 2000 Angström, ein Bereich, der von der Ozonschicht absorbiert wird und dadurch den dafür empfindlichen Lebewesen auf der Erde nicht schaden kann und die Atmosphäre aufheizt, mit einem Maximum bei 50 km Höhe (F.-J. LÜBKEN et al. 2017, S. 37).

Ozon auf dem Erdboden wurde einst als noch ausschließlich aus der Hochatmosphäre stammend angenommen. Aber es entsteht auch aus Photosmog in Bodennähe und ist manchen Personen nicht ungefährlich.

In Oslo wurde 1948 eine **Internationale Ozone Commission** gebildet.

Jahrzeitliche Schwankungen fand DOBSON 1956 - 1959 bei Messungen in der Antarktisstation an der Halley Bay. Das Maximum lag im Frühling. In den 1970-er und 1980-er Jahren fand ROBERT WATSON in der Antarktis eine bedenkliche Abnahme des Ozongehalts in der Ozonschicht, das '**Ozonloch**', wodurch der Schutz der Lebewesen gefährdet schien. Am 16. Mai **1985** publiziert die "Nature", daß in der Britischen Antarktis Station in der Halley Bay im antarktischen Frühling ein starker Ozonschwund festgestellt wurde. Nicht in allen Breiten, aber dort wo starke Kälte in der Hochatmospähre herrscht, schwindet das Ozon. Das Ozonloch konnte zurückgeführt werden auf die in die untere Stratosphärenschicht aufgestiegenen, auf der Erde technisch und als inert geltenden, in Spraydosen, Kühlschränken, Herstellung von Schaumstoffen genutzten Fluorkohlenwasserstof-

fe/FCKW(engl. CFC), aufgeklärt durch die 1995 mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichneten US-Amerikaner L. SHERWOOD ROWLANd und MARIO J. MOLINA und den in Mainz am Max-Planck-Institut für Chemie arbeitenden PAUL CRUTZEN (K. HÜBNER 2005). Es wurde vereinbart, 1987 in Montreal, die Nutzung der FCKW zunehmend zu unterlassen. So weit war es mit **Einflußnahme der technisierten Menschenwelt** gekommen, daß selbst die höhere Atmosphäre verändert wurde und sie wiederherzustellen war. Mit der Nutzung von Substanzen, mit denen etwa durch Kühlung, die Wohnatmosphäre angenehm gestaltet wurde, kamen aus dem Blickfeld die Schäden außerhalb (G. ZIRNSTEIN 1996, S. 323 ff.) PAUL C. CRUTZEN verwies auf die ebenso mögliche Ozonzerstörung durch Stickoxide, etwa aus hochfliegenden Flugzeugen. Chemiker warnen auf der Grundlage ihres Wissens Regierungen. Ab 1975 setzten Verbote für die Nutzung der FCKW ein. 1987 folgt das Montrealer Protokoll, das die Staaten zum Auslaufen der Produktion von FCKW verpflichtet. Auch in der Arktis wurde in kaltem Winter Ozonschwund ermittelt. Die Überwachung der Hochatmosphäre, die "**Stratospährenchemie**" wurde lebenswichtig.

Die Abkühlung der Stratosphäre infolge der verminderten Ozonschicht verlangsamt die Abbaureaktionen, und der Ozongehalt nimmt auch deshalb wieder zu und auch das war zu beachten (F.-J- LÜBKEN et al. 2017, S. 38).

## Und wichtig auch die bodennahe Atmosphäre

Nicht in die Höhen, sondern auf die Atmosphäre am Erdboden wandte seinen Blick RUDOLF GEIGER (Wikipedia 2017), zuletzt ordentlicher Professor in München, Bruder des Zählrohrerfinders HANS GEIGER.. Er analysierte die Luft nahe dem Boden, in der '**bodennahen Luftschicht**', in Abhängigkeit etwa von der Exposition und der Vegetation, begründete damit die **'Mikroklimatologie**'. Sein viel beachtetes Buch dazu, 'Das Klima der bodennahen Luftschicht', erschien zuerst 1927.

## In höchste Höhen und tiefste Tiefen: die PICCARDs

In bisher unerreichte Höhen stiegen empor und in Meerestiefen hinab Angehörige der Schweizer Familie PICCARD. AUGUSTE PICCARD (W. FEUCHT 1991) erreichte im Mai 1931 mit Begleiter bei einem Ballonaufstieg in einer Kabine mit Preßluft nach dem Start nahe Augsburg 15.781 m, bald darauf allein fast 17.000 m hoch und damit in die **Stratosphäre**. AUGUSTEs Zwillingsbruder JEAN-FELIX stieg mit Ehefrau am 23. Oktober 1934 durch Wolken auf etwa 18 km empor.

Ballonfahrer in der Sowjetunion und in den USA kamen mit ähnlicher Technik in größeren Ballons auf 18.665 m. Nicht nur in große Höhen, auch in große Meerstiefen gelang A: PICCARD der Vorstoß. AUGUSTE PICCARD wurde spöttisch der "Auf-und Ab-Professor", auch der "Vertikalprofessor" genannt.

## Ozeanographie - die Ermittlung der Tiefen der Meere

Mit dem von ALEXANDER BEHM entwickelten **Echolot-Verfahren**, Patent 1916. konnten von zahlreichen auch normalen Schiffen Meerestiefen ermittelt werden

Für die **Tiefsee-Forschung** konstruierte AUGUSTE PICCARD 1948 das "Bathyscaphe", das unbemannt bis 1400 m herabgelassen wurde und dort dem Druck widerstand. PICCARDs "Trieste" setzte am 30. September 1953 mit ihm und seinem Sohn JACQUES 3150 m tief auf dem Grunde des Tyrrhenischen Meeres auf. JACQUES PICCARD, auch Professor an der Universität Brüssel und Mitarbeiter seines Vaters, tauchte mit Lieutenant DON WALSH von der U.S. Navy mit der 'Trieste' am 23. Januar **1960 10.912 m tief** in den **Marianengraben** im nordwestlichen Pazifik fast bis auf den vermiedenen Grund, den tiefsten Meeresteil überhaupt und kaum noch an Meerestiefen zu übertreffen. Nur ein voll kugelförmiger Körper hielt dem Druck stand. Die 'Trieste' (Internet, auch Wikipedia 2018) war von KRUPP in Essen hergestellt worden, bestand aus mehreren ineinandergeschachtelten Stahlkugeln, die durch Elektromagneten zusammengehalten wurden. Bei Stromausfall lösten sie sich und die Kugel. Die 'Trieste' mußte nicht hochgezogen werden, sondern stieg, dank mitgeführtem Benzin und bei Abwerfen von Ballast von selbst wieder empor.

## Erde und Weltall - Kosmologische Fragen und Erde bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts

Der Anfang der Welt und die Herkunft der Energie blieben nicht nur für ARRHENIUS (1911) ein Rätsel. Man mußte die Welt, wie auch LAWRENCE J. HENDERSON (1927) meinte, hinnehmen. Wie "unendlich" ein Weltall sein konnte wurde immer wieder einmal dikutiert. Da weiß man nun unenllich viele mehr! Bei einem unendlichen Weltall müßte wie einst OLBERS hatte einst vorgebracht, daß bei unendlicher Menge von Sternen der Himmel gleichmäßig hell sein müßte. Gäbe es Licht absorbierende Materie, die nur Licht von wenigen Sternen durchläßt, müßte diese sich durch Licht-Absorption aufheizen und selbst leuchtend werden.

Angesichts der Masse der Fixsterne mit den in ihnen ablaufenden kernchemischen Prozessen erscheinen die an die äußeren Elektronenschalen gebundenen **"normalen" chemischen Vorgänge wie** etwa auf der **Erdoberfläche** als **im Weltganzen eher verschwindend**, als kleinerer Sonderfall. Chemiker verwiesen dann gern darauf, daß es andererseits auch noch ausreichend "klassische" chemische Probleme gibt. Der "organischen" Chemie zuzurechnende kompliziertere Kohlenstoff-Verbindungen sind auf Himmelskörpern kaum nachweisbar. Methan tritt in der Atmosphäre anderer Planeten oder Monde reichlich auf. In manchen Meteoriten sind Kohlenstoff-Verbindungen vorhanden. Stoffe, die mit Sicherheit **in** Lebewesen aufgebaut wurden, sind mit Sicherheit nur von der Erde bekannt - bisher der einzige Himmelskörper auf dem Leben nachweislich existiert. ARRHENIUS (1913, S. VIII) allerdings nahm an, daß Leben nicht nur eine irdische Angelegenheit ist, sondern eine des Weltalls, es "ewig" ist. Selbsterzeugung von Leben gäbe es nicht. Würde auf den einen Gestirnen vielleicht Leben umkommen, könnten es Meteorite im Weltall verbreiten eine als "**Kosmozoen-Hypothese**" bezeichnete Annahme. Strahlendruck, bisher unterschätzt, könnte kleinste Partikel verbreiten. Man muß entgegnen: Aber wenn Leben schon nicht auf der Erde entstehen könnte, irgendwo müßte es zustandegekommen sein. Wie? Religiöse Geister mochten frohlocken?

Meteorite haben verschiedene Herkunft, und manche, genannt waren 2011 55, stammen **vom** Planeten **Mars**, dort durch Meteorite von anderswoher herausgeschlagen.

HENDERSON (1927), Harvard University, trug jene **Eigenschaften** der Materie zusammen, die **das irdische Leben möglich** machen, von den besonderen Eigenschaften des Wassers, etwa seiner größten Dichte bei + 4° C, seiner hohen Wärmekapazität, seiner großen Lösungsfähigkeit für so viele Substanzen. Die Materie hätte von vornherein **"fitness" für das Leben** aufgewiesen, so wie das Leben "fitness" für sein Bestehen in der gegebenen Materie habe. Materie wie Leben hätten sich zu dieser "fitness" entwickelt. Waren erst einmal bestimmte organische Stoffe vorhanden, mußten unter ihren Reaktionen miteinander auch die als lebend zu bezeichnenden Komplexe erscheinen. Daraus durfte abgeleitet werden, daß **Leben** regelrecht **mit Notwendigkeit**, gesetzmäßig, **unter den irdischen Bedingungen zustandekommen mußte**, das Leben nicht hätte ausbleiben können..

Andere verneinten das, sahen den Zufall mitspielen. Die Erdc hätte ohne Leben weiterbestehen können, ein zweiter Mars. Es war zu sprechen von "Das unwahrscheinliche Leben" (F. GESSNER et al. 1959).

Man kann das Leben auch einordnen **in die Geschichte des Kosmos**, in jenes

Stadium nach dem angenommenen 'Urknall', in welchem an Stellen im Weltall, auf bestimmten Himmelskörpern, die Elementarteilchen zu verschiedenartigen Atomen zusammengetreten waren, chemische Elemente und dann Moleküle bestanden und auch Energiezustrahlung bestand. Mit weitergehender kosmischer Entwicklung mußte das wieder ein Ende finden, war das 'Leben' also an ein 'Zeitfenster' gebunden, hatte "Befristung der bewohnbaren Zeitzone in der Geschichte des Kosmos" (W. RAITH (hrsg.) 2002, S. 573).

Was auf der Erde geschah, mußte beim Vorhandensein ähnlicher Bedingungen auch **anderswo im Weltall** möglich sein. M. CALVIN (1969) war der Asicht, daß die Erde kaum der einzige Himmelskörper mit Leben im ganzen Weltall wäre. Wie STANLEY L. MILLER etwa 1964 (S. 113) meinte: "The origin of life is no longer considered to be a process of extreme improbability. However, it cannot be a simple and easy process." Noch ist aber Leben auf anderen Himmelskörpern, weder auf Planeten noch auf deren Trabanten, den Monden, Leben nachgewiesen, geschweige denn ließen sich Signale von intelligenten Wesen aus dem All auffangen. Unter den bekannten Himmelskörpern des Sonnensystems wurde wohl in der Tat nur der Erde mit ihrer dafür geeigneten Entfernung von der Sonne und ihrer Achsenstellung Leben, jedenfalls höheres Leben, ermöglicht.

**Auch im Laboratorium** konnte der Schritt auch von komplexeren organischen Substanzen zu einfachen, ja einfachsten Lebewesen, **bis jetzt nicht** gegangen werden. Religiöse Menschen stellen das nicht ungern fest.

**Irdisches Leben ist an bestimmte Substanzen gebunden**, an Eiweiße und andere. War auf anderen Himmelskörpern Leben zu erwarten, so wurde nach dem dortigen Vorhandensein der für das irdische Leben nötigen Substanzen gefragt, unter **Annahme von "The universal nature of biochemistry**" (N. R. PACE 2001). Aber es wurde auch erörtert, ob mit anderen als den das irdische Leben bestimmtenden Substanzen anderswo im All etwas wie Leben zustandegekommen ist, mit Arsen statt mit Phosphor. Zu fragen war auch: Gab es als **ersten Anfang** nur ein Lebensklümpchen, später **nur eine allererste Zelle**, eine allererste einzige Zelle mit der Fähigkeit der Kohlendioxid-Nutzung und der Sauerstoff-Freisetzung und folgte alles weitere aus der Vermehrung dieser Erstgebilde**?** Dann war Zufall sogar denkmöglich. Strengste **Monophylie** mußte ein einziges Erstgebilde annehmen. Und bei vielfacher Entstehung frühester Lebensgebilde dann die Frage, wie unterschiedlich waren sie? Hat dann Selektion nur eine Linie begünstigt, die sich dann aufspaltete?

ARRHENIUS wurde der wesentliche Verkünder für die Rolle des **Kohlendioxids in der Erdatmosphäre** und dessen Einfluß auf erdgeschichtliche Veränderungen. FOURIER hatte 1824 Vorstellungen über die Erdatmosphäre als ein wärmeaufnehmendes

Treibhaus entwickelt. Energie kommt in Gestalt von Licht zur Erdoberfläche, aber wird wegen der Atmosphäre nicht wieder restlos abgestrahlt. Es galt herauszufinden, welche Gase in der Atmosphäre entscheiden über die Temperaturaufnahme und - abgabe (J. R. FLEMING 1999), je nachdem, welche Wärme die Moleküle aufnehmen. Der Treibhausvergleich stimmt da nicht ganz. TYNDALL sah für die Zurückhaltung der Wärme den Wasserdampf als wichtig an. Zur Untersuchung baute er einen 'künstlichen Himmel'. Für ARRHENIUS, 1896 wurde das CO2 der maßgebende Regulator im Temperaturhaushalt der Atmosphäre. Schon wegen der Kalkablagerungen in der Erdgeschichte konnte der CO2-Gehalt nicht immer gleich stark gewesen sein und sollte ein wichtiger Faktor gewesen sein für den unterschiedlichen Temperaturhaushalt der Atmosphäre in den verschiedenen erdgeschichtlichen Epochen.

Untersucht wurde die mögliche Veränderung im CO2-Gehalt in der Atmosphäre von ARVID HÖGBOM. ARRHENIUS führte die Eiszeiten auf Abnahme des CO2-Gehaltes und damit geringere Wärmespeicherung in der Erdatmosphäre zurück. Die Erwärmung der Erdatmosphäre durch vom Menschen erzeugtes CO2 war für ARRHENIUS noch nicht aktuell und sollte für HÖGBOM (Wikipedia 2018) höchstens nach Jahrtausenden zustandekommen.

Auch gab es Vergleiche der verschiedenen Planeten und etwa SVANTE ARRHENIUS (1913, S. 57) glaubte: "Venus entspricht der Vergangenheit der Erde, Mars der Zukunft". Der Mond wäre in der Abkühlung weiter als die Erde und schon deshalb gab es hier keine Atmosphäre, war Stillstand vieler Prozesse, vor allem chemischer, auf der Oberfläche. ARRHENIUS (so 1913, S. 73) lenkte den Blick auch auf das **Kohlendioxid** (CO2) und dessen Einfluß auf den **Strahlenhaushalt** der Erde, die Aufheizung der Erdatmosphäre mit zunehmendem CO2. Der Freiberger Chemiker CLEMENS WINKLER meinte auf der 63. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte 1890 in Bremen (S. 147), daß die Erde ein sich in ihrem **Endstadium** befindet, ein "alternder Planet" ist, "dessen innere chemische Stürme nahezu ausgetobt haben, und auf dessen starrem Krustenpanzer vorwiegend der Einfluss der Sonnenwärme und des Sonnenlichtes ein wohl ebenfalls im allmählichen Hinschwinden begriffenes chemisches Leben zeitigt". Die für die Akzeptierung des LYELLschen Aktualismus und der DARWINschen Evolutionstheorie nötige **lange Dauer der Erdgeschichte** wurde wegen der Abkühlung der Erde gegenüber dem Weltraum von Baron KELVIN immer wieder bezweifelt, und der exakte Physiker stand gegen die mit anscheinend weniger sicheren Fakten argumentierenden Geologen und Biologen, wobei DARWIN sich entschied, daß die Physiker eine Erklärung für die lange Erdgeschichte finden müßten - was mit der Radioaktivität auch geschah.

## Frühgeshichte der Erde - Chemische Evolution und mögliche Entstehung des Lebens

Im Zusammenwirken von Paläontologie, Physik, Chemie, Mineralogie, Astronomie und anderen Wissenschaftsgebieten wurde die **Frühgeschichte der Erde** und die **Entstehung des Lebens** (u. a. H. MARKL 1984) auf der Erde zu erschließen versucht. Hierzu haben zahlreiche Forscher beigetragen und wurden zahlreiche Dinge herangezogen. Geologen wie GEORG BERG (1940) waren daran ebenso beteiligt wie Geochemiker und eben Biochemiker. Das Alter der Erde wurde etwa 1960 auf **5 - 10 Milliarden Jahre** berechnet. Das war noch lange keine "Ewigkeit" (G. G. SIMPSON 1960; S. 966), aber gewaltig viel mehr als 200 Jahre vorher angenommen worden war.

So wie man das heute sieht, wurde die Urgeschichte und Lebensentstehung nicht immer gesehen. **Die Urerde** galt als zunächst eine **rein anorganische Erde** und erste Lebewesen sollten daher aus anorganischem Material entstanden sein (G. BERG 1940). Nur aus so entstandenen Lebewesen sollte alles organisches Material auf der Erde herkommen. Schließlich darf angenommen werden, daß alle sich heute auf der Erde bildende organische Substanz auf Lebewesen zurückzuführen ist, auf ihre Biomasse-Bildung und deren Zersetzung. Der Mikrobiologe HERMANN BORTELS hat etwa 1940 (S. 155) überlegt, wie die ersten irgendwie entstandenen einfachsten Organismen, vielleicht als Blaualgen, etwa Nostocaceen, in einer völlig anorganischen Umgebung aus anorganischem Material schließlich entstanden und imstande waren auf Grund ihres dann hinzugekommenen Chlorophylls im Sonnenlicht organische Kohlenstoff-Verbindungen aufzubauen und mit Hilfe eines speziellen Enzyms Luft-Stickstoff spalten und so über Aminosäuren zu stickstoffhaltigen Verbindungen kamen"Nur" überlegte BORTELS, "stickstoffbindende und zugleich kohlenstoffautotrophe Organismen würden imstande sein, in rein mineralischem Substrat, das zunächst keinen Stickstoff in gebundener Form enthält, zu wachsen, sich zu vermehren, somit organische Materie zu bilden und gewissermaßen als Pioniere des Lebens den Boden für alle folgenden Organismen vorzubereiten." Leider: Wie sollten diese 'Pioniere' entstanden sein, aus rein anorganischem Material? Und sehr rasch hätten sie wohl für ihr Funktionieren Phosphor und andere Mineralien aufnehmen müssen? Stickstoff-Bindung ist , jedenfalls heute, an Molybdän gebunden? Sollten das die hypothetischen Urorganismen hätten aufnehmen können?

Es war ein bedeutender Fortschritt in der Auffassung von der Lebensentstehung, daß es **umgekehrt** gewesen sein müßte: Es **entstanden** auf der frühen Erdoberfläche am Rande eines Urmeeres oder an bestimmten Mineralien, unter einer anderen Atmosphäre und anderen Bedingungen als heute, **abiogen**, also **nicht durch**

**Lebewesen, organische Substanzen**. Diese wären auch in Wasser löslich gewesen und nach vielen Reaktionen untereinander kam es zu den ersten Lebewesen (u. a. F. LYNEN 1966). Also **zuerst** erschien **nicht lebende organische Substanz, dann Leben**. Organische Substanzen sind also nicht, wie einst angenommen, grundsätzlich an ihre Entstehung in Lebewesen gebunden, entstanden in der 'Ursuppe' auch **a-biogen**. Mit der Abkehr von der Ansicht einer Entstehung des frühesten Lebens aus anorganischen Substanzen wegen der **derzeit** in der Natur nur in Lebewesen stattfindenden Produktion organischer Produkte und der hypothetischen Annahme, daß die für das Leben nötigen organischen Substanzen vielleicht einst doch auch a-biogen, also nicht erst in Lebewesen entstanden, wurde so etwas wie eine Denkblockade aufgehoben, kam hier ein neuer Ansatz, konnte man von einer kleinen wissenschaftlichen Revolution sprechen.

Einer der ersten, eher Vergessenen, der an solche Bildung organischer Substanz, es waren Aminosäuren, aus auf der Früherde augenscheinlich vorhandenen anorganischen Stoffen heranging, war WALTER LÖB 1913, dem nach eigenen Worten "zum ersten Male gelungen" ist, "aus den Ausgangsprodukten der natürlichen Synthese, der Kohlensäure, dem Ammoniak und dem Wasser ohne Verwendung anderer Stoffe lediglich durch Zuführung einer geeigneten Energieform, die mit der strahlenden in engem Zusammnehang steht" - stille elektrische Entladung - "eine Aminosäure künstlich herzustellen, welche jedenfalls als eine der einfachsten Phasen im natürlichen Eiweißaufbau eine Rolle spielt", das Glycin. LÖB hatte diese Aminsäureherstellung nicht ausdrücklich mit der Frage nach der Entstehung des Lebens verknüpft und der 1916 44-jährig Verstorbene, zuletzt Leiter der Chemischen Abteilung am Rudolf-Virchow-Krankenhaus in Berlin wurde erst in jüngerer Zeit wieder entdeckt (s. etwa S. W. FOX 1965, S, 329).

Unabhängig haben mehr als ein Jahrzehnt später der Russe OPARIN und der Brite HALDANE Überlegungen zur abiogenen Entstehung organischer Stoffe auf der Urerde ausführlicher durchdacht. Die so entstandenen organischen Substanzen wären nicht von Lebewesen verzehrt worden, da es keine Lebewesen gab.. Heute würden abiogen gebildete Substanzen wohl bald von Mikroorganismcn gefunden werden, die sie abbauen, würden also.nicht lange existieren. Die abiogen entstandenen organischen Substanzen der Erdfrühzeit reagierten miteinander unter Bildung weiterer Stoffe, die sich je nach den Bedingungen erhielten und weiterreagierend. Erörtert wurde auch, wie bei OPARIN, inwieweit das reaktionsfähige Azetylen, das im Erdinneren aus Metallcarbiden und Wasser hätte entstehen können, sich polymerisierte und höhere Verbindungen hervorbrachte. Als wirksame Agentien zur Hervorrufung von Reaktionen der einstigen abiogen entstandenen organischen Substanzen wurde auch an radioaktive Strahlung gedacht, oder an elektrische Entladungen in der höheren Atmosphäre in Gegenwart von Methan, Wasserstoff, Am-

moniak, Wasser. Eisen wirkt schon als solches katalytisch, in verstärkter Wirkung in organischen Verbindungen, so im ziemlich stabilen Porphyrin. Solche katalytisch wirkenden Stoffe konnten dann bestimmte Reaktionen bevorzugt ablaufen lassen und bestimmte Stoffe kamen reichlicher als andere zustande. Manche aromatischen Substanzen ordnen sich in bestimmter Weise.

In den **1950-er-Jahren** kam in diesen Fragen ein Durchbruch, als Prozesse der Bildung organischer Substanzen aus gasförmigen anorganischen Substanzen im Laboratorium untersucht wurden, die **unter den Bedingungen der frühen Erde** ebenso oder ähnlich hätten stattfinden **können**. Ein Team bei CALVIN, veröffentlicht 1951, gewann im Cyclotron aus Kohlendioxid und Wasser Formaldehyd und Ameisensäure, und durch die Aldol-Kondensation bekam man Kohlenstoff -Kohlenstoff-Bindungen und zahlreiche organische Verbindungen von Formaldehyd (zit. b. S. W. FOX 1965, S, 329). Was CALVIN hier angestoßen hatte wurde dann betrieben Im Laboratorium von UREY (1959) Hier hat der Student STANLEY MILLER **1952** in Apparaturen eine anzunehmende **"Uratmosphäre"** der Erde **nachgebildet**, sie stillen elektrischen Entladungen ausgesetzt und fand tatsächlich verschiedene organische Substanzen entstanden, auch 4 Aminosäuren, die in Proteinen denkbar waren. **Möglichkeit im Laboratorium** war nicht unbedingt der **historische Prozeß auf der Urerde**, aber es war bewiesen, daß solche Bildung organischer Substanzen aus anorganischen wohl stattfinden konnte, ja mußte. Untersuchungen von Gasen aus Vulkanen sollten anzeigen, was einst in die erste Atmosphäre wohl auch eindrang. Solche Versuche wie bei MILLER, auch mit anderen Substanzen und anderen Außenagenzien, wurden seitdem vielfach wiederholt, und verschiedenste organische Verbindungen erhalten. Es war eine etliche Laboratorien beschäftigende Forschungsrichtung, die hier entstand und an der a-biogenen Entstehung organischer Verbindungen in der Frühzeit der Erde ist nicht zu zweifeln. Bis zum Zusammentritt solcher Substanzen zu einer lebenden Masse, gar Zelle, hat es bis in jüngste Zeit noch nicht gereicht, erscheint aber nicht aussichtslos.

Als eine andere Möglichkeit der Entstehung organischer Verbindungen wenigstens im Kosmos unter höherer Temperatur und bei höherem Druck wurden um 1971 Vorgänge wie bei der Fischer-Tropsch-Synthese gesehen, bei der unter Katalyse durch Metalle, vielleicht gar dem Eisen, aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff höher Kohlenwasserstoffe zustandekommen (W. KIESL 1979).

Die mögliche und vielleicht lange Zeiten umfassende Abfolge der auf der Erde **vor** der Entstehung von lebenden Systemen entstehenden und miteinander reagierenden organischen Stoffe nannte MELVIN CALVIN "**chemische Evolution**" (Chemical Evolution, so 1954 / dtsch. 1956, 1969). Der Begriff "chemische Evolution" läßt sich auch auf alle auseinander hervorgehenden Substanzen, auch Atome, auf anderen Himmelskörpern etwa, anwenden, wird aber oft nur für die Abfolge organi-

scher Stoffe auf der 'Urerde' angewandt. Das Entstehen der verschiedenen Substanzen und ihre Reaktionen miteinander sollten selbstverständlich gemäß den chemischen Gesetzen geschehen, das heißt, wo bestimmte Substanzen unter bestimmten Bedingungen zusammentrafen mußten notwendig bestimmte weitere Substanzen hervorgehen. Bei wechselseitiger Beeinflussung sollte es auch eine gewisse Selektion geben, bestimmte Anfangsverbindungen bevorzugt auftreten. CALVIN faßte bei seinen Erörterungen Dinge, die vom heutigen Laboratorum her bekannt waren, zu einem Gesamtbild zusammen. Auf der Urerde sollten aus Reaktionen verschiedener Substanzen **schließlich auch Eiweißstoffe und Nukleinsäuren** entstanden sein, also jene Substanzen, die das Lebensgeschehen und vor allem die Reproduktion des Lebens bestimmen. Wäßrige Lösungen einfacher Kohlenstoffverbindungen, so Ameisensäure und Formaldehyd, können sich im ultravioletten Licht der Sonne mit ebenfalls gebildeten einfachen stickstoffhaltigen Substanzen wie Ammoniak oder Salptersäure kompliziertere organische Verbindungen aufbauen, solche, die heute nur in Lebewesen bekannt sind. Was auch OPARIN ermittelt hatte, wurde also mit dem Begriff und den Vorstellungen von 'chemischer Evolution' weiter präzisiert.

Vielleicht konnte man (ZIRNSTEIN) zu 'Chemische Evolution' auch folgendermaßen formulieren: Chemische Moleküle, also Verbindungen, entstehen unter bestimmten Bedingungen, etwa auch von UV und elektrischen Entladungen, und auch in Abhängigkeit schon gebildeter Substanzen und dem Vorhandensein bestimmer Spurenelemente. Bei Vorliegen bestimmter solcher Bedingungen müssen bestimmte Verbindungen mit ziemlicher Sicherheit entstehen. Mit dem Vorhandensein unter bestimmten Bedingungen gebildeter Moleküle mag auch eine wachsende Zunahme von komplizierteren Substanzen gegeben sein. **'Chemische Evolution'** ist völlig **außenabhängig**, 'außen' dabei auch die bestehende chemische Umwelt. Mit der Entstehung der Vererbungssubstanz, der RNA und DNA, werden Verbindungen durch sie katalysiert, und in Organismen, auch Einzelzellen, gibt es nun **Autonomie des Stoffwechsels und der** dabei folgenden **Entstehung bestimmter Verbindungen**. Neuartige Substanzen können in Zellen nur durch Änderungen in der Vererbungssubstanz zustandekommen, als durch Mutation, biologische Evolution. Ansonsten bleibt Glykolyse auch unter - 40°C in der Antarktis oder + 40° C in der Wüste bei allen Unterschieden in der Intensität Glykolyse, bedingt durch die von der DNA abhängigen Enzyme. Zu fragen wäre vielleicht auch: Gab es nur eine 'Chemische Evolution', jedcnfalls nur eine, die zu RNA und DNA führte? Oder gab es noch zahlreiche chemische Reaktionsfolgen, welche man unter den Begriff der 'Chemischen Evolution' subsummieren könnte?

Mit der Herausbildung der Molekulargenetik wurden neue Überlegungen zur Lebensentstehung angestellt. nämlich nach der im Gefolge der chemischen Evolution

gegenüber einfachem Leben möglichen **Erstentstehung des genetische Apparates** und der unter seiner Wirkungen entstandenen frühen Lebewesen. Mit dem auch andere Auffassungen als CRICK vertretendem LESLIE ORGEL wandte sich CRICK auch dieser Frage zu und kam in den 1980-er-Jahen zu dem Ergebnis, daß am Anfang die RNA, eine "**RNA-Welt**" stand (M. RIDLEY 2006, S. 171). RNA hat zwar nur eine geringe, aber doch vorhandene enzymatische Wurksamkeit und mittels der vielleicht vorangehenden Existenz der RNA wurden sekundär Proteine gebildet (W. GILBERT 1986, L. HOWES 2011), So wie es verstärkt an den Ribosomen heutiger Zellen abläuft.

Einst **grenzte die Lithosphäre** mit der an Prozessen reicheren Hydrosphäre **an die Atmosphäre**, und mit den Lebewesen schob sich die **Biospäre** dazwischen.

CALVIN (1969) sprach auch von einer besonderen Forschungsrichtung "**Molekulare Paläontologie**"/Molecular Palaeontology, dem Nachweis von organischen Substanzen, namentlich Kohlenwasserstoffen, in ältesten Tonschiefern, die von einfachsten Lebensformen stammen mochten oder auch abiogen entstanden sind. Isotopen-Verhältnisse etwa zwischen 12 C und 13 C mochten über die biogene oder abiogene Herkunft Auskunft geben. "**Biomarker**" wurden dann jene Moleküle genannt, etwa Fette, welche das abiogene '**Archean**' und dem ab um 2500 Millionen Jahre folgenden '**Proterozoikum**' trennen (A. H. KNOLL 1999).

Ein später erörtertes Problem wurde, wie **stereospezifische Verbindungen,** die die lebende Materie bilden zusstandekamen, etwa unter der Einwirkung von polarisiertem Licht (U. MEIERHEINRICH 2002).

Daß die Bildung organischer Substanzen prinzipiell unter Naturbedingungen ablaufen kann, zumindestens irgendwo im Weltall, legten auch **organische Verbindungen** in Spuren **in Meteoriten**. Kontamination der auf die Erdoberfläche gefallenen Meteoriten mit irdischen Substanzen war manchmal schwierig auszuschließen (W. KIESL 1975). Selbst Spuren von Aminosäuren, also den Eiweiß-Bestandteilen, waren um 1962 nachweisbar. Bis zum Jahre 2002 waren in Meteoritenproben etwa 500 verschiedene organische Moleküle identifiziert, darunter 80 Aminosäuren und unter ihnen 8, die auch in Proteinen vorkommen (U. MEIERHEINRICH 2002). Wenigstens die Ausgangsstoffe für das Leben konnten wenn schon möglichweise einfache Lebensformen nicht vielleicht aus dem All gekommen sein. Waren sie gar Zeugen von fernem Leben? Den organischen Verbindungen in Meteoriten fehlte optische Aktivtitä, wie sie für die organischen Substanzen in den irdischen Leben gegeben sind.

Bilden sich noch gegenwärtig auf der Erdoberfläche organische Substanzen auch ohne Lebewesen? Abiogen gebildete organische Substanzen, so Eiweiße, wurden

mit der Entstehung einfacher Lebensformen deren Nahrung und ihre rezente Bildung ist nicht nachgewiesen. Die **abiogen gebildete "Ursuppe"** wurde **zunehmend aufgezehrt**, ja schien zu verschwinden. Um zu organischen Stoffen zu gelangen, konnten sich kleinen Lebewesen nur noch andere Lebewesen fressen und durfte es keine Rückführung in anorganische Stoffe geben. Ohne die 'Ursuppe' hätte das Leben hätte keine Grundlage mehr gehabt. Aber es gab einen **ganz großen Sprung**, Den zur **autotrophen Ernährung**, zum **Aufbau organischer Substanzen aus anorganischen**. Neben einigen chemotrophen Mikroben waren es die mit dem grünen **Chlorophyll** ausgestatteten **Cyanophyta**/Blaubakterien oder einst auch Blaualgen genannten Wesen, denn das gelang - und zwar unter Ausnutzung des **Sonnenlichtes als Energiequelle.** Gebildet **aus Kohlendioxid und Wasser** und unter **Freisetzung von Sauerstoff** wurden **Kohlenhydrate**, zuerst vor allem Glukose/Traubenzucker. Stickstoff- und Phosphor mußten aus Verbindungen der Umgebung bezogen werden, und Bindung des Luft-Stickstoffs mußte auch kommen. Autotrophe Lebewesen wurden weniger abhängig von einer bestimmten Umwelt als chemotrophe Organismen, welche bestimmte Salze, heiße Quellen oder jedenfalls bestimmte Bedingungen benötigen (S J MOJZSIS 2005, S. 2002). Wegen der nunmehrigen Existenz autotropher Lebewesen, der grünen Pflanzen, wurde damit auch mehr sich **heterotrop ernährendes**, also auf vorhandene organische Substanzen angewiesenes Leben möglich, angewiesen auf die grüne Pflanzenwelt. Dieses heterotrophe Leben konnte sich höher entwickeln. Es entstanden Tiere und Pilze und, sehr viel später auch wenige schmarotzende höhere Pflanzen-Arten mit Chlorophyllverlust. Die 'Ursuppe' konnte ohne Gefahr für künftiges Leben 'ausgelöffelt' sein. Sie war für die Einverleibung organischer Substanz nicht mehr nötig. Eine viel großartigere, von **den Zellen der Bakterienwelt, den Prokaryoten, wegführende Evolution** hin zu Mehrzellern und komplizierteren Zellen wurde möglich und kam. Es erschien das Gleichgewicht, der Gasaustausch sauerstoff gegen Kohlendioxid in der Atmosphäre. Alles ein im Weltall einmaliges Phänomen? **Alle Kreisläufe** von Substanzen, von Elementen an der **Erdoberfläche** sind **entscheidend von Organismen geprägt,** die Kreisläufe von Stickstoff wie Phosphor und Schwefel und auch Eisen. **Ohne Lebwesen wären die Erdoberfläche** und auch die Tiefsee **chemisch eine ganz andere Welt**, auf der Erdoberfläche ohne Böden, also ohne Humus, ohne viel gebundenen Stickstoff und anderes.

Die Anwendung des Begriffs "Evolution" auf verschiedenste Wandlungen im Weltall, ja auf die menschliche Kultur, ist auch problematisch, aber für die Organismenwelt der übliche Begriff.

## Die lange Herausbildung der Atmosphäre mit heute 21% Sauerstoff: Sauerstoff-Freisetzung und Wechselwirkung von Leben und abiogener Umwelt

Es war schon angedeutet worden, daß die Atmosphäre bei der Entstehung frühen Lebens wichtig war, eine einst anders als später oder gar heute zusammengesetzte Atmosphäre. Die Erforschung der Wandlungen der Atmosphäre nahm ab der 1960-er-Jahre einen Aufschwung und hat zu neuen Vorstellungen geführt. Der Vergleich etwa mit der Zusammensetzung der Atmosphäre auf anderen Planeten war hilfreich, die **einstige und gegenwärtige Zusammensetzung der Atmosphäre der Erde** zu verstehen. Die Entwicklung des Lebens auf der Erde war mit dieser Änderung der Atmosphäre verbunden und durch Lebewesen wurde diese Atmosphäre gestaltet..

Leben entstand unter einer oft vorgetragenen Annahme unter einer **"Uratmosphäre"** mit Methan, Ammoniak, Wasserdampf, offensichtlich viel mehr Kohlendioxid/CO2 und **ohne** Sauerstoff. und anderen Eigenschaften. Dabei augenscheinlich auch mit oft höherer Temperatur, mehr UV-Licht, mehr elektrischen Entladungen. Aber auch das war nicht die erste, auf der noch glühenden Erde bestehende Atmosphäre. Das in der Atmosphäre vor 3 - 4 Milliarden Jahren auf eine Menge bis etwa 15% geschätzte **Kohlendioxid** (W. KUHN 2010, S. 40) sollte etwa gemäß VERNADSKY (1930) aus dem Erdinneren gekommen sein. **Vulkane** würden es in großen Mengen bis heute ausspeien. Der französische Chemiker JEAN BAPTISTE BOUSSINGAULT (F. W.J. McCOSH 1984) war 1831 in Südamerika am 4.700 m hohen Vulkan Purace emporgesteigen, hatte Vulkangas aufgefangen und untersucht, wobei es neben weniger Schwefelwasserstoff und Stickstoff Kohlendioxid enthielt, "**juveniles" Kohlendioxid**, das also neu in das Kohlensäure-Gleichgewicht auf der Erde eingehen mußte.

Da das aggressive Element Sauerstoff als Molekül O2 fehlte, gab es also eine **reduzierende Atmosphäre**, gab es an der Erdoberfläche keine Oxydationen (alles u.a. S J MOJZSIS 2005). Bedeckt von späteren Ablagerungen erhielten sich in manchen Ablagerungen Uralt-Mineralien, die unter genügend Sauerstoff hätten oxydiert werden müssen, es aber nicht sind. Da es aber aus dieser Sedimente gibt, hat es auch in dieser anderen Atmospäre Verwitterung gegeben, eben andere als rezent (P. E. CLAUDE jr, 1968, S. 739).

Es waren J. F. BERKNER und L. C. MARSHALL, die **1948** die als 'Berkner-Marshall-Theorie' (zit. n. J. M. OLSON 1970) bezeichnete Hypothese vorstellten, daß der **Sauerstoff in der Atmosphäre** wenigstens zu einem großen Teil **als Produkt von** Organismen gesehen werden, und zwar von grünen, also chloro-

phyllführenden Lebewesen, den **Cyanophyta/Blaubakterien**, die wie schon bemerkt, Kohlendioxid und Wasser unter Sauerstoff-Freisetzung zu organischen Stoffen aufbauten. Anzunehmen ist auch, daß einst wegen fehlender Ozonschicht, O3, mehr UV-Strahlung auf die Erde kam, das auf ihr nun vorhandenes Wasser zersetzt wurde und auch das lieferte Sauerstoff in die Atmosphäre. Da sich aus diesem Sauerstoff in der Hochatmosphäre eine Ozon-Schicht bildete, wurde die UV-Zersetzung von Wasser gedrosselt und gab es in bestimmten Schichten der Stratosphäre einen **Ozon-Schutzschild**, der die Entstehung von Lebewesen an der Erdoberfläche unter UV-Schutz erlaubte. Aber der größere Teil des Sauerstoff und dann auch des Ozon wird auf die mit Chlorophyll ausgestatteten, einst als erste grüne kernlose einzellige Pflanzen vorhandenen 'Blaualgen', die wegen ihrer Kernlosigkeit heute als Blaubakterien/**Cyanophyceen** bezeichnet werden. Sie und dann die aus ihnen hervorgegangene pflanzliche autotrophen Eukaryonten/**Eucarya**, verwerteten unter Nutzung der Sonnenenergie das Kohlendioxid mit Wasser zu organischen Substanzen. Und dabei wird, aus dem aufgenommenen Wasser **Sauerstoff freigesetzt**. Noch nötig waren stets einfache Stickstoff-Verbindungen, vielleicht aus dem NxOy der Atmosphäre. Zur Durchführung der Stoffwechselvorgänge mußten stets auch gewisse enzymatisch wirkende Stoffe in den Zellen vorhanden sein. Die Cyanophyceen waren nicht mikrobielle Filze, sondern Individuen. Die Cyanophyceen wurden des 'Lebens große ökologische Befreier' (A. H. KNOLL 1999) genannt. Mit der Nutzung von Kohlendioxid/CO2 zum Aufbau ihrer organischen Substanzen war durch die Blaualgen ein Weg in der Evolution beschritten, was bis heute das unumkehrbar das Bild des Lebens auf der Erde beherrscht.

Wie man annehmen darf, setzen die chlorophyll-haltigen **Lebewesen** seit etwa 1,7 Milliarden Jahren Sauerstoff frei, geschah das "**Great Oxidation Event**" (s. A. D. ANBAR 2012), wohl ein "event" mit langer Dauer. Sauerstoff wurde ein bestimmendes Elemente in der Atmosphäre und auf der Erdoberfläche. In viel größerem Maße wurden Substanzen auf der Erdkruste oxydiert (S J MOJZSIS 2005), Als Zeugnis dafür angeführte rotgefärbte Gesteins-Schichten, "red beds", im ehemals britischen Guaiana wurden und wurde der Übergang zur Atmosphäre mit Sauerstoff auf vor 3.000 bis 2.500 Milliarden Jahre angesetzt (R. T. CANNON 1965). Wie ein für das Leben ausreichender 'Schutzschild' von Ozon in der Stratosphäre entstanden war und ein großer Teil der UV-Strahlung dort abgefangen wurde, konnte die Erdoberfläche reicher besiedelt werden und wurde auf dem festen Land ein viel größerer Teil von dem die Photosynthese bedingenden Licht für Pföanzen nutzbar (J. M. OLSON 1970, S. 440) als es im Wasser möglich war.

Die ersten Chlorophyll führenden Plastiden waren wohl die von Bakterien und die Blaubakterien haben sich in Symbiose mit diesen gebildet. Geschah das einmal, geschah das mehrmals (P. H. RAVEN 1970)? Es wurden wohl verschiedene

Farbstoffbakterien in Zellen symbiontisch aufgenommen und entstanden so auch die andersgefärbten Algenreihen der Braun- und Rotalgen. Die aufgeklärten Stoffwechselbeonderheiten von Bakterien und niederen Organismen überhaupt haben ebenfalls auf diese Dinge Licht geworfen.

**Der Kohlendioxid-Gehalt** nahm mit der Vermehrung der zur Photosynthese mit CO2 befähigten Algen in der Atmospäre aber **so stark ab**, daß wegen dieser Kohlendioxid-Abnahme eine **Prä-Paläozoische Eiszeit** zustandekam. Aber genügend Lebewesen müssen auch das überstanden haben. Als Lebewesen auftraten, die Kohlendioxid abgaben, stieg durch den nunmehr durch sie oder auch Vulkane wieder erhöhten Kohlendioxid-Gehalt die Temperatur auf der Erde. Der **Sauerstoff-**Gehalt der Atmosphäre lag andererseits zeitweise wohl sogar **über dem heutigen** Betrag von etwa 21%. Mit dem Sauerstoff in der Atmosphäre erscheint von den älteren zu den nunmehr jüngeren Schichten eine höhere Oxydationsstufe für Mineralien, etwa bei Eisen und Uran. Deshalb die Rotseisenerz-Lager, und Lagen von Calciumsulfat. Auch noch **in den Sedimenten des frühen Paläozoikum** gibt es viel **Rotfärbung**, die wohl von **reichlich Sauerstoff** und dessen Oxidationswirkung herrührt (P. E. CLOUD, Jr. 1968, S. 724). Die bei poetischer Betrachtung so unendlich weite Atmospäre - welchem Wechsel war sie in ihrer Geschichte unterworfen, natürlich in weit längeren Zeiträumen als der heute sie bedrohenden Industrialisierung.

Auf der rein anorganisch-mineralischen Erde hatte sich Leben herausgebildet, und nunmehr veränderte Sauerstoff freisetzendes Leben die Mineraslien wenigstens an der Oberfläche, gab es eine "Coevolution" zwischen Leben und anorganischer Erdoberfläche, gab es nach der Mineralienherausbildung unter anorganischen Faktoren jetzt eine durch das Leben bedingte weitere "**Mineral evolution**".

War der Sauerstoff und noch dazu in hoher Menge für frühere Lebewesen ein Schadstoff, so konnten aber unter seiner Nutzung höhere **heterotrophe Lebewesen** aufkommen, welche **den Sauerstoff** zur Verwertung, der Energiegewinnung aus den von ihnen als Nahrung aus den chlorophyll-haltigen autotrophen Pflanzen gebildeten organischen Stoffen **nutzten**, ja auf den Sauerstoff angewiesen wurden. Manche niederen heterotrophen Lebewesen aus der 'Ursuppe' haben wohl trotz Sauerstoff weiterbestanden und von ihnen aus kam die 'Stunde' der höheren auf Sauerstoff angewiesenen Lebewesen, also der **Tiere, der Metazoa**, auch der den Sauerstoff in Dunkelstunden nutzenden chlorophyllhaltigen Pflanzen (J. R. NURSALL 1959). Die organischen Zersetzungsprodukte aus allen Lebewesen nutzen die ebenfalls heterotrophen Pilze. Die Verwertung des von den grünen Algen freigesetzen **Sauerstoff zur Energiegewinnung** bei der Verwertung der Substanzen aus den Pflanzen in Tieren, also sich heterotroph ernährenden Lebewesen, war ein ebenfalls **ganz großer Schritt in der Evolution** und ließ **Lebewesen mit viel**

**höherem Energiegewinnung** aus organischer Substanz zustandekommen. Die dem Sauerstoff anpaßten Lebewesen, stets **die Tiere** und im Dunkeln auch die Pflanzen, **verwerten Sauerstoff in den letzten Stufen des Stoffabaus**, die als Atmung im engeren Sinne bezeichnet werden. Mit dem Abbau der von den grünen Pflanzen unter Sonnenlicht aufgebauten Substanzen unter Benutzung von Sauerstoff bis zu Wasser/H2O und Kohlendioxid/CO2 konnte viel mehr Energie gewonnen werdenals bei dem bei Milchsäure oder Äthylalkohole/Ethanol endenden Abbau etwa von Kohlenhydraten, vom Glykogen und Traubenzucker, also bei dem anaeroben Abbau noch ohne Verwendung von Sauerstoff. Der an Sauerstoff gebundene Stoffwechsel/aerobic metabolism liefert in den Eukarya etwa 20-mal mehr Energie als bis zum Abbau des Glykogen bis zur Milchsäure, dem /anaerobic metabolism' gewonnen wird. **Höheres Leben kam** deshalb **mit dem Sauerstoff**. Mit der Sauerstoffzunahme war auch eine Größenzunahme (J. L. PAYNE et al. 2009) der Lebewesen verbunden, schon in vor-kambrischen Zeiten Ein kleiner Teil der aus dem Abbau der Milchsäure gewonnen Energie dient dazu, einen großen Teil der Milchsäure wieder zu Glykogen zu regenerieren, in dem von MEYERHOF gefundenen "Milchsäure-Zyklus" (E. HOFMANN 2010, S 333) und führt so dazu, sparsam mit dem Energievorrat der Nährstoff unzugehen. Stoffabbau mit Sauerstoff war Voraussetzung für viel Energie benötigende Lebewesen, im Extrem für die Vögel und bezogen auf die Körpergröße auch die Insekten. Was schon im 19. Jh. durch Physiologen und Mikrobiologen wie PASTEUR und HOPPE-SEYLER an Einzelprozessen gefunden wurde, was durch MEYERHOF und die Biochemiker des 20. Jh. zu einem Gesamtbild vom Stoffwechsel **vereint** wurde, das erscheint ergänzt durch Geologie, Enzymkunde und weiteres immer weiter ausgeweitet zu einem **Gesamtbild der frühen Erde**, zu einem **großartigen wissenschaftlichen Theoriengebäude**, auch eine der großen wissenschaftlichen Leistungen **besonders der zweiten Hälte des 20. Jh**. Immer wieder waren weitere dazugehörige Bausteine zu bedenken, wurden in das Bild eingeflochten..

Die Sauerstoff-Verwertung geschieht in speziellen Organellen, speziellen Zellbestandteilen, in den **Mitochondrien**. Auch sie werden auf in höhere Zellen eingegliederte Bakterien zurückgeführt.

Sauerstoff zur Energiegewinnung zu verwenden, war nicht allem überlebendem Leben gegeben. Wer es nicht konnte, der mußte als **Anaerobier** leben, tiefer im Erdboden, gar in der Erdkruste oder im Darmtrakt von höheren Tieren existieren. Das gilt für viele Mikroben, aber auch manche Würmer. In schlammiger Erde leben jene anaeroben Mikroben, die uns Tetanus oder Wundstarrkrampf bringen können.

Die mit Sauerstoff in der Atmosphäre verbundenen Pigmente in Lebewesen, ob das den Sauerstoff überhaupt erzeugende Chlorophyll in der grünen Pflanzenzel-

len oder ob das in Tieren den Sauerstoff transportierende Häm oder die für die Sauerstoff verwertende Atmung in Zellen nötigen Cytochrome sind jünger als etwa die Corrine, durch die Bakterien mit Hilfe des Coenzym F430 Methan produzieren. Letzterer Komplex enthält Nickel wie ein ihm nahestehender Faktor Kobalt enthält, sind **früheste metallorganische Co-Faktoren** (A. J. SCOTT 1993). Auch der Mensch benötigt noch das uralte, etwa dem Häm vorangehende Corrin, im Vitamin B 12. Die Corrine und ihre Vorstufen wie die jüngeren Chlorophyll und der Farbstoff der roten Blutkörperchen, das Häm, haben als entscheidenden Bestandteil **Tetrapyrrol**. Die Biosynthese der Tetrapyrrol-Cofaktoren zog ab der 1940er und 1950er- Jahre die besondere Aufmerksamkeit der Biochemiker an.

Es wird geschätzt (D. T. JOHNSTON et al. 2009), daß es aber vielleicht 2000 Millionn Jahre dauerte, bis **Sauerstoff auch in die Tiefen des Ozean**s vorgedrungen war, wo bis dahin ein sauerstoff-freier bis sauertoff-armer Zustand herrschte, also die Weltozean euxenische Meere waren wie aus anderen Gründen heute noch die Tiefen des Schwarzen Meeres mit ihrem Schwefelwasserstoff. Gab der schließlich auch in die Meerestiefen vordringende Sauerstoff die Möglichkeit zur Entstehung jener vielzelligen Organismen, die vor etwa 580 Millionen Jahren das **Cambrium** mit auch Kalkschalen aufweisenden Tieren einleiten?

Unter dem Einfluß von **CO2-bindenden Organismengruppen**, und zwar durch die in verschiedenen Zeiten des Mesozoikum entstandenen **Diatomeen**-Gruppen, die Dinoflagellaten und die Coccolithophorideen habe sich **die Atmosphären-Zusammensetzung noch mehrfach verändert** und hatte dies große Auswirkungen auf die Erde (E. VIRGINIA ARMBRUST 2009). Für das frühe Mesozoikum wird der Gehalt der Atmospäre an Kohlendioxid auf das 8-fache des gegenwärtigen Wertes geschätzt. Unter der viel geringeren Wärmeabstrahlung gab es kein Polareis, fehlte der für die Zirkulation des Meereswasser nötige Temperaturgradient zwischen niederen und hohen Breiten, gab es wenig Meerwasserdurchmischung und war das Meer immer noch ziemlich a-oxisch, also sauerstoff-arm. Durch die **Diatomeen** vor allem wurde **Kohlendioxid gebunden**. Kohlenstoff-Verbindungen sammeln sich an. Erdöl entsteht. Eisen im Oberflächenwasser der Meere wird oxydiert. Waren **die Diatomeen** so etwas wie eine **Erlösung**, ein Bewegungsantrieb **für eine stagnierende Erdoberfläche**, so wie lange vorher das 'Great Oxidation Event'? Das Erscheinen von reichlich Sauerstoff wie die spätere beachtliche Abnahme des Gehaltes an Kohlendioxid beendeten also so etwas wie den Schlaf auf der Erde, brachten chemische Umsetzungen in Schwung. Der Anteil der Diatomeen an der heutigen Photosynthese-Leistung auf der Erde wird auf 1/5 geschätzt. Im Meer erfolgt in den oberen 10 - 100 m der größte Teil der göobalen Pflanzenproduktion durch mikroskopische 1-zellige Algen, viele ihrer Produkte gehen nach oben in die Nahrungskette, etliches sinkt zum Meersboden

(B.JöRGENSEN 1995, S. 268).

Der **Kohlenstoff-Gehalt** der Atmosphäre **verminderte** sich in langen Zeiträumen auf die heutigen 0.0385%. Ihr geringfügiger durch die Menschen bedingter heutiger Anstieg droht aber schon mit Klimaerwärmung.

## Weitere Erkenntnis: weitere Beziehung der Erde zum Weltall - durch Meteoiteneinstürze

Schon im 19. Jh. war bekannt, daß zu einigen erdgeschichtlich kurzen Zeiten ein **starker Wechsel** in der **Organismen**welt stattfand, ein **Aussterben ganzer Gruppen** und folgend ein Auftreten neuer Gruppen. Das geschah an der Perm-Trias-Grenze und wiederum, mit dem so auffälligen Verschwinden der Saurier und etlicher Gruppen von Meeresorganismen, an der Grenze von Kreide-Tertiär. 1980 veröffentlichte der Physik-Nobelpreisträger von 1968 und emeritierte Physikprofessor vom Lawrence Berkeley Laboratory LUIS W. ALVAREZ (et. al) die Hypothese, daß wenigstens am Ende er Kreidezeit der **Einfall eines größeren Meteoriten** anzunehmen sei, der solche Auswirkungen namentlich auf die Erdatmosphäre hatte, daß viele Organismen nicht überlebten. Für den Meteoriteneinfall sollte zeugen die durch Neutronen-Aktivierungs-Analyse nachgewiesene plötzliche 30-fache Zunahme von **Iridium** an der Kreide-Tertiär-Grenzschicht, zuerst vom ALVAREZ jr. gefunden einem Ton (clay), untersucht in Umbrien in Italien nahe Gubbio und dann an einem Seekliff in Dänemark (S. 1098). Kam in einer allerdings Millionen von Jahren umfassenden Periode die Erde immer wieder in einen meteoritenreichen Bereich, dann konnte mit einer periodischen Wiederholung der Meteoriteneinstürze gerechnet werden.

## Partikelausstoß von der Sonnenoberfläche - Sonnenstürme

Von der Sonne können zeitweise auch starke Partikelströme, geladene Plasmateilchen, also Protonen und Elekronen, ausgehen und können als geomagnetische Stürme das Geschehen auf der Erde stark beeinflussen, etwa durch Stromausfall. Das in unterschiedlicher Stärke, Die Geschwindigkeit dieser Partikelströme kann 400 km/sec. betragen oder auch viel mehr. Zuerst wurde ein solches Ereignis beobachtet 1859 (s. d.). Auch dieses von der Sonne ausgehende Geschehen, das '**Weltraumwetter**', ist ständig beobachtend zu verfolgen, um rechtzeitig Warnungen abzugeben. Raumfahrer dürfen dann keine Außeneinsätze durchführen. Die Polarlichter sind dann besonder stark, aber leider von unangenehmen Folgen begleitet. Wie es einmal schon Quebec mir Stromausfall erlebte. Alle etwa 2000

Jahre ist ein starker Sonnensturm zu erwarten. Einen starken magnetischer Sonnensturm gab es im Juli 2012, glücklicherweise auf der von der Erde abgewandten Sonnenseite. So blieben uns erspart geschmolzene Transformatoren, weiträumige Stromausfälle, und es gab keine Nordlichter auf Kuba (YouTube 2018 u. a. im Internet).

## Das Weltall

Mehr denn je wirkten bei der Erforschung der Erscheinungen und Vorgänge im Weltall außer der Astronomie die verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen mit und andererseits erhielten Physik wie Chemie große Anregungen und wurde auch die Biologen einbezogen. In der Erforschung des Weltalls, die also weit über die herkömmliche Astronomie hinausging, vereinten sich die verschiedenen Wissensgebiete im gemeinsamem Wirken und wurden weltbildbestimmende Erkenntnisse gewonnen. Die neuen Erkenntnisse der Physik und namentlich der Atomphysik boten Erklärungen für vorher unverstandene Phänomene. Naturwissenschaftler wie Philosophen betonten, wie gerade die Erforschung des Weltalls die Menschen über die häufige Enge ihres Daseins hinausführt, so wie es ILYA PRIGOGINE meinte (2002, S. 20): "Daher ist die Erforschung des Weltraums ein bahnbrechendes Unternehmen, dank dessen wir begreifen: Es gibt noch etwas außer uns."

Fast unbegreiflich sind schon die **Entfernungen**, angegeben in **Lichtjahren**/Parsec.Wenn das Licht vom Mond zur der Erde 1,28 Sekunden braucht und von der Sonne zur Erde 8,28 Minuten, dann ist das lächerlich gegenüber anderen Entfernungen im Weltall. Die Entfernung Erde - Pluto beträgt 6 Millarden km, und das Licht durcheile diese Entfernung in 20,000 sec., also etwa 5,5 Stunden.

Neben der Einbeziehung der neuen Erkenntisse aus der Physik und Chemie wurde auch das instrumentelle Inventar der Astronomie erweitert. Etwa das **lichtelektrische Photometer** von ELSTER und GEITEL wurde von GUTHNICK, später Direktor der großen Babelsberger Sternwarte, in die Astronomie eingeführt und Lichtschwankungen unter 1% des vom ausgeruhten Auge gerade noch sichtbaren Licht wurden der Messung zugänglich, während es vorher Lichtschwankungen von nur bis 10% gewesen waren. Die zeitlich veränderliche Helligkeit zahlreicher Fixsterne wurde nunmehr erkannt, und der Astronomie erwuchs eine neues Arbeitsfeld.

Von großem Erkenntnisgewinn begleitet war die Errichtung von **Observatorien** mit **Großteleskopen** (F. KRAFFT 1991, a. Wikipedia 2017), wie es namentlich in den USA geschah. Es begann 1895 mit dem Yerkes Observatory bei Chicago, mit dem Direktor GEORGE ELLERY HALE. Dieser konnte auch das Komitee der

Carnegie-Stiftung zum Bau eines Sonnenobservatoriums auf dem 1742 m hohen **Mount Wilson** bei Pasadena in Kalifornien bewegen, dessen Gründung **1904** geschah. Das 1917 hier aufgestellte 2,5 m hohe Spiegelteleskop war 30 Jahre lang das größte Spiegelteleskop der Welt. Hier wurden sie nahegelegt, die fernen Galaxien als expandierende 'Weltinseln'. Mit der Errichtung von Observstorien entfloh man der nächtlichen Lichtverschmutung über Städten, wobei in etwas tieferen Lagen auch viel mehr Wolken und Nebel stören.

Wiederum auf Initiative von HALE wurde 1908 - 1917 das Obervatorium auf dem 1706 m hohen **Palomar Mountain** etwa 80 km nordöstliche von San Diego errichtet. Es gehört heute zum Caltech(California Institute of Technology. Von 1947 - 1975 stand hier das größte Spiegelteleskop der Welt. Hier bestätigte SHAPLEY die noch umstrittene Existenz ferner Galaxien und fand HUBBLE die ersten Hinweise auf die Expansion des Universums. Was wußten wir von diesem großartigen Weltall nun mit Sicherheit? Man könnte an des Dichters WERNER BERGENGRUEN Worte denken (als Zitat entnommen von O. KRAEMER 1963, S. 249):

"Das Unendliche mindert sich nicht

Wenn das Endliche wächst

..."

Macht Astronomie nun religiös und fromm? Angesichts all der Größen, der Entfernungen im Welt, der Milliardenzahl der Himmelskörper müßte es ein weiteres Wunder sein, wenn sich ein das Weltall regierende Gottheit so intensiv wie gepredit um die menschlichen Bewohner der verschwinden kleinen Erde kümmern würde. Aber das ließ das Staunen nicht sinken.

Der sehr weit entfernte **Pluto** wurde auf dem Lowell-Observatorium am 18. Februar **1930** durch CLYDE TOMBAUG nachgewiesen, gesucht wegen geringen Bahnstörungen am Neptun. Dem Pluto wurde wegen seiner zu geringen Größe und ähnlich großer Himmelskörper in seinem Raumbereich der zunächst zugwiesene Planetenstatus wieder abererkannt (You Tube 2019, Heidelberger Astronomie für alle).und der wurde so der größte 'Zwergplanet'. Am 14. Juli 2015 ist sauste nach 9 Jahren seit dem Abflug die Raumsonde 'New Horizons' in bis auf etwa 12.500 km am Pluto vorbei und konnte von den Meßgeräten zahlreiche Daten auch vom Pluto und vom größten Pluto-Mond Charon zur Erde senden (H. KRÜGER 2016, S. 20). Der Pluto ist ein auch 'geologisch' kein ruhigerHimmelskörper und es bestehen an seiner Oberfläche zu unterschiedlichen Zeitn entstandene Teile. Die Sonde eilte dann aus dem Sonnensystem hinaus und in den 'interstellaren Raum' weiter

Auch **Hobby-Astronomen** in aller Welt beobachten nach wie vor mit. Und man-

cher Kleinkörper oder auch Komet oder Asteroid wurde zuerst durch einen von ihnen gefunden. Meteoriten rechnet man bis zur Meter-Grenze. Die Asteroiden haben im Unterschied zu den Kleinplaneten keine runde Form ausbilden können und haben unterschiedliche Gestalt, bis hin zu Totenkopfformen, Sie gelten als Überbleibsel vom Anfang des Sonnensystems, die nicht in größere Himmelskörper integriert wurden. Am 2. Februar 2018 waren **755. 017 Asteroiden** registiert (Wikipedia 2018) und es kommen immer weitere hinzu. Sie entgehen meistens den großen Teleskopen. Und kann auch einer wie in Sibirien der Tunguska-Meteorit am 30. Juni 1908 auf die Erde fallen und wegen naher großer Siedlungen weitaus größere Verheerungen anrichten?

Auch in unserem Sonnensystem gab es immer neue Dinge zu finden. Vom größten unserer Planeten, dem **Jupiter**, kennt man nun **62 Monde**. Und alle haben ihre besonderheiten. **Mond Io** ist voller Vulkane und immer gibt es Ausbrüche (YouTube).

An neuen Dingen wies 1904 J. F. HARTMANN Metallionen, die des Calcium, im interstellaren Raum nach (S. F. MASON 1991), entdeckte also **interstellare Materie**. Bei dem Sternenpaar delta-Orionis fand er, daß in dessen Nähe nicht die vom Calcium ausgehende Linien den vom Doppler-Effekt herrührenden Veränderungen der Linien unterlagen, sondern von nicht bewegten Materie-"Wolken" in der Nähe des Sternenpaares herrühren mußten.

Auf Anregung eines Studienfreundes wandte die auf ELSTER und GEITEL zurückgehende Alkali- Photozelle in der Stern-Fotografie seit 1911 PAUL GUTHNICK (J. DICK 1966) an. Die **Genauigkeit der Helligkeits-Feststellungen** übertraf alle bisherigen Versuche. Noch kleinste Schwankungen des Sternenlichtes wurden angezeigt, in einem 122cm-Zeiss-Reflektor in der 1913 nach Babelsberg verlegten Berliner Sternwarte. GUTHNICK war an der Universität Berlin 1916 außerordentlicher Professor geworden, 1921 Ordinarius für praktische Astronomie. 1945 erlebte der 1947 Gestorbene noch die fast völlige Zerstörung der Babelsberger Sternwarte.

Nach Vorarbeiten des dänischen Astronomen EJNAR HERTZSPRUNG, Schützling von SCHWARZSCHILD und lange in Deutschland, in Göttingen und Potsdam, hat **1913** der USA-Astronom HENRY NORRIS RUSSEL die Sterne nach Temperatur und Leuchtkraft im '**Hertzsprung-Russel-Diagramm**' geordnet, in dem 'weiße Zwerge', 'rote Riesen' u. a. ihre Stellen fanden und eine Umbildung, eine 'Evolution' der Sternarten abgelesen wurde. Die Erklärung kam mit den Erkenntnissen über die Veränderungen der radioaktiven 'Brennprozesse' in den Sternen (M. BINNEWIES et al. 2015).

## Der expandierende Weltraum mit fernen Galaxien und damit ein neuer Umsturz in der Astronomie

Dem Milchstraßensystem gleichwertige zahlreiche weit entfernten Galaxien, "**Welteninseln**", als solche bewiesen zu haben und damit die "Einwelten-Theorie" durch die "Weltinseltheorie" zu ersetzen war mit die großartigste Leistung in der Astronomie der ersten Hälfte des 20. Jh., erschlossen von EDWIN POWELL HUBBLE und aufbauend auf Beobachtungen etlicher weiterer US-amerikanischer Astronomen. Noch EINSTEIN hatte die Existenz anderer Galaxien als das des Sonnensystems bezweifelt (YouTube). PERCIVAL LOWELL (R. S. D. 1961), der auf dem Mars höhere Lebewesen nachzuweisen glaubte, aber auch ein führender Planeten-Erforscher war, suchte nach einem geeigneten Ort für ein moderndes astronomisches Observatorium unter einem ausreichend wolkenfreien Himmel und errichtete ein solches auf einem Tafelberg, einer Mesa, bei Flagstaff in Arizona. Hier wirkte VESTO M. SLIPHER (G. F. WEBB 1988) vor allem mit spektroskopischen Untersuchungen. Er fand Verschiebungen von Spektrallinien beim Andromeda-Nebel gegenüber den offembar gleichen, in irdischen Laboratorien festgestellten Spektrallinien auf der Erde. Während der Andromeda-Nebel, wie SLIPHER 1913 feststellte, sich augenscheinlich der Erde näherte, fand er bei 14 in den nächsten 18 Monaten untersuchten Nebeln eine bis 1000 km in der Sekunde stattfindende Bewegung von der Erde weg. Die Spektrallinien waren nach Rot, also zu längeren Wellenlängen verschoben, wie es gemäß dem Doppler-Effekt, bei der raschen Hinwegbewegung einer Lichtquelle zu erwarten war. Der niederländische Astronom WILLEM DE SITTER zog daraus 1917 den Schluß, daß das **Weltall sich ausdehnt**. SLIPHER fand bis in dier Mitte der 20-er-Jahre des 20. Jh. noch die Bewegung bei über 40 Nebeln. Noch besser ausgestattet war das Observatorium auf dem Mount Wilson. In späterer Zeit wurde festgestellt, daß bei sehr fernen Galaxien die Rotverschiebung bis ins Infrarot geht und schlieülich dann nur mit Detektoren für Infrarot erkannt werden kann.

Seit 1914 hat HARLOW SHAPLEY unter Verwendung einer Methode der Entfernungs-Messung von HENRIETTA LEAVITT die **Entfernung zahlreicher Galaxien** vermessen. Auch fand SHAPLEY, daß unsere Sonne nicht nahe dem Zentrum des Milchstraßensystems sich befindet, wie man auf Grund der etwa gleichen Helligkeit der Sterne des Milchstraßensystems nach allen Richtungen annahm, sondern 30.000 bis 40.000 Lichtjahre davon entfernt. Wie COPERNICUS der Erde eine zentrale Stellung nahm, hieß es, wäre das nun auch für das Sonnenystem inerhalb des Milchstraßen-System geschehen, ihm eine Randexistenz zubilligen.

Entscheidende Ideen kamen dann von HUBBLE, der auf den Ergebnissen von SLIPHER aufbaute. HUBBLE, Sohn eines Rechtsanwalts, wurde trotz naturwis-

senschaftlicher Studien znächst ebenfalls Jurist, ging jedoch danach und nach viel Betätigung im Boxen sowie Teilnahme am Ersten Weltkrieg als Mitarbeiter zu HALE, zuerst in Chicago und dann an das Observatorium auf dem Mount Wilson. Die Annahme ferner Sternsysteme außerhalb der Milchstraße war bis zu HUBBLE mehr oder weniger Spekulation, geäußert bei KANT und 1761 bei HEINRICH LAMBERT. In den Jahren 1922-1924 konnte HUBBLE nach dem Andromeda-Nebel andere **"Nebel" als von der Milchstraße unabhängige,** dem Milchstraßensystem gleichwertige riesige Sternsysteme beweisen. Das Milchstraßensystem blieb nur eine von vielen Galaxien (F. KRAFFT 1991). Ende 1924 hatte HUBBLE für den Andromeda-Nebel und eine andere Galaxie (M 33) eine Entfernung von etwa 930 000 Lichtjahren berechnet, was alle bisherigen Vermutungen über die Ausdehnung des Kosmos weit übertraf.

Es wurde daraus die fast erschütternde Schlußfolgerung gezogen, nicht einmal von HUBBLE 1929 zuerst (H. KRAGH et al. 2003, N. STRAUMANN 2015), sondern von mathematischen Gleichungen her 1922 von dem russischen Physiker ALEXANDER A. FRIEDMAN und 1927 von dem belgischen Abbe und Mathematiker GEORGES LEMAIˆTRE, daß diese "Rotverschiebung" nicht nur Wegbewegung schlechthin bedeutet, sondern daß die **Fluchtgeschwindigkeiten umso größer** sind, **je weiter entfernt** die Objekte sich befinden, die man von einem beliebigen Punkt im All aus beobachtet. Es liegt also ein "**expandierendes Weltall**" vor. Der 1894 geborene LEMAIˆTRE (H. NUSSBAUM 2007) hatte an der Katholischen Universität Louvain/Löwen Ingenieurwissenschaften, Mathematik und Physik studiert, wurde aber auch katholischer Priester, geweiht 1923. Er studierte dann noch bei EDDINGTON in Cambridge, weilte bei SHAPLEY am Harvard College Observatory im USA-Cambridge. 1925 kehrte LEMAIˆTRE nach Belgien zurück und lehrte an der Universität Louvain.

Die Vorstellung vom "expandierenden Weltall" brach mit dem bisherigen Bild vom eher statischen Weltall, in dem sich nur einzelne Himmelskörper umbildeten. Das **"expandierende Weltall" veränderte** die wissenschaftliche Vorstellung vom Weltall **radikaler als andere Forschungen seit der Renaissance** (D. E. OSTERBROCK et al. 1993). "Unser" Milchstraßensystem erscheint nur als eine Galaxie unter Abermillionen, und der sich ausdehnende Kosmos drückt nicht ehern erhabene Stille und Unbewegtheit aus, sondern das Weltall ist bestimmt von ständiger, sich beschleunigender Bewegung. Als Beginn ergab sich dann ein "**Urknall**", dem HUBBLE selbst skeptisch gegenüberstand und der als beobachtender Forscher die Spekulationen eher anderen überließ (F. KRAFFT 1991). Was war vor dem "Urknall"? War der "Urknall" so etwas wie die "Schöpfung", gar aus dem "Nichts"? Aus einem alles komprimierenden Atom? Aus Geistigem, 'göttlichem Geist', der Materie schuf? Der Religiöse mag sich darin träumen, auch

wenn es fern der Bibel steht. Und woher kam 'Gott'? LEMAIˆTRE war zwar katholischer geweihter Priester, jedoch aus der Wissenschaft hielt er die Religion heraus (H. NUSSBAUM 2007). Das menschliche Vorstellungsvermögen wurde mit diesen Überlegungen gewiß überfordert, aber die verfügbaren Daten schienen dieses auch von Zweifeln begleitete Bild aufzuzwingen. Etwas 'Denken' können, heißt noch nicht, davon eine Vorstellung zu haben. Was an Signalen, also Licht oder Radio- und Röntgenwellen, aus den entferntesten Tiefen des Alls auf der Erde eintraf, war am längsten unterwegs gewesen und kündete von früheren Zeiten als das, was aus der Milchstraßen-Galaxie eintraf. Es gab manche berechtigten Zweifel an der Urknall-Auffassung (R. KIPPENHAHN 2011). EINSTEIN lehnte die Vorstellung vom Urknall, ihm war das Weltall unerschaffen und dauernd, ohne Entwicklung (H. LESCH YouTube). Der Vorstellung vom Urknall entgegen stand der ebenfalls führende Astronom Sir FRED HOYLE (E. M. BURBRIDGE 2003), der eine **Sternbildung und ein Sternvergehen ohne Anfang**, eine "Quasi-Steady-State Cosmology" vertrat, in der mit der Sternbildung auch immer wieder die chemischen Elemente mit Wasserstoff und Helium sich bildeten und bei einer Sternexplosion die Materie wieder im Raum zerstreut wurde, bereit zu neuer Sternenbildung. Es gab aber keine irrversible Entwicklung. Aber nicht HOYLE siegte. Etwa der daür auch viel kritisierte USA-Astronom HALTON ARP, der 29 Jahre am Palomar-Observatorium gearbeitet hatte, meinte, daß die Rotverschiebung der fernsten Galaxien "nicht mit ihrer Fluchtgeschwindigkeit und daher nichts mit ihrer Entfernung zu zun haben" (S. 46). "An vielen Stellen im Weltall habe die Schwerkraft die Expansion" überrundet, und die einzelnen Galaxienhaufen, auch unser Milchstraßensystem, werden im Laufe der Zeit nicht größer, behielten ihre Ausdehnung (S. 48). Oder dehnt sich das Weltall generell für "immer" aus? (S. 49). Daß es nachts dunkel ist, zeige daß es die Sterne nicht "seit jeher gibt" und die noch nicht den ganzen Raum ausfüllenden Sterne noch die Ausdehnung des nicht ewigen Weltalls zeigen (S. (5), RUDOLF KIPPENHAHN (2011, S. 134), 1965 - 1975 Professor für Astronomie und Astrrophyik an der Universität Göttingen und bis 1991 Direktor des Max-Planck-Instituts für Astrophyik in München und Garching, warnte: "Wir dürfen die Theorie des Urknalls nicht überstrapazieren. Sie versucht zwar zu sagen, wie sich das Weltall entwickelt, nicht aber, warum das begonnen hat-" Auch die Frage nach der Konstanz der Naturkonstanten "wäre nach wie vor nicht geklärt" (S. 81). Andere sahen das anders, es sollten die **'irdischen Naturgesetze'** auch im fernsten Universum **gelten**, so, weil eine der fundamentalen Naturkonstanten, das Massenverhältnis zwischen Proton und Elektron, im Licht eines Quasars in einer Laufzeit von 7,5 Milliarden Jahren das nahelegte, und zwar weil auf dem Wege zur Erde das Licht "teilweise von Ammoniakmolekülen in einer dazwischen liegenden Galaxie absorbiert" wurde (s. N. JUNKES 2008). Es geht damit um Prämissen, auf denen vieles an Auffassungen aufbaut. Man soll-

te dabei Religion heraushalten, aber auch an die 'Evolutionäre Erkenntnistheorie' mit der Annahme von Grenzen für das menschliche Erkenntnisvermögen denken. **Beobachtungen und Messungen** bis in die Tiefen des Weltalls - **ohne die Vorstellung vom 'Urknall' kommt man nicht aus**. So für die '**Kosmische Hintergrundstrahlung**', für deren Erforschung aus den Ergebnissen des NASA-Satelliten Cobe/'Cosmic Background Explorer JOHN CROMWELL MATHER und GEORGE FITZGERALD SHOOT 2006 den Nobelpreis für Physik erhielten.

Zu der aus der Rotverschiebung der Spektrallinien erfaßten dauernden Expansion des Weltalls kam die aus der Spektralanalyse der verschiedenen Gestirne erschlossene Umwandlung der Materie, also die Änderungen in der Strahlung, der Elementarteilchen, der chemischen Elemente, was Gestirnen auf verschiedener Entwicklungsstufe zuzuordnen war (M. and G. BURBIDGE 1958). Es gab also eine **Evolution im Weltall**, so etwas wie eine kernchemische Evolution, eine Bildung der chemischen Elemente in der Zeit. Einer der ersten, welche die Stern-Evolution vorstellten war 1958 MARTIN SCHWARZSCHILD (H. A. BETHE 1968, S. 545), der als Jude nach den USA gegangene Sohn des bedeutenden Astronomen KARL SCHWARZSCHILD. Letzterer war 1914 Kriegsfreiwilliger für Deutschland und starb wegen kriegsbedingter Krankheit 1916 43 Jahre alt. Für die Vorgänge im Weltall war es dann etwa bemerkenswert, daß beim Doppelstern Capella der eine, der leichtere, mehr als 100mal so viel Lithium aufweist wie der schwerere der beiden Gestirne (H. A. BETHE 1968, S. 545). Ein eindrucksvollen ersten Hinweis auf Neuentstehung von chemischen Elementen in einem Stern bot die Entdeckung von P. W. MERRILL, 1952, daß einige Absorptionslinien im Spektrum von R Andromeda und einigen anderen Sternen dem Element **Technetium** zuzuordnen waren. Wegen der Halbwertszeit des langlebigsten Isotops von Technetium, nämlich von 2.6 x 10 hoch 6 Jahre, war anzunehmen, daß der Stern älter war, also sich das **Technetium** in einem **solchen Stern nach dessen Entstehung gebildet** hatte, also damit Elementen-Neuentstehung im Weltall nachgewiesen schien (G. WALLERSTEIN 1968, S. 625). **Vom** dann **kaum noch bezweifelten Urknall** gehen später alle Untersuchungen und Überlegungen über die Entstehung der chemischen Elemente im Weltall und die Geschichte, 'Evolution', der Sterne aus (s. z. B. A. FREBEL et al. 2013), auch die Verschmelzung kleiner Galaxien zu viel größeren, den Spiralgalaxien (S. 33).

In der bisherigen Astronomie konnten nur einige Teile des elektromagnetischen Spekrums am Himmel für die Erkenntnisgewinnung genutzt werden: das für das menschliche Auge **sichtbare Licht**, das Wärme hervorbringende **Infrarot**, das **Ultraviolett**. Nun kam weiteres hinzu, am es zur **Multiplen Wellenlängen-Astronomie.** Festgestellt wurden **aus dem Weltall** kommend außer den seit

etwa 1910 bekannten Kosmischen Strahlen **Radiowellen** (O. R. FRISCH 1981) sowie **X-(Röntgen-)** und **Gamma-Strahlen** und damit als ihre Herkunftsquellen waren auch neue Himmelsobjekte festzustellen.

Die **Radioastronomie** utersucht aus dem All auf die Erde gelangte Radiowellen, Der amerikanische Physiker und Radioingenieur KARL JANSKY hatte störende **Radiointerferenzen** zu identifzieren und fand **1932** ihre Herkunft aus dem Weltall, aus dem im Zentrum der Milchstraße anzusiedelnden Sternbild Sagittarius (Wikipedia 2018). Das war der Anfang der Radioastronomie. Die weitere Erforschung der Radiowellen hatte eine Urache aus der durch den drohenden und dann stattfindenden Krieg erforderlichen Radar-Forschung. In ihr war beide Begründer der Radioastronomie tätig gewesen, Sir BERNARD LOVELL (A. A. ZIJLSTRA et al. 2012) wie auch der in Arbeiten besonders für Maßnahmen zur Abwehr des gegnerischen Radars eingebundene andere Begründer MARTIN RYLE (F. GRAHAM-SMITH 1972, British Encyclopedy). Vor dem Krieg wurden von der Sonne ausgehende Radiowellen festgestellt, dann solche von Sonnenflecken, und dann näherliegenden Sternen,1946 solche aus der Richtung vom Stern Cygnus, wobei danach auch die Vorstellung vorherschte, daß die Radiowellen aus dem Kosmos nicht von einzelnen Objekten ausgehen. Bei den großen elektromagnetischen Radiowellen waren Beobachtungsstationen von großem Ausmaß erforderlich. In der Mitte der 1960-er-Jahre montierte RYLE auf 2 Eisenbahnwaggons. je 1 Teleskop und die dann voneinander fortbewegten Waggons lieferten in einer durch die Fortbewegung erreichten Distanz von 1,6 km Resultate, die ein stationäres Teleskop für Radiowellen von 1,6 km Durchmesser erfordert hätte. LOVELL ist der Gründer des ersten führenden Observatoriums für Radioastronmie, des **Jodrell Bank Observatory**. Hier wurde auch der Weg der Sputniks, zuerst der aus der Sowjetunion und bald auch jener der USA verfolgt und sollten eventuell einfliegende Raketen festgestellt werden. Dazu kam ein zweites englisches Observatorium für Radioastronomie in **Cambridge** eingerichtet, wo MARTIN RYLE wirkte. Die 1943 in Belfast geborene Astronomin JOCELYN BELL, später BURNELL (N. WADE 1975), Tochter des Architekten des Observatorium in Armagh/Nordirland, fand in den Aufzeichnungen der Radiowellen "unglaublich" regelmäßigen Impulse. ANTONY HEWISH führte diese. **1967**, auf eine himmlische Radioquelle, auf einen neuen, nicht durch Licht sichtbaren Sterntyp, "**Pulsare**", zurück, eine neue Klasse von Sternen, eine, der keine optische Fernrohrbeobachung vorausging. Pulsare sind **Neutronensterne**, bestehen fast nur aus Neutronen, sind extrem kompakt, Mit einem Durchmesser von nur etwa 10 km, mit meistens etwa 14 Sonnenmassen Endstadien der Sternenentwickung (a. Wikipedia 2017). Ihre beim einzelnen Pulsar sind die Pulsperioden, bei 1.4 Millisekunden bis 8,5 Sekunden, völlig konstant, in ihrer Konstanz vergleichbar den Atomuhren (M. KRAMER et al. 2015, S. 32). Als Signale intellektueller Wesen aus dem All, die auf Grund ihrer die irdische Technik weit übertreffenden eigenen

Technik nun in der Lage waren, in fernen Sternsystemen Kontakte zu suchen, waren sie nicht zu deuten. Ziel war dann auch, die Radioquellen auch als lokalisierbare Objekte zu erfassen. RYLE konnte mit seiner Ausrüstung auch einen ersten Pulsar lokalisieren. RYLE und HEWISH erhielten, ohne Frau BELL, 1974 den Physik-Nobelpreis, den ersten für beobachtende Astronomie gegebenen Physik-Nobelpreis. RYLE war dann einer ersten Befürworter der Nutzung der Windenergie.

**Röntgenstrahle**n gehören zu den Teilen des elektromagnetischen Spekrums, welche ebenfalls aus dem All kommend nicht die Erdoberfläche errreichen. Sie können nur mit Detektoren in größerer Höhe festgestetllt werden, Unter HERBERT FRIEDMANN (1997) wurden 1949 durch in eine hochgeschossene V2-Rakete eingebaute Detektoren von der Sonne stammende X-Strahlen/Röntgenstrahlen zwischen 90 und 130 km Höhe nachgewiesen, Später wurde auch andere Quellen dafür festgestellt, wobei ballongetragene Detektoren und die Erforschung mit Satelliten weiterhalfen.

Nicht durch die Erdatmosphäre dringen auch die gegenüber den Röntgenstrahlen noch kurzwelligeren **Gammastrahlen** (Wikipedia 2018). Im Unterschied zu den kosmischen Srahlen werden Gammastrahlen nicht durch Magnetfelder abgelenkt. So kann die Quelle ihrer Herkunft festgestellt werden, etwa Pulsare in der Milchstraße.

Spektroskopisch wurde die **interstellare Materie** (M. WINNEWISSER et al. 1983), übriggeblieben vom Urknall und Abfall bei Prozessen in den Sternen, auf chemische Substanzen abgesucht und wurden dabei auf der Erde unbekannte Substanzen, auch einfacher Art, auch organische Verbindungen, nachgewiesen.

Ein ab 1979 interessierender Vorgang war die von Himmelskörpern aufeinander ausgeübte Lichtablenkung, also die Lichtablenkung in einem **Gravitationsfeld**. Auch ein Planet eines Sterns läßt sich "aus der Struktur der Lichtkurve ... erschließen" und lassen sich so "**Exoplatneten** ... entdecken" (T. SAUER, 2015, S. 49). Auch für das **Zustandekommen** einer hellen **Novae** wurde eine Erklärung gefunden, denn die meisten Novae befinden sich in Doppelsternsystemen "und durch Zündung einer thermonuklearen Reaktion an der Oberfläche des kleineren Partners, meist eines weißen Zwerges, ihre Helligkeit erhalten" (T. SAUER 2015, S. 47).

Einsicht auf Einsicht, Erklärung auf Erklärung - die Astronomie, die vielleicht älteste Wissenschaft der Menschheit, kam bisher niemals an ein Ende. und nicht nur in der Auffindung neuer Himmelskörper.

Wie viele Sterne gibt es nun? Das Weltraumteleskop Gaia bereitete sich auf die Vermessung von **1 Milliarde Sterne** vor (O. DREISSIGACKER 2014).

## Direkterforschung von Himmelskörpern im Sonnensystem mit Raumflugkörpern

Die eingehende Erforschung des Sonnensystems wirkt bei aller notwenigen technischen Raffinesse und einer ebenfalls gewaltigen Leistung fast bescheiden gegenüber den Forschungen am sich ausdehnenden Weltall, lieferte greifbare, voll verständliche Tatsachen. Was man auf dem Mond direkt feststellte oder an Planeten durch vorbeifliegende Raumflugkörper war ziemlich eindeutig.

Mit **raketengetriebenen Raumfahrkörpern** wurde nicht nur die Erde umrundet, sondern auch zum Erdmond und in das Sonnensystem vorgestoßen. Es begann mit dem sowjetischen ersten Sputnik am 4. Oktober 1957. Am 3. November 1957 wurde in einem Sputnik die Hündin "Laika" mitgeschickt, deren Rückkehr auf die Erde nicht vorgesehen war und die nach etwa 6 Tagen im All vergiftet wurde. In Richtung **Mond** flog ab 2. Januar 1959 "Lunik I", der erste irdische Körper, der aus dem Anziehungsbereich der Erde herausgeschossen wurde, in etwa 7500 km Entfernung am Mond vorbeiflog und in eine Bahn um die Sonne einmündete. Es landete am 13. September 1959 auf dem Mond "Lunik II". Den Mond umkreiste ab 4. Oktober 1959 "Lunik III". Den USA gelang 1959 mit dem auf eine Sonnenumlaufbahn gebrachten "Pionier 4" ebenfalls der Vorstoß in den interplanetaren Raum. Als erster Mensch im Weltraum gilt JURI GAGARIN in der "Wostok" am 12. April 1961. GERMAN TITOW umkreiste die Erde gar 17-mal.

Dann kam der Flug auch zu weiter entfernten Himmelskörpern. Die USA-Venussonde "Mariner II" flog 1962 nach 109 Tagen in 35.000 km Entfernung an der Venus vorbei. Am 29. Januar 1964 starteten die USA die Riesenrakete "Saturn 1", Vorgänger der Mondrakete. Gute Bilder vom Mond lieferte 1964 die Ranger 7. Eine sowjetische Mondsonde brachte 1965 Bilder von der Mond-Rückseite.

Die USA holten dann auf mit der **Mondlandung von Menschen** in der 'Apollo'-Mission, mit **Apollo 11**, am **20 Juli 1969**. Der 'Kalte Krieg' sollte in der Mondlandung gegen die Sowjetunion gewonnen werden. In einer Reisezeit von 3 Tagen waren 384.000 km zurückgelegt worden Am frühen Morgen des 21. Juli 1969 stieg NEIL ALDER ARMSTRONG aus seiner Landefähre als erster Mensch die Oberläche des Mondes. Nun konnte unmittelbar erlebt werden: Der Erdmond ohne Atmosphäre. schwarz der Himmel, keine Schallwellen und deswegen nur Funkkontakt möglich, die Schwerkraft nur 1/6 jener der Erde und deshalb große Sprünge möglich, kein Abbremsen der Strahlung aus dem Kosmos und der Meteoriten, also keine Sternschnuppen. Damals reichte, dort gewesen zu sein und ein umfassendes Forschungsprogramm wurde nicht absolviert.

Mit den Folgemissionen (Wikipedia 2019 u.a. YouTube) haben **insgesamt 12**

**Astronauten** den Mond betreten, Glücklicherweise wurden die Menschen auf dem Mond von keinem Meteoriten getroffen und es gab keinen starken Sonnensturm, deren Plasmateilchen den Tod bedeutet hätten. Es folgten Apollo 12 bis letzte 17. 1972,. Bei Apollo 13 war unterwegs ein Tank explodiert und es gab ohne Mondlandung eine gefahrvolle Rückkehr. Bei Apollo 15 waren Mondfahrzeuge mit von der Partie. Der letzten Menschen auf dem Mond, mit Apollo 17, waren EUGENE CERNAN. und dem Geologen HARRISON SCMITT, die 3 Tage auf dem Mond waren und mit dem Mondauto eine Geschwindigkeit von 18 km/h erreichten. Nach manchem Jubel in der Heimat hatten es manche der Mondfahrer schwer wieder ein normales Leben fortzusetzen (YouTube 2018). ARMSTRONG starb 82-jährig nach einer Bypass-Operation 2012 (Wikipedia 2018). Apollo-Mission 18 war gestrichen worden. Warum? Nur aus finanziellen Gründen? Der Gerüchteküche diente auch ein Film, nach dem Apollo 18 stattfgefunden habe, SCHMITT (YouTube 2019) betätigte sich nach der Rückkehr, also entgegen Gerüchten, in der Politik.

Der Mond wird ständig von meistens kleinen Asteroiden getroffen und das führt zu Felsstürzen und so ändert sich auch die so still wirkende Mondlandschaft ständig ein wenig (RND 10. 6. 2020).

## Die Erde umkreisendes Weltraumteleskop 'Hubble'

Ein **neues Zeitalter der Astronomie** brach an, als am **24. April 1990** 12.53 Uhr (Internet) die Weltraumfähre Discovery mit einem für den Aufenthalt von Menschen geeignetes Raumschiff das die Erde oberhalb der störenden Atmosphäre umkreisende **Weltraumteleskop 'Hubble'** absetzte. Das Weltraumteleskop mußte noch einmal im Weltall repariert werden und weitere Einsätze zur Reparatur und Wartung folgten noch manche und die dorthin fliegenden Astronauten hatten zahlreiche Außeneinsätze zu bestehen. Millionen von Bildern wurden geliefert. Schwarze Löcher, dunkle Materie im Weltall, Erkenntnis vom Alter des Weltalls, Vorstellung von der Menge der Galaxien und Sterne - bisherige Astronomie verblaßt und dennoch schuf sie die Schritte zum Weltraumteleskop, das nun alle Astronomie jenseits des Sonnensystems bestimmt. 2011 gab es den Nobelpreis für Physik an die USA-Astronomen ADAM RIESS, BRIAN P. SCHMIDT, SAUL PERLMUTTER (Wikipredia) für die durch Beobachtung ferner Supernovae mit dem Hubble-Teleskop gemachte Entdeckung der **beschleunigten Ausdehnung des Weltalls**, also nicht nur wie bisher gedacht Ausdehnung. Wird diese immer weitere Ausdehnung das Ende des Weltalls herbeiführen, weil alle Gravitation endet? Irgendwann, so am Ende der 2030-er-Jahre wird 'Hublle' zur Erde stürzen. Vielleicht kann man die Spiegel retten.

**1995** wurde in Genf durch MICHEL MAYOR und seinen damaligen Mitarbeiter

DIDIER QUELOZ am Stern 51 Pegasi ein ihn umkreisender Planet an Hand von dessen Schwingungen nachgewiesen, der **erste** entdeckte **extrasolare Planet**, 51 Pegasi 2, was GEOFFROY M. MARCY in den USA bestätigte (Neue Zürcher Zeitung 2. 9. 2019 online; Wikipedia 2019). MAYOR und QUELOZ erhielten 2919 zusammen einen halben Nobelpreis für Physik.

Und **die beobachtenden** Forscher und die Auswertung der Millionen Bilder in der Astronomie: Im beobachtbaren Bereich gibt es **30 Milliarden Sterne**, = 3 mal 10 hoch 22. Jeder dieser Sternen kann eine Besonderheit bieten, etwa umkreisende Planeten, also extrasolare Planeten - und die Faktensammlung geht Tag für Tag weiter. Am 11. April 2011 (You Tube Heidelberger Astronomie für alle) kannte man bei 440 Sternen Planeten, insgesamt 539 Planeten und 60 in 'Planetensystemen, Die meisten Planeten sind viel größer als die Erde,

## Erforschung des Sonnensystems mit Raumflugkörpern und Verlassen des Sonnensystems

Die NASA hat mit ihren Raumflugkörpern gewaltige neue Erkenntnisse über den Weltraum gebracht.

Die am 5. September 1977 gestartete **Voyager 1** kam 1979 zum **Jupiter,** 1980 zum **Saturn**, Voyager 2 ab 1979 zu Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und meldete Daten von den planetenähnlichen Trabanten der Großplaneten (D. J. STEVENSON 2000). Der Jupitermond 'Io' erschien als der vulkanisch aktiviste Körper im Sonnensystem, Mond 'Europa' zeigt sich "geologisch" jung und mit ausgedehnter Eisfläche mit vermutlich einem Ozean darunter, "Ganymed" zeigte viel Tektonik. Des Saturns größter Mond, 'Titan', mit der doppelten Masse des Erdmondes und damit einer der wenigen großen Monde der über 160 Monde im Sonnensystem. Der Mond 'Titan' ist damit größer als der Planet Merkur und der Zwergplanet Pluto, und weist eine dichte Atmosphäre und eine Schicht von mindestens 1 km flüssiger Kohlenwasserstoffe, namentlich Methan und Äthan auf. In der Atmosphäre befindet sich auch viel Stickstoff, aber kein Sauerstoff. Die Erde erscheint nur noch als ein möglicher Himmelskörper eines Planeten, aber als einer mit Sondereigenschaften.

Mit den Daten aus entfernten Räumen wurden bisherige Ansichten verworfen, bestätigt oder verfeinert und zahlreiche ganz neue Erkenntnisse gewonnen.

Voyager 1 war dann **der erste Raumflugkörper,** der 1990 das Sonnensytem verließ und **in den interstellaren Raum** eintrat (YouTube, Wikipedia). Sie maß dann ein starkes Magnetfeld in diesem Raum. In 40.000 Jahren wird Voyager den

aktuell etwa 17 Lichtjahre von der Sonne entfernten Stern Giese 445 im Sternbild Giraffe passieren. Mit sich führt Voyager 1 eine mit Gold überzogene Tafel mit Bildern und Daten über die Erde und die Menschen, im Falle sie auf intellektuelle Wesen trifft. S. HAWKIN hat jedoch gewarnt, daß es gefährlich wäre, vielleicht viel weiter entwickelte Wesen auf uns aufmerksam zu machen. Voyager 2 trat im November 2018 in die Heliopause, wo sich Sonnenwind und interstellare Materie mischen,

Seit dem 2. November **2000** umkreist die aus Einzelteilen, Modulen, zusammengesetzte ständig besetzte Internationale Raumstation **ISS/International Space Station** in Kooperation von 16 Staaten bzw. 6 Raumfahrtagenturen in **etwa 400 km Höhe** in östlicher Richtung mit Bahnneigung 51,6° alle 93 Minuten einmal die Erde. Durch andockbare **Space Shuttle**, also Transporter wurden Menschen ausgetauscht und Güter zur Raumstation gebracht. Die USA erlitten bei Versuchen 1986 und dann 2003 mit ihren Space Shuttles Unglücksfälle, bei denen alle jeweils mitfliegenden 7 Menschen ums Leben kamen (YouTube, Wikipedia). Rußland mußte den Transport allein übernehmen.

Das Internet bietet jedem Gelegenheit, sich über alle diese Forschungen auch populär zu informieren, sich begeistern zu lassen wie einst für die noch viel weniger entwickelte und weit hinter uns gelassene Astronomie durch BRUNO H. BÜRGEL. Die Astronomie war eine der am stärksten durch neue Forschungen geprägte Wissenschaft des 20. und 21. Jh., vom ersten Sputnik 1957 bis zu Voyager 1 1977 und interstellar 1990. Wer vielleicht den ersten Sputnik für eine überflüssige Ressourcen-Verschwendung hielt, mußte sich bald total korrigieren, schon wegen des Satellitenfernsehens.

Man muß sich ungeachtet aller Formeln auch vor Augen halten: **Die Sonne etwa strahlt nach allen Richtungen** und nur ein **ganz winziges Bündel** der Sonnenenergie trifft **den winzigen Punkt Erde**. Andere ebenso kleine Energiebündel treffen Mars, Venus, Jupiter und die anderen von der Sonne bestrahlten Himmelskörper. Wenn eine **Supernova aufleuchtet**, vielleicht gar für die Erde nicht ganz ungefährliche Energie eintrifft, dann ist diese Supernova ja nicht vorgestern **aufgeleuchtet**, sondern je nach Entfernung etwa **vor Millionen Lichtjahren** und war ihre Energie für diese Millionen Lichtjahre im All unterwegs und breitete sich diese Energie sich in alle Richtungen aus. Wenn die Supernova dann wieder erlischt, dann war also ein begrenztes nach allen Seiten kugelförmiges Energiebündel unterwegs. Auch **Funkwellen** breiten sich nach allen Richtungen aus, und dasselbe Fernsehprogramm kann gleichzeitig in Dresden wie in Rostock gesehen werden, was Verstärker durchaus auch sinnvoll macht. Nur die Hochatmosphäre wirft die Radiowellen zurück. Ins Weltall gesandte Raumflugkörper senden ohne Reflexion an irgend etwas ihre Radiowellen auch nach allen Richtungen und

ganz wenige treffen auf die Empfangsstationen auf der Erde, die natürlich auch verstärken.

### Das Weltall und allumfassende Evolution - Und was ist konstant?

Das statische Weltbild bis ins 18. Jh. war also vollkommen ersetzt durch **die Historizität von allem**, den Organismen wie der Erdkruste, den Himmelskörpern wie den Substanzen, den chemischen Elementen, ja den Elementarteilchen und auf jedenfall den organischen Molekülen im 'Urmeer'. Und ein "Urknall" war der Anfang, jedenfalls der überhaupt erforschbaren Welt? Und die Naturkonstanten? Geblieben? 'Evolution' geschieht im einzelnen sehr unterschiedlich. Die Umbildung von Kontinenten und Meeren auf der Erde oder die Umbildung der Böden hat andere Ursachen als die auf die Vererbungssubstanz/DNA zurückgehende Evolution der Lebewesen. Und **Höherentwicklung**? Mehr Gebirge auf der Erde sind kaum als 'Höherentwicklung' zu sehen wie der Weg von den Einzellern zu den Wirbeltieren und damit dem Menschen, und auch das letztere wird mit Blick auf die Rolle der Mikroben in der Natur nicht unbedingt mit 'Höhenentwicklung' bezeichnet. Mehr Gebirge kann natürlich mehr Vielfalt bringen. Ist also besser?

## Bilanzen nach Jahrtausenden Kulturentwicklung: Bevölkerungsentwicklung - Ressourcen - Welternährung - Landwirtschaft

### Erdbevölkerung - Zunahme, Verteilung

**1962** lebten auf der Erde **3 Milliarden** Menschen (Spiegel 11. 04 1962). 2020 geht es auf die 8 Milliarden zu (Internet). Die **Bevölkerungsdichte** war stets sehr ungleich: schon 1962 (Spiegel 11. 04. 1962): In der Bundesrepublik Deutschland 216,9 Menschen pro qkm, 400 - 500 pro qkm auf Java.

### Aus der Nahrungsmittel-Erzeugung

Wie arm oder primitiv war das Leben der Bauern in Deutschland, das der auf dem Lande lebenden **Ungarn** noch um 1950? ANTON VON KERNER (1908, S. 15) schilderte den "überschwenglich fruchtbaren Boden im östlichen **Ungarn**



Abbildung 1649: O-Balkan b. Nessebar, Wasserholen. 1959.

mit Schwarzerde, und der dennoch "dünngesäten' Bevölkerung in weit voneinander entfernten Städtchen mit dem Charakter von Großdörfern. Aber wer war wohlhanemd, führte ein kulturvolles Leben. Konnte man mehr aus dem Lande herausholen, Nahrung für alle Ungarn, die 1919 zur Räterepublik griffen? Oder Primitivität in Teilen von **Bulgarien**, so 1959 in Kontrast zu dem modernen Seebad Nessebar das nahe Dorf Sweti Wlas, wo man noch Wasser aus einer Quelle herbeischleppte.

Um 2010 (K. HAHLBROCK 2009) waren mehr als 1,5 Milliarden Hektar der Erdoberfläche landwirtschaftlich genutzt. 2/3 davon dienten als Weideland. Verschiedenste Bereiche waren an der Entwicklung der **Landwirtschaft** beteiligt – von der Biologie über die Chemie bis zur Technik. In den hochentwickelten Ländern hatte man nach den schon im 19. Jh. erzielten Erfolgen weiter auf **Intensivierung** gesetzt. Auf dem Balkan war die Subsistenzwirtschaft auch im 20. Jh. zunächst erhalten geblieben, ein Mehr zu erwirtschaften hätte nur weitere Abgaben bedeutet (M. W. WEITHMANN 2000, S. 303).

## Erhaltung und Verbesseung der Bodenfruchrbarkeit

Auch für Europa ist wichtig, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, den Humusgehalt zu erhöhen und tierischer Dünger ist ebenso nötig wie die immer mehr auch kritisch gesehene Mineraldüngung. Zu viel Stickstoff-Dünger bringt hohen und damit für die Gesundheit gefährlichen Nitratgehalt ins Grund- und damir ins Trinkwasser. Hoher Phosphorgehalt in stehenden Gewässern befördert Massenvermehrung von Blau'algen', **Ökologische Landwirtschaft** wurde ein Ziel in der Landwirtschaft. Die Pflugtiefe sollte nicht den weniger von Mikroben besiedelten tieferen Boden



Abbildung 1650: O-Balkan b. Nessebar, Backofen. 1959.

nach ober befördern, wo die oberen 30. cm durch reichlicher Bodenorganismen die Fruchtbarkeit ausmachen (YouTube). An vielen Orten wird untersucht, gemessen, werden Ideen ausgetauscht.

## Die für die Ernährung genutzten Organismen

Die Zahl der zu Anfang des 21. Jh. genutzten Arten. ja der Sorten resp. Rassen, ist sowohl bei den Kulturpflanzen wie den Nutztieren gering geworden, viel geringer als je in der Geschichte. Also bestehen vorwiegend Monokulturen und damit die diesen drohenden Gefahren durch Schadeinwirkungen. Bei den Kulturpflanzen wie bei den Nutztieren wurde auf Höchstleistung und Krankheitsresistenz gezüchtet.

## Nutztiere und ihr Haltungsvoraussetzungen

Wie bei den Kulturpflanzen gab es auch bei den Haustier-Rassen eine zunehmende Einschränkung auf wenige besonders rentable Rassen. Auch änderte sich der Bedarf an bestimmten Rassen, denn etwa Zugpferde und Zugochsen wurden in den entwickelten Ländern zunehmend durch Traktoren ersetzt. Im Jahre 1940 berichtet die Viehstatistik des Deutschen Reiches noch von 511.000 Zugochsen, 2.125 000 Zugkühen, 3.093 000 Pferden (K. HERRMANN 1996). Ihnen gegenüber standen etwa 70.00 Ackerschlepper. 1960 zählte man der Landwirtschaft der (alten)



Abbildung 1651: Fruchtbares Mecklenburg. 1970.

Bundesrepublik 1,3 Millionen Zugtiere. Im Jahre 1938 gab es im Deutschen Reich 11, 8 Millionen Kühe, die 28, 6 Milliarden kg Milch erzeugten, was an Wert die Kohleförderung um 75 % übertraf. Die nicht im Landwirtschaftsbetrieb selbst verwendete Milch wurde in 7781 Molkereien verarbeitet.

Zu **Anfang des 21. Jh.** (J. H. REICHHOLF 2006) werden für Deutschland genannt 13 Millionen Rinder, 2,7 Millionen Schafe, 0,6 Millionen Pferde. Die Ernährung aus dem Dauergründland beträgt etwa 20%. Weitere Viehnahrung stammt aus Futtergetreide, das im Gegensatz zu den Wiesengräsern ebenso der menschlichen Ernährung dienen könnte. Große Mengen Kraftfutter werden aus Übersee eingeführt, auch aus Ländern, in denen viele Menschen kein Geld für ausreichende Ernährung auch aus ihrer landeseigenen Landwirtschaft haben. Zudem gibt es in Deutschland etwa 26 Millionen Schweine und wurde der Mais-Anbau stark erweitert. Der Viehbesatz übersteigt den des Großwildes etwa in der Serengeti bei weitem. Die **Wiesenwirtschaft** wurde in Deutschland und anderwo inensiviert, es wird melioriert, gedüngt und es wachsen auf ihnen nur wenige Arten, welche als Futter für das Hochleistungsvieh geeignet sind, hochproduktive Gräser, Klee, Löwenzahn. ds Bild dieser Wiesen wurde monoton. Nur in wenigen Gebieten, so bsonders in für moderen Maschinen ungeeigneten Hanglagen, blieben die artenreichen, im Frühsommer bunten, extensiv bewirtschafteten Wiesen erhalten, wenn man sie nicht 'verbuschen' läßt (B. SIEG 2011, S. 111).

Auf der **Erde insgesamt** (internet) werden gehalten 2010 etwa 1,5 Milliarden Rinder, etwa 1 Milliarde Schafe, rund 1 Milliarde Schweine. Sie verzehren ein Mehrfaches der für die Menschenernährung ausreichenden Pflanzenmasse.

Bei **Rindern** (Internet 2017) gab es einst die 3-fach-Nutzung: Arbeitstier, Fleisch, Milch. Das hat sich spezialisiert. Die heute genutzten Rassen sind 2-Nutzungsrassen,



Abbildung 1652: Kartoffelernte auf Rügen, Gingst. 1976.

also genutzt für Fleisch und Milch. Oft ist nur eine Nutzung im Vordergrund, Im Harz gibt es noch das 1-farbige Harzer Rotvieh, eine der ältesten Nutzungsrassen. Milch und Fleisch-Lieferant, ist das **rot-weiße** Fleckvieh, in Süd-Deutschland als die häufigste Rinderrasse genannt, mit durchschnittlich 7.000 l Milch/Jahr. Die 'Scharzbunten:, s**chwarz-weiß**, sind weltweit verbreitet, geben weltweit 90% aller Milch. Hochzuchtrassen geben 10.000 - 12.000 l Milch/Jahr, ja auch 16.000 l Milch/Jahr. Bei diesen gewaltigen Milchleistungen lebt das Tier erschöpft etwa 4 Jahre und gebärt im Leben etwa 2 Kälber. Milchüberschuß folgte.

Vom **Haushuhn**, das der französische König HENRI IV. jeden Sonntag im Topf jedes Bauern wünschte, waren schließlich gegen 180 europäische Rassen gezüchtet worden, vom Seidenhuhn bis zum Weißen Leghorn und dem farbigen Italiener. Die Umwandlung von Pflanzennahrung in Fleisch ist beim Huhn viel rentabler als beim Großvieh, denn 3,2 kg Futter geben etwa 1 kg Fleisch. Um das Jahr 2000 wurden gegen 17 Milliarden Hühner auf der Erde geschätzt, 3 pro Kopf der steigenden Bevölkerung – aber nicht gleichmäßig verteilt.

'**Autarkie**' in der Lebensmittelversorgung sollte in Deutschland dem angestrebten Krieg dienen. Aber in der Intensivierung wurde andererseits hier und auch anderswo einiges erreicht, das auch dem Frieden dienen konnte. Dazu gehörte etwa der **Zwischenfruchtbau** (G. E. GRAF 1939, S. 88) , in Italien Gemüse unter Wein, in Deutschland Einsäen von Klee in Getreide, Mohrrüben als Viehfutter in Wintergerste oder Raps. Ziel sollte auch für Mitteleuropa sein, was in begünstigteren Gegenden teilweise seither gegeben war: **Zwei Ernten pro Fläche** im **Jahr.** Von Flandern wurde berichtet, daß es in kurzer Zeit durch Zwischenfruchtbau seiner landwirtschaftlich genutzten Fläche gewissermaßen ohne Flächenerweiterung ein



Abbildung 1653: Rotweißes Fleckvieh, Eulengebirge.

Drittel hinzufügte (G. E. GRAF 1939, S. 88).

Was die **Landtechnik** betrifft: 1950 waren in Westdeutschland 139.000 **Traktoren** im Einsatz, 1980 rund 1,5 Millionen – also eine Steigerung um rund das 10-fache (K. HERRMANN 1996) und das ein Zeugnis für die als revolutionär zu bezeichnenden Veränderungen in der Landwirtschaft in Industriestaaten. Mähdrescher verlangten Kurzstrohgetreide und weitgehende durch Herbizide zu bringende Unkrautfreiheit der Äcker Mit einer 'Getreidevollerntemaschine' konnte 1 Person um 2008 eine Stundenleistung von 2 Hektar erbringen (K. HAHLBROCK 2009, S. 118).

Auf der Erde ansonsten fand solcher Fortschritt nur in einem Teil statt – und vielerorts wurden auch am Ende des 20. Jh. mehr Äcker mit Zugtieren bestellt als mit Traktoren. In manchen **Tropenregionen** blieb sogar die schon im 19. Jh. etwa in Kolumbien offiziell abgelehnte *cultivos errantes* (E. POSADA CARBO' 1996, S. 33), die **Brandkultur**, das Einschlagen und Abbrennen von Wald und die dann wenige Jahre mögliche Nutzung des so gewonnenen freien und bald erschöpften Bodens. Die **Sowjetunion** rühmte sich ihrer hohen Traktoren-Herstellung – und mußte dennoch in hohem Maße Weizen aus dem Lande des damaligen Klassenfeindes, aus Nordamerika, kaufen. Was gilt also die Technik allein? Zumal, wenn die Technik nicht dem rentabelsten Standard entspricht? Vielleicht die Bevölkerung nicht motiviert arbeitet.

**Ausgewogene Ernährung** bereitzustellen – und zwar für möglichst viele – erstrebte in England Lord JOHN BOYD ORR (H. D. KAY 1972), der als Student von den Slums in Glasgow schockiert war. Grünland sollte ausgebaut, in Minder-



Abbildung 1654: Jung kinderreich. China 1963.

betrag vorhandene Mineralien sollten zugefügt werden. Um 1936 erschien etwa 1 / 3 der britischen Bevölkerung als zu arm, sich die ausreichenden Lebensmittel zu kaufen. BOYD ORR besuchte auch das nationalsozialistische Deutschland, das immerhin den Krieg vorzubereiten schien – und wo ihm die Jugend, die 'Hitler-Jugend', besser ernährt erschien.

1939 gründete man in London ein Ministry of Food – und Großbritannien konnte sich plötzlich, der Krieg schien es einfach zu erzwingen, besser ernähren. Im November 1945 wurde in Quebec die erste offizielle internationale Agency der UNO gegründet – die Food and Agricultural Organization – FAO. BOYD ORR wurde ihr erster Vorsitzender.

**Bevölkerungswachstum und die durch dieses geschaffene Probleme.**

Nach 1950 hatte in verschiedensten Staaten eine bemerkenswerte Entwicklung zum Besseren stattgefunden. Aber MAO TSE TUNGs China und Indonesien erlebten auch schreckliche Vorgänge mit Toten in Millionenhöhe. Afrikas Entkolonialisierung ließ nur in manchen Regionen den Lebensstandard steigen. Groß waren die **Probleme**, die vor der **Menschheit** standen und die oft nur unzureichlich angegangen wurden. Statt nach den furchtbaren Erfahrungen des Zweiten Weltkrieges im Sinne der UNO-Charte mit Vernunft überall neu zu beginnen, wurde gerade ab dem Ende des 20. Jh. selbst in Teilen Europas die Wiederherstellung von verlorenen Verhältnisse versucht, überließen sich viele Menschen dem ominösen 'kollektiven Gedächtnis'.



Abbildung 1655: Noch gibt es Fisch. China 1963.



Abbildung 1656: Lastwagen statt Kamel. Mongolei 1963.

## Bevölkerungswachstum - ungleich auf der Erde und teilweise beängstigend - zurückgewiesene Warner

MALTHUS war einer der ersten, der nicht für Bevölkerungszunahme sprach, sondern vor den Folgen der unzureichenden Ertragssteigerung bei den Ackerfrüchten warnte. Scherlich muß man der 1814 von Madame DE STAEL (in 1985, S. 96) geschriebenen Bemerkung zustimmen: "Geburten vermehren, ohne das Leben zu veredeln, heißt bloß, dem Tode ein reichlicheres Mahl bereiten."

FOREL hat die Lage 1922 (a, S. 241) recht zynisch behandelt:"Gewisse Menschen sehen das Heil des Volkes in einer unbegrenzten Vermehrung und glauben mit Bebel, man könne durch richtige Ausnutzung aller Ecken und Enden der Erde noch eine ungemessene Zahl Menschen mit deren Erzeugnissen ernähren." So wäre es nicht. Halten sich nur die Intelligenten in der Fortpflanzung zurück, brächte das allerdings das Ausbleiben benötigter Menschen. FOREL hatte aber für fremde Rassen nur Verachtung und beschuldigte "Neger" wie "Chinesen" der ungehemmten Vermehrung. Ausgrechnet auch die "Chinesen", die als erste eine staatlich verordnete Ein-Kind-Politik durchsetzten. Aber die Zeiten ändern sich und machen zeitbedingte Urteile obsolet.

PAUL R. EHRLICH (Wikipedia 2015), Biologie-Professor an der Stanford-University in Kalifornien, Schmetterlings-Entomologe, sagte 1968 in seinem Buch 'The Population Bomb' **Hungersnöte wegen Übervölkerung** in den nächsten Jahrzehnten voraus. Damals lebten auf der Erde 3.534 Milliarden Menschen (Wikipedia). Als die Zahl der Hungertoten auf der Erde offensichtlich nicht anstieg, sondern abnahm, wurde EHRLICHs pessimistische Voraussage **scharf kritisiert** und auch EHRLICH hat sich korrigiert, so 2009. Über Kontrolle der Bevölkerungszunahme zu diskutieren, war noch immer ein heißes Eisen, das Politiker bleibend nicht anfassen mochten. Die Zahl seiner Kinder sollte jeder, wie arm auch immer, selbst bestimmten dürfen, das galt als Menschenrecht. Aber warum sollte nicht auch Menschenrecht sein, daß Geborene, die ja nicht zu ihrer Zeugung gefragt wurden, nicht das Menschenrecht haben, in einigermaßen lebenswerten Verhältnissen bei vernünftigen Eltern aufzuwachsen? Nicht jede menschliche Eizelle durfte sich zu einem Menschen entwickeln, wenn nicht eine Menschheitskatatrophe kommen sollte.

War mit der Züchtung neuer Sorten vor allem für Weizen und Reis nun für weitere Milliarden die Ernährung gesichert - wenn denn 'gerecht' verteilt würde? In einem Interview mit der Süddeutschen Zeitung, 30. Oktober 2011, hat EHRLICH vor weiteren Problemen gewarnt. so der Abnahme des fossilen, also aus vergangenen Zeiten stammenden Grundwassers etwa in Regionen der Sahara und Saudi-Arabien, was Landwirtschaft verschwinden ließe. Auf der Erde gab es jährliche **Geburten-**

**raten**, welche die **Zahl aller Toten des Zweiten Weltkrieges übertrafen**. Es entstanden kaum noch oder schon nicht mehr regierbare **Megacities**, in der "Dritten Welt". 1950 wiesen in der Dritten Welt nur Shanghai mit 6,1 Millionen Einwohnern und Buenos Aires mit 5,1 mehr als 5 Millionen Einwohnern auf. Nunmehr ist dazu Lateinamerika der am meisten urbanisierte Kontinent (G. MERTINS 2010). Mexico City hatte um 1960 6,6 Millionen Einwohner, 2020 wird mit 20,7 Millionen Einwohnern gerechnet. Das um 1960 mit 4,0 Millionen Einwohnern bevölkerte Sao Paulo wird bis 2020 wohl auf 21,1 Millionen steigen. EHRLICH lobte den Himalaja-Staat Bhutan wegen seiner Familienplanung und dem Ziel 60% des Waldes nicht anzutasten. Aber wie (im Internet, sp 2018) berichtet wird, hat Bhutan viele der im Süden schon lange eingewanderten Nepalesen vertrieben und gibt es undemokratische Elitenherrschaft. Schulbildung wurde durchaus entwickelt.

Für **Kleinbauern** in aller Welt werden mit wachsenden Familien die **Parzellen immer kleiner** und oft gbt es außerhalb der Landbebauung keine Arbeit. Es wird auf Selbstregulierung durch zunehmend kleinere Familien gehofft. Und nach 1970 hat sich die Wachstumsrate verlangsamt, um über 1,1% im Jahr. Aber reicht das, um die für die Tragfähigkeit der Erde noch vertretbare Menschenzahl auf der Erde zu begrenzen? Was heißt, das oft wiederholte 'Wir alle müssen bescheidener leben!" ?. wenig Fleisch, Vegan, Insekten statt Schweinfleisch? Was heißt auch: nicht **biologische Gesetze auf den Menschen** übetragen? Jeder Mensch benötigt eine bestimmte Menge Kalorien in der Nahrung, dazu ein bestimmte Dosis Mineralstoffe und Vitamine. Ohne das sinkt die Leistungsfähigkeit. Der Mensch ist das einzige Wesen, dessen Gehirn ausreichte, die Folgen seiner zu starken Vermehrung abzuschätzen und einzugreifen - wenn er denn will und die Fähigkeiten ausreichen. Aber vielfach besteht der Eindruck, daß die Vermehrung der Menschen erfolgt wie bei anderen Säugetieren. Selbst die sich langsam vermehrenden Elefanten müssen in ihren Populationen oft korrigiert werden, wenn deren Umwelt nicht unwiederbringlichen Schaden erleiden soll. Und beim Menschen um Gottes willen hoffentlich ohne Krieg und Mord an geborenen Menschen! Im Krieg, an dem der Verstand nur auf Vernichtung getrimmt ist und Kultur wie die zerbombten Städte zeigten ausgelöscht wird. Aber auch im Frieden: Es ist wohl nicht ganz unrecht gesagt: Ein natur-geschützter Wolf kann sich besser ernähren als mancher benachteiligte Mensch! Und mancher große Hund wird auch gut durchgefüttert und braucht so bescheiden nicht leben.

## 'Grüne Revolution' durch neue Züchtungen von Kulturpflanzen in Tropenländern

Reformen, grundsätzliche Veränderungen etwa in der sinkenden Bevölkerungzunahme, brachten Besserung vor allem in manchen Ländern Asiens, aber jedenfalls in vollen Ausmaße **nicht** überall. Maßnahmen zur Ertragserhöhung der Nahrungspflanzen, die "**Grüne Revolution**", erwiesen sich angesichts weiterer Menschenzunahme immer nur als eine **Lageverbesserung für** den Moment oder **wenige weitere Jahre** (P. ECKES et al. 1987). Und dann? Eine der Hauptinitiatoren der 'Grünen Revolution' war NORMAN BORLAUG (E. STOKSTAD 2009, S. 711). Als er am 25. März 1914 in Cresco im USA-Staat Iowa geboren lebten auf der Erde 1,6 Milliarden Menschen. In der großen Depression beeindruckten ihn die hilflosen Obdachlosen. Er wandte sich, von der Notwendigkeit der Hungerabwehr überzeugt, der Pflanzenpathologie zu, bei E. C. STAKMAN, 1942. Als der 2009 in Dallas gestorbene BORLAUG 2007 93 Jahre alt war mußten auf der Erde 6,5 Milliarden Menschen ernährt werden und näherten sich also jener Grenze von 10 Milliarden Menschen, die man meinte auf der Erde überhaupt ernähren zu können. Als Friedens-Nobelpreisräger von 1970 betonte BORLAUG in seiner Nobel Lecture die Notwendigkeit der Kontrolle der Reproduktion der Menschen. Mit der für außereuropäische Länder unternommenen "**Grünen Revolution**" (N. E. BORLAUG 1970), der Züchtung neuer Mais-, Reis- und Weizen-Sorten, konnten die Erträge vielerorts noch einmal erhöht werden, jedoch unter dem Zwang der Verwendung von reichlich Wasser, reichlich Dünger und Pestiziden, und diese Notwendigkeiten begünstigten die reicheren Bodenbesitzer. Die neuen Sorten wurden angebaut in Mexico, Indien, Pakistan und auf den Philippinen In Mexico war eine in den 1940-er-Jahren den Weizen bedrohender Stengel-Rost durch resistente Varietäten zu ersetzen, und BORLAUG veranlaßte dafür Tausende Kreuzungen von Weizen-Sorten (E. STOKSTAD 2009, S. 711). In Mexico wurden die Weizen-Erträge mit den wegen der nötigen Stickstoff-Gaben neuen Kurzstrohsorten, eingeführt 1961, in 26 Jahren von 750 kg pro Hektar auf etwa bis 3000 kg gesteigert, also ver-4-facht. Pakistan wurde 1968 erst einmal Selbstversorger für Weizen, Indien 1974 (E. STOKSTAD 2009, S. 711). Mit Technik und Wissenschaft konnte in 50 Jahren der Hektarertrag von Äckern ver-3-facht werden und mußte deshalb das Ackerland in diesem Zeitraum nur um 10% ausgeweitet werden (s. M. MIERSCH 2007, S. 70), also blieb auch etwas Platz für 'wilde Tiere'. BORLAUG sah 1970, die 'Grüne Revolution' löse die Probleme für etwa 3 Dekaden. BORLAUG war 1970 damit immerhin optmistisch. In Indien sah ZIRNSTEIN etwa 1999 manche verwahrlosenden Bauernhöfe neben Bildern von gepflegten Feldern. Neben der Armut in Nord-Indien stand augenscheinlich auch hinsichtlich der geringeren Kinderzahl klügeres Verhalten in Kerala gegenüber.



Abbildung 1657: Kulturlandschaft S-Indien 1999.



Abbildung 1658: Bauernhof bei Jaipur/Indien 1999.

Hunger litten laut BORLAUG (M. MIERSCH 2007, S. 60) um 2000 erdweit etwa 850 Millionen Menschen, darunter vor allem Kleinbauern in abgelegenen Gebieten. **Biolandbau** lehnte BORLAUG (S. 70) ab, denn Dünger nur von Nutztieren und keinen Kunstdünger ginge nicht, und Ablehnung von Gentechnik wäre Abwendung von einem Vorgang, den es in der Evolution gab. Die 'Grünen' sah BORLAUG als Vertreter der "Reichen und Verwöhnten", die "eine Null-Risiko-Gesellschaft wollen." Ein **Ende von Züchtung** vor allem für Resistenz konnte es **nicht** geben. Im Jahre 2005 flog der 91-jährige noch einmal nach Kenia, als eine hoch virulente den Stengel befallende Rostpilz-Rasse, Ug99, den Weizen bedrohte und Gefahr für alle Welt zu signalisieren war und auch Weizen in Asien bedrohte (E. STOKSTAD 2009). Eine 'Global Rust Initiative wurde ins Leben gerufen, 15 hoch ertragreiche Ug99-resistente Weizen-Varietäten gewonnen (S. 710). BORLAUG war ein bewundernswerter Mann der Tat - welch ein Gegensatz zu so vielen Schwätzern.

**Alle** immer wieder bejubelten **neuen Verfahren** der Gewinnung und Sicherung von **Nahrung**, seit dem 19. Jh. in der Pflanzenzüchtung und der künstlichen Fischzucht, im 20. Jh. in Beachtung von Algen, in Hydrotürmen, durch ertragreichere Kulturpflanzen durch Veränderung am Genom (K. MEGGET 2016) - die **schließliche Begrenztheit des Lebensraumes auf der Erde** heben sie nicht auf. Die Produktion von Pflanzen für **Nahrungsmittel** steht auch in Konkurrenz zur Flächennutzung für **Energie liefernde Pflanzen**. Erfolge auch im Bildungswesen verglühen, wenn sie kaum geschaffen die Menschenvermehrung bald überholt. Sollen statt kulturvoll lebender Menschen immer mehr geradeso irgendwie leben, und das nach Erfindungen vor allem ab dem 18. Jh., die jammervolle Mühen etwa in der Textilherstellung oder der Fortbwegung ablösten? 'Armut' als Kult-Status? Addierte man den Nährwert der um 2010 **weltweit produzierten Nahrungsmittel** und teilte diese durch die Weltbevölkerung stünden jedem Erdbewohner 2800 kcal pro Kopf und Tag zur Verfügung, wäre also jedermann von den Kalorien her ausreichend ernährt (M. QAIM et al. 2010). Aber die Orte reichlicher Nahrungserzeugung und die Mangelgebiete sind teilweise voneinander entfernt und eine Verteilung ist nur teilweise möglich. Um das Jahr 2050 stünden infolge gewachsener Weltbevölkerung pro Kopf und Tag nur noch 2200 kcal bereit - also wäre eine Steigerung der Agrarproduktion erforderlich. Wie sollte das geschehen? Durch Erschließung neuer Flächen? Mehr Düngung, mit dem dann vielleicht knapp gewordenen Phosphaten?

Unter den **Kolonialherren** hat es in den Kolonien gewiß große Grausamkeiten gegeben. Aber es waren 'böse weiße Männer', oder auch Ostasiaten, welche die Ammoniaksynthese zur Bindung von Luftstickstoff **erfanden** und so mit diesem und anderen Mitteln Ertragssteigerung auf den Äckern zuwegebrachten, welche in Afrika **tödliche Seuchen** wie die Schlafkrankheit und vielerorts die Malaria **nie-**



Abbildung 1659: Glaube im 20. Jh., Bulgarien 1968.

**derrangen**, welche auch die **Mittel zur Geburtenbeschränkung** entwickelten. Wo in den Kolonien hätten es andere hervorgebracht.

## Religion - ein Hemmnis für eine vernünftige Gestaltung der Erde?

Die Zuwendung zur Religion ist oft noch vorhanden, ja hat sich vielerorts gewaltig vermehrt. Sollen Götter retten? Trotz der modernen Naturwissenschaft, trotz DARWIN, HAECKEL, WILHELM OSTWALD und vieler anderer hören im 21. Jh. zahlreiche Menschen in erster Linie auf die Religionsführer, den Papst etwa, auch die, welche jede Geburtenkontrolle außer durch die von vielen kaum einzuhaltende Enthaltsamkeit hintertreiben.Wie auch bei den **Russen die alte Gläubigkeit** im 21. Jh. wieder weit verbreitet ist, Längst steht neuerbaut in Moskau wieder die unter STALIN gesprengte Erlöserkirche, nimmt Rußlands Präsident PUTIN an religiösen Feiern teil. Dabei hat kein neuer großer Krieg die Russen verängstigen müssen, um die Hinwendung zur orthodoxen Kirche wieder zu begründen. Religion ein wohl menschliches Grundbedürfnis?

Ein sich fast völlig an die Wörtlichkeit seiner heiligen Schrift bindender **Islam** erlebte seit 1991 und im 21, Jh. einen kaum noch für möglich gehaltenen neuen **Aufschwung**. Die säkulare Türkei, das Ägypten NASSERs, bis 1970, oder auch die einst sowjetischen zentralasiatischen islamischen Staaten schienen etwa das Kopftuch und gar die viel weiter gehende Gesichtsbedeckung fast völlig und für immer abgelegt zu haben. Und nach 1991 kehrte das alles zurück. Gerade **der Kom-**



Abbildung 1660: Gebet auch 1963. Ulan Bator.

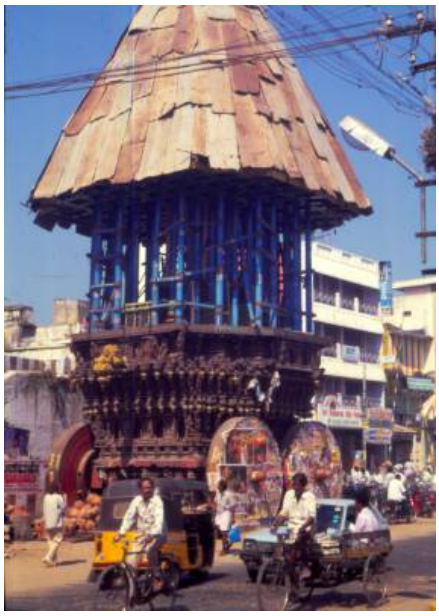

Abbildung 1661: Kultwagen S-Indien. 1999.



Abbildung 1662: Hilf Buddha? Singapur 2001.

**munismus der Sowjetunion**, der immerhin um die 70 Jahre bestand, ist mit seinen Religionsverboten und Religionsverfolgungen bei vielen grandios **gescheitert,** und nicht nur beim Islam, auch bei Heiden. Und das in dem Land, das auch so viele Wert auf naturwissenschaftliche und historische Bildung legte. Und das in diesen nun unabhängigen islamischen Republiken wie Usbekistan, Turkmenistan, Tadshikistan, Kasachstan verbunden mit einem Aufblühen der Städtebauten wie besonders auch in Kasachstan mit der neuen Hauptstadt Astana, fern dem erdbebengefähdeten Alma-Ata. Autokratisch regiert, werden für ihre Kulturdenkmäler wie in Samarkand Touristen zum Besuch geworben. Und eine Fülle von Kulthandlungen (s. viele YouTube 2018), und seien es symbolische wie das Ziehen von Pflügen im Tempelbereich in Bangkok, prägt auch im 21. Jh. Thailand, Myanmar, Nepal, Indien, ja auch Japan. Hunderte Tempel in Gold über Gold gibt es in Bangkok, Tausende Pagoden in dem an anderen Orten auch in Myanmar/Birma so häufig wie eben die Tausende Kirchen in den europäischen Ländern. Schamanen werden von Kranken aufgesucht im ebenso buddhistischen Tuwa in Sibirien und es gibt große buddhische Feiern. Ein Teil des Volkes der Mari im mittleren Wolgagebiet opfert wieder Waldgöttern. Es sind nicht unintelleligent aussehende Leute, auch Lehrerinnen, die daran teilnehmen (YouTube 2018), wie gläubig auch immer. Die Zurückdrängung der Religion hatte Grenzen, auch wenn etwa in der Mongolei etwa 30.000 Mönche getötet wurden (YouTube). Beten zu Buddah in Tempeln gibt es massenhaft nun auch wieder in Vietnam (YouTube). Etwa die Hälfte der Mongolen pfegt wieder ihre buddistischen Traditionen, liest die Suren. Tradition wird

bei zahlreichen Völkern wieder sehr gepflegt. Bunte Feiertage, nicht nur staatsgeprägt, reichten nicht aus. So wenig wie nüchterne Staats-Architektur, der doch das Bunte der Pagoden Myanmars fehlt. Die weniger religiösen und wissenschaftlich denkenden europäisch geprägten Menschen und auch viele Japaner erfreuen sich immerhin der bunten Kulthandlungen in mehr gläubigen Ländern, zumal viele toleranter gegen Fremde sind als Mekka und Medina. Wenn religiöse Menschen Indiens noch im Alter weite strapaziöse Pilgerreisen unternehmen oder Tempel mit Hunderttausenden als wiedergeborene Vorfahren betrachtete Ratten (YouTube 2018) massenweise besuchen und den Ratten opfern, dann wirkt das nicht als ein Machtmittel im Dienste irgenswelcher Feudalherren, sondern entspringt ihrem 'Willen', der eben religiös geprägt ist. Und frühe Unterweisung im Koran prägt das weitere Leben der im islamischen Glauben erzogenen Kinder. Auch in Bayern gibt es keine Feudalherren mehr, für die religiöser Glaube eine religiöse Unterdrückungswaffe wäre. Glaubenslose haben das verkannt! Vergeblich wird der glaubenslose Aufgeklärte mit den meisten Religiösen diskutieren. Es bringt nichts! Die Klöster Tibets verringerte China, wie vorher die kommunistischen Herrscher in der Mongolei - wie weit wird das eigentlich aufgeklärte China kommen, aufgeklärt wie wohl auch Vietnam - Völker mit viel Intellektualität? Gläubige Tibeter verbringen einen Großeil ihres Lebens mit religiösen Ritualen, mit dem immer wiederholten Lesen heiligere Texte, Sutren, auch mit dem Drehen von Gebetsmühlen. Man will Karma anhäufen, um nicht als widerliche Kreatur wiedergeboren zu werden (YouTube 2019). Kann so ein Volk moderne wissenschaftliche Bildung erwerben? Wenn Aufklärung helfen würde - alles das gäbe es nicht! Über das Werden der Erde gibt jedes Lehrbuch der historischen Geologie wohl genügen Auskunft und um 'Moses' könnte man da außen vor lassen!

Der Biologe JULIAN HUXLEY schreibt von der abstrakt-**intellektuellen religiösen Auffassung** seines Bruders, des Schriftstellers ALDOUS HUXLEY: ALDOUS war ein "komplexer Mensch, ein Mystiker ohne Gott, der nach dem Transzendenten griff, der endlos nach dem Gefühl von Sicherheit und Gewißheit suchte ... Er verlor nie das starke Gefühl des Staunens über die seltsame und phantastische Erfahrung des Lebens" (zit. bei B. SCHELLER 1988, S. 221). Auch so ging es. Oder Religion als feierliche erhabene Musik, ohne zweifelhafte Forderungen. Aber man sollte nicht den klaren nüchternen Blick der Naturwissenschaftler bei der Beurteilung der Dinge verlieren. EDISON wird die Meinung zugeschrieben (G. S. BRYAN S. 269): "Die Wissenschaft kann keinen anderen Schluß ziehen als dem, daß überall in der Natur eine große Vernunf herrscht", aber einer theologischen Einstellung stand er fern. Im 20./21. Jh. ist es nötig, daß **der Mensch** sich **als Beherrscher und Gestalter der Natur** empfindet, der auch in natürliche Populationen von Wildtieren, auch von sich zu stark vermehrenden Elefanten in manchen Nationalparks, eingreifen muß, daß er seinen Platz in der Natur begreift

(s. W. H. MURDY 1975, S. 1172 u.a.). Vernünftige Menschen müssen entscheiden, was wo geschützt werden muß, ob Wölfe oder Mufflons.

**Religion und** offener **Diskurs,** von sich ändernder Meinung **lebende Demokratie** - sind **schwer zu vereinbaren** (Cicero u. a.).

Die islamisch-arabischen Länder sind nicht nur in der Buchproduktion überhaupt zurückgeblieben, sondern 17% der Titel waren "glaubensspezifisch bei etwa 5% religiöser Bücher im Weltdurchschnitt" (D. DINER 2005, S. 37). In der Türkei war es mit Büchern, auch wissenschaftlichen, besser gestellt, aber die neueste, 21. Jh. Abschaffung der Evolutionstheorie in der Schulen läßt gegenüber der Zeit von ATATÜRK neue Stagnation ahnen.

## Es gab auch ein fast kriminelles Streben nach Bevölkerungszunahme

Manche Staaten auch Europa und auch Japan betrieben eine krude Politik der **Bevölkerungsvermehrung**, um dann **Territorialforderungen** gegenüber anderen Ländern abzuleiten. Ein Teil der hinzugekommenen Männer wurde **dann in Aggressionskriegen** zur Aneignung fremder Territorien **geopfert** und es sollte so der **Weg zur noch weiteren Vermehrung der eigenen Ethnie** bereitetet werden. Das, anstatt festzustellen, daß das eigene Land ausreichend bevölkert ist und man die eigene Bevölkerung stabil hält und so kein Nachbar sich bedroht fühlen muß. In **Italien**, das vielleicht zu seinem Segen viele Menschen durch Auswanderung verloren hatte, forderte Faschistenführer MUSSOLINI in einer Ansprache am 26. Mai 1927, Maßnahmen zur Förderung großer Familien (A, M. CARR-SAUNDERS 1936, S. 227). Italiener sollten aber auch jenseits des Mittelmeeres siedeln und Äthiopien wurde zu unterwerfen gesucht. Wobei es sicherlich nicht nur um Siedlungskolonien ging, sondern auch um Rohstoffe. Dabei hatte MUSSOLINI in der inneren Kolonisation durchaus einiges zuwege gebracht, etwa durch Kultivierung der einst maleria-versuchten Campagna unweit Rom. Italien, das war einmal ein kunst- und wissenschaftsreiches Land und dazu wie im Kontrast mit vieler armer Bevölkerung, Auf dem Lande: die oft lebenslang an haltende Malaria, durch unzureichenden Beinschutz auf nassen Feldern Hakenwürmer im Darm mit fortlaufendem Blutverlust, Hautkrankheit wegen der einseitigen Mais-Ernährung. Mit immer wiederkehrendem Fieber und Blutarmut konnte wohl keine große Arbeitsleistung zustandekommen und hatte die 'Faulheit' ihre Gründe. In den Städten enge Gassen, und Kinder, die an den Fremden bettelnd herumzerrten. Fortgesetzt in den Nahckriegsjahrzehnten konnte **Italien** diese Übel so beseitigen, daß der Reisende etwa in den 1990-er-Jahren davon vielerorts dem allem nicht mehr begegnete. Aber die auf stete Vermehrung der eigenen Bevölkerung setztende Politik erlebte in **HITLER-Deutschland** dann noch eine weitere groteske Steigerung,

mit Mutterkreuz und immer wieder gefeiertem Opfertod, mit Fahnen und Fanal, denn die eigene Ethnie sollte sich durchsetzen auch auf Kosten anderer, und auch unter eigenen Opfern in den Kämpfen Der üble und selbstverständlich 1945 lange überlebende Lyriker HANS BAUMANN dichtete dann zu einer Sonnenwendefeier (Erinnerung (R. DELF et al. 2015, S, 60/61):

"Nun lasst die Funken fliegen in das große Morgenrot,

Das was zum Siege leuchtet oder brennt zum Tod.

Denn mögen wir auch fallen, wie ein Dom steht unser Staat,

Ein Volk aus hundert Ernten und geht hundert Mal zur Saat.

Deutschand, sieh uns, wir weihen Dir den Tod als kleinste Tat.

Grüßt er einst unsre Reihen, werden wir die große Saat."

Toller Lebensentwurf!

Ähnlich auch in **Japan**. Große Teile der Bevölkerung dieser und anderer Länder Europas und Asiens, in Deutschland wie in Italien und Japan, kamen nach den Kriegen ab 1945 zu einer anderen Einstellung zur Geburtensrate,. Und das ohne äußeren Zwang, aus der offensichtlichen Einsicht der Menschen. Es kam bis hin zu einem bedenklichen Absinken der Geburtenrate und einer fast übernormalen Förderung der Einzelkinder. Konnte anders als so dem drohenden Menschenüberschuß begegnet werden?

Bedenklich konnte sein, wenn gefordert wurde, daß Regionen mit wenig ertragreicher Landwirtschaft einer ertragreicheren zu weichen hätten und dann auf dem gleichen Land viel mehr Menschen leben konnte. Das wurde von Hitler-Deutschland gegenüber der 'polnischen Wirtschaft' vorgebracht, etwa für den Warthegau. Damit sollte aber nicht den dort wohnenden Polen geholfen sein, sondern das Land von deutschen Neusiedlern besetzt werden. Israel lobt sich der viel besseren Nutzung der Negev-Wüste als bei den Beduinen geschah. Und für manche Regionen von Afrika verweist man auf die aus Prestigegründen gehaltenen ertragarmen Rinderherden und überhaupt den Mangel an intensiver Landbebaung, wie es die Chinesen leisten und auch auf von ihnen gekaufte Gebiete in Afrika übertragen wollen. Der Kleinbauer hat dann oft das Nachsehen. Kleinbäuerliche Gartenwirtschaft ist allerdings ertragsreich und auch mancher deutsche Kleingarten führt vor, was man auf 200 Quadratmetern an Nahrung herausholen kann. Nur deshalb hielt sich die Zahl der Hungertoten im Deutschland von 1945 und 1946 in Grenzen.

**Japan** (W. M. TSUTSUI ed. 2006) - das Land ist mit 377, 835 qkm flächenmäßig kleiner als der 423,970 qkm bedeckende USA-Bundesstaat Kalifornien. Innerhalb

60 Jahren hatte sich die Bevölkerung Japans verdoppelt (A. M. CARR-SAUNDERS 1936, S. 265). Verteilt war die Bevölkerung 1936 sehr ungleich, 83 pro Quadratmeile in dem 83. 457 qkm großen Hokkaido, immerhin größer als dem mit 78,772 qkm einnehmenden Schottland, und 1024 Menschen pro Quadatmeile im Norden von Shikoku. Hokkaido mit etwa 5 Monaten Schnee war nicht beliebt. 1933 wurde die Bevölkerung Japans mit 67,5 Millionen angegeben. Für 1950 wurden 78 Millionen geschätzt und wurde gemeint (A. M. CARR-SAUNDERS 1936, S. 265), daß die Zahl 100 Millionen wohl nicht erreicht würde. Für den Ackerbau galten 1/5 der Landfläche als geeignet und die Menschen mußten sich dort zusammendrängen. Viele kleine Bauernstellen konnten kaum die Familie ernähren. Japan mußte etwa 10% des dort konsumierten Nahrungsmittels Reis einführen. Einwanderung in die USA war abgeblockt worden. 1936 lebten aber dennoch nur etwa 1 Millionen Japaner außerhalb des eigentlichen Inselreiches.

Die Japaner verlassen wohl ihre Heimat ungern, vor allem nicht in kühlere Regionen. Japan hatte andrerseits eine ehrgeizige, eroberungssüchtige Militärkaste. Eine Bevölkerungskrise mochte dem engen Inselreich drohen und vor allem mangelte es an Rohstoffen für die Industrie auf dem eigenen Terrirorium. Ausfuhr von Industriegütern für Nahrungsimport war nicht unbegrenzt auszudehnen. Überproduktion gerade an Industrieerzeugnissen gab es um 1930 überall. Länder neu verteilen wollen endete auch in Ostasien in der Katastrophe. In der Mandschurei, dem bis 1945 japanischen Satellitenstaat Mandschuko, hatte Japan sich Boden auch für eigene Leute angeeignet , trotzdem das rechtmäßig die Mandschurei beanspruchende China auch aus allen Nähten platzte. Seit der Beseitigung des kaiserlichen Regimes in China 1912 strömten Chinesen in die vom Mandschukaiser für Chinesen verschlossene Mandschurei, bald über 30 Millionen (W. CREDNER 1940, S. 44). 1936 gab es in der Mandschurei jedoch nur etwa 200.000 Japaner. Weitere Besiedlung wurde geplant. Statt die Geburtenrate einzudämmen wurde Geburtenkontrolle untersagt. Mit zu opfernden Kriegern sollte erst einmal ein größeres Japan erobert werden. Still und leise und möglichst nur im engen Kreise sah man "auf allen Bahnstationen immer wieder das Abschiedszeremoniell für die einzeln ins Feld hinausgehenden Krieger, Offizierte und Mannchaften." Japan dekretierte für jeden ersten Tag im Monat ab 1. September 1939 den 'Tag der Neugestaltung Asiens' (W. CREDNER 1940, S. 34) . Erschreckende Grausamkeiten wie in Nanking blieben nicht aus. Japan hat in seinen Kolonialgebieten damals auch viel investiert. In Mandschuko erstand die neue Hauptstadt Hsingking, welche nach des Geographen WILHELM CREDNERs (1940, S. 46) 1939 im Eindruck "an Großartigkeit der Planung ihresgleichen auf der Erde sucht, ..." Trotz Selbstaufopferung im Krieg, Bombardement auf Japans Städte, Atombomben und dann Verlust der Kolonien hatte Japan 1945 immer noch 72 Millionen Einwohner (W. S. UEMURA in W. M. TSUTSUI ed. 2006, S. 317) und die Frauen trugen 1947 immer noch

im Durchschnitt 4,5 Kinder aus. Für das Jahr 2005 waren dann 128 Millionen Menschen auf dem Japanischen Inselreich vorherzusagen. Es gab nur die Lösung: Einschränkungen der Geburtenkontrolle wurden aufgehoben. Statt strenger Reglements zum Bevölkerungswachstum wie ab dem Ende der 1960-er-Jahre in China konnten die Japaner zu freiwilligem einsichtigen Handelns gebracht werden. 1960 hatten Japans Frauen im Durchschnitt noch 2 Kinder, 1980 noch 1.75. Und es wurde nicht etwa mit den Menschen, weil es irgendwann wieder zu viele werden könnten, lässig umgegangen. Die Kindersterblichkeit war 2007 die niedrigste der Welt und die Lebenserwartung war gewaltig getiegen, von 1947 50 für Männer und 54 für Frauen auf im Jahre 2000 auf fast 78 für Männer und 84,6 für Frauen. Und das ist wohl ein Ausweis von **Kultur und Zivilisation**: **Begrenzte Kinderzahl** und **die Geborenen umsorgt** und **zu** einem **möglichst gesunden hohen Alter gebracht** und nicht verwertet für Kamikaze-Einsätze. Um 1980 wurde der Selbstversorgungsgrad von Japan für weit unter 75% geschätzt, aber es erntete einen hohen, zu einem beträchtlichen Teil nicht exportierbaren Überschuß an Reis (J. BERNST 1983, S. 265). Hokkaido wurde längst in die Besiedlung einbezogen. Für die größte Stadt auf Hokkaido, für Sapporo, wurden 2016 (Wikipedia 1,9 Millionen Einwohner angegeben. Zu Anfang des 21. Jh. wird bei den Japanern sogar ein zu starker Bevölkerungsrückgang befürchtet, bei immerhin 2018 noch 126,7 Mill. Einwohnern. Japan nahm 2014 lediglich 11 Asylbewerber auf (G. HEINSOHN 2015), schon um Japans Eigenart zu bewahren.

**Kleine Völker** wie die **Tschechen** oder auch die Bulgaren oder die Dänen, Finnen und Norweger **in einem begrenzten Territorium** wissen, daß sie ihren Raum nicht ausweiten können und haben sich vielleicht instinktiv auf eine **stabile Bevölkerung** beschränkt wie es die Japaner erst nach dem Platzen der Ausweitungsphantasien taten. Auch Massenverluste würden andererseits das gesellschaftliche Gefüge zerstören. Es geht und muß gehen. Viele Fremde im eigenen Land, wie die Deutschen bei den Tschechen, mochten sie dann verständlicherweise nicht.

Schwere Auseinandersetzungen erlebte **Mexico** (H. W. TOBLER 1992). Gegen die gerontokratische Regierung des PORFIRIO DIAZ, der mit nur scheinbarer Unterbrechung wegen zunächst nicht bestehender Wiederwahl von 1876 - 1910/11 so gut wie diktatorisch regierte und unter dem zwar wirtschaftliche Erfolge zustandekamen, aber die Oligarchisierung schließlich vielen Unmut und Aufstand hervorrief. Die Großgrundbesitzer, die Besitzer der 'Haziendas', hatten sich dorfeigenes Land aneignen dürfen und vor allem im Süden gingen unter EMILIANO ZAPATA (H. W. TOBLER 1984, bes. S. 185, S. 278 ff. u. a.) die '**peones**', die kleinen Landwirte und Landarbeiter in den opferreichen Kampf. besonders seit 1913 mit zeitweiligem Sieg 1914/15, der 'regionalen "Revolution in der Revolu-

tion", wobei für viele ein eigenes **kleines Stück Land zur Selbstbebauung** ihr Ziel war oder auch Dörfer zur genossenschaftlichen Wirtschaft übergingen (S. 283). Die Bauern blieben im Gegensatz zu anderen revolutionären Kreisen beim Katholizismus, ZAPATA wurde 1919 nach einer Einladung auf ein Gut unerwartet und hinterlisitig von Kugeln durchsiebt, VILLA starb bei einem Attentat 1923 in Mexico-City. Am 29. April 1945 endete in Selbstmord der viel gelesene und zuletzt dem Nazitum verbundene Journalist COLIN ROSS (1941), der aber die Revolution in Mexico neben 'PANCHO VILLA' hautnah erlebt hatte und über die Endresultate auch im agrarrevolutionären Bereich der Zapatisten berichtete. Wie großartig wurde Mexico? Die 1917 in Queratarо beschlossene Verfassung war eine der liberalsten Verfassungen der Welt. Aber das in einem Land, in dem sie viele nicht lesen konnten. Laut Verfassung von 1917 galten alle Enteignungen und Aneignungen durch die Hazienderos als null und nichtig, der Grund und Boden gehörte der Nation und konnte darüber frei verfügen, es wurde Gemeindeland. Die Peones sollten auf Wunsch zur Nuttzung ihre Parzellen erhalten. Konnten sie bebauen. "Nichts ... stand der angekündigten Zeit des Glückes und Wohlstandes für alle mehr im Wege" (C. ROSS 1941, S. 114). Aber was kam? Keine Verwirklichunge der Verfassung. Ein blutiger Aufstand der 'Cristeros', der vor allem dörflichen Katholiken, besonders 1929 (H. W. TOBLER 1992, S. 396 ff.). Dem Augenschein nach lebte auch nach Jahren die Landbevölkerung noch immer in Armut (C. ROSS 1941, S. 113). Durch Kinderreichtum wuchs die Bevölkerung ab 1910 um 21%, bei sinkender Maiserzeugung. Angebaut wurden von den Peones fast ausschließlcih Mais und Bohnen. Die Agaven für das notwendige Getränk Pulque konnte nur auf großen Gütern erzeugt werden, entfielen also für den Anbau auf Kleinparzellen. Wie war Mexico etwa etwa 1997 (ZIRNSTEIN)? Besonders in Mexico-City: **Großartige Universitäten, großartige Museen**, Pflege der Kulturdenkmäler und auch solche wie die Pyramiden mit keinesweges humaner Vergangenheit. Aber auch sehr einfaches Leben bis hin zu Armut auch in den Städten, auch in der Hauptstadt, und Gefahren für Leib und Leben. Viel Besuch im Gottesdienst in San Cristobal mit einer recht angenehm wirkenden, wohl mittelständischen Bevölkerung, die dem fremden Gast bei der Versöhnungsaufforderung des Priesters beim Gottesdienst auch die Hand reichte. Fehlt vielen Mexikanern der Blick in die Zukunft, begnügen sich mit dem, was der Tag hoffentlich bringt, in kleiner Dienstleistung oder Bettel? Könnten 3 oder 4 Papaya-Bäume dort stehen, wo einer steht, wie der 1997-Eindruck (ZIRNSTEIN( zeigen könnte? Bananen, zuckersüße, spielen auch eine Rolle. Verbreitet ist auch viele Frömmigkeit, auch Aberglauben und mancher Kult, ein Einfügen in die Umstände.. Es gibt Schulpflicht, aber sie wird oft nicht eingehalten. Lieber verkaufen manche Kinder Trödel an Touristen, die laut dem Reiseführer nicht kaufen sollen, denn 'die Kinder sollen in die Schule und wollten mit dem Geld nur Kinkerlitz erwerben." B. TRAVEN versuchte den Blick in die



Abbildung 1663: Hütte in Chiapas. 1997.

Seele der Mexikaner. Und 2016 Tote durch die Drogenbosse, wenn auch nicht nur durch diese - Mexico wohin?.

Aber so war am Ende des 20. Jh. und danach (ZIRNSTEIN) der Eindruck von den Ländern der **sogenannten 'Dritten Welt**': Hohe bis höchste Kultur, die über einer oft armen, wenig gebildeten 'Masse' schwebt, einer Masse, die auch durch Schulen nicht zur Teilnahme geführt wird. Arbeitslos wurde diese Masse auch nicht ausgebeutet, war wie 'nicht da'. So sah es auch in **Indien** aus. Und die indische Oberschicht, in ihrem Kastendenken, nimmt das augenscheinlich völlig gelassen hin. Die Begüterten der 3. Welt leben wie in der 1. Welt. Manche Abhängte, Obdachlose, in der 1. Welt leben wie in der 3. Und die sozialistisch-kommunisten Länder, die 2. Welt, hat viele Probleme nach Ansicht großer Teile ihrer Bevölkerung auch nicht gelöst, die 'Sowjetunion wie Obervolta mit Atomraketen'. Mit Bildung hoffte und hofft man, neue einsichtsvolle Generationen heranzuziehen. In die nicht zur 3. Welt zu zählenden Türkei haben nach 1933 deutsche Professoren moderne Naturwissenschaft, so Biologie, Chemie, Geologie, Landwirtschaftslehre an die neue Universität Ankara getragen. Ein Lehrer in Halle versicherte ZIRNSTEIN, daß er in den 1990-er-Jahren einige Jahre als Gastlehrer in höheren Schulen in der Türkei Biologie und Chemie lehrte und dort die dankbarsten und aufgeschlossensten Schüler in seinem ganzen Lehrerdasein unterrichten durfte und gern auf die Jahre mit ihnen zurückblickte. Es gibt sie durchaus, und wohl überall, die nach Kenntnissen in den modernen Naturwissenschaften streben. Indien hat ganz hervorragende Informatiker, vor allem aus Bangalore, hervorgebracht, unter anderen bei den Chinesen gibt es weltbedeutende Physiker und auch Paläontologen, aus Syrien kamen auch durch Disziplin ausgezeichnete top-Studenten. Aber wie viele in einer Bevölkerung sind es?



Abbildung 1664: Mexikanerin. San Cristobal 1997.



Abbildung 1665: Mexico-City: Bauernprotest 1997.



Abbildung 1666: Mexico-City: Kunstpalast.

Gewaltig ist gerade bei der Bevölkerungszunahme jedenfalls eine gewaltige und gefährliche **soziale Differenzierung**. So in **Südafrika** (ZIRNSTEIN 2002): Denkmal- und Museen-reiches Kapstadt und die gepflegte Universitätsstadt Stellenbosch - und dazwischen längs der Straße massenweise Blechhütten. Und Differenzierung kehrte zunehmend auch in Soweto ein.

Prekär wurde die Lage in **China**. Am 1. Oktober 1949 hatte MAO TSE TUNG die Volksrepublik China ausgerufen. In einer Volkszählung 1953 wurden für China 582,6 Mill. Menschen ermittelt (J. D. SPENCE 1991, S. 683). Wie weit kurz nach dem Sieg der Revolution das voll stimmte sei dahingestellt. Es gab zunächst eine wohl in vielem vernünftige Entwicklung. 1956 wurde nach harten revolutionären Maßnahmen für die Kulturschaffenden das 'Blühen von Hundert Blumen' verkündet, wobei das Unkraut aber verdammt wurde. Mit den. Blumen wie mit dem Unkraut waren natürlich Menschen gemeint. Aber in einem "Großen Sprung" sollte ein Sprung in einen hohen Lebensstandard in kurzer Zeit erreicht werden. So nach 'Tausend Tage harte Arbeit, zehnttausend Jahre Glück.' Auf dem Lande wurden die Menschen in Kommunen eher hineingepreßt als daß sie freiwillig beitraten. Gewiß war es so möglich, Kanäle und Staubecken zu bauen. wohl auch zu erzwingen. Die Folge war Hunger. Erst 1980 wurde unter HO YAO BANG zugegeben, daß es gegen 20 Millionen Hungertote gegeben hatte. Aber im 21. Jh. gilt das nach neueren Untersuchungen als weit untertrieben. Es wird mit bis 40 Millionen Hungertoten gerechnet (A. PANTSOV et al. 2013/2014), wird von "Massenmord



Abbildung 1667: Dorf bei Shanghai. 1963.

und Menschenexperiment in China 1958 - 1962 geschrieben (F. DIKÖTTER 2014). Sicherlich gab es große Ignoranz der führenden Kader, die selbst nicht hungerten. Von 215 kg Korn pro Kopf 1957 habe ein Absinken auf 154 kg stattgefunden (J. D. SPENCE 1991, S. 583). Die Fläche genutzten Landes wird für 1957 mit 111,830 ha angegeben, mit 102, 903 ha für 1962 (S. 688). Pro Kopf hatten die USA etwa 8mal mehr bebaubares Land als China (S. 687). Etwa die Hälfte aller Toten in den Hungerjahren waren Kinder unter 10 Jahren (S. 583). Eine Völkszählung 1964 ergab für China dennoch 694,6 Millionen Bewohner. Und MAO ließ 1958 alle Förderer der Geburtsbeschränkung maßregeln (Spiegel 11. 04 1962). Trotz der Hungertoten hatte es von 1956 zu 1964 einen Zuwachs von 112 Millionen Menschen gegeben. Es ist dabei durchaus auch eine Verbesserung der Gesundheitsfürsorge in Städten und manchen Regionen in Rechnung zu stellen. Hätte man eine Bevölkerung von 500 Millionen stabil halten können, wäre die 1-Kind-Politik nie nötig gewesen und mit durchschnittlich 2 Kindern pro Familie wäre man dem Problem der schweren Altenversorgung entgangen.

Man war fähig, Anfang der 1960-Jahre dem Ausland gegenüber die Hungertoten weitgehend zu verschweigen. Der MAO-Biograph SNOW, der noch einmal China besuchte, meinte, daß er von einer Hungersnot in China nichts bemerkt habe (A. PANTSOV et al. 2013/2014). Dem Reisenden 1963 (ZIRNSTEIN) erschien chinesische Landwirtschaft nicht überall schlecht, wenn auch noch nicht allzu mechanisiert. Auch wenn der Chinatourist 1963 von Tieren angetriebene Schöpfwerke möglichst nicht fotografieren sollte - ein verfehlte Maßnahme zur Verschleierung für den damals von niemandem kritisierten technischen Stand der chinesischen Landwirtschaft. Peking war etwa 1963 dennoch eine aufstrebende Großmetropole.

Die Probleme auf dem Land hatten durchaus zu schweren Auseinandersetzungen



Abbildung 1668: Dorf N Peking. 1963.



Abbildung 1669: Dorftransport, bei Shanghai. 1963.



Abbildung 1670: Wasserhebegöpel, bei Shanghai. 1963.



Abbildung 1671: Peking 1963.



Abbildung 1672: Peking 1963. - China wohin?.

in der Kommunistischen Partei geführt. Es war wohl damit gerechnet worden, daß sich die Menschen viel mehr einfügen und alles, von der Stahlerzeugung im Dorfschmelzofen, örtlichen Stauseen und ertragreicher Landbebauung, meistern. Mit der Kulturrevolution und der erneuten Verfolgung von Intellektuellen 1966 sicherte sich MAO noch einmal die Führung, gegen LIU TSCHAO TSCHI, DENG XIAO PING und andere, mit der Realität mehr vertraute Politiker. Es ist erstaunlich, wie schnell man nach dem Ende der 'Kulturrevlution' mit der aufgeputschen Jugend fertig wurde, die Zerstörung an Kulturgütern rückgängig machte, die Wissenschaft rasch reifte, während in Europa die '68er' weiter tobten. Die Sowjetunion hatte sich von dem politisch aufgeputschtem China mit seiner Kulturrevolution von 1966 schwer bedroht gefühlt und China seinerseits legte **riesige unterirdische, vermeintlich atomsichere Städte** an. Hier wurde eine sehr schwere Krise wenigstens erst einmal genildert. Nach 1976 wurde der Privatinitiative zunehmend Raum gegeben.

Eine Volkszählung 1982 ergab über 1 Milliarde Bewohner in China. Ein 1-Kind-System und Geburtenkontrolle wurden rigoros durchgesetzt. Ausgenommen von der 1-Kind-Politik waren die nationalen Minderheiten, immerhin. Bei den Hanchinesen durchzogen lokale Sterilisationsteams die Dörfer, von bewaffneten Eskorten geschützt (J. D. SPENCE 1991, S. 686). Zwischen September 1981 und Dezember 1982 wurden 16,4 Millionen Frauen und 4 Millionen Mäner sterilisiert (S. 686). Alle kommunistische Erziehung hatte nicht einmal dazu geführt, daß bei der Geburt Mädchen den Knaben als gleichwertig angesehen wurden und man Mädchen bevorzugt beseitigte. Ein Männerüberschuß von 37 Millionen läßt Mädchenentführung boomen, War mit der Durchsetzung der Bevölkerungspolitik ein mit Atomwaffen zu führender Krieg um 'Lebensraum' in Sibirien vermieden worden? Hatte MAO TSE TUNG nicht gemeint, daß sich China einen Kernwaffenkrieg leisten könne, da eine genühende Anzahl von Chinesen übrigbliebe? Waren nicht gewaltige unterirdische Städte, groß wie oberirdische Stadtanlagen, angelegt worden, weil der Krieg mit der Sowjetunion drohte? Den Einzelkindern in einer nunmehr abgesehen von Krieg gegen Vietnam friedlicheren Gesellschaft wurde andererseits wie in Japan in wohl mehr Fällen familiäre und staatliche Fürsorge zuteil, reiften Kinder in einer besseren und mehr tragbaren Gesundheitsfürsorge gesünder heran. Die Lebenserwartung hatte sich durchaus auch erhöht (S. 688). China ging den Weg des wirtschaftlichen Aufstiegs und nicht den der im Westen noch geschwenkten roten Mao-Bibel. In der landwirtschaftlichen Produktion hat China zwischen den Hungerjahren und 1999 aber stark aufgeholt! Hätte China ohne die Geburtenbeschränkung 400 Millionen Menschen (YouTube 2019) mehr ernähren können? Und wann hätte doch Schluß sein müssen, **bei aller Verletzung der Menschenrechte**, 1963 bei einer China-Reise konnte man (ZIRNSTEIN) in Peking und anderswo noch die Armut gerade der Kinder auf der Straße

sehen. Wenn dieser Anblick nun vorbei ist, dann kann man das wohl nur als Erfolg betrachten. Die Steigerung der Produktion an Reis, Mais und Weizen wird für zwischen den Hungerjahren und 1999 um das 4-fache des Wertes angegeben. Dann aber wndete sich das Blatt wieder: Vom vorübergehenden Exportland auch für Lebensmittel wurde China wieder zum Selbstversorger und "zum weltweit bedeutendsten Importland für Weizen und Soja" (K. HAHLBROCK 2009, S. 251). Es gab Bewässerunsgprobleme und ebenso die Überbauung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Die nicht zu den Han-Chinesen gehörenden Randvölker lebten mit etwa 20 Millionen Menschen auf etwa einem Drittel des Territoriums der Volksrepublik China, im Jahre 2010 (Internet, Wikipedia 2016 u. a.) fast 9 Millionen der heutigen Uiguren und reichlich 7 Millionen Tibeter, fast verschwindende Minderheiten gegenüber den 1,3 Milliarden Han-Chinesen. Die Territorien der Minderheiten wurden rücksichtslos besetzt, auch ohne Notwendigkeit vieles von ihrer Kultur, etwa Altstädte, Lhasa oder bei den Uiguren zerstört. Das Hochland von Tibet mit ihren beginndenden Strömen hatte Strom aus Wasserkraft und auch Wasser für China zu liefern. Proteste mancher Gutmenschen etwa in Europa konnten kaum ausklammern, daß die über 1 Milliarde Han-Chinesen ohne territoriale Ausdehnung ihren Lebenstandard nicht hätten verbessern können. Sollte die Klosterkultur der Tibeter dem entgegenstehen?

Wie etwa war es in den von europäischen Mächten beherrschten Kolonien? Regionen wie der indische Subkontinent, Ceylon, Java, Ägypten wurden befriedet, denn innere Unruhen störten. Und es stieg auch im späteren Zusammenhang mit medizinischen Errungenschaften die Menschenzahl. Das war wie in dem seit 1644 von den Mandschu-Kaisern beherrschten und bis ins 19. Jh. befriedeten China. Ernst war und wohl noch ist die demographische Lage in **Indien,** wo es im 20. Jh. schwere Hungersnöte gab. Indien-Erlebnis 1999 (ZIRNSTEIN): mit Städten wie Agra, Jaipur, Neu-Delhi. auch Bombay/Mumbai, mit von den Touristen zu Recht bewunderte Baudenkmäler und Museen und demgegenüber auch in Neu-Delhi Obdachlosigkeit und größtes Elend und Armut in Bombay. In Agra wurde der Tourist von dem verwahrlosten Bahnhofsvorplatz sofort nach einem eingezäunten Touristenwohnquartier gefahren, wo es alles gab, auch an Speisen. Die Reisegruppe besuchte in Agra das Tadsh-Mahal und das Rote Fort. Vor dem Eingang müssen mit Knüppeln die bettelnden und die mit Postkarten handelnden abgerissenen Unterdogs verdrängt werden. Auf den Etagen des Roten Forts dann ein ganz anderes Indien: Schön gekleidete und lächelnde Frauen. Jene Gestalten, welche die Reiseprospekte empfehlen und mit denen man gern Kontakt aufnimmt. Indien, das erschien eine in völlig verschiedene Gruppen getrennte Gesellschaft. **Kasten** auch heute. Und die Oberschichten nehmen das augenscheinlich gelassen hin, wollen oder auch können dem nicht steuern. In Handwerkstätten, die etwa Andenken für Touristen herstcllen, produzierten die Arbeitenden sitzend am Boden

und ein strenger Chef, der den besuchenden Touristen kostenlos Cola-Getränkt anbot, beaufsichtige mit strenger Miene. Ein Trost: bisher war man in der Lage, die indische Kultur zu bewahren! Südindien, **Kerala**, Hammer und Sichel und bei ohnehin wohl bestehender gegenseitigen Hilfe keine Zwangskollektivierung - weniger Kinder, wenig Schmuddel, der Fremde kann gefahrlos spazieren, Gegensatz zu dem Dauerbettel im Norden. Flugreisen für alle? Migration nach Europa? Was tut sich? Kommen muß Bildung - hieß es. Es wird genügend junge Leute geben, die Bildung annehmen würden. Aber gilt das für alle? Beim Blick durch die Fenster in eine größere Schule in Madras/Chennai sah man 1999 Leute mit Rohrstöcken den Unterricht begleiten.

In der **Sowjetunion** hatte CHRUSTSCHOW noch eine starke Bevölkerungsvermehrung gefordert, Verdoppelung der 200 Millionen. Und eine starke Bevölkerungszunahme verzeichnete die **USA** (Spiegel 11. 04. 1962).

Auf den **Philippinen** (You Tube 2014 u. a.) ist der Einfluß der katholischen Kirche bei den Menschen noch so groß, daß die Ratio zur Geburteneinschränkung sich nicht durchsetzt und eine baldige Katastrophe droht. 1951 kann man ergoogeln knapp 19 Millionen, 1910 25, 5 Millionen, 1971 über 36 Millionen, 1981 reichlich 48 Millionen, 2001 um 78, 768 Millionen, 2016 103,3 Millionen, 2017 über 104 340. Manila mit 14 Millionen Einwohnern um 2014! Ist Schule für alle noch möglich?

Ein Stadtstaat, der auf Intelligenz setzte, wurde **Singapur,** mit einer Fläche von 725,1 qkm, und vieles davon durch Sandaufschüttung dem Meer abgerungen, mit 2019 5, 703 600 Ew., 76,8% Chinesen, dann Malayen und Inder. Eine 1986 gegründete People's Action Party hat durchgesetzt, Akademiker für Kinder finanziell zu belohnen, und belohnte Unterschichtenangehörige für Sterilisation nach dem 1. oder 2. Kind (Internet). In einer Demokratie von EU-Zuschnitt wäre so etwas nicht machbar. Wegwerfen von Papier in der Stadt Singapur wird streng geahndet und Singapur glänzt durch Sauberkeit. Jedenfalls wird in Singapur intelligenter gelebt als im Gaza-Streifen, dem eine ähnliche Entwicklung zu wünschen gewesen wäre.

In der **Türkei** gab es 1944 etwa 17 Mill. Einwohner, 2017 werden 79, 81 Mill. angegeben (Wikipedia 2019). Viele Türken leben auch in anderen Ländern.

Und wie war es einst im vorkolonialen und kolonialen **Afrika**? Wohl sehr unterschiedlich. Von den Zuständen im oberen Niltal schreibt GEORG SCHWEINFURTH (Neuausgabe 1986, S. 156/157) bei den Niam-Niam, die neben Jagd auch Ackerbau betrieben und den tyrannisch in ihrem Staat regierten Mangbattu, die ungeachtet ihrer Vorratskammern und Kornmagazine, einer waffenreichen königlichen Rüstkammer (S. 208) und wohl ausgestatteten Hütten vor allem durch

Kannibalismus berüchtigt wurden. Stimmt das in diesem geschilderten Ausmaß? SCHWEINFURTHs Bericht 'Im Herzen von Afrika', zuerst erschienen 1874, hat die Vorstellung vieler Leser über die Ureinwohner von Afrika stark bestimmt.

**Fleiß und Erfindersinn** bestanden bei den schon lange dort lebenden Bewohnern Afrikas in reichem Maße durchaus.und das wurde offensichtlich auch in Kolonialzeiten nicht alles zerstört. Der deutschen Landwirtchaft im 19. Jh. gegenüber konnte die eigenständige Landwirtschaft in Afrika als gleichwertig eingeschätzt werden. Vielfach war es auch Gartenbau. Und sein **Eisen** erzeugte Afrika selbst.

Von **Ruanda, 1893/1894**, berichtete 1899 GUSTAV ADOLF Graf VON GÖTZEN, S. 179: "Muagissense, den 24. Mai. Als wir heute in nordwestlicher Richtung weiter vordrangen, überraschte uns ein auffallender Wechsel in der uns umgebenden Natur. Durch wundervoll bebautes Land, über Berghänge, deren Erklimmen nur selten mit Schwierigkeiten verbunden gewesen, durch endlos erscheinende, tief dunkle Bananenhaine und dann wieder über saftige Wiesen waren wir bisher vorgedrungen. Die Dichtigkeit der Bevölkerung, die wohlbestellten Bohnenfelder mit grossen Reissern, welche die Stelle der Bohnenstangen vertraten, dann wieder Sorghumpflanzungen, in denen Vogelscheuchen - Nachbildungen bogenschiessender Männer - aufgestellt waren, all' dies hatte unsere Bewunderung hervorgerufen." - S. 171 - "grosse Heerden auf den Hochweiden zu sehen waren, und dass selbst an den steilen Hängen Feldbau betrieben wurde, was die Eingeborenen durch Anlage künstlicher Böschungen ermöglichten, wie es bei uns in den Weinbergen geschieht. Es sah aus, als seien die Felder gleich riesigen Treppenstufen über einander aufgebaut."

Eine nndere, damals nicht so drängende Frage ist, wie hoch waren etwa die Milcherträge der Rinder? Wohl schon damals niedriger als in Europa, wo im 21. Jh. Hochzuchtrinder dominieren und eine Milchschwemme existiert.

1901 wurde dieser Graf von GÖTZEN Gouverneut von Deutsch-Ostafrika und schlug mit aller Harte den Maji-Maji-Aufstand nieder, der dem Krieg gegen die Herero in Deutsch-Südwest nicht nachstand (Wikipedia 2019).

Von erfreulicher **Landwirtschaft südlich des Kilimandscharo** bei den Wadschagga, **um 1860**, wird berichtetaus dem Nachlaß des 1865 gestorbenen CARL CLAUS VON DER DECKEN 1869, **S. 270: "Die Wadschagga** sind ein Volk, welches sich in verschiedenster Beziehung auszeichnet; ... Die Bewohner des Kilimandscharo lassen sich nicht durch die Ergiebigkeit ihres Bodens zu trägem Müßiggange verleiten, bauen vielmehr, außer den beinahe von selbst erwachsenden Bananen, in beträchtlicher Menge auch andere Früchte, welche ihnen Mühe genug verursachen, wie Bohnen, Erbsen und dergleichen. Außerdem treiben sie Viehzucht, und zwar in ähnlicher Weise wie die Bewohner dichtbevölkerter und vorgeschrittener Länder Europas - mit Stallfütterung" (!). Letzteres hatten nicht einmal

die allerdings an Baustoffmangel leidenden Mongolen. Zur Arbeit der Männer bemerkt VON DER DECKEN, daß dazu gehört die Bewachung des Landes, das Herstellen und Instandhalten der großartigen Schanzgräben und Wasserleitungen, welche den Reisenden in Dschagga mehr als alles Andere in Verwunderung setzen, weil er in ihnen die Arbeiten eines ebenbürtigen Geistes erkennt.

Diese Wasserleitungen sind vortrefflich gehaltene, mit Kühnheit über Schluchten hinweggeführte und an Bergwänden hingezogene Kanäle, welche oberhalb der menschlichen Wohnungen beginnen, sodaß Jeder das Nothwendigste unmittelbar vor der Thüre hat. Und die Schanzgräben, künstliche, zwei bis drei Klaftern breite und ebenso tiefe Schluchten, umziehen jeden Staat in mehrfacher Reihe; sie erschweren das Eindringen eines angreifenden Feindes und machen das Fortbringen von erbeutetem Vieh fast unmöglich.

Kann man sich die **Grenzen** afrikanischen Staaten wenigtens örtlich so vorstellen, wie bei den Dschagga (S. 270): "Wie im alten Helvetien und Germanien umstehen auch in Dschagga wachthabende Männer, der Eine in Rufweite von dem Anderen, Tag und Nacht die Grenzen des Landes: kein Feind kann sich einschleichen, schon am ersten Schanzgraben wird er erkannt, es erschallt das weithin tönende Kriegshorn, der Ruf "Wanga, Wanga!" (Krieg, Krieg!) geht durchs ganze Land, und in kürzester Zeit ist Alles in Aufruhr, Alles zur Vertheidigung von Haus und Herd bereit. ..." Zur Regierung wird ein 'König' vermerkt.

Und wie stand es um die riesigen Viehherden dem Tschadsee, die H. BARTH 1857 (S. 416. dort vorfand: "...passirten wir ein anderes Dorf Namens Dógodji und kamen dann zu einer grossen Hürde von Kanembu–Rinderzüchtern, welche das Rindvieh aus fast allen an den Ufern der Lache gelegenen Dörfern unter ihrer Obhut haben. Alle diese Heerden zusammen sollten an 11,000 Stück Vieh enthalten, ... " - S. 417 - "Die hier versammelte Heerde, die wenigstens 1000 Vieh umfasste, und zwar meistentheils von der eigenthümlichen, früher erwähnten grossgewachsenen Rasse der Ku-ri, nahm die Mitte des Lagers ein, während die Männer, mit ihren langen Speeren und leichten Schilden bewaffnet, ringsherum gelagert waren. In gleichmäßigen Abständen waren hohe, starke Pfähle aufgesteckt und dienten zum Aufhängen der Milch und Butter in Schläuchen und aus feinem Gras geflochtenen Gefässen..." Extensive Viehzucht ist natürlich angenehmer als Ackerbau. Schon vor 6000 Jahren wurden in Ostafrika **Rinder gezüchtet**, und noch heute ist zu bestaunen das großhörnige **Watussi-Rind,** dessen ausladende Hörner ohne bewußte Auslese nicht hätten zustandekommen können.

Die Geschichte Afrikas nach dem Eindringen der Europäer verlief sehr wechselvoll, vom Völkermord und harten Bestrafungen von Afrikanern bis zur Erforschung der Seuchen war alles drin. Der auch mit der Erforschung der Schlafkrankheit be-

traute deutsche Mediziner KLEINE schreibt über Trägerkarawanen noch zu R. KOCHs Lebzeiten, also vor 1910: Der Marsch "richtete sich nach Wasserstellen, wo man lagern, und den Eingeborenendörfern, in denen man Verpflegung für die Träger kaufen konnte." 'Kaufen', nicht requirieren. Dörfer konnten also Lebensmittel verkaufen! Über afrikanische Hilfskräfte für die Mediziner noch vor dem Ersten Weltkrieg heißt es (S. 59): Manche blieben jahrelang bei uns, alle konnten lesen und schreiben." Über Eindrücke nach 1920 heißt es bei KLEINE (1949, S. 105) von Entebbe am Victoria-See: "Am Ufer des gewaltigen Sees liegt die Stadt inmitten einer Parklandschaft, die durch uralte Akazien und dichtbelaubte, früchtebehangene Mangobäume ein besonderes Gepräge erhält. In breiten Alleen sieht man niedrige Villen mit moskitosicheren Fenstern und Veranden, umgeben von prächtigen Blumengärten. ..." Wurden vorher Dörfer Einheimischer beseitigt? Mußte ein Diener, "ein Boy", wegen fehlendem Einsatz entlassen werden, wurde das als harmlos gesehen "In einem Lande, wo niemand hungern oder frieren braucht ...." Und: "Die von den Engländern in Uganda eingeführte Baumwollkultur hat unter den Eingeborenen sehr großen Wohlstand gezeitigt ..." (S. 105). Gab es sie damals nicht, jedenfalls in etlichen Gebieten nicht: 'die hungernden Kinder in Afrika', die des 21. Jh.? Wenn zu viele für zu weniger Käufer zu viel erzeugen und die eigene Subsistenzwirtschaft nicht ausreichrt, dann kommt das Elend! Auch 1936 CARR-SAUNDERS (S. 305/306) hielt Afrika noch nicht für überbevölkert, wenn auch ausgelastet bei der für die eingeborenen Afrikaner üblichen Wirtschaft. Die afrikanischen Völker hätten wie andere 'primitivere' Ethnien ihre Familiengrößen bewußt, gewollt, klein gehalten. Und keineswegs unbedingt durch Kindestötung. Die christliche Missionierung hat da schwer eigegriffen. Wie CARR-SAUNDERS (1936, S. 306) meinte: Bei mehr Menschen in Afrika müßte "the whole scheme of African life be transformed."

Auch in 21. Jh. sieht es im dünn besiedelten **Botswana** und auch in **Sambia** natürlich viel besser aus als etwa in anderen afrikanischen Staaten. In Botswana gibt es nicht das übervölkerte und hungernde Afrika (YouTube Berichte 2018). Die Einheimischen, manche hervorragende Nationalparkführer, lachen den Touristen entgegen. Demgegenüber steht etwa Niger mit der welthöchsten Geburtenrate pro Frau von 7 Kindern.

Gefährlich ist es, wenn **gewisse Kulturen**, etwa bestimmte Religionen, ja gewisse **Länder** eine viel größere Geburtenzunahme haben als andere, vielleicht benachbarte, die sich dann bedroht fühlen wie um 1914 Frankreich gegenüber dem geburtenstärkeren Deutschland oder auch Deutschland gegenüber Ländern im Osten.

Abermillionen, ja Milliarden von Menschen starben in der Menschheitsgeschichte frühzeitig an Seuchen, an Hunger und sehr viele an Gewalt durch Menschen in

Kriegen und Aufständen. In manchen Zeitaltern wurde die Einwohnerschaft ganzer von Soldaten eingenommener Städte umgebracht, oft schon wegen Fehlen von raschen Tötungsmöglichkeiten auf blutigste Weise. So war es bei ALEXANDER von Mazedonien, in den Kreuzzügen, bei TIMUR/TAMERLAN, in den europäischen Religionskriegen, im Taiping-Aufstand in China im 19. Jh., Millionen auch im 20. Jahrhundert. Hätte es alles dieses vorzeitige Sterben nicht gegeben und hätten sich alle diese Menschen weiter vermehrt, wäre die Erde bewohnbar geblieben? Lag es im Instinkt von Erfahrung der Menschenvermehrung, daß Krieger zu werden oft als großartig galt? Einen 'Feind' getötet zu haben galt in manchen Ethnien als Ritual für Mannwerdung. War das Mönchswesen auch eine instinktive Reaktion gegen Überbevölkerung? An befruchtungdfähigen Eizellen und Spermazellen hat die Evolution viele Lebewesen ausreichend, ja im Übermaß ausgestattet. Es kam nicht darauf an, daß alle befruchteten Eizellen zu vermehrungsfähigen Lebewesen heranwuchsen. Wir **Aufgeklärten lehnen** glücklicherweise **alles vorzeitige Sterben von Menschen ab**! Aber eines bleibt wohl nötig: Eine **verantwortungsbewußte, rational durchdachte Menschenreproduktion**. Die Mittel hierzu sind heute eleganter als einst auf Tahiti, wo mit der von COOKs Matrosen so gefeierten freien Liebe eine Übervölkerung der Inseln durch Töten vieler Babies verhindert werden mußte, also Tod nach 9 Monaten anstatt wenn anderes versagte oder unterlassen wurde mit Fristenregelung bis zum 3 Monat wie in Deutschland. Die Aborigines in Australien und andere europaferne Ethnien sollen auch schon medikamentöse Geburtenregelung durchgeführt haben, wie in Europa mit dem Absud vom 'Lebensbaum'/Thuja. Wie weit man bei der gelenkten Menschenvermehrung auf jede Eugenik verzichten kann, ist wohl eine offene Frage. Wenn es als Menschenrecht gilt, das jeder Mensch beliebig Kinder zeugen darf, dann müßte es auch Menschenrecht sein, daß **ein** ja ungefragt **geborenes Kind von einigermaßen brauchbaren Eltern gezeugt und großgezogen** wird und **in einer annehmbaren Kultur aufwächst**, wo durch Vermeidung des unbegrenzen Weiterzeugens von Armut schließlich Armut begrenzt wird. Probleme wird es dennoch genug geben!

Zu vielen heute drängenden Problemen wird selbst von führenden, sich möglich glaubig nennenden oder gar wirklich gläubigen Politikern Weltflucht, **Wirklichkeitsflucht, Eskapismus**, betrieben und möglichst dem autoritätsverhafteten Volk vermittelt. Wie warnte SCHILLER in seinem großartigen Gedicht 'Kassandra', die als Prophetin den Untergang ihrer Heimatstadt Troja vor sich sieht und von sich sagt:

"Frommt's den Schleier aufzuheben.

wo das nahe Schrecknis droht?

Nur der Irrtum ist das Leben.

Und das Wissen ist der Tod ..."

Und dann sagt Kassandra wie gebetet vom Papst, vom protestantischen Kirchenführer, von manchem Politiker:

"Meine Blindheit gieb mir wieder

Und den fröhlich dunkeln Sinn

..."

Ist das falsch gesehen? Und haben die für viel größeren Klimaschutz protestierenden Jugendlich in aller Welt, vor allem der 'Extiction Rebellion' unrecht?

## Die überbenutzt Erde wird allgemeine Diskussion

Eine weit widerhallende Warnung vor der Bekämpfung von Schadinsekten und auch den Malaria verbreitenden Mücken mit chemischen Mitteln, damals DDT/Dichlorphenyltrichlor brachte **1962** das Buch der US-amerikanischen Zoologin RACHEL CARSON 'Silent Spring'. deutsch **'Der stumme Frühling'**. CARSON sah mit dem DDT auch eine Vernichtung der Vogelwelt kommen, und damit dem Ausfall des Gesangs der Vögel im Frühlingswald. Das Buch wurde ein **Markstein** in der Entwicklung des **Denkens über die Umwelt** und deren Gefährdung. Es wurde vielen bewußt, was geschieht, wenn nicht umweltschonend gewirtschaftet wird. Die Bevölkerungsprobleme spielen dabei bei CARSON noch nicht einmal eine Rolle.

Reichlichst beachtet und dann auch getadelt wurde das Buch '**Die Grenzen des Wachstums'**/'Limits to Growth' von 1972, unter Mitarbeit weiterer verfaßt von dem USA-Ökonomen DENNIS L. MEADOWS vom Massachusettes Institute of Technology. An erster Stelle steht eigentlich seine Ehefrau DONELLA. Es erschien als 1. Bericht des damals sich mit der Menschheitszukunft befassenden elitären, nicht staatlichen, '**Club of Rome**' Das Buch 'Limites to Growth' wurde hergestellt in 30 Millionen Exemplaren und erschien in 30 Sprachen (Wikipedia 2018) oder gar 35- Die Studie gilt als viel zu schnell und rasch angefertigt. Aber auch ohne sichere Zahlenwerte: erregte Besorgnis die Warnung vor einem Ende der Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe, vor allem auch von Erdöl, und von wertvollen Metallen. Die Zurückweisung der Ansichten kam später vor allem. weil viele der Rohstoffe weiterhin und auch im 21. Jh. auf dem Weltmarkt angeboten werden, auch das Erdöl, zum Teil gewonnen aus Meerestiefen und durch Fracking. Manche erdölproduzierenden Länder wären im Jahre 2018 froh, wenn die Erdölpreise wieder

steigen würden. Venezuela gilt als das Land mit den reichsten Erdölvorkommen, aber alle Wirtschaft auf dessen Export aufzubauen war ein Verhängnis und mit dem nicht mehr verkaufbaren Erdöl kam die Wirtschaftspleite, ja der Hunger und die sozialistisch verstaatlichte Industrie konnte keinen Ausgleich schaffen (YouTube).

Mit den Seltenen Erden und für die Computertechnik und Smartphones benötigten Metallen mag es in der Verfügbarkeit anders stehen. Auf jeden Fall bilden die 'Quellen', die Rohstoffvorkommen, nicht an erster Stelle das Problem im Unterschied zu den 'Senken'. den Ablagerungsgbieten der ausrangierten, verbrauchten Materialien, die wie große Plastemassen Meeresgebiete etwa im Pazifik bedecken. Aber mit dem optimistischen Auftreten gegen die Grenzen der Wachstums ist der Grundproblem der 'Grenzen des Wachstums' nicht abgetan.

**Unfälle in Chemiefabriken** mit Austritt giftiger Stoffe wurden stark beachtet. Am 10. Juli 1976 trat aus einer Chemiefabrik bei **Seveso** bei Mailand das giftige Dioxin/TCDD aus. 'Seveso ist überall' hieß es dann, aber das wurde dann auch wieder eingeschränkt. Tausende Tote forderte die Katastrophe im Chemiewerk im indischen **Bhopal** am 3 Dezember 1984,.

Die **Entlaubung des Dschungels von Vietnam** dürfte noch mehr Opfer gefordert haben und belastet Vietnam durch die zahlreichen Nachkommen mit **Mißbildung**.

In Deutschland warnte vor all den Folgen der Nutzung der Erde, von Festland und Meeren HERBERT GRUHL 1975 mit dem Bestsellerbuch '**Ein Planet wird geplündert**. Die Schreckensbilanz unserer Politik' und 1992 mit 'Himmelfahrt ins Nichts. Der geplünderte Planet vor dem Ende'. In Vorträgen vor einem normalen Publikum etwa in Leipzig legte GRUHL dar, daß für die Berechnungen über die weiteren Vorgänge auf der Erde ein einfacher Rechenschieber genügt und nicht großartige Computer-Rechnungen nötig sind. Man konnte etwa in Leipzig erleben, wie entsetzt sich die Leute die Ausführungen von GRUHL anhörten und fast flehentlich baten, ob er nicht auch einige optimistischere Töne vorbringen könne. GRUHL hatte sich von den Erträgen seines Buches immerhin nahe Berchtesgaden ein Haus erwerben können - aber warum sollte denn auch er vorschnell aufgeben. GRUHL war CDU-Abgeordneter im Bundestag gewesen und konnte sich so die für seine Ausführungen nötigen Daten aus aller Welt besorgen. Die Kritik an ihm veranlaßten ihn zum Austritt aus der CDU und eine eigene grüne Ökopartei kam nicht über Anfänge hinaus. Der in einem Dorfe nahe Bautzen 1921 Geborene starb 62-jährig 1883. Da seine erschreckenden Voraussagen wie die des Club of Rome 1972 oft nicht zutrafen, etwa was den Öl-Peak betraf, so wird das Andenken an GRUHL, als 'Rechter', auch geschmäht (s. Wikipedia 2019). Aber Artensterben

und für Küstenvölker geringere Fischerträge gibt es weiterhin.

Die Weltgesundheitsorganisation der UNO, die WHO; initiierte 1971 - 1977 ein **Spezialprogramm zur menschlichen Fortpflanzung** (S. BERGSTRÖM 1983, S. 870). Schweden hatte sich stark beteiligt, und von den gerade hier entwickelten Prostaglandinen wurde ein ziemlich problemloser Schwangerschaftsabbruch kurz nach dem Ausbleiben der Menstruation erwartet. Und wie das Ergebnis? 1977 - also noch Zeit war, dem Schlimmsten zu steuern? Welche menschliche Dummheit hat hier eingegriffen? Und gerade für sozialistisch-kommunistische Länder wie Kuba blieb die Frage, warum hier nicht ebensolche Ernteerfolge erzielt wurden wie unter den Ländern der 'Grünen Revolution', die Bevölkerunsentwicklung nicht recht beherrscht wurde und stattdessen Nahrungsmitteleinfuhr notwendig blieb. Die Landwirtschaft könne die Erträge immer weiter erhöhen, schwärmten besonder Linke - und das bei den Niedrigerträgen in Sowjetrußland! Erfolgreicher war bei geänderten sozialen Verhältnissen auf dem Lande China. Ein Slogan heißt auch: Alle hätten Nahrung - würde man die erzielbare Nahrung auf den Feldern wirklich schaffen und sie 'gerecht' verteilen! Ja und warum verteilen dann diese nur als Quatschköpfe zu betrachenden Weltheiler nicht? Wie denn? In Bangladesh?

In **Südamerika** im 19. Jh. schwamm Argentinien in Fleisch und Leder, wurden die Staaten an der südamerikanischen Westküste reich durch Guano, Salpeter, Chinarinde, Kupfer, zeitlweilig auch Wolle, und ging es damit auch weiter ins 20. Jh. Wieso konnte sich andererseits hier hinein in das 20. Jh. eine solche Armut und fehlende Bildung ausbreiten, hier Terrororganisation wie die des 'Leuchtenden Pfades' in **Peru** einen Umsturz aller Verhältnisse verkünden? In **Nigeria**, Afrikas volkreichstem und immer menschenreichreren Staat, galten 1960 25% der Bevölkerung als arm, im Jahre 2000 waren es "trotz Ölmiliarden" 70% (W. REINHARD 2016, S. 1271). Wie hat das nicht so mit Bodenschätzen gesegnete **Neuseeland** den Weg zu einer sehr modernen Gesellschaft antreten können, mit frühem Frauenwahlrecht und Bildung, aber auch noch Armut bei den zuerst dort lebenden Maori. War es die angelsächsische Kultur, die hier wirkte? Riesige Länder mit reichen Bodenschätzen und sogar entwickelter Technik und Industrie, in manchem auch Rußland und das technisch hochentwickelte China und vor allem Indien, bieten daneben eine erschreckende Armut.

Am **1. Januar 2019** wurde für die **ganze Erde 7.674.575.000 Menschen** angegeben (BR Internet 2019). 30 Jahre vorher lebte weniger als die Hälfte dieser Zahl. Die Erde soll 10, ja 11 Milliarden Menschen ernähren können -wenn, **ja wenn** alle lamdwirtschaftlich nutzbare Fläche für die Lebensmittelerzeugung genutzt wird, möglichst auf Fleisch verzichtet wird und auch die Verteilung der Lebensmittel zu sichern ist. Ohne Viehhaltung gibt es allerdings keinen vielen Böden nötigen organischen Dünger. Gehofft wird auf die weitere Abnahme der Zahl der Kinder, die eine

Frau zur Welt bringt. Und in Indien soll es das namentlich in den Städten geben, Waren es **um 1950 im Durchschnitt** auf der Welt noch **5 Kinder pro Frau**, sank die Zahl **bis 2019 auf 2,5**. Aber wegen der großen Zahl junger Menschen wird die Weltbevölkerung noch länger weiter steigen. Jedes Jahr kommen erdweit 80 Millionen, etwa die Einwohnerzahl Deutchlands, hinzu. Pessimisten wird meistens scharf entgegengetreten. Aber wie verhalten sich Menschen, wenn es eng wird (s. a. J. OEHLER 2010)? Was die Verteilung von Lebensmitteln betrifft: Selbst in Frankreich gingen ab November 2018 Sonnabend für Sonnabend Zehntauende auf die Straßen der großen Städte, weil sie sich auch trotz Arbeit nichr ausreichend Lebensmittel kaufen könnten, die in Frankreich allerdings vorhanden wären!

## Die Frage nach dem besten Wirtschaftssystem

Die gesamte Sozial- und Gesellschafts-Geschichte durchzieht die **Frage nach dem besten Wirtschaftssystem,** das die **Wirtschaft ankurbelt** und **genügend Güter** schafft. Bis ins 18. Jh. bestimmte viel der Staat, der selbst Eigentümer war, Monopole und Lizenzen vergab und im Kleingewerbe bestimmten Zünfte. In England ADAM SMITH, im Frankreich der Physiokraten mit GOURNY, QUESNAY; MIRABEAU dem Älteren, DU PONT DE NEMOURS, TURGOT wurde dafür plädiert, dem einzelnen, der **wirtschaftliche Freiheit** mit höchstens eingeschränkten Regulierungen zu geben, weil das Eigeninteresse die besten Wirtschaftserfolge zeitigt (W. und A. DURANT 1969, S. 95). Andere sahen im Privateigentum den Ursprung alles Übels, da die freie Wirtschaft zu große Eigentumsunterschiede schafft, und es wurde also für gab Kommunismus plädiert, im 18. Jh. durch den nur mit dem Nachnamen bekannte MORELLY, LINGUET, BABEUF (W. und A. DURANT 1969, S. 104 ff.). LINGUET kam 1794 unter die Guillotine, BABEUF und DARTHE 1797. Eine stark kontrollierte und nur teilweise freie Wirtschaft, der '3. Weg' schien auch nicht gangbar zu sein. Die 'Soziale Marktwirtschaft' kam dem vielleicht entgegen. Bis ins 21. Jh. und vertreten mit vielen vielen Namen, Theoretiker wie praktische Politiker, hat **die Auseinandersetzung** bis hin zu gefährlichen Kriegen **nicht aufgehört**.

Erzeugung von genügend Nahrungsmitteln erwies sich nicht nur als eine rein technische oder agrarbiologische Angelegenheit. Unter den verschiedenen **Sozialsystemen** wurde **unterschiedlich gut gewirtschaftet**. Versagt hat meistens die Kollektivierung der Landwirtschaft, so wenn die Sowjetunion trotz ihrer Staatsgüter und Kolchosen massenweise Weizen aus kapitalistischen Ländern einführen mußte. Als ab Ende der 1920-Jahre auf dem Dorfe etwa in der Ukraine zwangsweise kollektiviert wurde und die erfolgreichen Landwirte, die Kulaken, zwangsausgesiedelt oder gar umgebracht wurden, gab es noch einmal wie nach dem Bürgerkrieg



Abbildung 1673: Kasachstan 1989: Steppe bei Dschambul.

millionenfach Hungertote. "Neuland unter dem Pflug", später noch einmal etwa unter CHRUSTSCHOW in Kasachstan, endete ohne große Erfolge. Die erfolgreiche oder weniger erfolgreiche **Nahrungsversorgung** großer und mit fruchbaren Böden ausgestatteter Länder zeigt, in welchem Ausmaß die Lebensmittelversorgung **von der Politik gegenüber den Bauern bedingt** ist. Das gilt auch für die USA und Kanadas und anderen im Zweiten Weltkrieg und danach und gilt auch für Deutschland und für zahlreiche Staaten nach 1945.

**Zentralasien** hat fruchtbare Oasen und vor allem für Viehhaltung nutzbare Steppen.

Und ähnlich wie in der Sowjetunion war es im China der erzwungenen Kollektivierung. Im fruchtbaren **Guinea** unter SEKOU TOURE brach nach der Kollektivierung ebenfalls Hunger aus, und in der ehemals französischen Republik Kongo soll unter sozialistischen Bedingungen der landwirtschaftliche Anbau um 90% zurückgegangen sein (P. SCHOLL-LATOUR 2003), **Kuba** muß - laut Presseberichten - um das Jahr 2007 70% oder gar mehr seiner Nahrungsmittel einführen. **Kleinteilige Landwirtschaft** betrieb am Ende des 20. Jh. wohl 70% der Menschheit, und bei gartenbauähnlicher Bewirtschaftung, privat, war Nahrung für einen beträchtlichen Teil dieser Menschen so zu erzeugen. Aber jedes Dorf, jene Kommune kann nicht eine übergroße Zahl von Menschen ernähren und unterbringen. Die rein landwirtschaftliche Arbeit kann dann nur einen Teil der potentiellen Arbeitskraft und Abreitszeit der Menschen ausfüllen.

Und ab der letzten Periode des 20. Jh. wurde mit **Brandrodung** und Holzfällerei immer weiter in die Masse der noch bestehenden tropischen Waldregionen, in die

'Regenwälder' eingegriffen, in die in Amazonien, konnte von einer **'neuen "Phase der Rodungen in der Geschichte der Menschheit**" gesprochen werden (O. HÄRTEL 1971, S. 499) Diese tropischen Böden sind aber für Ackernutzung wenig nachhaltig, ihre Fruchtbarkeit hängt ab von dem raschen Umsatz aller vorhandenen organischen Masse, nicht wie bei vulkanischen Böden von immer erneuter Nachlieferung aus Verwitterung. **Tropenwälder** mußten in großen Maße weichen **Kautschuk**plantagen, großen und auch kleineren der ländlichen Bevölkerung, riesigen Plantagen für **Palmöl**-Gewinnung und einem jeden raschen Nachwuchs ausschließendem **Holz**einschlag. Es sind nun die Einheimischen in den afrikanischen Staaten oder die in Süd- und Südost-Asien, die dort Exportgüter wie Palmöl oder Bamwolle erzeugen (W. REINHARD 1990, S. 207). Der Schwund der Tiere im Regenwald ist beängstigend. Wenn landlose oder landarme Bauernfamilien sich ein Stück Regenwald aneignen, kann man das noch entschuldigen. Aber es gibt auch Reiche und Superreiche, die noch reicher werden wollen! und die Erde zerstören, dabei gewiß auch Nahrung schaffen. Bedroht sind auch viele **Mangrovenwälder**, wo Garneelenfarmen entstehen - und Ozean und Sturm dann ins Land hineinschlagen können.

Wenn man liest, welche Massen verwilderter Rinder und Pferde sich wenigstens im 19. Jh. in den **Pampas am La Plata** getummelt haben, dann fragt man sich, ob denn wirklich keine Möglichkeit bestanden hat, ein ausgewogenes Verhältnis von Nahrungsmitteln und Bevölkerungsgröße herzustellen und in diesen Regionen bei manchem Mangel wenigstens jeden Hunger für alle Zeiten zu vermeiden.

**Um** das Jahr **2005 verbrauchten die Menschen** auf der Erde (W. FRITSCHE 2008), vielfach für Nahrung, auch für Bau- und Brenn-Holz, insgesamt **etwa 20% der Primärproduktion**, also der von den grünen Pflanzen zur Verfügung gestellten Masse an organischen Produkten, der **Biomasse**. Damit ist wohl deutlich, wer wenigstens in etlichen Regionen zunehmend der 'Herr der Erde' ist, wer bestimmt und bei der Gestaltung der Biosphäre eine führende Stellung besitzen muß - der Mensch. In Westeuropa verbrauchen Menschen etwa 72% der hier von Pflanzen erzeugten Biomasse, in Süd-Zentralasien 80%, in Nordamerika 24%, in Südamerika 6%. Die aktuelle Gesamtbiomasse der immer wieder reichlich Exkremente ausscheidenden menschlichen Körper ist dabei "verschwindend" klein, wurde einmal bei reichlich 3 Milliarden Menschen um 1970 auf etwa ein Hunderttausendstel der Gesamtbiomasse auf der Erde berechnet (O. HÄRTEL 1971, S. 498). Menschentun bewirkt andererseits um 2010 (D. E. CANFIELD 2010, S. 195) etwa 45% der aus dem reichen Vorrat des Luftstickstoffs stattfindenden Stickstoffbindung, einem geringen Teil des Luftstickstoffs, was namentlich für den Ackerbau dient. Nur reichlich die Hälfte des aus dem überreichen Stickstoff-Gehalts der Atmosphäre in die Böden und Pflanzen gebundenen Stickstoffs kam dann durch men-



Abbildung 1674: 'Fahrendes Volk' Rumänien 1970.

schenunabhängige natürliche Vorgänge zustande, Die Bindung von Stickstoff durch Menschentätigkeit geschieht zum einen durch **Agrikulturmaßnahmen**, wie den Anbau stickstoffbindender Leguminosen, und durch die **chemisch-industrielle Stickstoff-Bindung** für Düngemittel in der Ammoniak-Synthese (s. o). Etliches von dem so gebundenen Stickstoff erleidet wieder Denitrifizierung. Die Düngung besitzt noch Mängel in der Effizienz. Stickstoff-Oxide erscheinen mancherorts in bedenklicher Höhe im Grundwasser, eine Gefahr vor allem für Babies.

**Wieviel Menschen trägt die Erde und diese in welchem Zustand?** Unwille, Unfähigkeit, Bürgerkrieg, ja Alkokolismus auf dem Lande tragen sicherlich dazu, daß nicht die mögliche Menge an Nahrungsmitteln erzeugt wird – wobei auch ohne solche Hemmnisse eine Grenze für die Menschenzahl bestehen würde. Es gibt überall Landverluste durch Siedlungsbau, Ackerverschlechterung oder gar völlige Bodenverderbnis durch Erosion oder Versalzung. Armut besteht auch bei manchen in Europa.

Wie viele Menschen könnte **Ägypten** ernähren, bei weiter wachsender Menschenzahl? Um 1973 hatte Ägypten etwa 40 Millionen Bewohner. Für das Jahr 2017 (Wikipedia) werden 94.666.000 Bewohner angegeben. Was wäre, wenn nicht ein Diktator, SISI, Ägypten regieren würde, sondern die Moslembrüder? Immer noch ist Ägypten auch Touristenland, und den Touristen wird alles geboten und nur dann bereisen sie das Land. Wieviele Menschen könnte **Indien** ernähren? Es gibt dort nicht nur die immer wieder beschworene aufsteigende Mittelschicht. Und wann verschwinden die townships in Süafrika? Alles nie? **Syrien** machte da etwa im Jahre 2000 einen günstigeren Eindruck als etwa Indien. Hungernde sah man nicht. Aber als Tourist (ZIRNSTEIN) kann man sich täuschen. Ebenso sah man keinen Hunger 1998 (ZIRNSTEIN) in **Marokko** mit seinen im Norden weithin im Frühling grünenden Getreidefeldern, und den mühsam die Touristen um den Kauf



Abbildung 1675: Primitivleben am Nil. 1973.

von Souveniers anflehenden Armen.

Bevölkerungswachstum auch im west-afrikanischen Staat **Nigeria;** Im Jahre 1950 40. Millionen Einwohner, im Jahre 2018 = 200 Millionen (Internet 2018). In **Algerien** brachten sich zwischen 1992 und 2000 etwa 200.000 junge Männer "als Exttemfromme oder Normalgläubige gegenseitig um", mit monatlich etwa 1000 Opfern. Das endete im wesentlich als die Kinderzahl pro Frau von 7 - 8 um 1990 auf 2- 3 und dabei nur noch etwa 1, 5 Söhne fiel (G. HEINSOHN 2015, Internet). Noch waren die geburtenstarken Jahrgänge vorhanden und so dauerten die Probleme noch etliche Zeit. Den Algeriern muß man also für ihre Vernunft gratulieren. Trotzdem blieben die Algerier Moslems.

Würde alles Geld, das heute in die Rüstung fließt, für die Landwirtschaft verwendet werden, stünden dann erdweit ausreichend Nahrungsmittel zur Verfügung? Wirklich? Im Jahre **1977** (P. PRÄVE, S. 216/217) soll **die Lage** so ausgesehen haben, daß von der in den Nahrungsmitteln her gewonnenen Energie her gesehen damit 5,6 Milliarden Menschen ernährt werden können. Aber es verderben bis zu 14% der Welternte. Es gibt den Vorwurf, daß durch Ernährung mit Fleisch wegen der Kohlehydratnahrung des Viehs 50-90% der Energie verloren gehen. Bei einer Getreieernte von 4000 kg könnten bei Verfütterun an Vieh 85 kg Protein erhalten werden, aber 680 kg Protein bei der fermentativen Nutzung (P. PRÄVE 1977, S. 215). Man könnte einwenden: Nicht überall, wo Vieh weidet, kann Getreide angebaut werden, nicht in kälteren Steppen wie in der Mongolei und auf Almen, und Gras kann der Mensch eben nicht essen. Schafe weiden auf nahezu ödem Land. Es gibt Weidepflanzen, die schnell nachwachsen, so bestimmte Gräser und *Trifolium repens.* Auch trägt das Vieh durch Dünger, auch zu viel wie bei Gülle, zur Bodenfruchtbarkeit bei. Und Fleisch ist nun konzentrierte Nahrung, liefert nötige



Abbildung 1676: Ägyptischer Fellache. 1973.



Abbildung 1677: Wasserholen, Luxor. 1973.



Abbildung 1678: Alexandria, Strandleben 1973.



Abbildung 1679: Kleinstbetrieb, Aleppo 2000.



Abbildung 1680: Straßenbau. Indien wohin? 1999.

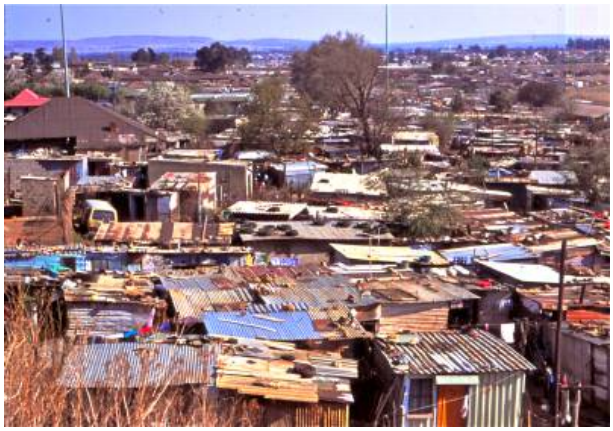

Abbildung 1681: Slum von Soweto.

Proteine. Dem Meer wurde damals nur einen Nahrungsbeitrag von 1% zugemessen. Um 1 Kalorie Nahrung zu erzeugen, ist oft ein Vielfaches an Kalorien dafür einzusetzen (P. PRÄVE 1977, S. 217). Gewiß diese Kalorien kommen zu einem großen Teil von der Sonne. Aber nötig sind auch Treibstoff für Landwirtschaftsmaschinen und etwa für die Düngerindustrie, es muß im Hühnerstall oder im Gewächshaus Heizung und Strom geben.

**Was ist nun Menschenrecht**: Freiheit im Gebären oder Befreiung von Hunger? Wenn beides einander entgegensteht. 1982 ist immerhin noch von etwa 1/4 der Bevölkerung als Analphabeten die Rede (S. 688). Wären sie mit Vernunft zu erreichen? Was sollte der Wahnsinn etwa der **katholischen Kirche**, möglichst **viele Menschenwesen** in die Welt zu setzen, welche am Ende nur **Gebrauchs- und Verbrauchsmaterial** sind. Zu sagen: "Du bist Nichts, Dein Volk ist alles", war sicherlich Wahnsinn. Aber bei 7 Milliarden Menschen und mehr kann **nicht jedes Individualrecht** erlaubt werden, auch in der Kinderzahl. Auch nicht in der Bereicherung, im Aufkauf und Verbrauch von sonst welchen Großflächen an Boden. Das **erste Menschenrecht** sollte sein, die **Erde bewohnbar zu halten**. Tatsache ist wohl: Jedes Menschenwesen benötigt eine bestimmte Menge an **Wasser,** in der **Nahrung** eines bestimmte Menge Eiweiß, Fette, Kohlenhydrate und ebenso eine bestimmte Menge an Mineralstoffen und Vitaminen, und dazu für sein tägliches Leben Energie wie Elektrizität. Atomenergie kam in Verruf. Kernverschmelzung ist 2015 immer noch Zukunftsversprechen. Winde in der Hochatmosphäre sind auch noch nicht nutzbar. Selbst Sonnenkollektoren kann man wohl nicht über ein bestimmtes Maß hinaus aufstellen und ohne bestimmte teure Metalle können sie nicht erzeugt werden, Irgendwann, und zwar in nicht-ferner Zeit, **muß** eine **Begrenzung** der **Menschenvermehrung** stattfinden. Alle nicht einmal 20 Jahre eine Zunahme der Weltbevölkerung um 1 Milliarde und das in Ländern mit schlechter Infrastruktur - es geht nicht! Und die Beschränkung der Menschenvermehrung sollte vernunftgemäß auf freiwilliger Basis geschehen. Geht das? Dem Feldherrn WALLENSTEIN aus dem 30-jährigen Krieg wurden die Worte in den Mund gelegt: 'Eines Tages, wenn alles zerstört ist, muß man ja doch Frieden schließen. Dann kann man auch heute Frieden schließen, da nur die Hälfte zerstört ist.' So sollte man jedes Projekt angehen, das unumgänglich zu neuem Denken und Handeln zwingt, und zwar ohne, daß es vorher überhaupt Zerstörung gab. 'Sexuelle Befriedigung' wird zunehmend auch durch technische Geräte gelöst, durch Dildos bei Frauen, die ja bei deren Benutzung einen Mann umarmen können.

Im Gegensatz zur Vergangenheit, als Reiche nicht plötzlich völlig untergingen, und später, als die Waffen eines NAPOLEON, HITLER oder STALIN nicht ausreichten, sich völlig durchzusetzen, kann mit Kernwaffen ein fast völliges Erlöschen der Menschheit stattfinden.

## Energie- und Rohstoff-Fragen

Der Chemiker und Atmosphärenforscher PAUL J. CRUTZEN legte 2002 dar: Während des 20. Jh. wuchs der **Energieverbrauch** um das 16-fache, wurde mit jährlich 160 Millionen Tonnen in die Atmosphäre ausgestoßenem Schwefeldioxid mehr als die Hälfte vom Menschen erzeugt, stieg der Methan-Ausstoß um 100% und erreichte den höchsten Stand während der letzten 400 Millionen Jahre, mehr als die Hälfte allen **Süßwasser**s auf der Erde wird von Menschen benutzt, Fischerei nutzt mehr als 25% der Primärproduktion in den Meeren und 35% auf dem Kontinentalschelf. Etwa 30 - 50% der Erdoberfläche wird von Menschen ausgebeutet, und es wären etwa 25% der Weltbevölkerung, die das vor allem bewirken,

Schon nach 1970 wurde diskutiert, daß **Erdöl und Erdgas** drohen in absehbarer Zeit zu Ende zu gehen und fehlen ohnehin in vielen Ländern. Kohlen sind reichlicher vorhanden, jedoch auch nicht überall. Und nicht erneuerbar sind die chemisch-substantiellen fossilen Energie, also Erdöl, Erdgas, Kohle, geronnenes Sonnenlicht aus vergangenen Erdzeitaltern. Es mag tröstlich sein, daß bisher Erdöl immer wieder gefunden wurde und Ölschiefer und Ölsande, daß Fracking noch ausreichend Erdöl enthält.

**Erneuerbare Energie** ist solche, die wieder 'nachwächst', und als erneuerbare Enrgie galt 2011 in Deutscland die aus **Biomasse**, die damals 70% aller erneuerbaren Energie stellte: Holz, und bis heute die Energiepflanzen Raps für Biodiesel und zu vergärender Mais (B. SIEG 2011, S, 112). Beim Verbrennen geben sie nur so viel Brennstoff ab, wie sie einmal beim Wachsen aufgenommen haben, ließen die CO2-Bilanz also bei Null. Erneuerbare und damit **Alternativ-Energien** erscheinen als das Gebot der Stunde (M. RYLE 1977). Es sind außer den an Substanzen gebundenen Biogas und Kernkraft nicht an Stoffe gebundene Energien, stofflich natürlich die Apparate. Wie die Kernkraft sind **Erdwärme, Solar-**Energie**, Wind**kraft**, Wasserkraft- und Gezeiten-**Energie physikalische Energien und lassen sich direkt **nur in Elektrizität umsetzen**, also nur über Strom auch in chemische Energeiträger. Windkraft und Solarenerhie sind zwar also solche kostenlos, aber ihr Einfangen kostet etliches. Die grünen Pflanzen haben die beste Form dafür gefunden. Die physikalischen Energieträger belasten die Atmosphäre stofflich nicht direkt durch Treibhausgase und die zu ihnen führende Energiewende wurde also durch bewußte Entscheidung für den Schutz der Atmosphäre eingeführt (M. PFALZ 2018), aber Platz in der Umwelt benötigen diese neuen Energieträger schon und Material verbrauchen sie auch, **Solarenergie** beruht zu einem großen Teil auf Silicium. aber wurde seit den frühen 1990-er-Jahren immer rentabler nutzbar und Solarzellen, - module (W. HOFFMANN 2014) bedecken immer mehr Dächer und .über den Eigenbedarf hinaus erzeugter Strom wird auch ins Netz eingespeist.

**Elektrizität** ist die **auf vielfältige Weise gewinnbare** und auch **transportierbare** Energie. Für viele Fahrzeuge, also Autos, ist das erst im Werden. aber schon allgemein angewandt für Eisenbahn, Straßenbahn, Oberleitungsbusse. Windräder erzeugen Strom nur in Bewegung. Lichtkollektoren sind ruhig ud liefern Strom direkt. Größere Windräder haben in Deutschland im Binnenland Rotorblätter von 40 m und überstreichen 50 - 200 m über dem Boden eine Fläche von fast 5000 Quadratmetern. Im Meer sind die Dimensionen größer. Der Wind wird durch die Flügel der Windräder abgebrenst. Aufgestellt in Verbänden beeinflussen die einzelnen Windräder auch ihre Nachbarn. Windräder sind eine große Herausforderung an die Strömungsphysik (J- PEINKE et al. 2014, S. 39 u. a.).

China hat die meisten Windräder auf der Erde und täglich kommen neue hinzu, drehen sich in Massen an der Seidenstraße und auch in der Gobi, wo die Nomaden nicht mehr das letzte Holz verfeuern müssen YouTube Grüne Zukunft Chinas 20139.

Für die Enegiewende in Deutschland wurden bis 2018 über 200 Miliarden Euro ausgegeben, und so drehen sich in Deutschland etwa 30.000 Windräder und erzeugen zusammen mit der Photovoltaik eine Gesamtspitzenleistung, die "60 großen Kernkraftwerken" "enspricht" (CHR. BUCHAL 2018). Erdweit wird prognostiziert, daß bis 2040 der Energiebedarf um 30% ansteigt, damit um "ein weiteres China und ein weiteres Indien" (ebenda).

Nicht von der Sonne abhängig wie Wind und Solarenergie sind Kernkraft und Erdwärme.

Manche er schönsten **Wasserfälle** der Erde sind von **Wasserkraftwerken bedroht**, An den Niagarafällen wird dem Besucher erklärt, daß wenigstens auf der USA-Seite im Sommer 2/3 der Wassermenge die Fälle herabstürzen darf und 1/3 für die Stromerzeugung abgezweigt wird, in der dunkleren Saison aber 2/3 in die Stromerzeugung gehen. Stromleitungen umgeben die Umgebung der Niagarafälle. Island hat glücklicherweise außer den Wasserfällen auch geothermische Energie. Bei den Trollhättanfällen in Schweden wird das Wasser nur manchmal als Touristenattraktion den alten Weg geleitet.

Die **Braunkohlen**-Vorräte in Deutschland sind nach Angaben im Jahre 2015 (Internet 2016; Vortrag JUNG bei der GdCh Leipzig am 21. 1. 2016) noch sehr groß, sind (Internet) geschätzte 80 Milliarden t und davon nach Stand 2016 etwa 1/2 rentabel abbaubar. Das entspräche dem Energiewert aller bekannten Erdölvorkommen der Nordsee. Deutschland besäße damit reichlich 10% der wirtschatliche gewinbaren Braunkohlenvorräte der Erde. Für die Wärmeversorgung diente Fernheizung mit Gas auch aus Braunkohle.

Erneuerbare Energie könnte Braunkohle und andere fossile Energieträger für die Elektrizitätsgewinnung nur ersetzen, wenn das **Speicherproblem** so gelöst ist, das heißt durch Energiespeicherung alle Schwankungen in Wind-und Solarenergie aufgefangen werden können. Solar-Energie, Energie von Wind und manchmal je nach Niederschlägen oder Trockenzeiten auch Wasserkraft sind von der Sonne bedingt und werden daher schwankend angeboten. Wind und zugleich Sonnenschein fallen aus bei windstillem wolkenverhangenen Wetter. Sie liefern '**fluktuierende Elektroenergi**e', 'flatternde Energielieferung'. Dabei haben schon 2013 Photovoltaik mit einer Leistung von 33 GW und Wind mit 32 GW mehr geliefert, als in bedarfsschwachen Zeiten benötigt wird (A. BACHEM et al. 2013. S. 35). In der Schweiz (Basler Zeitung 2. 2. 2019) würde die Sonne in der Jahreszeit ausreichend Strom lierern können, in der es hier auch die Wasserkraft schafft, die saisonale Versorgung zu sichern. Anders ist es bei dem sehr viel höheren Stromverbrauch im dunklen Halbjahr.

Mit umweltfreundlichen und kaum die Ansicht störenden **Kleinwasserkraftwerken** mit speziell für sie konstruierten Turbinen, in waagerechter Bewegung, sollen Flüsse auch im deutschen Alpenvorland besser für die Stromerzeugung etwa für Dörfer und kleine Siedlungen genutzt werden (Internet).

Der Astronom RYLE trat schon 1977 und bald gefolgt von anderen für die Windkraft ein, mit der bis zu gewissem Grad auch die Solarnergie notwendigen Voraussetzung, daß **Speichermöglichkeiten für Elektrizität** vorhanden sind, welche das schwankende Angebot und die schwankende Abnahme ausgleichen, die jederzeit erneut Elektrizität bereitstellen lassen. **Konventionelle Kraftwerke** auf Kohlebasis müssen auch 2018, und das in großem Maße, noch den Ausgleich zustandebringen mit ihren zur raschen Änderung ihrer **Drehzahl** befähigten **Generatoren**. In der Zukunft wird **die Speicherfrage** ein Zentralproblem der Energiewirtschaft (so F. SCHÜTH et al. 2914). An wirksamen Speichern fehlt es noch sehr. Von **chemischer Energiespeicherung** bis zu **Schwungrädern** gibt es die verschiedensten Verfahren.

In **Pumpspeicherwerken** wird bei Elektrizitätsüberschuß Wasser aus niedriger gelegenen Becken in höher gelegene mittels der Elektrizität in eine höher gelegenes Becken gepumpt und bei Strombedarf wie bei Wasserkraftwerken über Turbinen wieder herabgelassen und so die Elektrizität ziemlich völlig zurückgewonnen. Geeignetes, in Deutschland nicht reichlich vorhandenes Gelände wäre für Pumpspeicherwerke Voraussetzung. Mehr als ein wenig Ausgleich kann man von den Pumüspeicherwerken nicht erwarten. Als erstes großmaßstäblich errichtetes Pumpspeicherwerk ging am 27. November **1929** das Pumpspeicherwerk Niederwartha an linken Elbufer südlich von Dresden ans Netz (Wikipedia 2019). Im Jahre 2013 werden für Deutschland 31 Pompspeicherkraftwerke genannt, könnten für 1/2 Stunde decken, nach 6 Stunden

sind die Speicherbecken leer (A. BACHEM et al. 2013, S, 37).

**Schwungräder/'Rotoren' (**Internet 2019, a. Wikipedia), eine mechanische Energiespeicherung, werden durch Elekromotoren in hohe Drehzahl versetzt, und geben an einen elektrischen Generator geknüpft durch Abbremsung die Energie wieder ab. Davor gibt es Verluste durch Luftreibung und die Lager, aber die 'Rotoren' sind aber in vielen Fällen **kurzfristige Ausgleichspeicher**, auch für Fahrzeuge. In evakuiertem Gehäuse wird der Reibungsverlust vermieden. Schwungräder benötigen eine schwere Schutzhülle und haben dehalb hohes Gewicht.

Wichtige Speicher für Elektrizität wurden **Batterien**. Auf **Lithium,** auf Lithium-**Ionen** beruhende leistungsfähige Batterien wurden entwickelt in den 1970er - und 1980-er Jahren und waren 1991 auf dem Markt. 2019 wurden für ihre unabhängigen Arbeiten für die Lithium-Ionenbtterie mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet der 1922 in Jena geborene USA-Bürger und in den USA wirkende JOHN B. GOODENOUGH, der bisher älteste mit einem Nobel Ausgezeichnete, der 1941 geborene Brite und in den USA wirkende M. STANLEY WHITTINGHAM, der 1948 geborene Japaner AHIRO YOSHINO (Wikipedia 2019).

Für **zeitweise überschüssige Elekrizität** aus Wind - und Solarenergie wurde unter anderem auch vorgeschlagen, sie zur Wasserstoff-Gewinnung durch Elektrolyse aus Wasser zu nutzen und dann den Wasserstoff gespeichert und vor allem in **Brennstoffzellen** in Kraftfahrzeugen für Elektrizitätserzeugung zu verwenden und so das Elektroauto in eine vernünftige Konsruktion gebracht zu haben (Internet 2018). Auch für eine Eisenbahn wurde Wasserstoff eingeführt, mit der Testfahrt Leipzig - Grimma und zurück am 1. Februar 2019 (LVZ).

In dichten Salzkavernen ließe sich **Luft** oder ein anderes Gas **unter hohem Druck** um 60,70 bar hineinpressen, angekühlt und bei Bedarf betreibt die sich freisetzende komprimierte Druckluft eine Gasturbine (F. SCHÜTH er al. 2014, S. 33), ein noch wenig genutztes Verfahren. In Deutschland gibt es 2015 (A. THESS et. al. 2015, S. 37) das Verfahren in Huntorf/Niedersachsen. Nach besonders RYLE (M. B. ANDERSON et al. 1978, S. 432) sollte ein für 150 Stunden reichender Wärmepeicher im Hause jedenfalls im nicht wind-armen England ausreichen, Windflauten zu überstehen. Zur Speicherung von 'Wärme', in '**Wärmespeichern**', resp. thermischen Enegiespeichern, werden verschiedene Verfahren gesucht (A. THESS et al. 2015). Thermische Energiespeicher behalten ihre Eigenschaften über viele Zyklen und Wärmespeichermaterialien brauchen etwa nach Deutschland nicht importiert werden, haben 'Ressourcengenügsamkeit' (S. 33). Jeder Kachelofen speichert Wärme mit **Keramikmaterialien** und vor Hochöfen dienen seit tief im 19. Jh, Keramikmaterialien zur Wärmeaufnahme der ausstreichenden Abgase.

Man kann wärmeverbrauchende, also **endotherme chemische Verbindungen**

**aufbauen**, '**thermochemische Speicher**', die **beim Abbau die Wärme wieder freigeben**. Sie können die Energie unbegrenzt spechern. Lange bekanntes, nicht für Wärmespeicherung benutztes Beispiel ist das Erhitzen von Kalkstein/CaCO3, und der entstandene Brannkalk/CaO gibt beim 'Löschen' mit Wasser und der Umwandlung in Ca(OH)2 die Wärme wieder ab.

Zur Wärmespeicherung genutzt werden man auch schon voll isolierte große **Heißwasserbecken**.

**Biomasse** hat jene organisch-chemische Zusammensetzung, die auch die einst die Kohle bildenden Substanzen ähnlich besaßen und trotz zunächst schwieriger Handhabung lag der Gedanke nahe, **Biomasse an Stelle fossilen Kohlenstoffs** zur Treibstoffgwinnung oder zur Erzeugung brennbarer Gase zu verwenden, Mikroorganismen für den Umsatz benutzt werden (H. BRUHNS 2018). Verwendet werden könnten Gewächse vom Acker, aus Wäldern, aus dem Ozean, aber gedacht war bei Verfügbarkeit von Sonnenlicht auch rasch sich vermehrene einzellige Algen in Bottichen zu ziehen. Aber Pflanzen benötigen auch Wasser und Mineralstoffe. Kohlendioxid-Angebot etwa in der wasserlosen Wüste nützt nichts. Außerdem müssen zu jeder Zeit so viele Pflanzen auf der Erde oder in den oberen Meeresschichten wachsen, daß ausreichend Sauerstoff produziert wird. Mikroorgnismen "können äußerst selektiv Kohlenwasserstoffe fermentieren", wie bekannt für Ethanol erzeugende Hefen (H. BRUHN 2018, S. 18). Als **Energieträger** werden aus Pflanzen erzeugt direkt verwendetes Biogas oder gar Treibstoff in Gestalt von Ethanol oder Benzin. Schon um 2010 gerät diese Energie-Erzeugung aus Biomasse mit der Produktion von Nahrung in Konkurrenz. Und die Erdbevölkerung wächst weiter. Würde etwa in Deutschland alle Energie aus in Deutschland gewonnener Biomasse erzeugt werden, wäre nach gegenwärtigem Stand die 2,8-fache Fläche Deutschlands erforderlich (W. KUHN 2010). Für den heutigen Weltverbrauch an Energie würde etwa 1/6 der weltweit von den Pflanzen produzierten Zellulose erforderlich sein, und diese ließe sich wohl kaum gewinnen. Verwendung von Biomasse, ob als Nahrung oder für Energie liefernde Produkte enden für den Kohlenstoff-Gehalt im Kohlendioxid, CO2. Dieses CO2 würde wieder Pflanzen im Sonnenlicht zum Substanzaufbau dienen. Schnellwachsende Gewächse, also etwa die einjährigen Kulturpflanzen, könnten das CO2 also in relativ kurzer Zeit wieder in den Kohlenstoff-Kreislauf einführen, gute Luftdurchmischung vorausgesetzt. Glücklicherweise wird über Sauerstoff-Verminderung in der Atmosphäre noch nicht geklagt, Untersucht wird, es könnte bei billigem Strom anfall elektrolytisch aus CO2 und kataytisch aus Wasser H2 so etwas wie Synthesegas erzeugt werden, das CO2 dafür vielleicht auch aus Brauereinen gewonnen, um Synthesegas anaerob im Bioreaktor durch das bekannte "*Clostridium autoethanogenum* mit einer Energieeffizienz von 80% zu Acetat und Ethanol zu fermentieren" und erhielte durch

"Hinzufügen" von *Clostridium kluyveri* "Butanol und Hexanol ..." (H. BRUHNS 2018, S. 18). Biogas (P. WITTENBERG 2014) könnte wie jedes Gas, wie einst das Stadtgas, auch gespeichert werden und stünde neben der Verwendung als Brenngas jederzeit auch zum kontinuierlichen Betrieb von Generatoren bereit (S. 47), wirkte also ausgleichend wie Kohlekraftwerke. Eine Firma in Zörbig in Sachsen-Anhalt, Verbio, habe weitweit erstmals auch **aus reinem Stroh** "hocheffizienten Kraftstoff" erzeugt (LVZ online 1. 2. 2020).

Der wachsenden Bevölkerung und Industrie in verschiedenen Ländern Wasser und Energie bereitzustellen wurden und werden **riesige Staudämme** errichtet, riesige Gebiete überflutet, ob mit dem Assuan-Staudamm in Süd-Ägypten, mit dem Kariba-Staudamm an der Grenze von Simbabwe, dem Dreischluchtendamm am Jangtse in China, dem Hamdab- oder Merowe-Damm am Nil in Nord-Sudan oder weiteren im Bau befindenden Staudämmen, etwa in Brasilien. Massenweise mußte Bevölkerung umgesiedelt werden. Staudämme sind verwundbar! In niederschlagsarmen Regionen verdunstet viel Wasser und wenn der den Stausee speisende Zufluß oft nicht ausreichend Wasser nachliefert, fehlt es an schließlich Wasser, daß ohne Stausee direkter und ohne Verluste in kleinen, möglichst verdeckten Kanälen etwa dem Ackerbau hätte zugeführt werden können. Das sind Erfahrungen aus dem Iran und Spanien (YouTube). Energiegwinnung geht so natürlich nicht. Die aufwendigen Staudämme im Dreischluchten des Jangste sind Chinas Stolz, liefern Elektrizität. aber sind auch voller Probleme, etwa die Wasserverschmutzung durch die Anrainer durch die Gefahr von Bergrutschen an den Hängen und die durch die Bergrutsche ausgelösten Flutwellen.

## Kohlekraftwerke

China setzt aber auch auf Kohlekraftwerke, von denen immer wieder neue errichtet werden, angegeben wird jede Woche in neues, wobei es auch Forschungen gibt, das Kohlendioxis unter die Erde zu bringen oder in riesigen Tanks mit einzelligen Grünalgen es zu binden und der menschlichen Ernährung zugänglich machen (YouTube Grüne Zukunft Chinas Doku 2013). Auch Baumpflanzung soll CO2 binden. Bis die Bäumer verrotten und es wieder freisetzten?

## Geothermie

**Geothermie** wird in Europa in Island und Italien erfolgreich genutzt und auch in Deutschland gibt es zahlreiche Anlagen, mit Bohrungen bis in über 4000 m Tiefe, Aber in manchen Orten gab es Probleme, so Risse in Häusern in Stauffen,

Böblingen, Leonberg, Schorndorf. Mit der Ursachenforschung wird die Vermeidung solcher Schäden vorangetrieben, um die Gefahr eines Scheitern der Geothermie in der Ablehnung durch die Bevölkerung abzuwenden(YouTube).

Eine Hoffnung der **Zukunft**, vielleicht für Neuseeland, Japan oder Taiwan, ist tief im Meeresboden lagerndes festes **Methanhydrat**, aus dem sich das einen Hauptbestandteil in konventionellen Erdgas bildende brennbare Gas Methan/CH4 freisetzen ließ. Im Methanhydrat ist das Methan etwa 160.maö dichter gepackt als im Erdgas. Das Methanhydrat im Meer wurde bei Bohrungen am Meeresgrund seit den 1960er-Jahren etwa im Schwarzen Meer entdeckt, später dort weiterhin und auch vor Alaska. Das bei der Verbrennung entstehende CO2 soll in den Meeresboden gesenkt werden (s. YouTube 2019, world ocean review so 2019), möglich bei methan-betriebenen Kraftwerken in Meeresnähe.

Im **Aussteg aus der Atomernergie** ist Deutschland neben Belgien und Spanien einmalig,(H.-W. SINN etwa 2011 in YouTube). Atomstrom von anderswoher wird aber eingeführt. Mit 'Schnellen Brütern' könnte auch der Abnahme der Uran-Vorräte begegnet werden.

**Wie wünschen sich viele das Leben?**

Es ist die **glitzernde Autowelt**, die viele anzieht und an der sie teilhaben wollen. Wie viele Autos kann die Erde, können die einzelnen Länder ertragen? GÖTZEN, G. A. Graf VON, 18992: Durch Afrika von Ost nach West. Resultate und Begebenheiten einer Reise von der Deutsch-Ostafrikanischen Küste bis zur Kongomündung in den Jahren 1893 / 94. 2. Auflage. Berlin.

Wieviele Autos und mit welchen Abgaswerten kann **China** verkraften, mit seinen dichten Verkehrsströmen in den Großstädten? 1963 (ZIRNSTEIN) erlebte man das fast nur von Bussen und nicht von Privatautos auf seinen breiten Straßen befahrenen Peking mit blauem Septemberhimmel. Die Landwirtschaft mit ihren übervölkerten Dörfern in der Dritten Welt stößt viele ab und diese flüchten in Länder mit besseren wirtschaftlichen Verhältnissen. Aber auch das waffenstarrende **Rußland** mit seinen weiten, weiten Flächen wurde dennoch nicht zu einem an die Westländer anschließeden Wirtschaftswunderland, auch wenn die Bemerkung 'Rußland - ein Burkina Faso mit Atomraketen" wohl erheblich übetrieben ist. Rußland ist auch immer noch ein Land der wissenschaftlichen Forschung. Burkina Faso erzeugt andererseits hervorragende Baumwolle

## Das neue Erdzeitalter des Anthropozän

Die Eingriffe der Menschen auf der Erdoberfläche sind so gravierend, daß sie auch nach dem hoffentlich vermeidbaren Verschwinden der Menschheit das Aussehen weiter Teile der Erde für Jahrmillionen bestimmen werden, so wie die Steinkohlenwälder und Meeresüberflutungen nachweisbar blieben. Viele Geologen sprechen von einem **durch menschliche Tätigkeit bestimmten** neuen, von anderen völlig verschiedenem **neuen Erdzeitalter** und wollen es 'Anthropozän'/'Anthropocene' nennen. Wann sollte es beginnen? Manche setzen es in das späte 18. Jahrhundert (s. P. J. CRUTZEN 2002).

Mit der Erforschung der Welt mußte manche Vorstellung aufgegeben werden: Die Erde als Weltmittelpunkt, der Zwecke aller Dinge im Nutzen für die Menschen oder wenigstens zu dessen Freude, die allzu hohe Sonderstellung in der Welt der Organismen, die Meinung von dem letztlich führenden rationalen Handeln des Menschen. Unter Einsatz befähigter Menschen kann man im 20./21. Jh. in kurzer Zeit gewaltige Bauten zuwegebringen, riesige Städte wie in China fast aus dem Boden stampfen. Überdimensionale **Brückenbauten** wurden vollendet, etwa eine Brücke über die Beringsstraße von 90 km Länge ist geplant (YouTube 2019). Man kann auch gewaltig zerstören.

Und **irgendwer muß auf jeden Fall Nahrung erzeugen**, wenn es kein Verhungern geben soll. Dem steht viel zu viel Schwätzerei gegenüber, wobei sicherlich die Veränderungen auf der Erde, auch der Städtebau, ihre Grenzen haben müssen und schon deshalb viele Menschen nicht benötigt werden. Keine Triebe, keine Unbildung, kein Gottvertrauen dürfen davon abhalten, die Dinge auf der Erdoberfläche rational, ja im Großen planvoll anzugehen, was die Ausbeutung der Ressourcen, die Gestaltung der Vegetation wie die eigene Fortpflanzung, also die nur sinnvolle Vermehrung der Menschen betrifft. Die scheinbar unermeßlicheWeite der Erde, die den Seefahrern noch im 18. Jh. gewaltig erscheinden Entfernungen, wie schrumpften sie. Und die Erde wirkt wie ein großes Raumschiff, auf dem sogar der Gasgehalt in der umschließenden Atmosphäre gestört werden kann und diese menschengemacht reguliert werden muß, bisher angestrebt in bezug auf die Treibhausgase. Man muß sich darüber im Klaren sein, daß **alle nicht nachwachsenden Ressourcen eines Tages zu Ende** sind, wenn auch in vielen Gebieten in einer noch nicht ausdenkbaren Zukunft. Aber nur endlich sind auch Chinas und Australiens Kohlenvorräte. Und die **nachwachsenden Rohstoffe muß man nachwachsen lassen**! Öffnet sich fast unendliche Energie doch noch durch die Kernverschmelzung oder durch noch nicht beherrschbare Wärme der Erdtiefen?

Für die gesamte Menschheit muß heute die Idee gelten: "Es rettet uns kein Höh'res Wesen, kein Gott, kein Kaiser noch Tribun ..." Auf akzeptierte Vordenker und auch

Organisatoren und vor allem begnadete Forscher und Tüftler für die Auffindung neuer Ressourcen, ob Energie oder stofflich etwa durch Recycling wird man dabei nicht verzichten können. Die bei vielen auch maßgebenden Menschen fehlende Einsicht bis hin zu Bildungsunfähigkeit sind leider nicht zu verkennen. Sowjet-KPdSU Partei-'Ideologe' SUSLOW hatte 1975 verkündet, daß die 'Bourgeosie' keinerlei Chance mehr habe und bot damit wohl ein erschütterndes Beispiel dafür, **wie Politiker in höchsten Funktionen und Zugang zu allen Informationen sich total irren können** (s. Spiegel 1982). Man kann nur unterstreichen, was GORBATSCHOW (2015, S. 413) etwa 1992 in den USA vortrug: ",,,, dass wir uns eine fatalistische Haltung gegenüber der Zukunft nicht leisten können. Wer glaubt, die Zukunft sei nicht vorhersehbar und die Menschen wären nicht in der Lage, im unaufhaltsamen Verlauf der Dinge irgendetwas zu verändern, liegt falsch. Und man kann sich dabei nicht auf die Geschichte berufen - sie ist nicht schicksalhaft. ... Der Mensch darf sich nicht weigern, die objektiven Prozesse angemessen zu regulieren."

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED

1

# Literatur

Die Vornamen wurden so und in der Vollständigkeit wiedergegeben, wie sie in den zitierten Arbeiten zu lesen sind, auch wenn sie ansonsten vollständig bekannt sind.

Nicht einzeln angegeben sind fast immer die Artikel in Lexika, auch nicht die mit Namen oder Namens-Abkürzung versehenen aus Lexika verschiedener Nationalität, so The Encyclopedia Americana - International Edition, The New Encyclopaedia Britannica, manches aus dem Internet u. a.

Angegeben wird, **woher die mitgeteilten Dinge direkt entnommen** wurden, unabhängig davon, wo sie vielleicht viel früher oder sogar besser schon vorgestellt waren und nur sekundär übernommen wurden.

Beim Zurückgreifen auf Artikel im Internet, namentlich in der Wikipedia, wird jene Jahreszahl angegeben, in der für dieses Manuskript dort recherchiert wurde.

Kurt Alder (1903 - 1958) zum Gedächtnis. Ansprachen, gehalten in der Akademischen Trauerfeier der Universität zu Köln am 28. 1. 1959 von MARTIN SCHWARZBACH - GERHARD STEIN - OTTO BAYER. Krefeld.

Das älteste Papier der Welt stammt aus dem Reich der Mitte, 1994: Damals, 11, S. 36 - 42.

Die Aluminothermie. Th. Goldschmidt A.-G. Essen. Neun Jahrzehnte Geschichte einer deutschen chemischen Fabrik. Essen 1937.

Eine unendliche chemische Geschichte ... Contergan. Chemie Unserer Zeit, 2009, 19, S. 212 - 217.

Von dem Aufsteigen der flüßigen Materien in den Haarröhren.Historie. Physische Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Paris, Siebenter Theil, welche die Jahre, 1723, 1724, 1725 und 1726 in sich hält. Aus dem Französischen übersetzet von WOLF BALTH. ADOLPH von STEINWEHR. Das Jahr 1724, S. 323 ff.. Breslau 1751.

August Bender †. Stahl und Eisen, 46. Jahrgang, Nr. 25, S. 864.

Katholisches Pfarramt 'St. Peter und Paul, Zeitz, o. J.: Julius von Pflug. Bischof von Naumburg - Zeitz,

C., A. M., 1890: Halley, Edmund. Dictionary of National Biography, Vol. XXIV, S. 104 – 109.

C., O. H., 1964: Westinghouse, George. Dictionary of American Biography, Volume X, S. 16 – 18.

Sir William Crookes. W. A. T. in: Journal of the Chemical Society, Vol. CXVII (117), 1920, S. 444 - 454.

D., F. G., 1927: Heike Kamerlingh Onnes. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Vol. CXIII (93), S. I – VI.

Harold Baily Dixon: H. B. B.; W. A. B., 1931 in Journal of the Chemical Society, S. 3349 - 3368.

Die Entwicklung der Fabrikation chemischer Düngemittel. Eine Gabe zum 26. Januar 1905 zur Feier des 25jährigen Bestehens des Vereins deutscher Düngerfabrikanten. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1905, Heft 4, S. 129 - 132.

Fresenius, Remigius. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 1919, Jahrgang LII, S. 33 – 40.

Geschichtliche und technisch-wissenschaftliche Entwicklung der deutschen Zement-Industrie. Die deutsche Zement-Industrie, 1927.

Das Kekulé-Denkmal in Bonn. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 36. Jahrgang, Band IV, 1904, S. 4612 ff.

Landschaften in Deutschland Werte der Deutschen Heimat, 2005, Band 67: Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft. Köln, Weimar, Berlin.

Reisebriefe deutscher Romantiker, 1979. Herausgegeben von RUDOLF WALBINER: Berlin.

(Teamwork), 2013: Biochemie der Elemente. Anorganische Chemie biologischer Prozesse. Heidelberg.

Werte der deutschen Heimat, 1967, Band 11: Die Bergbaulandschaft von Schneeberg und Eibenstock. Von SIEGFRIED SIEBER und MARTIN LEISTNER. Berlin.

Werte unserer Heimat, 1974, Band 20: Um Aue, Schwarzenberg und Johanngeorgenstadt. Berlin.

Werte unserer Heimat, 1974, Band 23: Das Altenburger Land. Berlin.

Werte unserer Heimat, 1976, Band 29: Der Kyffhäuser und seine Umgebung. Berlin.

Werte unserer Heimat, 1977, Band 30: Um Oschatz und Riesa. Berlin.

Werte unserer Heimat, 1978: Zwischen Zwickauer Mulde und Geyerschem Wald. Berlin.

Werte unserer Heimat 1979, Band 32: Elbtal und Lössügelland bei Meissen. Berlin,

F., 1923: Sir Norman Lockyer, K. C. B., 1836 - 1920. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Vol. CIV (104), S. Porträt, I - XIV.

F., H. W., 1964: Silliman, Benjamin. Dictionary of American Biography, Volume IX, S. 163 / 164.

H., A. F., 1963: Rogers, Henry Huttleston. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 95 / 96.

H.-w., B., 1964: Atwater, Wilbur Olin: Dictionary of American Biography, Volume I, S, 417 / 418.

K., A., 1929: Professor Dr. Clemens Pirquet. Wiener Medizinische Wochenschrift, 79, 9. März, Nr. 11, S. 331 / 332.

K., A., 1964: Wright, Wilbur. Dictionary of American Biography, Volume X, S. 568 – 570.

M., L. B., 1962: Osborne, Thomas Burr. Dictionary of American Biography, Volume VII, S. 74 / 75.

L., W. C., 1964: Bell, Alexander Graham. Dictionary of American Biography, Volume I, S. 148 – 152.

M., C. W., 1959: Francis, James Bicheno. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 578 / 579.

M., C. W., 1959 a: Drake, Edwin Laurentine. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 427 / 428.

M, C. W., 1959 b: Fitch, John. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 425 / 426.

M., C. W., 1960: Goodyear, Charles. Dictionary of American Biography, Volume IV, S. 413 – 415.

M., C. W., 1961: Holley, Alexander Lyman. Dictionary of American Biography, Volume II, S. 148 / 149.

M., C. W., 1961: Mergenthaler, Ottmar. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 549 / 550.

M., P. B., 1961: Hyatt, John Wesley. Dictionary of American Biography, Volume V, S. 447 – 449.

M., W. F., 1960: Henry, Joseph. Dictionary of American Biography, Volume IV, S. 550 – 553.

Medizinnobelpreis für Forschung zum Zelltod. Neue Zürcher Zeitung, 2002, Dienstag 8. Oktober, Nr. 233, S. 48.

Menschliche Fortpflanzungsstrategien im Wandel. Vor 20 Jahren wurde das erste Retortenbaby geboren. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 22. Juli, Nr. 167, S. 35.

P., D. C., 1958: Burrill, Thomas Jonathan. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 326 / 327.

T., H., 1959: Flagler, Henry Morrison. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 451 / 452.

T., H. A., 1963: Pratt, Charles. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 168 – 170.

T., W. A., 1917: Sir William Ramsay. Journal of the Chemical Society, Transactions, Vol. CXI (111), S. 369 - 376.

The Resources and Applications of Manganese. Nature, 1927, Vol. 120, No. 3013, July 30, S. 159 - 161.

Ruthenium, ein neues Metall der Platinerze. Annalen der Chemie und Pharmacie, LVI. Band, S. 257 - 261.

Santiago Ramón y Cajal (1852 - 1934). Nature, April 26, 1952, S. 688.

Stalins Frankenstein. Weltwoche, 2006, Nr. 1, S. 10.

T., H. P., 1958: Crafts, James Mason. Dictionary of American Biography, Volume II, S. 492 / 493.

TH., K., 1934: Gustav Embden. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 230, S. 3 – 11.

Ueber das Thallium. Journal für Praktische Chemie. Herausgegeben von OTTO LINNÉ ERDMANN und GUSTAV WERTHER, 1864, 92. Band, S. 272 - 280.

PAUL UHLENHUTH zum Gedächtnis. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie. 185, 4, S. 229 - 276. Biographischer Überblick S. 274 - 276.

Verhandlungen über die Theorie der Lösungen. 1891. Mit Beiträgen von U. PICKERING, WILHELM OSTWALD u. a. Aus dem Bericht über die Versammlung der British Association for the Advancement of Science vom September 1890 zu Leeds. Deutsch. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 7. Band, S. 378 - 416. Bis S. 426 Nachwort von WILHELM OSTWALD.

"Wir trotzten den Wellen" ... Lange vor den Europäern segelten Chinas Konquistadoren bis nach Arabien und Sansibar. Der Spiegel, 1997, 36, S. 180 - 182.

A., R. L. et al., 1911: St. Helena. The Encyclopaedia Britannica, Volume XXIV.

ABBOTT, ALISON, 2014: A life in science and literature. ... Carl Djerassi ... Nature, Volume 515, 6 November, S. 36.

ABBOTT, ALISON, 2015: The man who bares the brain. ... Andreas Vesalius. Besprechung des Buches CATANI, MARCO and STEFANO SANDRONE, 2015: Brain Renaissance. From Vesalius to Modern Neuroscience. Nature, Volume 521, 14 May, S. 160.

ABDERHALDEN, EMIL; CASIMIR FUNK, E. S. LONDON, 1907: Weiterer Beitrag zur Frage nach der Assimilation des Nahrungseiweißes im tierischen Organismus. Hoppe-Seyler's Zeitschrfit für Physiologische Chemie, 51. Band, S, 269 – 293.

ABDERHALDEN, EMIL, 1934, Chemiker-Zeitung, 58, S. 2.

ABDERHALDEN, EMIL, 1939a: Die Erforschung der im Magen der Wirbeltiere und des Menschen sich vollziehenden Verdauungsvorgäne durch Abt Lazaro Spallanzani. Nove Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 7, Nummer 46, S. 27 - 58.

ABDERHALDEN, EMIL, 1939b: Rasse und Vererbung vom Standpunkt der Feinstruktur von blut- und zelleigenen Eiweißstoffen aus betrachtet. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 7, Numme 46, S. 59 - 29.

ABEGG, R., 1904: Die Valenz und das periodische System. Versuch einer Theorie der Molekularverbindungen. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 39. Band, S. 330 - 380.

ABEGG, R., 1906: Über die Fähigkeit der Elemente, miteinander Verbindungen zu bilden. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 50. Band, S. 309 - 314.

ABEL, OTHENIO, 1926: Amerikafahrt. Einrücke, Beobachtungen und Studien eines Naturforschers auf einer Reise nach Nordaerika und Westindien. Jena.

ABEL, WILHELM, 1962 a: Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert. Stuttgart.

ABEL, WILHELM, 1962 b: Neue Fragen an die Wirtschaftsgeschichte. Vortrag gehalten anläßlich der feierlichen Immatrikulation am 19. Mai 1962. Göttingen.

ABERCROMBIE, M., 1961: Ross Granville Harrison. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 7, S. 111 - 126.

ABETTI, GIORGIO, 1974: Piazzi, Giuseppe. Dictionary of Scientific Biography. Volume X, S. 591/592, New York.

ABRAHAM, Sir EDWARD, 1983: Ernst Boris Chain. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 29, S. 43 - 79.

ABULAFIA, DAVID, 1991: Herrscher zwischen den Kulturen Friedrich II. von Hohenstaufen. Berlin. -Original: Frederik II. A Medieval Emperor. London 1988.

ABULAFIA, DAVID, 2013: Das Mittelmeer. Eine Biographie. Aus dem Englischen von MICHAEL BISCHOFF. Frankfurt am Main. - Original. The Great Sea. A Human History of the Mediterranean. London.

ACEMOGLU', DARON and ROBINSON, JAMES, 2009: Foundations of Societal Inequality. Science, Volume 326, 30 October, S. 678 / 679.

ACEMOGLU', DARON and ROBINSON, JAMES, 2013/2014: Warum Nationen

scheitern. Die Ursprünge von Macht, Wohlstand und Armut. Aus dem Englischen von BERND RULLKÖTTER. Frankfurt am Main. - Original, 2012: Why Nations Fail. The Origins of Power, Properity and Poverty. New York.

ACHER, ROGER, 1979: Neurophysine - molekulare und zelluläre Aspekte. Angewandte Chemie, 91, S. 905 - 919.

ADAM VON BREMEN, 11, Jh. deutsche Übersetzung 1928: Hambrugische Kirchengeschichte. In dritter Auflage unter Mitarbeit von BERNHARD SCHWEIBLER neubearbeitet von SIGFRID STEINBERG. Leipzig.

ACKERKNECHT, ERWIN H., 1964: Johann Lucas Schoenlein. Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, Vol. XIX, S. 131 - 138.

ADDISON, THOMAS, 1855 / 1912: Die Erkrankungen der Nebenniere und ihre Folgen (1855). Deutsch von ERICH EBSTEIN. "Klassiker der Medizin" herausgegeben von KARL SUDHOFF. - Original: On the constitutional and local effects of disease of the supra-renal capsules.

ADLER, H., 1881: Über den Generationswechsel der Eichen-Gallwespen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 35. Band, S. 151 – 246.

ADLER, LEO, 1914: Metamorphosestudien an Batrachierlarven. I. Exstirpation endokriner Drüsen. A. Exstirpation der Hypophyse. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen ... WILHELM ROUX, 39. Band, S. 21 - 44.

ADLER, LEO, 1916: Untersuchungen über die Entstehung der Amphibienneotenie. Pflüger's Archiv für die Physiologie des Menschen und der Tiere, Band 164, S. 1 - 97.

ADOR, E., 1894: Jean-Charles Galissard de Marignac. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXVII, S. 978 - 1021.

ADRIAN, E. D., 1939: The localisation of activity in the brain. Ferrier Lecture. Proceedings of the Royal Society of Lomdon- Series B, Biological Sciences, Vol. CXXVI (126), S. 433 – 449.

ADRIAN, E. D., 1952: Obituaries: Sir Charles Sherrington. Nature, No. 4304, April, S. 688 / 689.

AGASSIZ-CARY, E., 1886

AGRICOLA, GEORG, Ausgabe 1928: Zwölf Bücher vom Bergbau. Berlin.

AHLERS, OLAF, 1957: Detmar. Neue Deutsche Biographie, Band 3, S. 618/619.

AHONEN, KATHLEEN, 1972: Glauber, Johann Rudolph. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 419 – 423, New York.

AHRENS, KARL: siehe COLUMELLA.

AIRY, 1833: Remarks on Sir David Brewster's Paper "On the Absoprtion of Specifi Rays &c." - Neudruck in: DAVIS, E. A., 1995: Science in Making, Volume 1: 1798 – 1850, London. – Original: Philosophical Magazine, Third Series, Vol. 2, Nr. 11, May, S. 419 – 424.

AKURGAL, EKREM, 2001: The Hattian and Hittite Civilisations. Ankara.

ALBERT, R., E. BUCHNER und R. RAPP, 1902: Herstellung von Dauerhefe mittels Aceton. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 35. Jahrgang, S. 2376 – 2382.

ALBINUS, PETRUS, 1589: Meißnische Land- und Berg-Chronica / in welche einer vollständige description des Landes / so zwischen der Elbe / Sala und Südödischen Behmischen gebirgen gelegen ... Dresden.

ALBORN, TIMOTHY L., 2004: Lubbock, John, first Baron Avebury. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 34, S. 651/652.

ALBRECHT-HEIDER, CHRISTOPH, 2003: Die Wasserwand. Vor 120 Jahren explodierte der indonesische Vulkan Krakatau ... Frankfurter Rundschau, Mittwoch, 27. August, Nr. 199, S. 8.

ALDRICH, MICHELE L., 1972: Hittorf, Johann Wilhelm. Neue Deutsche Biographie., VI, S. 438 - 440.

ALI, SALEEM H., 2011: The Inquisitive West. Rezension von HUFF, TOBY E., 2011: Intellectual Curiosity and the Scientific Revolution, Cambridge University Press. Science, Volume 332, 1 April, S. 39.

ALLAN, D. G. C., 2004: Hales, Stephen. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 24, S. 553 - 556.

ALLEN, GARLAND E., 1978: Thomas Hunt Morgan. The Man and His Science. Princeton University Press.

ALLIBONE, T. E., 2004: Cockcroft, Sir John Douglas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 12, S. 348 – 351.

ALLISON, SAMUEL K., 1957: Enrico Fermi. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXX, S. 124 ff.

ALLISON, SAMUEL K., 1965: Arthur Holly Compton. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences, Volume XXXVIII, S. 80 – 110.

ALTUM, BERNHARD, 18683: Der Vogel und sein Leben. Münster.

ALTWEGG, JÜRG: s. LE´VI-STRAUSS 2008.

ALVAREZ, LUIS W.; WALTER ALVAREZ, FRANK ASARO, HELEN V. MICHEL, 1980: Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. Science, Vol. 208; June, S. 1095 - 1108.

AMMIANUS MARCELLINUS, dtsch. 1968: Römische Geschichte. Lateinisch und Deutsch und mit einem Kommentar versehen von WOLFGANG SEYFAHRT. Erster Teil. Berlin. - ..., 1970: ... Zweiter Teil. Berlin.

AMREIN, JOSEF, 1997: Die Krankheit des Jahrhunderts. Die Weltwoche, Nr. 50, 11. Dezember, S. 54 / 55.

AMSTUTZ, G. C., 1976: Zirkel, Ferdinand, XIV, .

AMUNDSEN, ROALD, 1929: Mein Leben als Entdecker. Deutsch von GEORG SCHWARZ. Leipzig, Wien.

ANBAR, A. D., 2012: A Coevolutionary Tale. - Rezension des Buches ROBERT M. HAZEN: The Story of Earth. New York 2012. - Science, Vol. 337. 28 September, S. 1606.

ANDERSEN, HANS CHRISTIAN, 1984: Die frühen Reisebücher. Leipzig und Weimar.

ANDERSEN, HANS CHRISTIAN, 1984: Meines Lebens Märchen. Das Leben des Dichters von ihm selbst erzählt. Herausgegeben von FRITZ MEICHNER. Weimar.

ANDERSON, M. B.; K. NEWTON; MARTIN RYLE, P. F. SCOTT, 1978: Short-term storage and wind power availability. Nature, Volume 275, 5 October, S. 432 - 434.

ANDERSON; THOMAS, 1846: Ueber Picolin; eine neue Base aus dem Steinkohlen-Theeröl. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LX, S. 86 – 103.

ANDERSON, TH., 1851: Ueber die Producte der trocknen Destillation thierischer Materien. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXX (80), S. 44 – 65.

ANDERSON, TH.,1858: Ueber die Producte der trockenen Destillation thierischer Materien. Annalen der Chemie und Pharmacie, Neue Reihe, XXIX, S. 335 - 359.

ANDERSON, TH., 1862: Ueber Anthracen oder Paranaphthalin und einige Zersetzungsproducte desselben. Übersetzung aus: Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. XXII, Part 3, p. 681. Deutsch: Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXII (122), S. 294 – 308.

ANDERSON, HUGH J., 1995: Pyrrole. Form Dippel to Du Pont. Journal of Chemical Education, Volume 72, Number 10, October, S. 875 - 878.

ANDERT, WERNER und HANS PRESCHER, 1976: Nathanael Gottfried Leske (1751 - 1786). Zum 225. Geburtstag ... Sächsische Heimatblätter.

ANFT, BERTHOLD PETER, 1959: Engler, Carl Oswald Viktor. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 533.

ANGENENDT, ARNOLD, 1990: Das Frühmittelalter: die abendländische Christenheit von 400 bis 900. Stuttgart.

ANGENHEISTER, GUSTAV, 1964: Gerland, Georg. Neue Deutsche Biographie, 6. Band, S. 305.

ANKEL, W. E., 1957: Zur Geschichte der wissenschaftlichen Biologie in Gießen. – In: Ludwigs-Universität.Justus Liebig-Hochschule 1607 – 1957. S. 308 – 340. Gießen

ANDREAE, BERNHARD, 2009: Von Apelles haben sie's gelernt. Rom bestaunt die antiken Gemälde seiner Vergangenheit ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Freitag, 2. Oktober, Nr. 229, S. 37.

ANSCHÜTZ, RICHARD, 1887: Zur Geschichte der Isomerie der Fumarsäure und der Maleinsäure. Annalen der Chemie ... LIEBIG, 239. Band, S. 161 – 184.

ANSCHÜTZ, RICHARD, 1889 a: Runge, Friedlieb Ferdinand. Allgemeine Deutsche Biographie, 29: 684 - 686.

ANSCHÜTZ, RICHARD, 1889 b: Kann die Raoult'sche Methode zur Entscheidung dienen zwischen Atombindung und Molecularbindung. Annalen der Chemie ... LIEBIG, Band 253, S. 343 – 347.

ANSCHÜTZ, RICHARD, 1926: Wilhelm Körner. Ein Gedenkblatt. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59. A, S. 75 - 111.

ANSCHÜTZ, RICHARD, 1929; August Kekule´. Band 1 Leben und Wirken . Berlin. - Band 2 Abhandlungen, Berichte, Kritiken, Artikel, Reden. Berlin.

ANTHONY, JEAN, 1974: Milne-Edwards. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 407 - 409, New York.

APPEL, ERWIN & JUDITH JÖRDENS, 2012: Ein Zusammenstoß mit Folgen. Senckenberg - natur- forschung - museum 142, 1/2, S. 66/67.

AEPINUS, FRANZ ULRICH THEODOSIUS, 1761: Akademische Rede von der Aehnlichkeit der elektrischen und magnetischen Kraft, welche in der feyerlichen Versammlung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften im jahre 1758 am 7ten Herbstmonats öffentlich vorgelesen hat. Allgemeines magazin der Natur. Kunst und Wissenschaften. Eilfter Theil. Leipzig: (90) - (131).

ARAGO, FRANZ, 1855: Gay-Lussac. Biographie, gelesen in der öffentlichen Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 20. Dezember 1852. In: Franz Arago‘s sämmtliche Werke. Mit einer Einleitung von ALEXANDER von HUMBOLDT. herausgegeben von Dr. W. G. HANKEL. Dritter Band. Leipzig. S. 3 - 57

ARAGO, FRANZ, 1855; Malus. (Nachgelassene Schrift). Diese Biographie war für die öffentliche Sitzung der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1854 vorbereitet, und wurde nach einem besonderen Beschlusse dieser gelehrten Körperschaft am 8. Januar 1855 gelesen. In: Franz Arago‘s sämmtliche Werke... ebenda. S. 91 - 124.

ARBLASTER, PAUL, 2004: Needham, John Turberville. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 40, S. 327 / 328.

ARCINIEGAS, GERMA´N, 1966: Geschichte und Kultur Latein-Amerikas Entdeckung - Eroberung - Unabhängigkeit. München. - Argentinische Originalausgabe 'El continente del Siete Colores' Buenos Aires 1965. Deutsche Übersetzung von FRANZ DAMHORST.

ARGELANDER, FR., 1843: Neue Uranometrie. Darstellung der im mittleren Europa mit bloßem Auge sichtbaren Sterne nach ihren wahren, unmittelbar vom Himmel entnommenen Größe. Sternenverzeichniß. Berlin.

ARMBRUSTER, E. VIRGINIA, 2009: The life of diatoms in the world's oceans. Nature, Volume 459/14, No. 1038, S. 185 - 192.

ARMSTRONG, E. F.; rev. TREVOR I. WILLIAMS, 2004: Cross, Charles Frederick. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 14, S. 420 / 421.

ARMSTRONG, HENRY E., 1925: Michel-Eugene Chevreul, 1736 - 1889. Nature, Volume 116, No. 2925: 750 - 754.

ARMSTRONG, HENRY E., 1927: Marcelin Berthelot. Nature, Volume 120, No. 3027, November 5, S. 659 -663.

ARMSTRONG, HENRY E., 1927: Kritische Rezension eines Rezensenten der Natur mit 'The Gentle Art of Chemical Controversy' zu ARMSTRONG, HENRY E.

1927: Essays on the Art and Principles of Chemistry including the First Messel Memorial Lecture, London. Nature, Volume 120, No. 3010, July 9, S. 36/37.

ARMSTRONG, WILLIAM G., 1864: President Address. Report of the Thirty-Third Meeting of the British Association for the Advancment of Science, held at Newcastle-upon-Tyne in August and September 1863. London. S. Ii - IXiV.

ARNDT, FRITZ, 1962: Die Entwicklung der chemischen Vorstellung von den Atombeziehungen im 20. Jahrhundert. Chemiker-Zeitung, 86. Jahrgang, Nr. 19, S. 708 - 715.

ARNOLD, UDO, 2005: Deutscher Orden und Preußenland. Ausgewählte Aufsätze anläßlich des 65. Geburtstages herausgegeben von BERNHART JÄHNIG und GEORG MICHELS. Einzelschriften der Historischen Kommission für ost- und westpreußische Landesforschung, Band 26. Marburg.

ARON, RAYMOND, 1985: Erkenntnis und Verantwortung. Lebenserinnerungen. Aus dem Französischen von KURT SONTHEIMER. München, Zürich.

ARONHEIM, B., 1874: Synthese des Phenylbutylens. Justus Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie, Band 171, S. 219 – 242.

ARONSON, JEFFREY K., 2004: Withering, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 59, S. 880 – 882.

ARRHENIUS, SVANTE, 1906: Theorien der Chemie. Nach Vorlesungen gehalten an der Universität von Kalifornien zu Berkeley ... Mit Unterstützung des Verfassers aus dem englischen Manuskript übersetzt von ALEXIS FINKELSTEIN. Leipzig.

ARRHENIUS, SVANTE, 1911: Das Weltall. Vortrag gehalten auf dem Ersten Monisten-Kongresse zu Hamburg am 9. September 1911. Leipzig.

ARRHENIUS, SVANTE, z. B. 1913 a (9. - 13. Tausend): Das Werden der Welten. Aus dem Schwedischen übersetzt von L. BAMBERGER. Leipzig.

ARRHENIUS, SVANTE, 1913 b: Aus meiner Jugendzeit. Seinem lieben Freunde WILHELM OSTWALD zu seinem 60. Geburtstag dargebracht von... Leipzig.

ARRHENIUS, SVANTE, 1914: The Theory of Electrolytic Dissociation. Faraday Lecture, ... May 25th, 1914. Journal of the Chemical Society. Transactions. S. 1414 - 1426.

ARRHENIUS, SVANTE, 1922: Die Chemie und das moderne Leben. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. B. FINKELSTEIN. Leipzig.

ASCHERSON, 1879: Gleichen, Wilhelm Friedrich v. G., genannt Rusworm (Rußworm). Allgemeine Deutsche Biographie, 9. Band, S. 226 – 228.

ASHERSON, GEOFFROY L., 2004: Barry, Martin. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 144 / 145.

ASCHOFF, LUDWIG, 1940: Rudolf Virchow Wissenschaft und Weltgeltung. Bücher über geistige Beziehungen europäischer Nationen. Hamburg.

ASCHOFF, LUDWIG, 1966: Ein Gelehrtenleben in Briefen an die Familie. Freiburg im Breisgau.

ASHWORTH, J. H., rev. ERIC L. MILLS, 2004: Murray, Sir John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 39, S. 959 – 961.

ASTON, F. W., 1927: Isotope. Autorisierte Übertragung ins Deutsche von Dr. ELISE NORST-RUBINOWICZ. Leipzig.

ATKINS, PETER W., 1990 (1. Auflage 1987): Physikalische Chemie. Übersetzt und ergänzt ARNO HÖPFNER. Weinheim, Basel, Cambridge, New York. - Original: Physical Chemistry. Third Edition. Oxford University Press 1979, 1982, 1986.

AUBREY, JOHN, Neudruck 1949: Brief Lives. London.

AUDRING, GERT 1981: Herrschaftsmethoden und -erfahrungen athenischer Sklaveneigentümer. Das Altertum, Band 27, Heft 2, S. 77 - 83.

AUFFAHRT, CHRISTOPH, 2005: Neue Welt und Neue Zeit - Weltkarten und Säkularisierung in der Frühen Neuzeit. - In: BECK, THOMAS; HORST GRÜNDER, HORST PIETSCHMANN und RODERICH PLAK (Hrsg.): Überseegeschichte. Beiträge der jüngeren Forschung. Festschrift anläßlich der Gründung der Forschungsstiftung für vergleichende europäische Überseegeschichte 1999 in Bamberg. S. 43 - 68. Stuttgart.

AUSTERFIELD, P. J., 1990: From hot air to hydrogen: filling and flying the early gas ballons. Endeavour, New Series, Volume 14, No. 4, S. 194 - 200.

AUWERS, K., 1910: Heinrich Limpricht. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 42. Jahrgang, S. 5000 – 5036.

AVERY, OSWALD T.; COLIN M. MAC LEOD, MACLYN MC CARTY, 1944: Studies on the chemical Nature of the Substance inducing Transformation of pneumococcal Types. Induction of Transformation by a Desoxyribonucleic Acid Fraction isolated from Pneumococcus Type III. The Journal of Experimental Medicine, 79, 2.

AYALA, FRANCISCO J., 1981: Dobzhansky, Theodosius. Dictionary of Scientific Biography, Volume XVII, S. 233 - 242. New York.

B., A. P., 1964: Baker, Lorenzo Dow. Dictionary of American Biography, Volume I, S. 524 / 525.

B., G. C., 1889: Fowler, John. Dictionary of National Biography, Volume XX, S. 87/88.

B., L. F., 1962: Noguchi, Hideyo. Dictionary of American Biography, Volume VII, S. 542 / 543.

BAADE, FRITZ, 1960: Wettlauf zum Jahre 2000. Unsere Zukunft. Ein Paradies oder die Selbstvernichtung der Menschheit. Oldenburg.

BABÁK, EDWARD, 1905: Über die Beziehung des centralen Nervensystems zu den Gestaltungsvorgängen der Metamorphose des Frosches. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere ... PFLÜGER, Band 109, S. 78 - 82.

BABÁK, EDWARD, 1913: Einige Gedanken über die Beziehung der Metamorphose bei den Amphibien zur inneren Sekretion. Zentralblatt für Physiologie, Band XXVII (27), S. 536 - 541.

BABES, 1884: Ueber Koch's Kommabacillus. Vortrag ... Bericht über... Deutsche Medicinische Wochenschrift, Band 10, No. 52, S. 844.

BABKIN, B. P., 1949: Pavlov. A Biography. The University of Chicago Press.

BACHEM; ACHIM und CHRISTOPH BUCHAL; 2013: Energiewende - quo vadis? Physik Journal 12, Nr. 12, S. 33 - 39.

BACHOFEN, R., 1994: Biogeochemische Zyklen, Mikroorganismen und atmosphärische Spurengase, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 139. Jahrgang, Heft 1, S. 15 – 22.

BACON, FRANCIS, Ausgabe 1982 (2. durchgesehene Auflage): Das neue Organon (Novum Organon). Herausgegeben von MANFRED BUHR. Übersetzt von RUDOLF HOFFMANN. Bearbeitet von GERTRAUD KORF. Berlin.

BADASH, LAWRENCE, 1965: "Chance favors the prepared mind": Henri Becquerel and the discovery of radioactivity. Archives internationales d'histoire des sciences. Dix-huiteme année, numero 70 - 71, S. 55 - 66.

BADASH, LAWRENCE, 1966: How the "Newer Alchemy" Was Received. Scientific American, Vol. 215, No. 2, August, S. 89 - 95.

BADASH, LAWRENCE, 1970: Boltwood, Bertram Borden. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 257 – 260, New York.

BADASH, LAWRENCE, 1975: Rutherford, Ernest. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 25 ff. New York.

BADASH, LAWRENCE, 1989: The Age-of-the-Earth Debate. Scienific American, August, S. 78 - 83.

BADASH, LAWRENCE, 2004: Marsden, Sir Ernest. Oxford Dictionary of National Biography, Volume, S. 779 – 781.

BADER, KARL S., 1978: Der deutsche Südwesten in seiner territorialstaatlichen Entwicklung. Sigmaringen.

BAGGE, ERICH, 1965: Elementsynthese - Urknall oder ständige Neuentstehung. Physikalische Blätter, 21. Jahrgang, S. 159 - 167.

BAGGESEN, JENS, Ausgabe 1985: Das Labyrinth oder Reise durch Deutschland in die Schweiz 1789. Aus dem Dänischen. Leipzig und Weimar.

BAIER, TINA, 2009: Die ersten Reiter der Welt. Süddeutsche Zeitung, Nr. 54, Freitag, 6. März, S. 18. – Nach: Science.

BAKER, ANNE PIMLOTT, 2004a: Fairchild, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 18, S. 914 / 915.

BAKER, ANNE PIMLOTT, 2004b: Walton, Frederick Edward. Oxford Dictionary of National Biographe, Volume 57, S. 200 / 201.

BALABAN, EVAN; MARIE AIMEÉ TEILLET, NICOLLE LE DOUARIN, 1988: Application of the Quail-Chick Chimera System to the Study of Brain Development and Behavior. Science, Vol. 241, 9 September, S. 1339 - 1342.

BALDWIN, ERNEST, 1972: Hopkins, Sir Frederick Gowland. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 498 - 502, New York.

BALL, PHILIP, 2005: Lessons from Early Chemists. Chemistry international November - December, S. 13 - 16.

BALL, PHILIPP, 2007: The crucible. ... how colloids stick together, Chemical World, May, S. 36.

BALL, PHILIP. 2008: Complexity crystallised. Protein x-ray crystallogrphy has come a long way froma 12 year search for the structure of a single protein. Chemistry World, March, S. 50 - 56.

BALL, PHILIP, 2015: The spitit of the matter. Chemistry World, Febuary, S. 34.

BALLHAUSEN, C. J., 1979: Quantum Mechanics and Chemical Bonding in Inorganic Complexes. Journal of Chemical Education, Volume 56, Number 4, April, S. 215 - 218.

BALMER, HEINZ, 1974: Louis Agassiz, 1807 – 1873. Gesnerus, Jahrgang 31, Heft 1 / 2, S. 1 – 18.

BALMER, R. T., 1979: The invention of the sand clock. Endeavour, New Series, Volume 3, No. 3, S. 118 - 122.

BANDI, HANS-GEORG, 2004: Ein seltener Blick in die Grotte Chauvet. Malereien aus der Eiszeit im Département Ardèche. Neue Zürcher Zeitung, Donnerstag, 5. Februar, Nr. 29, S. 45.

BANDORF, 1888: Reil, Johann Christian. Allgemeine Deutsche Biographie, 27. Band, S. 700 / 701.

BANNOW, A., 1916: Gustav Kraemer. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 49, I, S. 445 - 467.

BAER, KARL ERNST von, 1828: Über die Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 1. Theil. Könisgberg.

BAER, K. E. v., 1865: Nachrichten über das Leben und die Schriften des Herrn Geheimrathes Dr. Karl Ernst von Baer, mitgetheilt von ihm selbst ... St. Petersburg.

BARCELO', PEDRO, 1988: Das Christentum auf dem Wege zur Staatsreligion des römischen Reiches. - In: Festgabe Heinz Hürten zum 60 (sechzigsten) Geburtstag / hrsg. von HARALD DICKERHOF. S. 145 - 165. Frankfurt am Main,, Bern; New York, ...

BARDELEBEN, K. von, 1903: Karl v. Kupffer. Archiv für Mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 63, S. 669 – 718.

BARFURTH, DIETRICH, 1927: Lebenserinnerungen. Rostock.

BARGER, A. CLIFFORD, 1978: Cannon, Walter Bradford. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV, Supplement I, S. 71 - 77, New York.

BARGER, GEORGE, 1930: Some Applications of Organic Chemistry to Biology and Medicine. The George Fisher Baker Non-Resident Lectureship in Chemistry at Cornell University. New York.

BARKER, ERNEST, 1956: From Alexander to Constantine. Passages and Documents Illustrating the History of Social and Political Ideas 336 B.C. - A.D. 337. Oxford.

BARKER, G. R. 1956: Nucleic Acids. Advances in Carbohydrate Chemistry, Volume 11, S. 285 - 333.

BARKER GRAEME (edited), 1999. Companion Encyvkopedia of Archaelogy. London and New York.

BARKER, H. A., 1978: Explorations of Bacterial Metabolism. Ann. Review Biochemistry.

BARKER, RODERICK J., 1999: Citizen Emperor. Pedro II. and the Making of Brazil, 1825 - 91. Stanford University Press.

BARTA, I; I. T. BEREND, P. HANAK, M. LACKO, L. MAKKAI, ZS. L. NAGY und GY. RANKI, 1971: Die Geschichte Ungarns. Corvina Verlag.

BARTELMANN, MATTHIAS, 2015: Einsteins Schöpfung. Die Allgemeine Relativitätstheorie wird hundert Jahre alt. Physik Journal, 14, Nr. 6, S. 27 - 30.

BARTELS, CHRISTOPH, 1996: Mittelalterlicher und frühneuzeitliche Bergbau im Harz und seine Einflüsse auf die Umwelt. Naturwissenschaften, 83, S. 481 - 491.

BARTETZKO, DIETER, 2009: Eine Locke für Jahrtausende. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Dienstag, 6. Oktober, Nr. 231, S. 27.

BARTH, HEINRICH, 1857: Reisen und Entdeckungen in Nord - und Central - Afrika in den Jahren 1849 bis 1855. Gotha.

BARTH, L., 1876: Heinrich Hlasiwetz. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 9. Jahrgang, S. 1961 – 1992.

BARTHEL, H., 1962:

BARTLETT, ROBERT, 1996: Die Geburt Europas aus dem Geist der Gewalt: Eroberung, Kolonisierung und kultureller Wandel von 950 bis 1350. Aus dem Englischen von HENNING THIES. München. - Originaltitel: The Making of Europe. Conquest, Colonization and Cultural Change, 950 - 1350. London.

BARY, ANTON DE, 1858: Untersuchungen über die Familie der Conjugaten (Zygnemeen und Desmidieen). Ein Beitrag zur physiologischen und beschreibenden Botanik. Leipzig.

BARY, A. DE, 1860: Die Mycetozoen. Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Thiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 10. Band, S. 89 - 168.

BARY, A. DE, 1862: Die neuesten Arbeiten über Entstehung und Vegetation der niederen Pilze; insbesondere Pasteurs Untersuchungen. Mitgetheilt von ... Flora, No. 23, 31. Juli, S. 355 - 365.

BARY, A, DE, 1862 b: Referat über das Werk der Gebrüder TULASNE "Selecta Fungorum Carpologie". Flora, XLV, S. 38.

BARY, A. DE, 1862: Die neueren Arbeiten über die Schleimpilze und ihre Stellung im System, besprochen von ... Flora, Nr. 17, S. 264 - 272.

BARY, ANTON DE, 1866: Neue Untersuchungen über die Uredineen, insbesondere die Entwicklung der Puccinia graminis und den Zusammenhang derselben mit Aecidium Berberidis. Vorgetragen von BRAUN. Monatsberichte der Königlichen Preußischen Akademie zu Berlin. Aus dem Jahre 1865. S. 15 - 49.

BARY, ANTON DE, 1878: Ueber Symbiose. Tageblatt der 51. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Cassel 1878, S. 121 - 126.

BASS, LAWRENCE W., 1958: Levene, Phoebus Aaron Theodore. Dictionary of American Biography, Supplement Two, S. 378 / 379.

BASSALA, GEORGE, 1967: The Spread of Western Science. Science, Volume 156, 5 May, S. 611 - 622.

BASSAM TIBI, 2004: Zuviel Poesie, zuwenig Selbstkritik. Es hat zwei arabische Aufklärungen gegeben ... Die Zeit, Nr. 49, 25. November, S. 12.

BASTON, K. GRUDZIEN, 2004: Goodsir, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 22, S. 809 - 811.

BATALIN, A., 1871: Die Selbstbestäubung bei Juncus bufonius L. Botanische Zeitung, 29, Nr. 23.

BATESON, W., 1902: Reports to the Evolution Committee. I. London.

BATESON, WILLIAM; 1914: Address ... President. Report of the 84. Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Australien, July 28 – August 31. London.

BAETHGEN, FRIEDRICH, 1951: Europa im Spätmittelalter. Grundzüge seiner politischen Entwicklung. Berlin.

BAETHGEN, FRIEDRICH, 1960: Mediaevalia. Aufsätze, Nachrufe, Besprechungen. Teil II. - Schriften der Monumente Germanniae historica (Deutsches Institut

für Erforschung des Mittelalters). Stuttgart. - Darin: Zur Quellenkunde. Franziskanische Studien, S. 319 - 362

BATTELLI, F. und L. STERN, 1911: Die Oxydation der Citronen-, Apfel- und Fumarsäure durch Tiergewebe. Biochemische Zeitschrift, 31, 1/2, S. 478 - 505.

BAUER, JOACHIM / HARALD KLUGE (Hg.), 2011: Das wissenschaftliche Gesamtwerk des Jenaer Nervenarztes Hans Berger. Unter Mitarbeit von MARCUS MÜGGENBURG. Stuttgart.

BAUER, RICHARD, 1985: Lithium - wie es nicht im Lehrbuch steht. Chemie in unserer Zeit, 19. Jahrgang, S. 167 - 173.

BAUEREISEN, ERICH, 1955: Behring, Emil Adolf. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 14 / 15.

BAUMANN, CARL FRIEDRICH, 19: Ludowigs, Paul. Neue Deutsche Biographie. Band Berlin. S. 306 / 309.

BAUMANN, EUGEN, 1895: Ueber das normale Vorkommen von Jod im Thierkörper. (I. Mittheilung). (HOPPE-SEYLERs) Zeitschrift für Physiologische Chemie, XXI, 4, S. 319 - 330. - ... (II. Mittheilung), (HOPPE-SEYLERs) Zeitschrift für Physiologische Chemie, XXI, 5, 6, S. 481 - 493.

BAUMANN, E. und A. KOSSEL, 1895: Zur Erinnerung an Felix Hoppe-Seyler. Zeitschrift für Physiologische Chemie, 21, S. I - LXI.

BAUMANN, MICHAEL, 2006: "Weisses Gold" aus der grünen Hölle. Kautschukproduktion von Michelin an der Ostküste Brasiliens. Neue Zürcher Zeitung, Dienstag, 22. August, Nr. 193, S. 29.

BAUMEISTER, A., 1898: Wolf, Friedrich August. Allgemeine Deutsche Biographie, 43. Band, S. 737 – 748.

BAUMEISTER, W., 1954: Über den Einfluß des Zinks bei Silene inflata Smith. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 67, S. 205 – 213.

BAUMGÄRTEL, HANS, 1965: Der vorakademische Unterricht in Freiberg im 18. Jahrhundert (bis 1765). – In: Bergakademie Freiberg. Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. November 1965. S. 63 – 69. – Die Gründung der Bergakademie Freiberg. Dto., S. 73 – 83. – Der montanwissenschaftliche Unterricht in Schmenitz. Dto., S. 81 – 88.

BAUMGÄRTEL, HANS, 1970: Alberti, Friedrich August von. Dictionary of Scientific Biography. Vol. I. New York. S. 95.

BAUMHAUER, H. F., 1910: Über die Fabrikation der elektrischen Glühfäden. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXIII. Jahrgang, Heft 44, S. 2065 - 2068.

BAUR, ERWIN, 1913: Einige für züchterische Praxis wichtige Ergebnisse der neuen Bastardierungsforschung. Vortrag ... Beiträge zur Pflanzenzucht, 3. Heft.

BAEYER, ADOLF und C. A. KNOP, 1866 a: Untersuchungen über die Gruppe des Indigoblau's. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXL (140), S. 1 – 38.

BAEYER, ADOLF, 1866 b: Ueber die Reduction aromatischer Verbindungen mittelst Zinkstaub. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXI, S. 295 – 296.

BAEYER, 1867: Ueber die Reduction aromatischer Verbindungen mittelst Zinkstaub. Journal für praktische Chemie, 100. Band, S. 46 / 47.

BAEYER, ADOLF, 1870 a: Ueber das Indol. Annalen der Chemie und Pharmacie, VII. Supplementband, S. 56 – 59.

BAEYER, A. und A. EMMERLING, 1870 b: Reduction des Isatins zu Indigblau. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 3. Jahrgang, S. 514 – 517.

BAEYER, ADOLF, 1871 a: Ueber das Gallein. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 4. Jahrgang, S. 457 – 459.

BAEYER, ADOLF, 1871 b: Ueber eine neue Klasse von Farbstoffen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 4, Jahrgang, S. 555 – 558.

BAEYER, ADOLF, 1871: Ueber die Phenolfarbstoffe. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 4. Jahrgang, S. 658 – 665.

BAEYER, A., 1872: Ueber die Verbindungen der Aldehyde mit den Phenolen und aromatischen Kohlenwasserstoffen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 5. Jahrgang, S. 1094 – 1100.

BAEYER, ADOLF, 1876 a: Ueber die Verbindungen der Phthalsäure mit den Phenolen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, 183. Band, S. 1 ff.

BAEYER, ADOLF, 1876 b: Untersuchungen über die Basen der Pyridin- und Chinolinreihe. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLV (155), S. 281 – 294.

BAEYER, ADOLF, 1885: Ueber Polyacetylenverbindungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 18. Jahrgang, S. 2269 - 2281.

BAEYER, A. v., 1901: Zur Geschichte der Indigo-Synthese. Vortrag, gehalten in der Festsitzung der Deutschen chemischen Gesellschaft am 20. October 1900). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, Sonderheft, S. LI – LXX.

BAYER, ERNST, 1962: In der Natur vorkommende Metallkomplexe. Chimia 16, Oktober, S. 333 – 339.

BAYER, GERHARD und HANS-GEORG WIEDEMANN, 1981: Zirkon - vom Edelstein zum mineralischen Rohstoff. Chemie in unserer Zeit, 15. Jahrgang, Nr. 3, S. 88 - 97.

BAYLE, PIERRE, Ausgabe 1975: Verschiedene einem Doktor der Sorbonne mitgeteilte Gedanken über den Kometen, der im Monat Dezember 1680 erschienen ist. Leipzig. Aus dem Französischen von GOTTSCHED **1741**. Herasugegebene Übersetzung von JOHANN CHRISTOPH FABER. Einleitung von ROLF GEISSLER. - Original: Pense'es diverses e#crites a‘ l'ocasion de la Come'te qui parut au mois de de'cembre 1680.

BEADLE, G. W., C. W. CLANCY and BORIS EPHRUSSI, 1937: Development of Eye Colours in Drosophila: Pupal Transplants and the Influence of Body Fluid on Vermilion. Proceedings of the Royal Society of London, Series B - Biological Sciences, Vol. CXXII, S. 98 - 105.

BEAN, WILLIAM, 1975: Reed, Walter. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, New York, S. 345 - 347.

BEARE, T. H., rev. MICHAEL S. MOSS, 2004: Symington, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 53, S. 586 / 587.

BEAU, HORST, 1961: Fremery, Max. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 400 / 401.

BEAUMONT, WILHELM, 1834: Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. BERNHARD LUDEN. Leipzig.

BEAVER, DONALD deB., 1981: De Forest, Lee. Dictionary of American Biography, Supplement Seven, S. 174 – 177.

BECHER, MATTHIAS, 2011: Chlodwig I. Der Aufstieg der Merowinger und das Ende der antiken Welt. München.

BECK, ADOLF (Herausgeber), 1939: Magnesium und seine Legierungen. Berlin.

BECK, EUGEN, 1961: Die Historisch-Geographische Pathologie von August Hirsch. Ein Beitrag aus dem 19. Jahrhundert zum Gestaltwandel der Krankheiten. Gesnerus, Jg. 18, 1/2, S. 33 - 44.

BECK; HANS-GEORG, 1987: Actus fidei. Wege zum Autodafe´. Bayerische Akademie der Wissenschaften Philosophisch-Historische Klasse Sitzungsberichte. Jahrgang 1987, Heft 3. München.

BECK, HANS-GEORG, 1994: Das byzantinische Jahrtausend. München.

BECK-SICKINGER, ANNETTE, 2012: Würdige Preisträger. ... Chemienobelpreis.. Robert Lefkowitz ... Brian K. Kobilka. Nachrichten aus der Chemie, 60, November.

BECKE-GOEHRING, MARGOT et al., 1986: Betrachtungen zur Chemie in Heidelberg. – In: Semper Apertus. Sechshundert Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 1386 – 1986, Band II, S. 333 – 360. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

BECKER, HUBERT, 1975: Geschichte der älteren Bergbautechnik im Harz. – In: Technische Universität Clausthal. Zur Zweihundertjahrfeier 1775 – 1975, I: Die Bergakademie und ihre Vorgeschichte, S. 257 – 280.

BECKER, KARL WOLFGANG, 1976: Herausgeber s. STURZ, HELFRICH PETER 1976.

BECKMANN, ANNA, 1952: Johan Carl Wilcke 1732 - 1796. - In: Swedish Men of Science 1650 - 1950, edit. ... STEN LINDROTH, S. 122 - 130. Stockholm.

BECKMANN, ERNST, 1889: Bestimmung des Molekulargewichts aus Siedepunktserhöhungen. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 3. Band, S. 602 ff.

BECKMANN, ERNST, 1904: Johannes Wislicenus. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 37. Jahrgang, No. 15, S. 4861 - 4946.

BECKMANN, JOHANN, 1775 (zweite, verbesserte und vermehrte Ausgabe): Grundsätze der deutschen Landwirthschaft. Göttingen.

BECKMANN, JOHANN, 1787: Anleitung zur Technologie. Göttingen.

BEDDIES, THOMAS, 2002: Der Glasmaler Jakob Griesinger von Ulm (1407 - 1491) in Italien. - - In: FELTEN, FRANZ; STEPHANIE IRRGANG, KURT WESOLY (Hrsg.): Ein gefüllter Willkomm: Festschrift für Knut Schulz zum 65 Geburtstag. S.287 - 302. Aachen.

BEER, G. R. de, 1926: An Introduction to Experimental Embryology. Oxford.

BEER, JOHN J., 1980: Rezension zu: SMITH, JOHN GRAHAM: The Origins and Early Development of the Heavy Chemical Industry in France. Clarendon (Oxford University Press), New York 1979. Science, Volume 209, 22 August, S. 916/917.

BEHN, FRIEDRICH, 1950: Kultur der Urzeit. Die vormetallischen Kulturen (Die Steinzeiten Europas. Gleichzeitige Kulturen in anderen Erdteilen). Vierte Auflage der "Kultur der Urzeit" Band I von MORITZ HOERNES, bearbeitet von FRIEDRICH BEHN. Sammlung Göschen Band 564. Berlin.

BEHREND, FRITZ und GEORG BERG, 1927: Chemische Geologie. Stuttgart.

BEHRENS, E. A., 1873: Ueber Steinkohlentheer und über Steinkohlentheerpech. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 6, S. 277 - 300.

BEHRING und KITASATO, 1890: Ueber das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität und der Tetanus-Immunität bei Thieren. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 16. Jahrgang, Nr. 49, 4. December, S. 1113 / 1114.

BEHRING, EMIL, 1890: Untersuchungen über das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität bei Thieren. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 16. Jahrgang, Nr. 50, 11. December, S. 1145 - 1148.

BEHRING, EMIL; 1891: Ueber Desinfektion am lebenden Organismus. - In:In: BEHRING: Gesammelte Anhandlungen zur ätiologischen Therapie von ansteckenden Krankheiten. 2. Teil. S. 1 - 23. Leipzig 1893.

BEHRING, EMIL, 1893: Einleitende Bemerkungen über die ätiologische Therapie von ansteckenden Krankheiten. - In: BEHRING: Gesammelte Anhandlungen zur ätiologischen Therapie von ansteckenden Krankheiten. S. I - LXXI. Leipzig 1893.

BEHRINGER, WOLFGANG, 2014 (4. Auflage). Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. München.

BEI DER WIEDEN, BRAGE, 2012: Bemerkungen zur Entdeckung der Nachhaltigkeit. Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, Band LXIV, S. 125 ff.

BEIERLEIN, PAUL REINHARD, 1959: Ercker (Erckner, Erckel) v. Schreckenfels 8seit 1586), Lazarus. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 567 / 568.

BEIJERINCK, M. W., 1899: Ueber ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabakblätter. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, V, No. 1, S. 27 - 33.

BEIJERINCK, M. W., 1920: Chemosynthesis at denitrification with sulfur as source of energy. Proceedings of the Section of Sciences, Kon. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam, Vol. XXII (22), S. 899 - 908.

BEILSTEIN, F. 1864: Ueber die Reduction der Nitrokörper durch Zinn und Salzsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXX (130), S. 242 – 245.

BEILSTEIN, F., 1865: Ueber das Xylol. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIII (133), S. 32 – 47.

BEILSTEIN, F. und A. KUHLBERG, 1870 a: Untersuchungen über Isomerie in der Benzoereihe. Elfte Abhandlung. Die isomeren Formen des Nitrotoluols. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLV, S. 1 – 29.

BEILSTEIN, F. und A. KUHLBERG, 1870b: Untersuchungen über die Isomerie in der Benzoereihe. Dreizehnte Abhandlung. Ueber einige Derivate des Aethylbenzols. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLVI, S. 206 – 215.

BEILSTEIN, F. und A. KUHLBERG, 1873: Ueber die Nitroderivate des Naphthalins. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, 169. Band, S. 81 - 100.

BELLONI, LUIGI, 1959: Francesco Redi als Vertreter der italienischen Biologie des XVII. Jahrhunderts. Vortrag. Münchener Medizinische Wochenschrift, 101, 38, S. 1617 – 1624.

BELLONI, LUIGI, 1965: Zur Geschichte der tierforschenden Mikroskopie. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 30, Nummer 173, S. 443 - 458.

BELLONI, LUIGI, 1970 a: Bonomo, Giovan Cosimo. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 291, New York.

BELLONI, LUIGI, 1970 b: Bottazzi, Filippo. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 339 / 340, New York.

BELLONI, LUIGI, 1972: Fontana, Felice. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 55 – 57. New York.

BELLONI, LUIGI, 1975: Redi, Francesco. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 341 – 343, New York.

BELLONI; LUIGI, 1985: Athanasius Kircher: Seine Mikroskopie, die Animalcula und die Pestwürmer. Medizinhistorisches Journal, Band 20, Heft 1 / 2, S. 58 – 65.

BEMMELEN, J. M. van, 1900: Über das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren. Zeitschrift für anorganische Chemie, Band XXII (22), S. 313 - 377.

BEN-CHAIM, MICHAEL; 2004: Gray, Stephen. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 23, S. 455 – 457.

BENEKE, R., 1915: Zu Carl Josef Eberths 80. Geburtstag. Berliner Klinische Wochenschrift, 52, 38, S. 1010 - 1012,

BENEKE, RUDOLF, 1934: Johann Friedrich Meckel der Jüngere. Halle.

BENEKE, RUDOLF, 1935: Zur Erinnerung an Karl Joseph Eberth. Münchener Medizinische Wochenschrift, 82, 38, S. 1536 / 1537.

BENEDEN, P. J. VAN, 1976: Die Schmarotzer des Thierreichs. Internationale wissenschaftliche Bibliothek, XVIII. Band. Leipzig.

BENEDIX, MORITZ, 1906: Aus meinem Leben. Erinnerungen und Erörterungen. Wien.

BENFEY, OTTO THEODOR, 1974: Meyer, Julius Lothar. Dictionary of Scientific Biography. Volume IX, S. 347 – 353, New York.

BENFEY, OTTO THEODOR, 1976: Thiele, F. K. Johannes. Dicitonary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 337 / 338, New York.

BENGTSON, HERMANN, 1974: Kleine Schriften zur Alten Geschichte. München.

BENISON, SAUL; BARGER, A. CLIFFORD, 1978: Cannon, Walter Bradford. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV, Supplement I, S. 71 – 77, New York.

BENJAMIN, JOHN A., 1970: Addison, Thomas. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 59 - 61, New York.

BENKER, GERTRUD, 1980: Ludwig der Bayer. Ein Wittelsbacher auf dem Kaiserthron 1282 - 1347. München 1980.

BENNDORF, RENE´. DANIEL LEICHNITZ, MAJA RISCHER, CHRISTINE BEEMELMANNS, 2017: Wie sich Bakterien schützen. Nachrichten aus der Chemie, 65, Januar, S. 21 - 25.

BENNETT, DIRK, 1995: ...Robert Koldewey ... "Ausgraben will ich, nicht leben". Damals, 12, S. 42 - 48.

BENOIST, ALAIN DE, 2009: Unzeitgemäße Lektionen. Von den alten Griechen lernen: ... Junge Freiheit, Nr. 34, 14. August, S. 17.

BENZ, CARL, 1925: Lebensfahrt eines deutschen Erfinders. Leipzig.

BENZ, ULRICH, 1972: Der akademische Lehrer Arnold Sommerfeld. Physikalische Blätter, 28. Jahrgang, S. 292 - 299.

BERENDT, G., 1881: Die Sande im norddeutschen Tieflande und die grosse diluviale Abschmelzperiode. Jahrbuch der Königlich Preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1881, S. 482 – 495. Berlin 1882.

BERENDT, G., 1887: Die südliche baltische Endmoräne in der Gegend von Joachimsthal. Jahrbuch der Königlich Preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1887, S. 301 – 371. Berlin 1888.

BERETTA, MARCO, 2000: At the Source of Western Science: The Organization of Experimentalism at the Accademia del Cimento (1657 – 1667). Notes and Records of the Royal Society London, 54, 2, S. 131 – 151.

BERG, GEORG, 1936: Das Leben im Stoffhaushalt der Erde. Leipzig.

BERG, G., 1940: Ist die Entstehung des Lebens aus Anorgsnischem erklärbar? Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 92, S. 180 - 196.

BERG, PAUL, 1981: Zerlegung und Rekonstruktion von Genen und Chromosomen (Nobel-Vortrag). Angewandte Chemie, 93, S, 885 - 891.

BERGAMIN, FABIO, 2011: Das Problem mit dem Stickstoff aus der Landwirtschaft. Neue Zürcher Zeitung (online), 8. Juni.

BERGDOLT, KLAUS, 1994: Die Erfindung der Brille im Spätmittelalter. Medizinhistorisches Journal, Band 29, Heft 2, S. 111 - 120.

BERGDOLT, KLAUS, 2006: Naturwissenschaften und humanistisches Selbstverständnis. - In: Herausgegeben von THOMAS MAISSEN und GERRIT WALTHER: Funktionen des Humanismus. Studien zum Nutzen des Neuen in der humanistischen Kultur. S. 103 - 125. Göttingen 2006.

BERGER, ERIC G., 1998: Die Entdeckung des Golgi-Apparates. Die Zellbiologie feiert ein Hundert-Jahr-Jubiläum. Neue Zürcher Zeitung, Nr. 280, Mittwoch, 2. Dezember, S. 39.

BERGER, HANS, 1933: Ueber die Tätigkeit des menschlichen Großhirns. Münchener Medizinische Wochenschrift, 80, 2. Juni, S. 844 - 846.

BERGER, HANS, 1937: Das Elektrenkephalogramm des Menschen und seine Deutung. Die Naturwissenschaften, 25, 13, S. 193 - 196.

BERGER, HANS, 1938: Das Elektrenkephalogramm des Menschen. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 6, Nummer 38.

BERGER, OTTO, 2008: Dem Mentor der Merinoschafzucht in Deutschland Johann Heinrich Finck zum 200. Todesjahr. Mitteilungen des Vereins für Amhaltische Landeskunde, 17. Jahrgang, S. 234 - 239.

BERGER-LANDEFELDT, ULRICH, 1961: Frank, Albert Bernhard. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 338 / 339.

BERGIUS, F., 1914: Über die Härtung der Fette. Zeitschrift für angewandte Chemie, 27. Jahrgang, S. 513 - 517, 522 - 525.

BERGMANN, MAX, 1926: Allgemeine Strukturchemie der komplexen Kohlenhydrate und der Proteine. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, B, Nr. 12, 30. Dezember, S.2973 - 2981.

BERGMANN, T., 1769: Von der Vereinigung des Quecksilbers mit der Kochsalzsäure. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1769. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER, ... 32. Band, S. 83 - 103. Leipzig 1774.

BERGMANN, TORBERN, 1773: Ueber die Luftsäure. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1773. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER ..., 35. Band,, S. 158 - 172. Leipzig 1780

BERGNER, ROLF und WINFRIED HAUN, 1999: Die Erdmeilerei ein altes Waldgewerbe. Blätter des Vereins für Thüringische Geschichte e. V., 9. Jahrgang, Heft 2, S. 31 – 17.

BERGNER, TILLY, 1976: Voltaire Leben und Werk eines streitbaren Denkers Biogrfie. Berlin.

BERGSTRÖM, SUNE, 1982: The Prostaglandins: From the Laboratory to the Clinic. Nobel Lecture, 8. December 1982. Les Prix Nobel 1982. Stockholm. S. 129 - 148. - Deutsch: 1983: Prostaglandine: Vom Labor zue Klinik. Angewandte Chemie, 95, S. 865 - 872.

BERL, E. und H. BIEBESHEIM, 1933: Zur Frage der Entstehung des Erdöls. Annalen ... S. 38 - 71.

BERLIOZ, HECTOR, 1967: Memoiren mit der Beschreibung seiner Reisen in Italien, Deutschland, Rußland und England 1803 - 1865. Aus dem Französischen, Übertragung von ELLY ELLÈS. Leipzig.

BERMAN, ALEX, 19: Caventou, Joseph-Bienaime´. Dictionary of Scientif Biography, Vol., New York. S. 159 / 160.

BERMAN, ALEX, 1974: Pelouze, Theophile-Jules. Dictionary of Scientific Biography. Volume X, S. 499, New York.

BERMAN, ALEX, 1975: Robiquet, Pierre-Jean. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 494 / 495.

BERNAL, J. D., 1949: The Goldschmidt Memorial Lecture. Delivered before the Chemical Society on May 20th, 1948. Journal of the Chemical Society, Part III, S. 2108 – 2113.

BERNARD, CLAUDE, 1865, deutsch 1961: Einführung in das Studium der experimentellen Medizin. Ins Deutsche übertragen von PAUL SZENDRÖ. Leipzig.

BERNAYS, 1878: Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen, mit Bemerkungen über die Gelenke im Allgemeinen. Morphologisches Jahrbuch, 4, 3, S. 403 – 446.

BERNDT, JÜRGEN, 1983 (2. Auflage): Streiflichter aus Japan. Leipzig.

BERNHARDI, 1841: Ueber das Wesen der Fortpflanzung mit besonderem Bezug aufs Pflanzenreich. Flora, No. 25, 7. Juli, S. 389 - 400; No. 26, 14. Juli, S. 401 - 410.

BERNIER, OLIVIER, 2003 (auch 1989): Ludwig XIV. Die Biographie. Aus dem Amerikanischen von MANFRED ALLIE'. Düsseldorf. - Original: Louis XIV. A Royal Life. New York 1987.

BERNOULLI, J., 1781, 1782, 1784: Sammlung kurzer Reisebeschreibungen. Berlin. - In 1781: ... Lustreise nach Schwedt. Im Sommer 1780. - Sendschreiben von einer über Quedlinburg und Blankenburg in die Grafschaft Mansfeld gethanen Reise, 1781. - In 1782: Beschreibung einer Reise über den Harz im Jahre 1761. - In 1784: von 1783: Beschreibung einer kleinen Reise ins Dessauische.

BERNSTEIN, JEREMY, 1988: Prophet der Energie: Hans Bethe. Aus d. Amerikanischen von LUCIEN TRUEB. Stuttgart.

BERNTHSEN, 1909: Über Luftsalpetersäure. Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Verein zu Berlin und auf dem VII. Internationalen kongreß zu London. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXII, 24: 1167 - 1178.

BERRY, DIANA, 2004: Bright, Richard. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 7, S. 636 - 640.

BERTALANFFY, LUDWIG VON, 1949 (2. verbesserte Auflage): Vom Molekül zur Organismenwelt. Grundfragen der modernen Biologie. Potsdam.

BERTHELOT, M., 1852: Ueber die Einwirkung der Rothglühhitze auf Alkohol

und Essigsäure. (Übersetzung). Annalen der Chemie und Pharmacie. Neue Reihe, Band V, S. 108 - 117.

BERTHELOT, M., 1860: Ueber eine neue Reihe organischer Verbindungen, das Acetylen und seine Abkömmlinge. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXVI, S. 116 - 122.

BERTHELOT, M., 1862: Neue Untersuchungen über die Bildung der Kohlenwasserstoffe. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXIII (132), S. 207 – 212.

BERTHELOT, M., 1862: Directe Synthese des Acetylens aus Kohlenwasserstoff und Wasserstoff. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXIII (132), S. 212 / 213.

BERTHELOT, M., 1866: Ueber die Bildung des Acetylens bei unvollständigen Verbrennungen. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXXVIII (138), S. 241 - 245.

BERTHELOT, 1867 a: Ueber die Wirkungen der Kohlenwasserstoffe auf einander. Journal für praktische Chemie, 100. Band, S. 483 - 494.

BERTHELOT, 1867 b: Ueber eine neue Methode der Synthese der Oxalsäure und ihrer Homologen. Journal für praktische Chemie, 101. Band, S. 278 - 281.

BERTHELOT, 1867 c: Ueber die Polymere des Acetylen. Journal für praktische Chemie, 102, S. 432 - 435.

BERTHELOT, 1868: Ueber verschiedene Kohlenwasserstoffe aus dem Steinkohlentheer. Journal für praktische Chemie, 105. Band, S. 15 - 22.

BERTHELOT, M., 1869 a: Ueber die Vereinigung des Stickstoffs im freien Zustande mit Acetylen und directe Synthese der Cyanwasserstoffsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CL (150), S. 60 - 66.

BERTHELOT, M., 1869 b: Ueber die Einwirkung des electrischen Funkens auf das Sumpfgas. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CL, S. 160 - 167.

BERTHELOT, MARCELLIN, 1877: Die chemische Synthese. Autorisirte Ausgabe. Leipzig.

BERTHOLD, ARNOLD ADOLPH, 1849: Transplantation der Hoden. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin... S. 42 - 46.

BERTHOLD, HEINER K., 1998: Rudolf Schönheimer (1898 - 1941). Leben und Werk. Veröffentlicht aus Anlaß des 100. Geburtstages am 10. Mai 1998. Bonn.

BERTHOLD, PETER und ROLF SCHLENKER, 1994: Johannes Thienemann (1863 – 1938). Wissenschaftliche Biographie und Würdigung. – In: Die Albertus-Universität zu Königsberg und ihre Professoren. Jahrbuch der Albertus-Universität zu Königsberg / Pr. S. 583 – 599. Berlin.

BERTSCH, KARL, 1954: Vom neolithischen Feldbau auf der Schwäbischen Alb. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 63. , S. 18 -21.

BERVE, HELMUT, 1940: Perikles. Leipziger Universitätsreden, Heft 2. Leipzig.

BERZELIUS, 1808: Zergliederung des Menschenkoths. ... Im Auszuge mitgetheilt und mit einigen Bemerkungen begleitet (Vom Herausgeber). Archiv für Agriculturchemie ... Herausgegeben von ... HERMBSTÄDT, 3. Band, 2. Heft, S. 294 – 303.

BERZELIUS, J. J., 1817 a: Ein neues mineralisches Alkali und eine neues Metall. (Aus einem Briefe von BERZELIUS vom 27. Jan. 1818 an den Herausgeber). Journal für Chemie und Physik...herausgegeben vom Dr. J. S. C. SCHWEIGGER, XXI (21). Band, S. 44 - 48.

BERZELIUS, J. J., 1817 b: Ueber das Selenium. Journal für Chemie und Physik...herausgegeben von Dr. J. S. C. SCHWEIGGER, S. 342 - 344.

BERZELIUS, JACOB, 1822 und folgende: Jahres-Bericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Aus dem Schwedischen Übersezt von C. G. GMELIN. Erster Jahrgang 1822. Tübingen.

BERZELIUS, J. J., 1832: Lehrbuch der Chemie. In vollständigem Auszuge .... bearbeitet von Professor H. F. EISENBACH und Professor E. A. HERING. 1. - 4. Band. Stuttgart.

BERZELIUS, JACOB, ab 1822: Jahres-Bericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Im Deutschen herausgegeben von F. WÖHLER. 11 (1832), 19 (1840). Tübingen.

BERZELIUS, JACOB, dtsch. 1948: Reiseerinnerungen aus Deutschland. Weinheim/Bergstraße.

BESCHOREN, BERNHARD, 1934: Über alluviale Neubildungen in historischer Zeit im Gebiet von Elbe und Oder. Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin, Band 55, S. 292 - 304.

BESSENRODT, RÜDIGER, 1977: Brownsche Bewegung. Physikalische Blätter, 33. Jahrgang, S. 7 - 16.

BESSLER, O., 1963: Über Wilhelm Meissner, den Schöpfer des Begriffs "Alkaloid".

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Chemie, Geologie und Biologie, Jahrgang 1963, Nr. 4, S. 13 – 15.

BEST, B. W., rev. TREVOR WILLIAMS, 2004: Dunlop, John Boyd. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 17, S. 315 / 316.

BESTMANN, H. J. und O. VOSTROWSKY, 1982: Insektenpheromone. Naturwissenschaften, 69, S. 457 - 471.

BETANCUR, KARIN CEBALLOS, 2002: Die offene Ader Chiles in der Atacamawüste. Frankfurter Rundschau, Montag, 3. Juni, Nr. 125, S. 10.

BETHE, HANS A., 1968: Energy Production in Stars. Science,Volume 161, 9 August, S. 541 - 547.

BETHELL, LESLIE (edit.), 1985 (reprinted 1989): The Cambridge History of Latin America, Volume III. From Independence to c. 1870. Cambridge University Press.

BETHENCOURT, FRANCISCO, 2007: European expansion and the new order of knowledge. - In. MARTIN, JOHN JEFFRIES (edited): The Renaissance world. S. 118 - 139. New York.

BETZ, HEINRICH, 1985: Der Glycinrezeptor aus Rattenrückenmark: Untersuchungen zum Wirkort des Pflanzenalkaloids Strychnin. Angewandte Chemie, 97. Jahrgang, Heft 5, S.363 - 368.

BEUTLER, CORINNE und FRANZ IRSIGLER, 1986: Konrad Heresbach (1496 - 1576). Rheinische Lebensbilder, Band 8, S. 81 - 104. Köln.

BETHE, ALBRECHT, 1952: Allgemeine Physiologie. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

BEYER, RISWITHA, 1961: Felber, Hans d. Ä. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 65.

BICHAT, XAVIER, dtsch. 1802: Allgemeine Anatomie angewandt auf die Physiologie und Arzneywissenschaft. Aus dem Französischen mit Anmerkungen C. H. PFAFF. Leipzig.

BICKEL, MARCEL H., 1972: Marceli Nencki 1847 - 1901. Bern, Stuttgart, Wien.

BICKEL, SUSANNE, 2012: Ölpflanzen in Europa. Biologie in unserer Zeit, 4 (42), S. 222 - 231.

BIEBL, RICHARD, 1967: Kurztag-Einflüsse auf arktische Pflanzen während der arktischen Langtage. Planta, 75, S. 77 – 84.

BIELER, ANTON, 1952: Die geschichtliche Entwicklung des Druckexperimentes. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 97, Heft 1, 31. März, S. 1 – 12.

BIERMANN, KURT-R., 1989: s. HUMBOLDT, ALEXANDER von.

BIERMANN, LUDWIG, 1961: Aus der Plasmaphysik. Physikalische Blätter, 17. Jahrgang, S. 442 - 451.

BIFFEN, R. H., 1905: Mendel's Laws of Inheritance and Wheat Breeding. The Journal of Agricultural Science, I, Part 1.

BILLIG, GERHARD und VOLKMAR GEUPEL, 1992/2007: Entwicklung, Form und Datierungen der Siedlungen in der Kammregion des Erzgebirges. (Neudruck) Burg - Strasse - Siedlung - Herrschaft. Studien zum Mittelalter in Sachsen und Mitteldeutschland. Festschrift für Gerhard Billig zum 80. Geburtstag. S. 293 - 309. Beucha.

BILLROTH, THEODOR, 1874: Untersuchungen über die Vegetationsformen von Coccobacteria septica ... Berlin.

BILOW, UTA; RÖLLER, ARMIN, 2009: Engpässe bei Hightech-Metallen. Nachrichten aus der Chemie, 57, Juni, S. 647 – 651.

BILTZ, HEINRICH, 1898: Victor Meyer. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 16. Band, S. 1 - 14.

BILTZ, H., 1916: Walter Löb. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXIX (49), S. 469.

BINNEWIESm MICHAEL; HELGE WILLNER, JÜRGEN WOENCKHAUS, 2015: Vom Urknall zum Elementbrennen. Die Entstehung der chemischen Elemente, Chemie in Unserer Zeit, 49, S. 164 - 170.

BINNIE, ANNA, 2006: Oliphant, the Father of Atomic Energy. Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, Volume 130, Parts 1 and 2, Nos 419 – 420, S. 11 – 22.

BINZ, A., 1937: Chemische Forschung und medizinische Anwendungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 70. Jahrgang, Nr. 7 / 10, S. 127 – 140.

BINZ, CARL; 1990 (Original 1885, 1896): Doctor Johann Weyer ein rheinischer

Arzt der erste Bekämpfer des Hexenwahns. Ein Beitrag zur Geschichte der Aufklärung und der Heilkunde. Reprint. Vaduz/Liechtenstein.

BIREMBAUT, A., 1979: Friedel (Charles). Dictionnaire de Biography Francaise, Tome Quatorzie´me, S. 1292.

BIRKENFELD, WOLFGANG, 1964: Der synthetische Treibstoff 1933 - 1945. Ein Beitrag zur nationalsozialistischen Wirtschafts- und Rüstungspolitik. Göttingen.

BIRKENHEAD, Lord COHEN of, 1958: Sherrington. Liverpool.

BIRSE, RONALD M., rev., 2004: Bickford, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 5, S. 655.

BIRSTEIN, VADIM J., 2001: The Perversion of Knowledge. The True Story of Soviet Science. Westview Press.

BISCHOF, GUSTAV, 1863 u. a.: Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Erster Band. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage ... Zweiter Band ... 1864, ... Dritter Band ... 1866. Bonn.

BISCHOFF, TH. L. W., 1842: Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig.

BISCHOFF, TH. LUDWIG WILH., 1845: Entwickelungsgeschichte des Hunde-Eies. Braunschweig.

BISCHOFF, TH. L. W., 1859: Ueber Johannes Müller und sein Verhältniß zum jetzigen Standpunkt der Physiologie. Festrede zur Feier des Geburtstages seiner Majestät Maximilian II., Königs von Bayern, gehalten in der öffentlichen Sitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften am 27. November 1858. München.

BISCHOFF, TH. L. W., 1861: Gedächtnisrede auf Friedrich Tiedemann. München.

BISCHOFF, TH. L. W., 1870: Neue Beobachtungen der Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften, X, 1. Abtheilung.

BISMARCK, 1898, ab 1919: Gedanken und Erinnerungen. Die drei Bände in einem Band. Stuttgart und Berlin.

BISWASS, MARGARET und ASIT K., 1974: Perrault, Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 521 / 522. New York,.

BITTEL, ALFRED, 1959: Zur Geschichte multiplikativer Trennverfahren. Chemie-Ingenieur-Technik, 31. Jahrgang, Nr. 6, Juni, S. 365 – 378.

BITTERLI, URS, 1991: Der Eintritt des amerikanischen Überseebewohners in die europäische Geschichte (15.-18. Jahrhundert) - In: BITTERLI, URS und EBERHARD SCHMITT (hrsg,), 1991: Die Kenntnis beider "Indien" im frühneuzeitlichen Europa: Akten der zweiten Sektion des 32. Deutschen Historikertages in Bamberg 1988, S. 63 - 89. München 1991.

BJÖRKLUND, CHRISTIAN, 1773: Geographische und physische Bemerkungen bey einer Reise von St. Petersburg bis Poltawa. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik auf das Jahr 1773. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER, 35. Band, S. 181 - 200, Leipzig 1780.

BLACK, IAIN S., 2004: Tyndall, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 55, S. 789 – 794.

BLACK, R. D. COLLISON, 2004: Jevons, William Stanley. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 30, S. 101 – 106.

BLACK, JEREMY, 1996: A History of British Isles. Houndsmills and London.

BLACK, JEREMY, 2003 (Second Ediiton): A History of the British Isles. Houndsmills, New York.

BLACK, ROBERT (Editded), 2006: The Renaissance. Critical Concepts in Historical Studies. Volume I - IV. London and New York.

BLAKE, N. F., 2004: Caxton, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 694 - 698.

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1922: Variations in Datura due to Changes in Chromosme Number. The American Naturalist, Vol. LVI (56), No. 642, S. 16 - 31.

BLASCHKE, KARLHEINZ, 1955: Borlach, Johann Gottfried. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 464.

BLASCHKE, KARLHEINZ, 2007: Kaufmannssiedlungen als Frühformen städtischer Entwicklung. - In: JÄSCHKE, KURT-ULRICH und CHRISTHARD SCHRENK, 2007: Was machte im Mittelalter zur Stadt? Selbstverständnis, Außensicht und Erscheinungsbilder mittelalterlicher Städte. Vorträge desgleichnamigen Symposiums vom 30. März bis 2. April 2006 in Heilbronn. Stadtarchiv Heilbronn, S. 90 - 124.

BLASCHKO, H. K. F., 1985: Ulf Svante von Euler. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 31, S. 144 - 170.

BLECH, JÖRG, 2004: Hirnschwund im Lande Liliput. ... Flores. Der Spiegel 45, S. 179 - 184.

BLEIBTREU, KARL, 1924: Zur Geschichte der Einführung der Portlandzemenzfabrikation in Deutschland. Zeitschrift für angewandte Chemie, 37. Jahrgang, S. 572 - 574.

BLEKER, JOHANNA, 1984: Die historische Pathologie, Nosologie und Epidemiologie im 19. Jahrhundert. Medizinhistorisches Journal, band 19, Heft 1/2, S. 33 - 52.

BLEKER, JOHANNA, 1985: Die Idee einer historischen Entwicklung der Krankheiten des Menschengeschlechts und ihre Bedeutung für die empirische Medizin des frühen 19. Jahrhunderts. Berichte zur Wissenschaftgeschichte, 8, S. 195 - 204.

BLESSING, KLAUS, 2009: Die Grenzen des Wachstums – ein vager Blick in die Zukunft. Gott wird uns nicht retten. – Rezension von ANDREAS EXNER / CHRISTIAN LAUK / KONSTANTIN KULTERER, 2008: Die Grenzen des Kapitalismus. Wie wir am Wachstum scheitern. Wien. – Neues Deutschland, Donnerstag, 19. Februar, S. 13.

BLICKLE, PETER, 2015: Der Bauernjörg Georg Truchseß von Waldburg 1488 - 1531. München.

BLOBEL, GÜNTER, 2013: Christian de Duve (1917 - 2013). Nature, Volume 498. 20 June.

BLOCH, KONRAD, 1965: Die Biosynthese des Cholesterins. Angewandte Chemie, 77, Nr. 21, S. 944 - 954.

BLOCH, MARC, orig. 1939 / 1940: Die Feudelgesellschaft. München.

BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1789: Über den Bildungstrieb. Göttingen.

BLUMENBACH, J. F., 1790: Beytrfäge zur Naturgeschichte. 1. Theil. Göttingen.

BLUMENBERG, HANS, 1955: Der kopernikanische Umsturz und die Weltstellung des Menschen. Eine Studie zum Zusammenhang von Naturwissenschaft und Geistesgeschichte. Studium Generale, Jahrgang 8, Heft 10, November, S. 637 - 648.

BLUMENBERG, HANS, 1957: Kosmos und System. Aus der Genesis der kopernikanischen Welt. Studium Generale, 10. Jahrgang, Heft 2, S. 61 - 80.

BLUMENBERG, HANS, 1965: Die kopernikanische Wende. Frankfurt a. M.

BLUMENHAGEN, WILH., 1838: Wanderung durch den Harz. Leipzig.

BLUMENTHAL, GEOFFROY, 2013: On Lavoisier's Achievement in Chemistry. Centaurs, Volume 55, S. 20 - 47.

BLUMENTHAL, GEOFFROY, 2014: Copernicus's Development in Context. Politics, Astrology, Cosmology and a Prince-Bishopric. Sience in Context, 27, S. 1 - 32.

BLYTH, JOHN und AUG. WILH. HOFFMANN, 1845: Uber das Styrol und einige seiner Zersetzungsprodukte. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LIII, S. 289 - 329.

BOAS, M., 1965:

BOAS, verheiratet MARIE BOAS HALL, 1966: The Background of Dalton's Atomic Theory. Chemistry in Britain, Volume 2, August, S. 341 - 345.

BOAS/MARIE BOAS HALL 1970: Boyle, Robert. Dictionary of Scientific Biography. Volume II, S. 377 – 382, New York.

BOASE, G. C., rev. MEGAN A. STEPHAN, 2004a: Lower, Richard. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 34, S. 584 – 586.

BOASE, G. C., rev. RALPH HARRINGTON, 2004b: Thomson, Robert William. Oxford Dictionary of National Biographie, Volume 54, S. 551 / 552.

BOECK, GISELA, 2011: Polyhistor und Vordenker der physikalischen Chemie Michail Vasil'evic Lomonosow. Chemie in unserer Zeit, 45, S. 390 - 397.

BOCKMÜHL, 1930: Friedrich Stolz. Zum 70. Geburtstag und 60jährigen Dienstjubiläum. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43, Jahrgang, Nr. 14, 5. April 1930, S. 285 / 286.

BOCQUET, AIMÉ and MICHEL NOËL, 1985: The Neolithic or Wood Age. Endeavour, New Series, Volume 9, No. 1, S. 34 - 41.

BODE, JOHANN ELERT, 1802: Von dem neuen, zwischen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnensystems. Berlin

BODE, JOHANN ELERT, 1804: Allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude. 2. vermehrte Ausgabe. Berlin.

BODENSTEIN, MAX, 1897: Zersetzung und Bildung von Jodwasserstoff. Zeitschrift für physikalische Chemie, Band XXII (22), S. 1 - 22.

BODENSTEIN, MAX, 1897: Die Zersetzung des Jodwasserstoffgases im Licht. Zeitschrift für physikalische Chemie, Band XXII (22), S. 23 - 33.

BODENSTEIN, MAX, 1913: Eine Theorie der photochemischen Reaktionsgeschwindigkeit. Vehandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 15. Jahrgang, Nr. 15, S. 690 – 704.

BODENSTEIN, MAX, 1937: Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. (Zusammenfassender Vortrag ... 21. November 1936 ...). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LXX (70), S. 17 – 34.

BODENSTEIN, MAX, 1942: Walther Nernst. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 75. Jahrgang, Nr. 6, S. 79 - 104.

BODO, G., 1971: Interferone. Zelluläre Proteine mit antiviraler Wirksamkeit. Die Naturwissenschaften, 58, 9, S. 425 - 429.

BÖGEMANN, M., 1938: Zur Geschichte und Bedeutung der organischen Vulkanisationsbeschleuniger. Angewandte Chemie, 51. Jahrgang, Nr. 8, 20. Februar, S. 113 – 115.

BOGENHARD, C., 1840: Ueber eine eigenthümliche Form und Monstrosität der Pulsatilla vulgaris Mill. Flora, Nr. 5, 7. Februar.

BOGENHARD, CARL, 1850: Taschenbuch der Flora von Jena ... Leipzig

BOGERT, MARSTON TAYLOR, 1935: Presentation of Professor Julius Arthur Nieuwland, C.S.C., for the Award of the American Institute Medal. Science, Vol. 81, No. 2101, April 5, S. 326 - 330.

BOGUCKA, MARIA, 1980: Das alte Danzig. Alltagsleben vom 15. bis 17. Jahrhundert. - Original Zycie codzienne w Gdansku. Wiek XVI - XVII, 1967. Übersetzung aus dem Polnischen EDUARD MERIAN. Leipzig.

BOGUCKI; PETER, 1999: Early Agricultural Societies. - In. BARKER, GRAEME (Edited), 1999: Companion Encyclopedia of Archaeology. Volume 2, S. 839 - 869. London and New York.

BÖHM, WOLFGANG, 1984: Gustav Drechsler (1833 - 1890) Begründer des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Göttimgen. Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte, Band 56, S.223 - 235.

BÖHM, WOLFGANG, 1990: Mayer, Adolf. Neue Deutsche Biographie, 16, S. 533 / 534.

BOHN, ROBERT, 2001: Dänische Geschichte. München.

BOHR, N., 1923: Über den Bau der Atome. Vortrag, gehalten in Stockholm, den 11. Dezember 1922, anläßlich der Entgegennahme des Nobelpreises für Physik für

das Jahr 1922. Ins Deutsche übersetzt von W. Pauli jr. Die Naturwissenschaften, Heft 27, 6. 7., S, 606 - 624.

BOHR, NIELS, 1932: Chemistry and the Quantum Theory of Atomic Constitution. Faraday-Lecture. Journal of the Chemical Society, S. 349 - 384.

BOJANOWSKI, AXEL, 2009: Förderband nach Stonehenge. Süddeutsche Zeitung, Donnerstag 15. Januar, Nr. 11, S. 16.

BOKLUND, UNO, 1970: Brandt, Georg. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 421 / 422. New York, .

BOKLUND, UNO, 1971: Cronstedt, Axel Fredrik. Dictionary of Scientific Biography, Vol.III, S. 473 / 474. New York, .

BOKLUND, UNO, 1972: Gahn, Johan Gottlieb. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, , S. 222 / 223. New York.

BOKLUND, UNO, 1975: Scheele, Carl Wilhelm. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 143 - 150. New York.

BOKLUND, UNO, 1976: Wallerius, Johan Gottschalk. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, , S. 144 / 145. New York.

BÖLDL, KLAUS, 2007: Wo die Lappen Fahrtwind verkaufen. Römischer Bischof, ferne Heimat: Olaus Magnus erklärt die "Wunder des Nordens". Süddeutsche Zeitung, Mittwoch, 10. Januar, Nr. 7, S. 14.

BOLLING, ROLF, 1976: Das Leben und das Werk Christian Gottfried Ehrenbergs. Erweiterter Festvortrag zur 100. Wiederkehr seines Todestages am 20. Juni 1970. Veröffentlichungen zur Delitzscher Geschichte, Heft 8. Delitzsch.

BÖLSCHE, WILHELM, 1909: Der Mensch der Vorzeit. Erster Teil: Der Mensch in der Tertiärzeit und im Diluvium. Stuttgart.

BÖLSCHE, WILHELM, 1926: Die Abstammung der Kunst. Stuttgart.

BOLTZMANN, LUDWIG, 1905: Reise eines deutschen Professors ins Eldorado. Nach Ausgabe der 'Populären Schriften' 1905 neu herausgegeben ... von GABRIELE DÖRFLINGER, Universitätsbibliothek Heidelberg 2005. - Im Internet.

BÖMER, A., 1930: Nachruf auf J. König. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, A, Nr. 1.

BÖNING, KARL, 1972: Hiltner, Lorenz. Neue Deutsche Biographie, Band 9, S. 165 / 166.

BOENKE, MICHAELA, 1990: Leon Battista Alberti (1404 - 1472). - In: BLUM; PAUL RICHARD, herausgegeben, 1990: Philosophen der Renaissance. Eine Einführung. S. 53 - 64. Darmstadt.

BONNER, JAMES, 1994: Erwin Bünning. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 138, No. 2, S. 319 / 320.

BONNET, CHARLES, 1772: Betrachtung über die Natur mit den Zusätzen der italienischen Uebersetzung des Herrn Abt SPALLANZANI und einigen eigenen Anmerkungen heausgegeben von JOHANN DANIEL TITIUS...Leipzig.

BONNET, CHARLES, 1774: Herrn Karl Bonnets wie auch einiger andern berühmten Naturforscher auserlesene Abhandlungen aus der Insektologie aus dem Französischen übersetzt und mit einigen Zusätzen herausgegeben von JOH. AUGUST EPHR. GOEZE. Halle.

BOPP, F., 1849: Einiges über Albumin, Caseïn und Fibrin. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXIX, S. 16 - 37.

BOPP, MARTIN, 1985: Georg Klebs. Wegbereiter der botanischen Entwicklunsphysiologie. – In: Semper Apertus. Sechshundert Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 1386 – 1986. Band III, S. 73 – 96. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

BORECKY', LADISLAV, 1983: Interferon - Metamorphosen der Entdeckung. Leopoldina (R. 3) 27, 1981, S. 109 - 123.

BORGEEST, BERNHARD, 1991: Drehen an der Uhr des Lebens. Die Zeit, Nr. 5, 25. Januar, S. 78.

BORGENHEIMER, HEINZ, 1995: Mahlmühlen und Lohmühlen. 1200 Jahre Ober-Laudenbach 795 - 1995. Menschen und ihr Dorf.

BORKENAU, FRANZ, 1991: Ende und Anfang: Von den Generationen der Hochkulturen und von der Entstehung des Abendlandes. Herausgegeben und eingeführt von RICHARD LÖWENTHAL. Stuttgart.

BORLAUG, NORMAN E., 1970: The Green Revolution, Peace, and Humanity. Nobel Lecture, Nobel Peace Price 1970, Oslo, 11. Dezember 1970. Le Prix Nobel en 1970, S. 226 – 245.

BORLAUG, NORMAN, 2007: Interview mit MICHAEL MIERSCH, s. d.

BORN, E. 1935:

BORN, ERHARD, 1980: Knorr, Georg. Neue Deutsche Biographie. 12, Band, S. 220 / 221.

BORN, ERHARD, 1982: Kunz, Karl Theodor. Neue Deutsche Biographie, 13. Band, S. 308/309.

BORN, MAX, 1920: Das Atom. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 19. März, Heft 12, S. 213 - 226.

BOROWER, DJAWID C., 1992: Britische Geschichte, Stufenleiter der Jäger und Hirten. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Mittwoch, 7. Oktober, Nr. 233, S. N6.

BORRISS, HEINRICH, 1956: Die Entwicklung der Botanik und der botanischen Einrichtungen an der Universität Greifswald. – In: Festschrift zur 500-Jahrfeier der Universität Greifswals 17. 10. 1956, Band II, S. 515 ff.

BORSCHEID, PETER, 1976: Naturwissenschaft, Staat und Industrie in Baden (1848 - 1914). - Industrielle Welt, Schriftenreihe des Arbeitskreises für moderne Sozialgeschichte. Herausgegeben von WERNER CONZE. Band 17. Stuttgart.

BORST, ARNO, 1953: Die Katharer. Schriften der Monumenta Germaniae historica (Deutsches Institut für Erforschung des Mittelalters), 12. Stuttgart.

BORST, ARNO, 1973: Lebensformen im Mittelalter. Frankfurt/Main, Berlin, Wien.

BORST, OTTO, 1987, 2. Auflage: Die Reichsstädte. - In: RINKER, RAINER u. WILFRIED SETZLER hrsg., 1987, 2. Auflage: Die Geschichte Baden-Württembergs, S. 138 - 148. Stuttgart.

BORTELS, H., 1930: Molybdän als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. Archiv für Mikrobiologie, 1. Band, S. 333 - 342.

BORTELS, H., 1938: Über die Wirkung sowie Eisen, Molybdän, Mangan und anderen Spurenelementen in stickstofffreier Nährlösung auf Azotobakter. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II, Band 100, No. 18 / 23, 3. Juli, S. 373 - 393.

BORTELS, H., 1940: Über die Bedeutung des Molybdäns für stickstoffbindende Nostocaceen. Archiv für Mikrobiologie, 11. Band, S. 155 - 186.

BOSCH, THOMAS C. G., 2012: Bakterien - eher Partner als Feinde. Biologie in Unserer Zeit, 42, 5, S. 302 - 309.

BOSCHIERO, LUCIANO, 2010: Translation, Experimentation and the Spring oft the Air: Richard Waller's Essayes of Natural Experiments. Notes & Records of the Royal Society, 64, 14 October, S. 67 - 83.

BOSL, KARL, 1973: Die Unfreiheit im Übergang von der archaischen zur Aufbruchsepoche der mittelalterlichen Gesellschaft.Vorgetragen am 2. März 1973. Baye-

rische Akadmie der Wissenschaften Philosophisch-Historische Klasse. Sitzungsberichte Jahrgang 1973, Hefr 1. S. 3 - 39. München.

BOSL, KARL, 1976: Jesuiten in den Universitätsstädten Würzburg, Ingolstadt und Dillingen. - In: PETRI, FRANZ (Herausgeber): Bischofs- und Kathedralstädte des Mittelalters und der frühen Neuzeit, Städteforschung A/1, S. 169 - 177. Köln, Wien.

BOSL, KARL, 1991: Die Welt des Mittelalters und ihre Menschen. Regensburg.

BOTIGHEIMER, KARL S., 1985: Geschichte Irlands. Übersetzung aus dem Amerikanischen LISELOTTE MICKEL. Stuttgart, Berlin, Köln. - Original: Ireland and the Irish. Columbia University Press, New York.

BOTSCH, WALTER, 2001 a: Ein Schwabe wird amerikanischer Schwefelkönig. Zum 150. Geburtstag von Hermann Frasch. Naturwissenschaftliche Rundschau, 54. Jahrgang, Heft 11, S. 579 - 584.

BOTSCH, WALTER, 2001 b: Zum 150. Geburtstag von Hermann Frasch, Chemiker, Techniker, Unternehmer. Chemie in unserer Zeit, 35. Jahrgang, Nr. 5, S. 324 - 331.

BOTTOMORE, T. B., 1969 (2. Auflage): Elite und Gesellschaft. Eine Übersicht über die Entwicklung des Eliteproblems. München.

BOUGAINVILLE, LOUIS-ANTOINE DE. deutsch nach einer Übersetzung von 1772, neu 1972: Reise um die Welt, welche mit der Fregatte La Boudeuse und dem Fleutschiff L' Etoile in den Jahren 1767, 1768 und 1769 gemacht worden. Berlin.

BOUREAU, ALAIN, 1992: Kantorowicz: Geschichten eines Historikers. Aus dem Französischen übersetzt von ANNETTE HOLOCH. Stuttgart. - Original: Histoires d'un historien: Kantorowicz. Paris 1990.

BOUSSINGAULT. J. B., 1851: Die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie, Physik und Meteorologie. Deutsch bearbeitet von Dr. N. GRSEGER. Halle.

BOUWSMA, WILLIAM J., 2005: Der Herbst der Renaissance 1550 - 1640. Aus dem Englischen von ANDREA STUMPF und BURKHARDT WOLF. Berlin. - Original: The Waning of the Renaissance 1550 - 1640. Yale University Press, New Haven and London.

BOVERI, THEODOR, 1889: Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München, V, S. 73 - 80.

BOWDEN, MARY ELLEN, 2005: Joseph Priestley: Radical Thinker. Chemical Heritage Foundation's Exhibit on Joseph Priestley Includes Rare Instrumente and Papers. Chemistry International, May - June, S. 4 - 7.

BOYD ORR of BRECHIN, Lord, 1950: Science and Peace. Nobel Lecture delivered at Oslo, December 12, 1949. Le Prix Nobel en 1949, S. 124 – 135, Stockholm.

BOYD, T. A., 1953: Thomas Midgley, jr. Journal of the American Chemical Society, Volume 75, June 24, Number 12, S. 2791 - 2795.

BOYE, ERICH, 1957: Interessantes aus der antiken Wasserversorgung. Chemiker-Zeitung, 81. Jahrgang, Nr. 3, S. 66 / 67.

BOYSEN-JENSEN, P., 1913: Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaf, Band 31, S. 559 - 566.

BRACHET, J., 1960: Ribonucleic Acids and the Synthesis of Cellular Proeins. Nature, Volume 186, No. 4920. April 16, S. 194 - 199.

BRADSHAW, RALPH A., 2013: Rita Levi-Montalcini (1909 - 2012). Nature, Volume 493, 17 January, S. 306.

BRAGG, W. L., 1960: British Achievements in X-ray Crystallography. Science, Volume 131, 24 June, S. 1870 - 1874.

BRAIDA, A., 1939: Wissenschaftliche und betriebstechnische Entwicklung der Caseinfasererzeugung. Angwandte Chemie, 52. Jahrgang, Nr. 19, 13. Mai, S. 341 – 344.

BRAIDWOOD, ROBERT J., 1960: The Agricultural Revolution. Scientific American, S. 131 - 148.

BRAIDWOOD, ROBERT J., 1972: Prehistoric Investigations in Southwestern Asia. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 116, No. 4 August, S. 310 - 320.

BRANCA; W., 1912: Naturwissenschaft und Religion. Deutsche Revua, 37, 2, S. 282 - 293.

BRANDI, KARL. 1952: Geschichte der Geschichtswissenschaft. Bonn.

BRANDT, K., 1881-1882: Ueber das Zusammenleben von Algen und Tieren. Biologisches Centralblatt, 1. Band, S. 524 – 527.

BRANDT, KARL, 1899: Ueber den Stoffwechsel im Meere. Rede beim Antritt des Rektorates der Königlichen Christian-Albrechts-Universität in Kiel. Kiel.

BRAUDEL, FERNAND, 1985: Sozialgeschichte des 15. - 18. Jahrhunderts. München. - Original: Civilisation matérielle et capitalisme, XVc - XVIIIc siècle. Paris.

BRAUDEL, FERNAND, 1990: Das Mittelmeer und die mediterrane Welt in der Epoche Philipps II. Übersetzt nach der vierten, durchgesehenen und berichtigten Auflage 1979. - Original: La Me´diterranneé et le monde me´diterrane´en a'l'epoque de Philippe II. Zuerst erschienen 1949. Paris.

BRAUDEL, FERNAND; GEORGES DUBY, MAURICE AYMARD, 1990: Die Welt des Mittelmeeres. Zur Geschichte und Geographie kultureller Lebensformen. Herausgegeben von FERNAND BRAUDEL. Aus dem Französischen von MARKUS JAKOB. Frankfurt a. Main. - Französisches Original 1985, 1986.

BRAUER, WALTER, 1985: List, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 14. Band, S. 694 - 697.

BRAUN, DIETRICH, 2012: Polymerforschung vor Hermann Staudinger. Der lange Weg zum Makromolekül. Chemie in Unserer Zeit, 46, S. 310 - 320.

BRAUN, DIETRICH, 2015: Kekule´und die makromolekulare Chemie. Nachrichten aus der Chemie, 63, Oktober, S. 999/1001.

BRAUN, DIETRICH und AUBREY JENKINS, 2016: Samuel Pickles Formel des Naturkautschuks. Chemie in unserer Zeit, 50, S. 378 - 381.

BRAUN, FERDINAND, 1874: Ueber die Stromleitung durch Schwefelmetalle. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 153. Band, S. 556 - 563.

BRAUN, J. v., 1921: Ansprache von J. v. Braun bei der Feier des 80. Geburtstages von Carl Graebe zu Frankfurt a. M. am 24. / 2. 1921, Zeitschrift für angewandte Chemie, 34. Jahrgang, 5. April, S. 129 – 132.

BRAUS, O., 1901: Akademische Erinnerungen eines alten Arztes ... Leipzig.

BREASTEAD, J. H., 1936: Geschichte Ägyptens. Deutsch von Prof. Dr. HERMANN RANKE-HEIDELBERG. Vienna.

BREATHNACH, C. S., 1969: Henry Newell Martin (1848 – 1893). A Pioneer Physiologist. Medical History, Volume XIII, S. 271 – 279.

BRECHT, MARTIN, 1989 (zuerst 1986): Martin Luther. Ordnung und Abgrenzung der Reformarion 1521 - 1532. Berlin.

BREDIG, G. und R. MÜLLER von BERNECK, 1899: Über anorganische Fermente. I. Über Platinkatalyse und die chemische Dynamik des Wasserstoffsuperoxyds. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 31. Band, S. 258 – 353.

BREDIG, G. und K. IKEDA, 1901: Über anorganische Fermente. II. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 37. Band, S. 65 – 68.

BREDIG, G. und K. FAJANS, 1908: Zur Stereochemie der Katalyse. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 41. Jahrgang, S. 752 – 763.

BREDT, JULIUS, 1912: Wilhelm Koenigs. B. Wissenschaftlicher Teil. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXV, S: 3793 – 3830.

BREDT, J.; A. DARAPSKY, H. MEERWEIN ..., 1934: 100 Jahre Journal für praktische Chemie. Journal für praktische Chemie, N. F., Band 141, Heft 1- 2, 14. September, S. 1 - 4.

BRECHT, 1955: Leben des Galilei. Berlin.

BREHM, ALFRED EDMUND, 1855: Reiseskizzen aus Nord-Ost-Afrika oder den unter egyptischer Herrschaft stehenden Ländern Egypten, Nubien, Sennahr, Rosseeves und Kordofahn gesammelt auf seinen in den Jahren 1847 bis 1852 unternommenen Reisen. 1. Band. Jena.

BREHM, 1842 / 1843: über den Muth der männlichen Vögel bei der Vertheidigung ihrer Weibchen und ihrer Bruth. Amtlicher Bericht über die 20. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Mainz im September 1842, S. 21 – 24, Mainz 1843.

BREMER, JÖRG, 2004: Mit Zigarette und Handy über uralte Mosaiken. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Dienstag, 14. Dezember, N.r 292, S. 38.

BREMSER, 1819: über lebende Würmer im lebenden Menschen. Ein Buch für ausübende Aerzte. Wien.

BRENT, LESLIE, 1992: Sir Peter Brian Medawar. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 136, No. 3, S. 438 - 441.

BRESLOW, RONALD, 2000: Extending Nature. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 144, No. 3, September, S, 267 – 274.

BREWSTER, Sir DAVID, 1833: Observations on the Absorption of Specific Rays, in reference to the Undulatory Theory of Light. Neudruck in: DAVIS, E. A., 1995: Science in Making, Volume 1: 1798 – 1850, London. – Original: Philosophical Magazine, Third Series, Vol. 2, Nr. 11, May, S. 360 - 363.

BREWSTER, DAVID, 1851: Adress als President der British Association for the Advancement of Science. Report of the Twentieth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Edinburgh in July and August 1850. London. S. XXXI - XIiV.

BREYER, LEOPOLD, 1957: s. THEOPHANES.

BRIEGER, GERT H., 1971: Eberth, Carl Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 275 - 277, New York.

BRIEGER, GERT H., 1976: Welch, William Henry. Dictionary of Scientifc Biography, Volume XIV, S. 248 - 250.

BRIEGER, L., 1877: Ueber die flüchtigen Bestandtheile der menschlichen Exkremente. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 10. Jahrgang, S. 1027 – 1032.

BRIEHL, HORST, 1995: Chemie der Werkstoffe. Stuttgart.

BRIGDLAND, D. R., 2014: Lubbock on river terraces. Notes & Records. The Royal Society Journal of the History of Science, 68, S. 49 - 63.

BRIGHT, RICHARD, 1916: Die Erkrankungen der Niere (1827 und 1836). Deutsch von E. EBSTEIN. Sudhoffs Klassiker. Leipzig. - Als Original angegeben 1827: Reports of Medical Cases. selected with a view of illustrating the symptoms and cure of diseases by a reference to morbid anatomy. London. - 1836: Cases and observations, illustrating Renal disease accompanied with the secretion of albuminous urine. Guy's Hospital Reports by v. BARLOW and BABINGTON, Vol. I, S. 338 - 379, London.

BRIGL, P., 1931: William Küster. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LXIV (64), A, S. 15 – 36.

BRITTAIN, JAMES E., 1970: Carlson, Chester Floyd. Dictionary of American Biography, Supplement Eight, S. 70 - 72.

BRITTEN, JAMES, rev. RAY DESMOND, 2004: Anderson, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 1, S. 78 / 79.

BROAD, WILLIAM J., 1979: Rival Centennial Casts New Light on Edison. Science, Vol. 204, 6 April, S. 32 - 36.

BROADWITH, PHILLIP, 2009: Biology's Nobel molecule factory. Chemistry World, November, S. 42 - 44.

BROCK, FRIEDRICH, 1934: Jakob Johann Baron von Uexküll. Zu seinem 70. Geburtstage am 8. September 1934. Sufhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, 27, 3 und 4, S. 193 ff.

BROCK, W. H., 1965: The Life and Work of William Prout. Medical History, Volume IX, No. 2, April, S. 101 - 126.

BROCK, W. H., 1971: Crookes, William. Dictionary of Scientific Biography. Volume III, S. 474 -482. New York.

BROCK, W. H., 1972: Frankland, Edward. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, . S. 124 - 127. New York.

BROCK, W. H., 1975: Prout, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 172 - 174. New York.

BROCK, W. H., 2004: Gilchrist, Percy Carlyle. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 22, S. 221 / 222.

BROCK, W. H., 2004: Tyndall, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 55, S. 789 – 794.

BROCK, WILLIAM, 2006: Chemistry before Boyle, Chemistry World, October, S. 64.

BROCK, WILLIAM H., 2008: William Crookes (1832 - 1919) and the Commercialization of Science. Alderhot, Burlington.

BROCK, WILLIAM H., 2008: Rezension zu: MORRISSON, MARK S., 2007: Modern alchemy: Occultism and the emergence of atomic theory. Oxford University Press.

BROCKELMANN, CARL, 1943: Geschichte der islamischen Völker und Staaten. München und Berlin.

BROCKMANN, H., 1940: Neuere Methoden der präparativen organischen Chemie. 4. Die chromatographische Adsorption. Angewandte Chemie, 53. Jahrgang, Nr. 33 / 34, S. 384 – 390.

BROCKMANN-JEROSCH, H., 1917: Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 62. Jahrgang, S. 80 – 102.

BRODA, ENGELBERT, 1967: Georg von Hevesy. Chemie in unserer Zeit, 1, Juni, S. 72 - 75.

BRODA, ENGELBERT, 1974: Die Entwicklung der bioenergetischen Prozesse. Physikalische Blätter, 30. Jahrgang, S. 444 - 456.

BRODERSEN, KLAUS, 1982: Quecksilber - ein giftiges, nützliches und ungewöhnliches Edelmetall. Chemie in unserer Zeit, 16. Jahrgang, Nr. 1, S. 23 - 31.

BRÖDNER, ERIKA, 1989: Wohnen in der Antike. Darmstadt.

BROGLIA, VALERIO, 1966: Alessandro Volta und die Chemie. Chemiker-Zeitung, 90. Jahrgang, Nr. 18, S. 628 - 640.

BROGLIE, LOUIS DE, 1944: Die Elementarteilchen. Individualität und Wechselwirkung. Ergebnisse der Neuen Physik. II. Teil. Hamburg.

BROGLIE, LOUIS DE: in vorigem: Andre´-Marie Ampere, S. 245 - 269.

BRONN, H. G., 1860: s. DARWIN, CH. 1860.

BROOKE, LARSON, 2004: Trials of nation making: liberalism, race, and ethnicity in the Andes, 1810 - 1910. Cambridge University Press.

BROSTOW, WITOLD, 1984: Einstieg in die moderne Werkstoffwissenschaft. Leipzig.

BROTTON, JERRY, 2014: Die Geschichte der Welt in zwölf Karten. Aus dem Englischen übertragen von MICHAEL MÜLLER. München. - Engl. original 2012.

BROUWER, JAN, 1978: Johanna die Wahnsinnige. Ein trgaisches Leben in bewegter Zeit. München. Übersetzung aus dem Niederländischen von CHRISTIAN ZINSSER. München. - Original: Johanna de Waanzinnige. 1940, 1958, 1977 Amsterdam.

BROWN, C. N., 2004: Swan, Sir Joseph Wilson. Oxford Dictionary of National Biography, Volu,e 53, S. 433/434.

BROWN, C. N., 2004: Waterston, John James. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 57, S. 572 / 573.

BROWN, DAVID K., 2004 a: Russell, John Scott. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 48, S. 312 – 314.

BROWN, DAVID K., 2004 b: Smith, Sir Francis Petit. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 51, S, 106 – 108.

BROWN, G. I., 1999: Scientist, Soldier, Statesman, Spy. Count Rumford. The Extraordinary Life of a Scientific Genius. Foreword by SUSAN GREENFIELD. Phoenix Mill.

BROWN, KYLE S.; CURTIS W. MAREAN, ZENOBIA JACOBS ..., 2012: An early and enduring advanced technology originating 71,000 Years ago in South Africa. Nature, vol. 491, 22 November, S. 590 - 593.

BROWN, MICHAEL S. und JOSEPH L. GOLDSTEIN, 1986: Ein Rezeptor-vermittelter Stoffwechselweg für die Cholesterin-Homöostase. Deutsche Übersetzung: Angewandte Chemie, 98, S. 579 - 599.

BROWN, ROBERT, 1828 (dtsch. Übersetz.): Mikroskopische Beobachtungen über die im Pollen der Pflanzen enthaltenen Partikeln, und über das allgemeine Vorkommen activer Molecüle in organischen und unorganischen Körpern. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 14. Band, S. 294 - 313.

BROWN, THEODORE M., 1970: Bellini, Lorenzo. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 592 - 594, New York.

BROWN, THEODORE M., 1973: Lower, Richard. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 523 – 527, New York.

BROWNE, JANET, 1988: Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon (1707 - 88). Endeavour, New Series, Volume 12, No. 2, S. 86 - 90.

BROWNE, JANET, 2004: Knight, Thomas Andrew. Oxford Dictionary of National Biograqphy, Volume 31, S. 930 / 931.

BROWNING, ROBERT, 1992: Justinian und Theodora. Herrscher in Byzanz. Deutsch von DIETER EIBACH. Herrsching. - Englisches Original: Justinian and Theodora. London 1971.

BROZEK, JOSEF, 1966: Russian Contributions on Brain and Behavior. Science, Volume 152, 13 May, S. 930 - 932.

BRÜCHE, E., 1965: Ernst Abbe und sein Werk. Physikalische Blätter, 21. Jahrgang, S. 261 - 269.

BRÜCHE, E., 1966: Dr. Werner Siemens. Gedanken zu seinem 150sten Geburtstag. Physikalische Blätter, 22. Jahrgang, S. 556 - 568.

BRÜHL, J. W., 1882: Die chemische Constitution organische Körper in Beziehung zu deren physikalischen Eigenschaften. Vierter Theil. Annalen der Chemie, Band 211, S. 121 - 178.

BRUHNS, 1875: Benzenberg, Johann Friedrich. Allgemeine Deutsche Biographie, 2, S. 348 / 349.

BRUHNS, 1876: Brandes, Heinrich Wilhelm. Allgemeine Deutsche Biographie, 3, S. 242 / 243.

BRUHNS, HARDO, 2018: Mit Elktrolyse und Bakterien zum Treibstoff. Physik Journal, 17, Nr. 5, S. 18/19.

BRUMLIK, MICHA, 2010: Entstehung des Christentums. Berlin.

BRÜNING, DOLF von, 1955: Brüning, Johann Adolf. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 665.

BRUNCK, H., 1901: Die Entwicklungsgeschichte der Indigo-Fabrication. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, Sonderheft, S. LXXI – LXXXVI.

BRUNCK, H. von, 1906: Rudolf Knietsch. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIX, S. 4478 - 4490.

BRUNCK, O., 1906: Clemens Winkler. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIX, S. 4490 - 4548.

BRUSTYN, Foucault

BRYAN, GEORGE S., o. J.. Edison. Der Mann und sein Werk. Deutsch von KARL OTTEN. Einzig autorisierte Ausgabe. Leipzig.

BRYK, E., 1930: Professor Dr. phil. Dr.-Ing. e.h. Dr. rer. nat. h.c. Paul Duden zu seinem 25. Dienstjubiläum in der I.G. Farbenindustrie A. G. am 2. Januar 1930. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43, 4, S. 77 - 80.

BUBNOFF, SERGE von, 1954: Grundprobleme der Geologie. Berlin.

BUCHAL, CHRISTOPH, 2018: Ungläubiges Staunen über die Klimaschelte. Physik Journal, 17, Nr. 2, S. 3.

BUCHANAN, R. ANGUIS, 2004: Brunel, Isambard Kingdom. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 358 – 362.

BÜCHER, KARL, 1919: Lebenserinnerungen. 1. Band. Tübingen.

BÜCHNER, ALEXANDER, 1900: Das "tolle" Jahr. Vor, während und nach 1848. Von einem, der nicht mehr toll ist Erinnerungen von... 2. Aufl. Gießen.

BUCHNER, EDUARD und RUDOLF RAPP, 1898: Alkoholische Gährung ohne Hefezellen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2668 – 2678.

BUCHNER, EDUARD und JAKOB MEISENHEIMER, 1903: Enzyme bei Spaltpilzgährungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 36. Jahrgang, S. 634 – 638.

BUCHNER, EDUARD, 1907 / 1909: Nobel-Vortrag. Le Prix Nobel en 1907. S. 1 - 20. Stockholm 1909.

BUCHNER, PAUL, 1928: Die Grenzen des Symbioseprinzipes. Die Naturwissenschaften, 16. Jahrgang, Heft 26, 29. Juni, S. 517 – 521.

BUCHNER, PAUL, 1932 / 1933: Der gegenwärtige Stand der neuen Symbioseforschung. Der Biologe, II. Jahrgang, Heft 1, S. 1 – 7.

BUCHNER, WOLFGANG K., 1995. Kaiser "Stiefelchens" Luxusjachten. Damals, 2, S. 26 - 30.

BUCHWALD, FRIEDRICH von, 1786: Oeconomische und Statistische Reise durch Meklenburg, Pommern, Brandenburg und Holstein. Aus dem Dänischen übersetzt, mit einigen Anmerkungen, von VALENTIN AUGUST HEINZE: Kopenhagen.

BUCHWALD, J. Z., 1974: Melloni, Macedonio. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX., S. 264 / 265, New York.

BUCKINGHAM, JOHN, 2008: Bitter nemesis: the intimate history of strychnine. Boca Raton.

BÜCKMANN, DETLEF; 1985: Wolfgang von Buddenbrock und die Begründung der vergleichenden Physiologie. Medizinhistorische Journal, Band 20, Heft 1/2, S. 120 - 134.

BUDDENBROCK, W. von, 1950 u. a.: Vergleichende Physiologie. Basel. - Band I: Sinnesphysiologie, 1952, Band II: Nervenphysiologie, 1953. Band IV: Hormone, 1950.

BUDERATH, JOSEF, 1980: Koepchen, Arthur. Neue Deutsche Biographie, 12, S. 365 / 366.

BUES, ALMUT, 2002: Alltag im Windauer Hafen in der frühen Neuzeit. - In: FELTEN, FRANZ; STEPHANIE IRRGANG, KURT WESOLY (Hrsg.): Ein gefüllter Willkomm: Festschrift für Knut Schulz zum 65 Geburtstag. S. 595 - 616. Aachen.

BUFF, 1866: Ueber die Einwirkung von Brom auf Propionsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXL (140), S. 156 – 166.

BUFF, WALTER, 1953: Bauer, Bruno. Neue Deutsche Biographie, 1. Band, S. 636/637.

BUGGE, G., 1929: Buch der großen Chemiker. Mit zahlreichen Einzelbiographien aus der Feder verschiedener Autoren. 2 Bände.

BÜHRKE, THOMAS, 2012: Genial gescheitert. Schicksale großer Entdecker und Erfinder. München.

BULLARD, Sir EDWARD, 1956: Edmond Halley (1656 – 1742). Endeavour, XV, October, Nr. 60, S. 189 – 199.

BULLOUGH, VERN L., 1973: Lind, James. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 361 – 363, New York.

BULMER-THOMAS, IVOR, 1973: Isidorus of Miletus. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 28 – 30. New York.

BÜLOW, GERDA VON, 1981: Die Welt der Thraker. Das Altertum, Band 27, Heft 2, S, 102 - 109.

BUNGE, G., 1887: Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie in zwanzig Vorlesungen für Ärzte und Studierende. Leipzig.

BÜNNING, ERWIN, 1932: Untersuchungen über die autonomen tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter von Phaseolus multiflorus. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, LXXV, S. 439 – 480.

BÜNNING, ERWIN, 1948: Über die Beschleunigung des Blühens in tropischen Gebirgen. Biologisches Zentralblatt, 67. Band, S. 3 – 6.

BÜNNING, E., I. I. CHAUDHRI u. ZAIN UL ABIDIN, 1955: Die Beziehung von Photo- und Thermoperiodismus bei der Samenkeimung zur endogenen Tagesrhythmik. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 68. Jahrgang, S. 41 – 45.

BÜNNING, ERWIN, 1977: Die physiologische Uhr. Circadiane Rhythmik und Biochronometrie. Dritte, gründlich überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg, New York.

BÜNNING, ERWIN, 1975: Wilhelm Pfeffer. Apotheker, Chemiker, Botaniker, Physiologe 1845 - 1920. Große Naturforscher, Band 37. Stuttgart.

BÜNNING, ERWIN, 1949: Theoretische Grundfragen der Physiologie. Stuttgart.

BUNSEN, R., 1855: Ueber das Gesetz der Gasavsorption. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band XCIII (93), - S. 50.

BUNSEN, ROBERT, 1860: Ueber ein neues dem Kalium nahestehendes Metall. In: BUNSEN, ROBERT, 1904: Gesammelte Abhandlungen...herausgegeben von WILHELM OSTWALD und MAX BODENSTEIN. 3. Band, Leipzig.

BUNSEN, ROBERT: Untersuchungen über die Kakodylreihe. Wöhler und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XXXVII, S. 1 ff. - Auch in: BUNSEN, R., 1904: Gesammelte Abhandlungen. 1. Band. S. 230 ff. Leipzig.

BUNSEN, R., 1865: Einfache Gewinnung des Thalliums. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXXIII (133), S, 108 – 110.

BÜNSOW, R. und R. HARDER, 1956: Blütenbildung von Bryophyllum durch Gibbelerin. Die Naturwissenschaften, Jahrgang 43, Heft 20, S. 479 / 480.

BURAU, WERNER, 1975: Plücker, Julius. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 44 –47, New York.

BURAWOY, A., 1935: Arthur Rudolf Hantzsch. – Auszüge aus Autobiographie. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 80, S. 362 – 368.

BURBIDGE, MARGARET and GEOFFREY, 1958: Formation of Elements in the Stars. Science, Volume 128, Number 3321, 22 August, S. 387 - 399.

BURBRIDGE, E. MARGARET, 2003: Sir Fred Hoyle. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 147, No, 4, December, S. 405 – 412.

BURCKHARDT, JAKOB, 1921: Weltgeschichtliche Betrachtungen. 4. Auflage. Stuttgart.

BURCKHARDT, JACOB, Ausgabe 1985: Weltgeschichtliche Betrachtungen. Über geschichtliches Studium. Leipzig.

BURCKHARDT, JACOB, Ausgabe 1985; Historische Fragmente. Aus dem Nachlaß gesammelt von EMIL DÜRR. Leipzig.

BURCKHARDT, JOHANN JAKOB, 1993: Rudolf Wolf (1816 – 1893). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 138. Jahrgang, Heft 4, S. 227 / 229.

BURDECKI, FELIKS, 1980: Johannes Kepler - Die Ganzheit von Mensch, Natur und Gott. Physikalische Blätter, 36. Jahrgang, S. 323 - 327.

BURGEFF, H., 1936: Samenkeimung der Orchideen und Entwicklung ihrer Keimpflanzen. Jena.

BÜRGEL, BRUNO H., 1919: Vom Arbeiter zum Astronom. Berlin.

BURGER, JOHANN, 1831: Reise durch Oberitalien mit vorzüglicher Rücksicht auf den gegenwärtigen Zustand der Landwirthschaft ... Erster Theil. Wien.

BÜRGER, WILLY, 1961: Fuhlrott, Johann Carl. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 724. (online).

BURGHARDT, ERICH, 1998: Durch geschichtliche Krisen: ein Leben zwischen dem 19. und 20. Jahrhundert. Wien, Köln, Weimar.

BURGHARDT, HELMUT, 1984: Walter Baumeister (1912 – 1982). Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 97, S, 477 – 486.

BURKE, JOHN G., 1971: Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 411/412, New York.

BURKE, PETER, 1998 a: Die europäische Renaissance. Aus dem Englischen von KLAUS KOCHMANN. München. - Englisches Original: The European Renaissance. Oxford.

BURKE, PETER, 1998 b: Offene Geschichte. Die Schule der >Annales<. Aus dem Englischen von MATTHIAS FIENBORK. Frankfurt am Main. - Original: The French Historical Revolution. The Annals School, 1929 - 89. 1990 Cambridge.

BURKERT, WALTER, 2005: Kritiken, Rettungen und unterschwellige Lebendigkeit griechischer Mythen zur Zeit des frühen Christentums. - In: RANBAN VON HAEHLING (Hrsg.): Griechische Mythologie und frühes Christentum. S. 173 - 193. Darmstadt.

BURCKHARDT, JACOB, 1904 (9. durchgearbeitete Auflage von LUDWIG GEWIER, 2. Band): Die Kultur der Renaissance in Italien. Ein Versuch. Leipzig.

BURCKHARDT, JACOB, 1905, neu 1985: Weltgeschichtliche Betrachtungen. Über geschichtliches Studium. - Historische Fragmente. Leipzig.

BURKE, PETER, 1995 (1993): Ludwig XIV. Die Inszenierung des Sonnenkönigs. Aus dem Englischen von MATTHIAS FIENBORK. - Original: The Fabrication of Louis XIV., Yale University Press. Frankfurt am Main.

BURKHARDT, RICHARD W. Jr., 1981: Köhler, Wolfgang. Dictionary of Scientific Biography, Volume 17 / Supplement II, New York, S. 492 – 494.

BURKHARDT, RICHARD W. Jr., 2001: A Man and His Menagerie. Natural History, S. 62 - 69.

BURLINGAME, ROGER, 1958: Berliner, Emile. Dictionary of American Biography, Volume XI, S. 75 / 76.

BURMEISTER, 1840: Infusoria. Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künste ... J. S. ERSCH und J. G. GRUBER, Zweite Section, 18. Theil, S. 196 – 215.

BURNET, FRANK M., 1960: Immunological Recognition of Self. Nobel Lecture, December 12, 1960. - Les Prix Nobel en 1960, S. 113 - 124. Stickholm.

BURNET, Sir MACFARLANE, 1961: The Mechanism of Immunity. Scientific American, January, Volume 204, Number 1, S. 58 - 67.

BURNET, Sir MACFARLANE, 1969: Self and Not-Self. Cellular Immunology. Book One. Melbourne University Press, Cambridge University Press.

BURNET, Sir MACFARLANE, 1973: Körpereigene und körperfremde Substanzen bei Immunprozessen. Stuttgart.

BURNHAM, J. C., 1971: Child, Charles Manning. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 247 / 248, New York.

BURNS, E. BRADFORD, 1993, 3. Edition: A History of Brazil. Columbia University Press, New York.

BURNS, WILLIAM E., 2001: The scientific revolution: an encyclopedia. Santa Barbara / California.

BURRIS, ROBERT H., 1992: Perry William Wilson. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 61, S. 438 – 467.

BURSTYN, HAROLD L., 1972: Foucault, Jean Bernard Leon. Dictionary of Scientific Biography. Volume V, S. 84 - 87. New York.

BURSTYN, HAROLD, 1974: Maury, Matthew Fontaine. Dictionary of Scientific Biography. Volume IX, S. 195 - 197. New York.

BUSCH, GEORG, 1985: Peter Debye (1884 – 1966). Werden und Wirken eines grossen Naturforschers. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 130, 1, S. 19 – 33.

BUESS, HEINRICH, 1955: Brunner, Johann Conrad (von). Neue Deutsche Biographie, 2. Band.

BUESS, HEINRICH, 1956: Joseph Black (1728 - 1799) und die Anfänge chemischer Experimentalforschung in Biologie und Medizin. Gesnerus, Jg./Vol. 13: 165 - 189.

BUSSY, 1830: Ueber das metallische Radikal der Talkerde. Annalen der Physik und Chemie ... POGGENDORFF, 18. Band (ganze Folge 94. Band), S. 140 - 143.

BUTENANDT, A., 1938: Neue Probleme der biologischen Chemie. Nach einem in Rom auf dem Internationalen Chemiekongreß 1938 erstatteten Referat. Angewandte Chemie, 51. Jahrgang, Nr. 37, 17. September, S. 617 - 622.

BUTENANDT, A., 1942: Probleme der Biologie im Lichte chemischer Forschung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 75, A, Nr. 12, S. 183 - 200.

BUTENANDT, ADOLF, 1944: Die moderne Virusforschung in ihrer Bedeutung für Chemie, Biologie und Medizin. Vortrag vor der Berliner Medizinischen Gesellschaft, 10. November 1943. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 70, 27 / 28, S. 379 - 384.

BUTENANDT, ADOLF, 1947: Über die Bildung der Insekten-Ommochrome. Ein

Beitrag zur Analyse der Erbfaktoren-Wirkung. Forschungen und Fortschritte, 21 / 23, S. 54 / 55.

BUTENANDT, ADOLF, 1953: Biochemie der Gene und Genwirkungen. Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Essen, 22. September 1952. Die Naturwissenschaften, 40, 3, S. 91 - 100.

BUTENANDT, ADOLF und PETER KARLSON, 1954: Über die Isolierung eines Metamorphose-Hormons der Insekten in kristallisierter Form. Zeitschrift für Naturforschung, Band 9 b, Heft 6, S. 389 - 391.

BUTENANDT, ADOLF, 1955: Wirkstoffe des Insektenreiches. Vortrag auf der Jahresversammlung der "Leopoldina" am 12. Novemver 1955 in Halle. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 17, Nr. 12, S. 445 – 471.

BUTENANDT, ADOLF, 1959: Adolf Windaus, gestorben 1959. Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1959. – In: BUTENANDT, A., Das Werk eines Lebens, Band II.

BUTENANDT, ADOLF, 1960: Das wissenschaftliche Lebenswerk von Adolf Windaus. - In: Adolf Windaus zum Gedenken. Ansprachen gehalten bei der Gedächtnisfeier der Georg-August-Universität und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen am 28. November 1959. Göttingen.

BUTENANDT, ADOLF, 1968 / 1969: Richard Kuhn, † 1967. Orden "Pour le Mérite", "Reden und Gedenkworte", 9. - In: BUTENANDT, ADOLF: Das Werk eines Lebens, Band II.

BUTEANDT, ADOLF, 1969 / 1981: Gerhatd Schramm, gestorben 1969. – Trauerfeier. Mitteilungen aus der MPG (Max-Planck-Gesellschaft), 2. – In BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. S. 805 ff. Göttingen.

BUTENANDT, ADOLF, 1971 / 1981: Vorwort / Wiederabdruck von Baupläne des Lebens – Probleme und Ergebnisse der Biochmie" München 1971. In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. S. 809 – 815. Göttingen.

BUTENANDT, ADOLF, 1973 / 1981: Artturi Ilmari Virtanen. – In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. S. 846 – 857. Göttingen.

BUTLEROW, A., 1872: Carl Julius Fritzsche. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 5. Jahrgang, S. 132 – 136.

BUTLEROW, A. M. und A. P. BORODIN, 1881: Nikolaus Nikolajewitsch Zinin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 14, S. 2887 – 2908.

BÜTSCHLI, O., 1876: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandlungen hrg. von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 10, S. 213 – 464.

BÜTSCHLI, O., 1892: Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Versuche und Beobachtungen zur Lösung der Frage nach den physikalischen Bedingungen der Lebenserscheinungen. Leipzig.

BUTT, HANS-JÜRGEN, GÜNTER K. AUERNHAMMER und DORIS VOLLMER, 2015: Oberflächen mit Phobie. Physik Journal, 14, Nr. 2, S. 25 - 30.

BUTTERFIELD, HERBERT, 1960: The Scientific Revolution. Scientific American. S. 173 - 192.

BUTTMANN, GÜNTHER, 1965: John Herschel. Lebensbild eines Naturforshers. - Grosse Naturforscher Band 30. Stuttgart.

BYKOV, G. V., 1970: Butlerov, Aleksandr Mikhailovich. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, New York. S. 620 - 625.

BYNUM, WILLIAM F., 1975 a: Ringer, Sydney. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 462 / 463, New York.

BYNUM, WILLIAM F., 1975 b: Smith, Homer William. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 470 / 471, New York.

BYNUM, W. F., 2004: Cullen, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 14, S. 581 - 586.

BYNUM, W. F., 2013: On the Mode of Communication of Cholera. ... work of John Snow. Nature, Volume 495, 14 March.

C., R. H., 1961: Martin, Henry Newell. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 337 / 338.

CAHN, ROBERT W., 1999: Slaying the crystall homunculus. Nature, Volume 400, 12 August, S. 625.

CAHOURS, A., 1860: Untersuchungen über die metallhaltigen organischen Radicale. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXIV (114), S. 227 – 255.

CAHOURS, AUGUST, 1849: Ueber Furfurol. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXIX (69), S. 82 – 89.

CALLAWAY, EWEN, 2013: A distant mirror. Nature, Volume 495, 14 March, S. 173.

CALVIN, MELVIN, 1956: Die chemische Evolution und der Ursprung des Lebens. Vortrag ... 1954. Die Naturwissenschaften, Jahrgang 43, Heft 17, S. 387 – 393.

CALVIN, MELVIN, 1962: Der Weg des Kohlenstoffs in der Photosynthese. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1961. Deutsche Übersetzung. Angewandte Chemie, 74. Jahrgang, Nr. 5, S. 165 - 188.

CALVIN, MELVIN, 1963: Quantum Conversion in Chloroplasts. Advances in Catalysis, Volume 14, S. 1 - 34.

CALVIN, MELVIN, 1969: Chemical Evolution. Molecular Evolution towards the Origin of living Systems on the Earth and elsewhere. Oxford.

CALVIN, MELVIN, 1992: Following the Trail of Light. A Scientific Odyssey. Washington.

CAMERON, AVERIL, 1994: Das späte Rom 284 - 430 n. Chr. dtv Geschichte der Antike. München. - Original: The Later Roman Empire. London 1993.

CAMERON, FRANK K., 1937: Francis Preston Venable. Proceedings of the American Chemical Societa, Volume 59, S. 27 - 32. Beigelegt dem The Journal of the American Chemical Society.

CAMPBELL, J., 2004: Bede. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 758 - 765.

CAMPBELL, NORMAN R. and ALEXANDER WOOD, 1906 - 1908 a: The Radioactivity of the Alkali Metalls. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, Volume XIV, S. 15 – 21.

CAMPBELL, NORMAN R. and ALEXANDER WOOD, 1906 - 1908 b: The Radioactivity of Potassium, with special reference to solutions of its salts. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, Volume XIV, S. 557 – 567.

CAMPBELL, NORMAN, 1908 - 1910: The Radioactivity of Rubidium. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, Volume XV, S. 11 – 12.

CAMPBELL, W. A., 1974: Mond, Ludwig. Dictionary of Scientific Biography. Volume IX. S. 466 / 467, New York.

CAMPBELL, W. A., 1975: Solvay, Ernest. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 520 / 521, New York.

CAMPBELL, W. A., 1983: Joseph Priestley's soda water. Endeavour, New Series, Volume 7, No. 3, S. 141 - 143.

CAMPE, JOACHIM HEINRICH, neu 1961: Briefe aus Paris. Während der Französischen Revolution geschrieben. Herausgegeben von HELMUT KÖNIG. Berlin.

CAMPENHAUSEN, JUTTA VON,1996: Gefahr auf Samtpfoten. Hauskatze können Toxoplasmose übertragen ... Die Zeit, Nr. 46, 8. November, S. 35.

CANFIELD, DONALD E.; ALEXANDER N. GLAZER, PAUL G. FALKOWSKI, 2010: The Evolution and Future of Earth's Nitrogen Cycle. Science, Volume 330, 8 October, S. 192 - 196.

CANNIZZARO, S., 1858 / 1913: Abriß eines Lehrganges der Theoretischen Chemie vorgetragen an der K. Universität Genua. Übersetzt von Dr. ARTHUR MIOLATTI ... Herausgegeben von LOTHAR MEYER. 2. Auflage. Leipzig.

CANNON, R. T., 1965: Age of the Transition in the Pre-Cambrian Atmosphere. Nature, Volume 205, February 6, S. 586.

CANNON, WALTER B., 1923: Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage. An Account of Recent Researches into the Function of Emotional Excitement. New York and London.

CANTOR, GEOFFROY, 1998: Michael Faraday's religion und its relation to his science. Endeavour, Vol. 22 (3), S. 121 - 124.

CARIUS, L., 1874 a: Ueber Bildung von salpetriger Säure, Salpetersäure und Wasserstoffsuperoxyd in der Natur. Justus Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie, Band 174, S. 31 – 55.

CARIUS, L., 1874: Oxydation des Ammoniaks durch Ozon. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 7. Jahrgang, S. 1481 – 1485.

CARLOWITZ, HANNS CARL von, 1713: Sylvicultura oeconomica oder Hauswirthliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung Zur Wilden Baum-Zucht. Leipzig.

CARLSON, ELOF AXEL, 1981: Genes, Radiation, and Society. The Life and Work of H. J. Muller. Cornell University Press.

CARLSON, ELOF AXEL, 2011: Mutation: the history of an idea from Darwin to genomics. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.

CARLYLE, E. I., rev. CHRISTOPHER F. LINDSEY, 2004: Savery, Servington. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 49, S. 94 - 96.

CARNEGIE, ANDREW, 1921: Geschichte meines Lebens. Leipzig.

CARNEIRO, ROBERT L., 1970: A Theory of the Origin of the State. Science, Volume 169, 21 August, S. 733 - 738.

CARO, H. und E. FISCHER, A. W. v. HOFMANN, 1891: Zur Erinnerung an Peter Griess. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXIV, S. 1006 - 1078, I - XXXVIII.

CAROTHERS, WALLACE H., 1929: Studies on Polymerization and Ring Formation. I. An Introduction to the General Theory of Condensation Polymers. The Journal of the American Chemical Society, Vol. LI/51, August, S. 2548 - 2559.

CAROTHERS, WALLACE H. and IRA WILLIAMS, ARNOLD M. COLLINS, JAMES E. KIRBY, 1931: Acetylene Polymers and their Derivatives. II. A new synthetic rubber: chloroprene and its polymers. The Journal of the American Chemical Society, Vol. LIII, S. 4203 - 4225.

CAROZZI, MARGUERITE, 1985: Bonnet, Spallanzani, and Voltaire on Regeneration of Heads of Snails: a Continuation of the Spontaneous Generation Debate. Gesnerus, 42, S. 365 - 378.

CARR, D. J. and G. MELCHERS, 1954: Auslösung von Blütenbildung bei der Kurztagspflanze Kalanchoe blossfeldiana in Langtagsbedingungen durch Pfropfpartner. Zeitschrift für Naturforschung, Band 96, S. 216 – 218.

CARR-SAUNDERS, A. M., 1936 (reprinted 1937): World Population. Past Growth and Present Trends. Oxford.

CARRIER, MARTIN, 1986: Zum korpuskularen Aufbau der Materie bei Stahl und Newton. Sudhoffs Archiv, Band 70, Heft 1, S. 1 – 17.

CARSON, RACHEL, 1962 und weitere Ausgaben: Der stumme Frühling. Vorwort von THEO LÖBSACK. Orginal: Silent Spring. 1962. Übersetzt von MARGARET AUER. München.

CARTER, K. CODELL, 1977: The Germ Theory, Beriberi, and the Deficiency Theory of Disease. Medical Histroy, 21, S. 119 -136.

CARUS, C. G., 1823: Beitrag zur Geschichte der unter Wasser an verwesenden Thierkröpern sich erzeugenden Schimmel- und Algengattungen. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, 3. Band, 2. Abtheilungf, S. 493 - 522.

CARUTHERS, MARVIN and ROBERT WELLS, 2011: Har Gobind Khorana (1922 - 2011). Science, Volume 334, 14 December.

CASIMIR, HENDRIK B. G., 1979: Als Demokrits Ideen Realität wurden. Physikalische Blätter, 35. Jahrgang, S. 291 - 299.

CASPARY, ROBERT, 1854: Ueber Samen, Keimung, Species und Nährpflanzen der Orobanchen. Flora, Nr. 37, 7. October, S. 577 - 592; Nr. 38, 14. October, S. 503 - 603.

CASPARY, ROBERT, 1855: Nachtrag zu meinem Aufsatz: Ueber Samen, Keimung. Specien und Nährpflanzen der Orobanchen. Flora, Nr. 15, 21. April, S. 225 - 237.

CASSIDY, DAVID C., 1979: Gustav Hertz, Hans Geiger und das Physikalische Institut der Technischen Hochschule Berlin in den Jahren 1933 bis 1945. – In: Wissenschaft und Geselschaft. Im Auftrag des Präsidenten der Technischen Universität Berlin herausgegeben von REINHARD RÜRUP. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879 – 1979. Erster Band. S. 373 – 387. Berlin, Heidelberg, New York.

CASSINONE, H., K, SPIEß, R: FUCHS, 1929: Johann Gottfried Tulla, de Begünrder der Wasser- und Straßenbauverwaltung in Baden. Karlsruhe.

CASSIRER, ERNST, 1995: Descartes: Lehre - Persönlichkeit - Wirkung. Mit einer Einleitung herausgegeben sowie mit Anmerkungen und Register versehen von RAINER A. BAST. Philosophische Bibliothek Band 475. Hamburg.

CASSON, LIONEL, 1979: Die Seefahrer der Antike. München.

CASTELLANI, CARLO, 1974: Perroncito, Edoardo. Dictionary of Scientific Biographie, Volume X, S. 527, New York.

CENTERWALL, WILLARD R. and SIEGFRIED A. CENTERWALL, 1961: Phenylketonuria (Fölling's Disease). Journal of the History of Medicine, July, S. 292 - 296.

CERAM, C. W., 1980 (2. Auflage): Götter, Gräber und Gelehrte. Roman der Archäologie. Berlin. - Rowohlt Reinbek 1967, 1972.

CERANSKI, BEATE, 2017: Vorbild und Verfemte. ... Marie Curie. Physik Journal, 16. Nr. 11, S. 49 - 53.

CESANA, ANDREAS, 1983: Johann Jakob Bachofens Geschichtsdeutung. Eine Untersuchung ihrer geschichtsphilosophischen Voraussetzungen. Baseler Beiträge zur Philosophie und ihrer Geschichte. Band 9. Basel, Boston, Stuttgart.

CHABBERT, PIERRE, 1974: Pinel, Philippe. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 611 . 614. New York.

CHADWICK, J., 1932: Diskussion zu: RUTHERFORD, 1932: Discussion on the Structure of Atomic Nucleus. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, S. 744 – 748.

CHADWICK, J., 1937: The Right Hon. Lord Rutherford of Nelson, O. M., F. R. S. Nature, October 30, S. 746 - 751.

CHADWICK; OWEN, first 1975, reprited etwa 2000. The Secularization of the European Mind in the Nineteenth Century, Cambridge University Press.

CHADWICK, OWEN, 2001, paperback 2003: The Early Reformation on the Continent. Oxford University Press.

CHAGAS, CARLOS, 1971: Chagas, Carlos Ribeiro Justiniano. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 185 - 186, New York.

CHAKHMOURADIAN, ANTON R. and FRANCES WALL, 2012: Rare Earth Elements: Minerals, Mines, Magnets (and More). Elements, Volume 8, Number 5, October, S. 333 - 340.

CHALLINOR, JOHN, 1979: The Progress of British Geology during the early Part of the Nineteenth Century. Annals of Science, Vol. 26, September, No. 3, S. 177 ff.

CHANGEUX, JEAN-PIERRE; ANNE DEVILLERS-THIE'RY, PHILIPPE CHEMOUILLI, 1984: Acetylcholine Receptor: An Allosteric Protein. Science, Volume 225, 21 September, S, 1335 - 1345.

CHAPMAN, A., 1998: The transits of Venus. Endeavour, Vol. 22 (4), S. 148 - 151.

CHAPMAN, E. TH. und M. H. SMITH, 1868: Ueber die künstliche Bildung des Pyridins. Annalen der Chemie und Pharmacie, VI. Supplementband, S. 329 – 331.

CHARGAFF, ERWIN, 1990: Vorläufiges Ende. Ein Dreiergespräch. Cotta's Bibliothek der Moderne 92. Stuttgart.

CHARPENTIER, JOHANN FRIEDRICH WILHELM, 1778: Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande. Leipzig.

CHARTIER, ROGER, 1996 / 2004: Kapitel 3: Der Gelehrte. - In: VOVELLE, MICHEL (Htsg). Der Mensch der Aufklärung. S. 122 - 168. Frankfurt /Main, Essen. - In Original: L'Uomo dell' Illuminismo. Roma - Bari, 1992.

CHATELIER: s. LE CHATELIER

CHAUDRON, GEORGES, 1975: Portevin, Albert Marcel Germain René. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XI, New York, S. 100 / 101.

CHERBULIEZ, EMILE, 1937: Amé Pictet 1857 - 1937. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 70. Jahrgang, N. 6, 9. Juni, S. 79 - 82.

CHEVREUL, M. E., 1826: Allgemeine Anleitung zur Analyse der organischen Körper und Betrachtungen über ihre Anwendung. Aus dem Französischen übersetzt; ... von JOHANN BARTHOLM. TROMMSDORFF. Gotha.

CHICKERING, ROGER, 1993: Karl Lamprecht: a German academic life (1856 - 1915). New Jersey.

CHILD, CHARLES MANNING, 1911: Die physiologische Isolation von Teilen des Organismus als Auslösungsfaktor der Bildung neuer Lebewesen und der Restitution. Vorträge und Aufsätze über Entwickelungsmechanik der Organismen, Heft XI. Leipzig.

CHILDE, V. GORDON, 1925: National Art in the Stone Age. (Rezension zu:) Urgeschichte der bildenden Kunst in Europa, von den Anfängen bis um 500 vor Christi. Von Moritz Hoernes. Dritte Auslage, durchgesehen und ergänzt von Oswald Menghin. ... 1925. Nature, NO. 2910, Vol. 116, August 8, S. 195 - 197.

CHILDE, V. GORDON, 1959: Der Mensch schafft sich selbst. Übersetzt von WOLFGAN MARTINI. Fundus Bücher 2. Dresden. - Original: Man makes himself.

CHIPMAN, ROBERT A., 1965: De Forest and the Triode Detector. Scientific American, Vol. 212, 3, S. 93 - 100.

CHIPMAN, ROBERT A., 1971: Deprez, Marcel. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 39 / 40, New York.

CHLADNI, ERNST FLORENS FRIEDRICH, 1819: Ueber Feuer-Meteore, und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien.

CHRIMES, MIKE, 2004: Brunlees, Sir James. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 362/363.

CHRIST, H., 1879: Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich.

CHRIST, KARL, 1989: Von Gibbon zu Rostovtzeff: Leben und Werk führender Althistoriker der Neuzeit. 3., um einen Nachtr. erw. Aufl. Darmstadt.

CHRIST, KARL, 1999: Griechische Geschichte und deutsche Geschichtswissenschaft. München.

CHRISTENSEN, CARL, 1932: Carl Hansen Ostenfeld. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, L, S. (164) – (168).

CHRISTENSEN, DAN CHARLY, 2013: Hans Christian Oersted. Reading Natrure's Mind. Oxford University Press.

CHRISTOPHERS, S. R., rev. HELEN J. POWER, 2004: Bruce, Sir David. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 287 - 289.

CHU, STEVEN; 2014: ... STEFAN JORDA: Interview mit dem Physik-Nobelpreisträger und ehemaligen amerikanischen Energiemister Steven Chu zur Energiefragen. Physik Journal, 13, Nr. 5, S. 22/23.

CHUN, CARL, 1875: Über den Bau, die Entwickelung und Physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insecten. Inaugural-Dissertation, Universität Leipzig. Frankfurt a. M.

CHUN, CARL, 1892: Die Dissogonie, eine neue Form der geschlechtlichen Zeugung. Festschrift zum siebenzigsten Geburtstage Rudolf Leuckarts. S. 78 - 108. Leipzig.

CITTERT-EYMERS, J. G. van, 1972: Hartsoeekker (Hartsoecker), Nicolaas. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 148/149, New York.

CLAESSON, STIG and KAI O. PEDERSEN, 1972: The Svedberg. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 18, S. 595 - 627.

CLARK, GRAHAM; 1966: Prehistory and Human Behavior. Proceedings of the American Philosophical Society, volume 110, no. 2, April, S. 91 - 99.

CLARK, J. F. M., 2004: Spalding, Douglas Alexander. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 51, S. 741 – 743.

CLARK, PAUL FRANKLIN, 1959: Hideyo Noguchi, 1876 - 1928. Bulletin of the Hisrtory of Medicine. Volume XXXIII, January - February, Number 1, S. 1 - 20.

CLARKE, ANDREW and HANS-OTTO PÖRTNER, 2010: Temperature, metabolic power and the evolution of endothermy. Biological Reviews, 85, S. 703 - 727.

CLARKE, EDWIN, 1976: Twort, Frederick William. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XIII, S. 519 - 521, New York.

CLARKE, FRANK WIGGLESWORTH, 1924: The Data of Geochemistry. First Edition. Washington.

CLARKE, PATRICIA H., 1986: Roger Yate Stanier. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 32, S. 543 - 567.

CLAUDE, ALBERT, 1975: The Coming of Age of the Cell. Nobel Lectue 12. Dezember 1974. Science, Volume 189, 8 August, S. 433 - 435.

CLAUDE, PRESTON E., Jr., 1968: Atmospheric and Hydrosperic Evolution on the Primirve Earth. Science, Volume 160, 17 May, S. 729 - 736.

CLAUDIUS, MATTHIAS; 1975: Ein Tropfen aus dem Ozean. Ausgewählte Werke und Briefe. Berlin.

CLAUS, 1845: Entdeckung eines neuen Metalls. Annalen der Physik und Chemie, 3, Reihe, herausgegeben von J. C. POGGENDORFF, 4. Band, S. 192 - 197.

CLAUSIUS, R., 1884: Ueber den Zusammenhang zwischen den grossen Agentien der Natur. Rede gehalten beim Antritt des Rectorates der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität am 18. October 1884. Bonn.

CLEUGH, JAMES, 1996: Die Medici. Macht und Glanz einer europäischen Familie. Aus dem Englischen von ULRIKE von PUTKAMER. Augsburg. - Original, ohne Abbildungen: The Medici. A Tale of Fifteen Generations. New York 1975.

CLINE, ERIC H., 2015: 1177 v. Chr. Der erste Untergang der Zivilisation. Aus dem Englischen von CORNELIUS HARTZ. Darmstadt.

CLUSIUS, KLAUS, 1948: Max Bodenstein. Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1944 - 1948, München, S. 248 / 249.

CLAUSS, MANFRED, 2001: Das Alte Ägypten. Berlin.

COATES, J. E., 1939: The Haber Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, S.1642 - 1672.

COBB, GWENDOLIN B., 2006/1947: Supply and Transportation for the Potosi Mines 1545 - 1640. - In: GERBER, JAMES and LEI GUANG, 2006: Agriculture and Rural Connections in the Pacific, 1500 - 1900. The Pacific World Lands, Peoples and History of the Pacific, 1500 - 1900. S. 287 - 307. Aldershot, Burlington.

COCKING, J. M., 1991. Edited with an introduction by PENELOPE MURRAY: Imagination: a study in the history of ideas. London, New York.

COCKCROFT, J. D. and E. T. S. WALTON, 1932: Experiments with High Velocity Positive Ions. II. – The Desintegration of Elements by High Velocity Protons. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, S. 229 – 242.

COHEN, I. BERNHARD, 1940: Roemer and the first determination of the velocity of light (1676). Isis, Vol. XXXI (2), No. 84, April: 327 - 373.

COHEN, K. P., S. K. RUNCORN, H. E. SUESS and H. G. THODE, 1983: Harold Clayton Urey. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 29, S. 623 – 659.

COHEN, PHILIP P., 1970: Science, Volume 168, 1 May, S. 533 - 543.

COHEN, SEYMOUR S., 1990: Mirsky, Alfred Ezra. Dictionary of Scientific Biography, Supplement II, S. 633 – 636, New York.

COHEN, STANLEY, 1987: Der epidermale Wachstumsfaktor (Nobel-Vortrag). Übersetzung. Angewandte Chemie, 99, S. 738 - 744.

COHEN, WILLIAM B., 1980: The French Encounter with Africans. White Response to Blacks, 1530 - 1880. Indiana University Press. Bloomington & London.

COHN, FERDINAND, 1851: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 3. Band, S. 257 - 378.

COHN, FERDINAND, 1854: Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der miksoskopischen Algen und Pilze. Verhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, 16. Band, 1.Abtheilung, S. 103 ff.

COHN, FERDINAND, 1855a: Über die Fortpflanzung von Sphaeroplea annulina. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1855. S. 335 – 351.

COHN, FERDINAND, 1855b: Empusa Muscae und die Krankheit der Stubenfliegen. Ein Beitrag zur Lehre von den durch parasitische Pilze charakterisirten Epidemien. Verhandlungen / Novorum Actorum der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, 17, S. 299 – 360.

COHN, FERDINAND, 1858: Bemerkunhgen über Räderthiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 9. Bans, S. 284 - 294.

COHN, FERDINAND, 1863: Bemerkungen über Räderthiere. Zeitschrift für wissenschatliche Zoologie, 12. Band, S. 197 - 215.

COHN, FERDINAND, 1872: Ueber Bacterien, die kleinsten lebenden Wesen. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge , herausgegeben von Rud. Virchow und Fr. v. Holtzendorff. Berlin.

COHN, FERDINAND, 1875 a: Ueber den Brunnenfaden (Crenothrix polyspora)

mit Bemerkungen über die mikroskopische Analyse des Brunenwassers. Beiträge zut Biologie der Pflanzen, 1. Band, S. 108 - 131.

COHN, FERDINAND, 1875 b: Ueber die Function der Blasen von Aldrovanda und Utricularia. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 3.

COHN, FERDINAND, 1886: Lebensfragen. Tageblatt der 59. Versammlung Deutscher Narturforscher und Aerzte in Berlin vom 18. bis 28. September 1886, S. 243 - 249.

COHN, FERDINAND, 1895: Nathanael Pringsheim. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band XIII, S. (10) - (33).

COHNHEIM, JULIUS, 1877: Vorlesungen über allgemeine Pathologie. Berlin.

COLE, F. J., 1937: Jan Swammderdam, 1637 - 80. Nature, February 6, S. 218 - 220.

COLEMAN, WILLIAM, 1965: Cell, Nucleus, and Inheritance: An Historical Study. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 109, No. 3, S. 124 - 158.

COLEMAN, WILLIAM; 1970: Bateson and Chromosomes: Conservative Thought in Sciene, Centaurus, volume 15, nr. 3 - 4, S. 228 - 314.

COLEMAN, WILLIAM, 1973: Kielmeyer, Carl Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 366 - 369, New York.

COLEY, NOEL G., 2003: George Pearson MD, FRS (1751 - 1828): 'The Greatest Chemist in England?' Notes and Records of the Royal Society of London, 57 (2), S. 161 - 175.

COLEY, N. G., 2004: Addison, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 1, S. 332 / 333.

COLTMAN, JOHN W., 19: The Transformer. Scientific American, Volume 258, No. 1, S. 76 - 83.

COLUMELLA, 1. Jahrhundert nach Chr.: Über Landwirtschaft. Aus dem Lateinischen übersetzt, eingeführt und erläutert von KARL AHRENS. Berlin.

COLVER, C. W., with WILLIAM A. NOYES, 1921: Synthesis of Anthracene from Naphthalene. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLIII, S. 898 - 905.

COMMERSON, PHILIBERT, 1769, in 1972: Brief Philibert Commersons an den Astronomen Lalande über Tahiti. - In: BOUGAINVILLE, LOUIS-ANTOINE DE,

1972: Reise um die Welt. Berlin.COMPTON, KARL T., 1937: The Electron: Its intellectual and social Significance. Nature, Supplement, Vol. 139, No. 3510, February 6, S. 229 - 240.

COMPTON, KARL T., 1937: The Electron: Its intellectual and social Significance. Nature, Supplement, Vol. 139, No. 3510, February 6, S. 229 - 240.

CONDILLAC, Ausgabe 1977, original 1746: Essai über den Ursprung der menschlichen Erkennntisse ein Werk, das alles, was den menschlichen Verstand betrifft, auf ein einziges Prinzip zurückführt. Leipzig.

CONDORCET, Neuausgabe 1963, Französisch und Deutsch: Entwurf einer historischen Darstellung der Fortschritte des menschlichen Geistes. Herausgegeben von WILHELM ALFF. Europäische Verlagsanstalt.

CONKLIN, EDWIN GRANT, 1922: Heredity and Environment in the Development of Men. Princeton University Press.

CONRAD von MEGENBERG, 14. Jahrhundert: Das Buch der Natur. Die erste Naturgeshichte in deutscher Sprache. In Neu - Hochdeutscher Sprache bearbeitet und mit Anmerkungen versehen von Dr. HUGO SCHULZ. Greifswald 1897.

CONZE, WERNER, 1992: Ostmitteleuropa von der Spätantike bis zum 18. Jahrhundert, Hrsg. und mit einem Nachwort von KLAUS ZERNACK. München.

COOK, Sir ALAN, 2001: Edmond Halley and the Magnetic Field of the Earth. Notes and Recordes of the Royal Society of London, 55 (3), S. 473 - 490.

COOK, ALAN, 2004: Halley, Edmond. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 24, S. 689 – 694.

COOK, ANDREW S., 2004: Marsden, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 36, S. 785 - 787.

COOPER, THOMPSON, rev. R. M. ARMSTRONG, 2004: Salaman, Redcliffe Nathan. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 48, S. 684 / 685.

COPENHAVER, BRIAN P., 1992: Did Science Have a Renaissance? Isis, 83, S. 387 - 407.

COPISAROW, MAURICE, 1921: A Theory of Allotropy. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLIII, S. 1870 ff.

COPLEN, TYLER B. and HOLDEN, NORMAN E., 2011: Atomic Weights. No Longer Constants of Nature. Chemistry International, March - April, S. 10 - 15.

CORDIER, JACQUES, 1996: Jeanne d'Arc. Kriegerin, Prophetin, Märtyrin. Aus dem Französischen von EVA RAPSILBER. Augsburg.

CORFIELD, RICHARD, 2008: The chemist who saved biology. Chemistry World, February, S. 56 - 60.

CORI, CARL F., 1971: The Call of Science. Annals Review Biochemistry, 38, S. 1 - 20.

CORNELIUS, PAUL F. S. and PATRICIA A. CORNELIUS, 2004: Ellis, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 18, S. 237 / 238.

CORNER, GEORGE W., 1972: Flexner, Simon. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 39 - 41, New York.

CORNER, GEORGE W., 1973: Howell, William Henry. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 369 – 371.

CORRENS, CARL W., 1938: Die Tone. Geologische Rundschau, 29. Band, S. 201 - 219.

CORRENS, CARL W., 1943: Die Stoffwanderungen in der Erdrinde. Die Naturwissenschaften, Heft 3 / 4, 15. 1., S. 35 – 42.

CORRENS, CARL W., 1947: Victor Moritz Goldschmidt. Die Naturwissenschaften, 34. Jahrgang, Heft 5, S. 129 – 131.

COSTA, ALBERT B., 1971: Courtois, Bernard. Dictionary of Scientific Biography. Volume III, S. 455. New York.

COSTA, ALBERT, 1971: Dewar, James. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 78 - 81. New York.

COSTA, ALBERT, 1971: Erlenmeyer, Emil. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 339/400. New York.

COSTA, ALBERT B., 1981: Fieser, Louis Frederick. Dictionary of Scientific Biography, Volume 17 (Supplement II), S. 291 - 295. New York.

COSTA, ALBERT B., 1976: Wislicenus, Johannes. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 454 / 455. New York.

COSTALL, ALAN, 2004: Thorpe, William Homan. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 676 / 677.

COSTAMBEYS, MARIOS; MATTHEW INNES, SIMON MACLEAN, 2011: The Carolingian World. Cambridge University Press.

COSTELLO, DONALD PAUL, 1961: Henry van Peters Wilson. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXV, S. 350 – 383.

COWAN, RUTH SCHWARTZ, 1974: McClung, Clarence Erwin. Dictionary of American Biography, Supplement, Four, S. 515/516.

CRAGG, R. H., 1966: William Hyde Wollaston 1766 - 1828. Chemistry in Britain, Volume 2, S. 525 - 527.

CRAMER, FRIEDRICH, 1984: Leben und Werk von Karl Freudenberg. Heidelberger Jahrbücher, XXVIII. S. 57 - 72.

CRAVENS, HAMILTON, 1980: Yerkes, Robert Mearns. Dictionary of American Biography, Supplement Six, S. 717 –719.

CRAWFORD, ELISABETH T., 1996: Arrhenius: from ionic theory to the greenhouse effect. Uppsala studies in history of science; 23. Canton, MA (USA).

CRAWFORD, MICHAEL H. and DAVID WHITEHEAD, 1983, repr. 1994: Archaic and Classical Greece. A selection of ancient sources in translation. Cambridge University Press, Cambridge.

CREDNER, HERMANN, 1865: Geognostische Reiseskizzen aus New Brunswick in Nord-Amerika. Neues Jahrbuch für Mineralogie ...

CREDNER, WILHELM, 1940: Eine Weltreise vor dem Kriege. Sonderdruck aus der Kölnischen Zeitung. Köln.

CRELL, L. v., 1793: Einige Bemerkungen über das phlogistische und antiphlogisitsche System. Chemische Annalen ... CRELL, 2. band, S. 406 - 423.

CREMER, ERIKA, 1967: Max Bodenstein. Chemische Berichte, 100. Jahrgang, Nr. 2, S. XCV – CXXVI / (95 – 126).

CREMIN, AEDEEN (Hrsg.), 2013: Große Enzyklopädie der Archäologie. Aus dem Englischen von IRIS NEWTON. Darmstadt. - Original: Archaeologica. 2007.

CRICK, F. H., 1963: Über den genetischen Code. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1962, Angewandte Chemie, 75. Jahrgang, Nr. 10, 21. Mai, S. 425 - 429.

CROMBIE, A. C., 1965: Von Augustinus bis zu Galilei. Die Emanzipation der Naturissenschaft. Köln.

CRONSTEDT, AXEL FR., 1756: Beschreibung und Untersuchung einer unbekannten Bergart, Zeolithes genannt. Der Königl. Schwedischen Akadmeie der Wissenschaften Abhandlungen, ... , 18. Band, S. 111 - 113.

CROOKES, W., 1862: Vorläufige Untersuchungen über das Thallium. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXIV, S. 203 - 215.

CROOKES, WILLIAM, 1886: President Address vor der Section Chemical Science auf der Versammlung der britischen Naturforscher. Report of the Fifty-Sixth Meeting of the British Association for the Advancement of Science Birmingham 1886. London 1887. S. 558 - 576.

CROOKES, WILLIAM, 1895: Spectrum of the Gas from Clëveite. Chemical News, March 29, S. 151.

CROOKES, Sir WILLIAM, 1899 / 1898: Adress auf dem 68. Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Bristol in September 1898. Report ..., S. 3 – 38. London 1899.

CROON, L., 1939

CROSBY, ALFRED W., 1991: Die Früchte des weissen Mannes - ökologischer Imperialismus 900 - 1901. Aus dem Engl. von NIELS KADRITZKE. Frankfurt/Main; New York.

CROSLAND, M. P., 1970: Berthelot, Pierre Eugene Marcellin. Dictionary of Scientific Biography. Volume II, S. 63 – 72. New York.

CROSLAND, M. P., 1970: Biot, Jean-Baptiste. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 133 - 140. New York.

CROSLAND, M. P., 1972: Gay-Lussac, Joseph Louis. Dictionary of Scientific Biography., Volume V, S. 317 – 327. New York.

CROSLAND, MAURICE, 1973 a: Lavoisier‘s Theory of Acidity. Isis, Vol. 64, No. 223: 306 - 325.

CROSLAND, MAURICE, 1973 b: Napoleonic chemist. Chemistry in Britain, Volume 9, September, S. 360/361.

CROSLAND, MAURICE, 1996: Changes in Chemical Concepts and Language in the Seventeenth Century. Science in Context, Volume 9, 3, S. 225 – 240.

CROSLAND, MAURICE, 2006: A Science Empire in Napoleonic France. History of Science, Volume 44, Part 1, Number 143, March, S. 29 – 48.

CROSSGROVE, WILLIAM C., 1994: Das landwirtschaftliche Handbuch des Petrus de Crescentiis in der deutschen Fassung des Bruder Franciscus. Sudhoffs Archiv, Band 78, Heft 1, S. 98 - 106.

CROW, 2002: James V. Neel. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 146, No. 1, March, S. 123 – 127.

CRUTZEN, PAUL J., 3ßß2: Geology of Mankind. Nature, Volume 415, S. 23.

CULICK, F. E. C., 1979: The Origins of the first powered, man-carrying Airplane. Scientific American, Vol. 241, July, No. 1, S. 76 - 88.

CULLEN, WILLIAM, 1789: Anfangsgründe der praktischen Arzneykunst. 1. Band, welche die Fieber und Entzündungen enthält. Neue, verbesserte, vermehrte Ausgabe. Nach der 4. englischen Ausgabe. Leipzig.

CURIE, EVE, 1933: Madame Curie. Ihr Leben und Wirken. - Aus dem Französischen. Berlin.

CURTIN, PHILIP D., 2000: The World and the West. The European Challenge and the Overseas Response in the Age of Empire. Cambridge University Press.

CURTIS ASG, 1968: The chemist and biology. Chemistry in Britain, Volume 4, Numbert 4, April, S. 147 - 149.

CURTIUS RUFUS, dtsch. 1961: Geschichte Alexanders des Großen. Nach der Übersetzung von JOHANNES SIEBELIS. München.

CURTIUS, THEODOR, 1900: Gedächtnisrede gehalten bei der akademischen Trauerfeier für R. Bunsen am 11. November 1899 in der Aula der Universität Heidelberg. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 61, S. 381 - 407.

CURTIUS, TH., 1912: Wilhelm Koenigs. A. Persönlicher Teil. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXV, S. 3780 – 3792.

CURTIUS, THEODOR, 1924: Friedrich Wilhelm Curtius (1782 - 1862), ein Begründer der anorganisch-chemischen Großindustrie am Niederrhein vor hundert Jahren. Zeitschrift für angewandte Chemie, 38, 14, S. 294 - 296.

CUTLER, ALAN, 2003: Die Muschel auf dem Berg. Über Nicolaus Steno und die Anfänge der Geologie. Aus dem amerikanischen Englisch von HARALD STADLER. München. – Original: The Seashell in the Muntaintop. New York.

CUVIER, G., dtsch. 1809: Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Gesammelt und unter seinen Augen herausgegeben von C. DUMERIL. 1. Theil welche die Organe der Bewegung. Übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vernehrt von L. H. FRORIEP ..., J. F. MECKEL. Leipzig.

CYON, ELIE DE, 1912: Gott und Wissenschaft. 1. Band: Psychologie der großen N aturforscher. 2. Band: Neue Grundlagen einer wissenschaftlichen Psychologie. Leipzig.

CZECZOT, URSULA, 1975: Die Meißner Albrechtsburg. Leipzig.

CZOK, KARL, 1982: Zur Entwicklung der Oberlausitzer Sechsstädte vom 13. Jahrhundert bis zur Gründung ihres Sechsstädtebündnisses 1346. - In: Diestelkamp Bernhard (Hrsg.): Beiträge zum spätmittelalterlichen Städtewesen, S. 103 - 117.

CZOK, KARL; 1987: Kurfürst August von Sachsen: Landesherr und frühkapitalistischer Unternehmer. Sächsische Heimatblätter, 33. Jahrgang, Heft 1, S. 1 - 8.

D., E. E., 1963: Ross, John. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 178/179.

D., R. S., 1961: Lowell, Percival. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 468 – 470.

D., W. F., 1959: Ericsson, John. Dictionary of American Biography, Volume III, S. 171 - 176.

DÄBRITZ, WALTER und BARBARA GERSTEIN, 1964: Goldschmidt, Johann (Hans) Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 609.

DAHLHEIM, WERNER, 2013 a: Augustus. Aufrührer, Herrscher, Heiland. Eine Biographie. München.

DAHLHEIM, WERNER, 2013 b: Die Welt zur Zeit Jesu. München.

DAHLMANN, DITTMAR, 2009: Sibirien. Vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Paderborn, München, Wien, Zürich.

DAHM, RALF, 2010: Der vergessene Entdecker der DNA. ... Friedrich Miescher. Spektrum der Wissenschaft, Juli, S. 50 - 57.

DAIBER, HANS, 2002: Von der Weisheit Gottes zu Wissenschaft Wege des Wissens im Islam. Neue Zürcher Zeitung, Samstag/Sonntag, 2./3. März, S. 60.

DAINTITH, JOHN; SARAH MITCHELL; ELIZABETH TOOTILL, DEREK GJERTSEN, 1994: Biographical Encyclopedia of Scientists, Second Edition, Bristol und Philadelphia.

DALE, Sir HENRY HALLETT, 1953: Adventures in Physiology. With Excursions into Autopharmacology. London.

DAM, HENRIK, 1937: Vitamin K, das fettlösliche antihämorrhagische Vitamin. Vortrag auf der 50. Hauptversammlung des Vereines Deutscher Chemiker in Frankfurt a. M., 8. Juli 1937. Angewandte Chemie, 50, 42, S. 807 - 811.

DAM, HENRIK, 1946: The discovery of vitamin K, its biological functions and therapeutical application. Nobel lecture, December 12, 1946. Les Prix Nobel en 1940 - 1944. Stockholm.

DANIEL, GLYN, 1974: Montelius, Gustav Oscar. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, New York, S. 489 / 490.

DANIEL, GLYN, 1974: Mortillet, Louis-Lauren-Gabriel de. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX (9), New York, S. 538 / 539.

DANIEL, GLYN, 1976: Worsaae, Jens Jacob. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XIV (14), S. 506 / 507, New York.

DANIEL; GLYN, 1990: Geschichte der Archäologie. Deutsch vom JOACHIM REHORK. Köln.

DANIEL, STEPHEN H. 2004: Toland, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 893 - 898.

DANN, GEORG EDMUND, 1964: Geiger, Philipp Lorenz. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 147 / 148.

DANN, GEORG EDMUND, 19: Klaproth, Martin Heinrich. Neue Deutsche Biographie, S. 707 - 709.

DANNEMANN, 1911:

DANNENBERG, HEINZ, 1939 (1940): Über die Ultraviolettabsorption der Steroide. Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1939, S. 1 - 68.

DANNENFELD, KARL H., 1975: Rauwolf, Leonhard. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 311 / 312, New York.

DANNHARD, GERD und KURT EGER, 1985: Thiamin. Vitamin, Arzneistoff und Reagenz in der organischen Chemie. Pharmazie in unserer Zeit, 14. Jahrgang, Nr. 6, S. 177 - 188.

D'ANS, J., 1931: Carl Freiherr Auer von Welsbach. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 64, 1, S. 59 - 92.

D'ANS, J., 1953: Jacobus Henricus van' Hoff. Angewandte Chemie, 65. Jg., Nr. 6, S. 149 - 155.

DARLINGTON, C. D., 1953: The Facts of Life. London.

DARLINGTON, C. D., 1954: The Place of Botany in the Life of a University. An Inaugural Lecture ... Oxford.

DARLINGTON, C. D., 1956: Chromosome Botany. London.

DARWIN, CH., 1860: über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Daseyn. Nach der zweiten Auflage von Dr. H. G. BRONN. Stuttgart.

DARWIN, ERASMUS: The Collected Letters of Erasmus Darwin. Edited by DESMOND KING-HELE, auch Introduction S. IX - XV. Cambridge University Press.

DARWIN, JOHN, 2010: Der imperiale Traum. Die Globalgeschichte großer Reiche 1400 - 2000. Aus dem Englischen von MICHAEL BAYER und NORBERT JURASCHITZ. Frankfurt/New York.- Original: After Tamerlane. The Rise and Fall of Global Empires 1400 - 2000. 2007.

DAUBENY, CHARLES, 1857: Address als President. Report of the Twenty-Sixth Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Cheltenham in August 1856. London. S. XIViii - IXXiii.

DAUER, TOM, 2001: Tonnenweise Silber, doch von Reichtum keine Spur ... - In Potosi ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Donnerstag, 8. April, Nr. 81, S. R 5:

DAVENPORT-HINES, RICHARD, 2004: Lever, William Hesketh. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 33, S. 526 - 529.

DAVIES, EMMA, 2005: The Sanger success story. Chemical World, December, S. 44 - 48.

DAVIES, JULIAN E. und HANS GÜNTER GASSEN, 1983: Synthetische Genfragmente in der Gentechnik - Die Renaissance der Chemie in der Molekularbiologie. Angewandte Chemie, 95, S. 26 - 44.

DAVIES, MANSEL; 1968: Peter J. W. Debye (1884 - 1966). Journal of Chemical Education, Volume 45, Number 7, July, S. 467 - 473.

DAVIES, NORMAN, 1999: The Isles. A History. London.

DAVIES, NORMAN, 2000: Im Herzen Europas: Geschichte Polens. Aus dem Englischen von FRIEDRICH GRIESE. Mit einem Geleitwort von BRONISLAW GEREMEK. München. - Original: Heart of Europe. A Short History of Poland. Oxford University Press 1984, 1986.

DAVIES, NORMAN, 2015 (2013): Verschwundene Reiche Die Geschichte des vergessenen Europa. Aus dem Englischen übersetzt. - Original: Vanished Kingdoms - The The history of the half forgotten Europe. London. - Darmstadt.

DAVIES, WAYNE K. D., 2004: Baffin, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 3, S. 212 – 214.

DAVIS, PETER, 2004: Thompson, John Vaughan. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 453 / 454.

DAVIS, WILLIAM J., 2004: Divers, Edward. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 16, S. 305 / 306.

DAVY, HUMPHREY, 1807: Ueber die Analyse der Ackererde. Nach Humphrey Davy. (Bearbeitet vom Herrn Dr GEHLEN). Archiv für Agriculturchemie ..., 3. Band, 1. Heft, S. 140 – 159.

DAVY, HUMPHREY, 1808: The Bakerian Lecture, on some new Phenomena of chemical Changes produced by Electricity, particularly the Decomposition of the fixed Alkalis, and the Exhibition of the new substances which constitute their bases; and on the general Nature of alkaline Bodies. Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the Year MCCCCVIII, S. 1 - 44.

DAVY, E., 1837: Ueber Kohlenstoffkalium und einen neuen Doppelt-Kohlenstoff. Annalen der Pharmacie, XXIII, S. 144 - 146.

DAWKINS, RICHARD, 2002: Der entzauberte Regenbogen. Wissenschaft, Aberglaube und die Kraft der Phantasie. Deutsche von SEBASTIAN VOGEL. – Original: Unweaving the Rainbow. 1998 Boston, New York.

DAWKINS, RICHARD, 2008: Der Gotteswahn. Aus dem Englischen von SEBASTIAN VOGEL. Berlin. – Original. The God Delusion. London 2007.

DAWKINS, RICHARD, 2016: Die Poesie der Naturwissenschaften. Autobiographie. Aus dem Englischen von SEBASTIAN VOGEL: Berlin. - Original 2013 und 2016.

DAXECKER, FRANZ, 2005: Scheiner, Christoph. Neue Deutsche Biographie, 22, S. 638 – 640.

DAY, JOAN, 2004: Champion family. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 1018 - 1020-

DEACON, MARGARET, 2004: Buchanan, John Young. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 485 / 486.

DEAN, DENNIS R., 1981: "Through Science to Despair": Geology and the Victorians. Annals of the New York Academy of Sciences, Volume 360, April 20, S. 111 - 136.

DEBUS, ALLEN G., 2003: Medicine and Alchemy. The Chemical Philosophy and

the Scientific Revolution. - In: HELLYER, MARCUS (Edit.): The scientific revolution: the essential readings, S. 157 - 177. Malden (USA) et al.

DEBYE, P. (Nach Versuchen mit L. BEWILOGUA und F. EHRHARDT), 1930: Röntgeninterferenzen an isomeren Molekülen. Physikalische Zeitschrift, 31. Jahrgang, S. 142.

DEBYE, P., 1930 b: Röntgenzerstreuung an Flüssigkeiten und Gasen. Physikalische Zeitschrift, 31. Jahrgang, S. 348 - 350.

DEBYE, P., 1933: Struktur der Materie. Vier Vorträge. Leipzig.

DEBYE, P., 1937: Methoden zur Bestimmung der elektrischen und geometrischen Struktur von Molekülen. Nobelvortrag. Angewandte Chemie, 50. Jahrgang, Nr. 1, S. 3 – 10.

DECANDOLLE, 1805: Versuche über den Einfluß des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation. Archiv der Agriculturchemie ..., 2. Band, 1. Heft, S. 175 – 188.

DECKEN, CARL CLAUS von der, 1869: Baron Carl Claus von der Decken's Reisen in Ost - Afrika in den Jahren 1859 bis 1861. Bearbeitet von OTTO KERSTEN, früherem Mitgliede der von der Decken'schen Expedition. Leipzig, Heidelberg.

DECKER, HERMAN, 1905: Wladimir Wasiliewitsch Markownikow. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 38, Band IV, S. 4249 - 4262.

DECKER, KARL, 2001: Hans Adolf Krebs (1900 - 1981). Ein genialer Biochemiker. Freiburg.

DE DUVE s.DUVE

DEGKWITZ, EVA, 1985: Ascorbinsäure sprengt Rahmen eines Vitamins. ILU-Forum, 1, 85, S. 5 - 8.

DEHN, WOLFGANG, 1974: Einige Bemerkungen zu Gesellschaft und Wirtschaft der Späthallstattzeit. "Tanshumance" in der westlichen Späthallstattkultur? - In: Historische Forschungen für Walter Schlesinger herausgegeben von Helmut Beumann, S. 1 - 18.

DEIMAN, J. R.; v. TROOSRWYK, P. NIEUWLAND, N. BONDT und LAURENBÜRGH, 1793: Versuche über die Entzündung des Schwefels mit Metallen, ohne Gegenwart von Lebensluft. Chemische Annalen ... von D. LORENZ von CRELL, 2. Band, S. 383 ff.

DEISENHOFER, JOHANN und HARTMUT MICHEL, 1989: Das photosynthetische Reaktionszentrum des Purpurbakteriums *Rhodopseudomonas viridis* (Nobel-

Vortrag). Angewandte Chemie, 101, S. 873 - 892.

DEISSMANN, ADOLF, 1923: Licht vom Osten. Das Neue Testament und die neuentdeckten Texte der hellenistisch-römischen Welt. Tübingen.

DELAUNY, ALBERT, 1971: Calmette, Albert. Dictionary of Scientific Biography, Volume III (3), New York, S. 22 / 23.

DELBRÜCK, 1902: Die Mikroorganismen in ihrer Anwendung auf chemische Untersuchungen. Zeitschrift für angewandte Chemie, Heft 28, S. 693 - 699.

DELBRÜCK, M., 1902: Max Maercker. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 34. Jahrgang, Band III, S. 4457 - 4465.

DELFT, RENATE; RIKE SCHMIDT, 2015 (2. Auflage): Nimm mich mit nach Gestern. München.

DE LUC, JOHANN ANDREAS, 1781: Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen ... 1. Band. Leipzig.

DEMANDT, ALEXANDER, 1993: Endzeit? Die Zukunft der Geschichte. Berlin.

DEMANDT, ALEXANDER, 1997: Mommsen, Theodor. Neue Deutsche Biographie, 18. Band, S. 25 - 27.

DEMANDT, ALEXANDER, 2008 (zuerst 2000): Sternstunden der Geschichte. Von Babylon bis Berlin. München.

DEMANDT, ALEXANDER, 2009 (zuerst 2007): Kleine Weltgeschichte. München.

DEMANDT, ALEXANDER, 2014 (Erweitere und aktualisierte Neuauflage): Der Fall Roms. Die Auflösung des römischen Reiches im Urteil der Nachwelt. München.

DEMANDT, ALEXANDER, 2016: Das Ende der alten Ordnung. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Sonntag, 24. Januar (on-line).

deMENOCAL, PETER B., 2001. Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. Science, Vol, 291, 22 April, S. 667 - 673.

DEMOLL, REINHARD, 1954: Ketten für Prometheus. (Gegen die Natur oder mit ihr?). München.

DENNELL, ROBIN, 1997: The world's oldest spears. Nature, Volume 185, 27 February, S. 767/768.

DENFFER, DIETRICH von, 19: Hoffmann, Hermann. Neue Deutsche Biographie, Band , S. 424 / 425.

DENUCE´, JAN, 1942: Willem van Ruibroek. Geographische Zeitschrift, 48. Jahrgang, S. 216 - 220.

DERHAM, WILLIAM, 1750: Physico-Theologie ... In die deutsche Sprache übersetzet von JO. ALBERTO FABRICIO. Neue Auflage. Hamburg.

DERRY, T. K. und TREVOR I. WILLIAMS, 1960: A short History of Technology. Oxford.

DESCARTES, RENE´, Ausgabe 1965: Die Prinzipien der Philosophie. Berlin.

DESCARTES, RENE´, 1989: Le Monde ou Traite´de la Lumie're. Die Welt oder Abhandlung über das Licht. Übersetzt und mit einem Nachwort versehen von G. MATTHIAS TRIPP. Berlin.

DESCH, CECIL H., 1938: Le Chatelier Memorial Lecture. ... delivered on October 28th, 1937. Journal of the Chemical Society, S. 139 - 150.

DESCHNER, KARLHEINZ, ab 1986, schließlich 10 Bände, auch in 2. Auflage: Kriminalgeschiche des Christentums. Reinbek bei Hamburg.

DESMOND, ADRIAN/JAMES MOORE, 1994 (deutsch zuerst 1992 München): Darwin. Deutsch von BRIGITTE STEIN. Reinbek bei Hamburg. - Original 1991.

DESSAUER, FRIEDRICH, 1947: Der Fall Galilei und wir. Frankfurt a. M.

DESSAUER, FRIEDRICH, 1958: Die Offenbarung einer Nacht. Leben und Werk von Wilhelm Conrad Röntgen. Frankfurt a. M.

DEVILLE, H. SAINT-CLAIRE und H. DEBRAY, 1860: Ueber das Platin und die es begleitenden Metalle. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXIV (114), S. 78 – 105.

DE VRIES: s. VRIES

DEWAR, JAMES, 1902: Address ...President. Report of the Seventy-Second Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Belfast in September 1902. S. 3 – 59. London.

DEWAR, MICHAEL J. S., 19651970: Einführung in die moderne Chemie. Lehrbuch für Naturwissenschaftler und Medizinern in den Anfangssemestern. Braunschweig.

D' HERELLE, FÉLIX, 1922: Der Bakteriophage und seine Bedeutung für die Immunität. Nach einem erweiterten und verbesserten Text des Autors übersetzt von Dr. R. PFREIMBTER, Dr. W. SELL und L. PISTORIUS. Braunschweig.

DIAMOND, JARED, dtsch. 1998: Arm und Reich. Die Schicksale menschlicher Gesellschaften. Aus dem Amerikanischen von VOLKER ENGLICH. Frankfurt a. M. - Originaltitel: Guns, Germs, and Steel. The Fates of Human Societies. New York 1997.

DICK, JULIUS, 1964: Galle, Johann Gottfried. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 47 / 48.

DICK, JULIUS, 1966: Guthnick, Paul. Neue Deutsche Biographie, 7, S. 344 / 345.

DICK, FRANCIS, 2004: Brunner, Sir John Tomlinson. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 363 / 364. New York.

DICKENS, CHARLES, 1980: Notizen aus Amerika. Deutsche Übersetzung. Nachwort JÜRGEN KUCZYNSKI. Berlin.

DICKERSON; GRAY; DARENSBOURG; DARENSBOURG, 1988: Prinzipien der Chemie. 2., bearbeitete und erweiterte Auflage. Übersetzt und bearbeitet von HANS-WERNER SICHTING. Berlin, New York.

DIEFENBACHER, MICHAEL, 2000: Massenproduktion und Spezialisierung. Das Handwerk in der Reichsstadt Nürnberg. - In: KAUFHOLD, KARL HEINRICH und WILFRIED REININGHAUS (Hrsg.): Stadt und Handwerke in Mittelalter und früher Neuzeit. Köln, Weimar, Wien.

DIELS, L., 1906: Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. Berlin.

DIEMANN, EKKEHARD und ACHIM MÜLLER, 2002: Die spannende Entdeckungsgeschichte des Tellurs (1782 - 1798). Chemie in unserer Zeit, 36. Jahrgang, Nr. 5, S. 334 - 337.

DINGELS, CARSTEN/MARTINA SCHÖMER/HOLGER FREY, 2011: Die vielen Gesichter des Poly(ethylenglykol)s. Chemie Unserer Zeit, 45, S, 338 - 349.

DIERBACH, 1826: Verdienste des Ruellius um die Entdeckung vaterländischer Pflanzen. Flora, Nro. 7, 21 Februar, S. 97 ff.

DIESEL, EUGEN, o. J.: Diesel. Stuttgart.

DIESNER, HANS-JOACHIM, 1966: Das Vandalenreich Aufstieg und Untergang. Leipzig.

DIESNER, HANS-JOACHIM, 1977: Isidor von Sevilla und das westgotische Spanien. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Philologisch-historische Klasse, Band 67, Heft 3. Leipzig.

DIETRICH, ALBERT, 1971: Hellas und Rom in der islamischen Geschichtsschreibung. - In: Festschrift für Hermann Heimpel, 1. Band, S. 81 - 101, Göttingen.

DIETRICH, RICHARD, 1982: Lampadius, Wilhelm August. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 456 / 457.

DIETZ, BETTINA, 2009: Aufklärung als Praxis. Naturgeschichte im 18. Jahrhundert. Zeitschrift für Historischer Forschung, 36. Band, Heft 2, S. 235 – 257.

DIETZE, CAROLA, 2005: Nachgeholtes Leben. Helmuth Plessner 1892 - 1985. Göttingen.

DIETZELL, B. E., 1882: Ueber die Entbindung von freiem Stickstoff bei der Fäulniss. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 15. Jahrgang, S. 551 – 555.

DIKÖTTER, FRANK, 2014: Maos Grosser Hunger. Massenmord und Menschenexperiment in China (1958 - 1962). Aus dem Englischen von STEPHAN GEBAUER. Stuttgart.

DIMROTH, KARL, 1976: Adolf Windaus 1876 - 1959. Chemie in unserer Zeit, 10. Jahrgang, Nr. 6, S. 175 - 179.

DIMROTH, KARL, 1986: Adolf Windaus 1876 - 1959. Chemische Berichte, 119. Jahrgang, Heft 11, S. XXX - LVIII.

DIMROTH, O., 1915: Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols. Die Naturwissenschaften, 3. Jahrgang, Heft 44, 29. 10., S. 582 – 587.

DINER, DAN, 2005: Versiegelte Zeit. Über den Stillstand in der islamischen Welt. Berlin.

DINGLE, HERBERT, 1972: Huggins, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 540 – 543. New York.

DINZELBACHER, PETER, 2010: Lebenswelten des Mittelalters 1000 - 1500. Bachmanns Basiswissen ... Band 1. Badenweiler.

DIPPER, CHRISTOF, 1991: Deutsche Geschichte 1648 – 1789. Frankfurt am Main.

DIPPER, CHRISTOF, 1996: Übergangsgesellschaft. Die ländliche Sozialordnung in Mitteleuropa um 1800. Zeitschrift für Historische Forschung, 23. Band, S. 57 - 87.

DISTELRATH, GÜNTHER, 2005: Die wirtschaftlichen Grundlagen für Japans

militärische Rolle in Ostasien. - In. KREINER, JOSEF (Hg.), 2005: Der Russisch-Japanische Krieg (1904/05), S. 137 - 154. Bonn University Press. Bonn,

DITTMAR, PETER, 2008: Woher wußte man 1507, dass Amerika eine Insel ist? Die Welt, Dienstag, 25. November, S. 26.

DITTRICH, ERHARD, 1974: Justi, Johann Heinrich Gottlob. Neue Deutsche Biographie, Babd 10, S. 707 – 709.

DITTRICH, MAURICE, 1956: Christian Friedrich Hornschuch /1794 bis 1850) als Botaniker. (Ein Beitrag zu seiner Biographie). – In: Festschrift zur 500-Jahrfeier der Universität Greifswald 17. 10. 1956. Band II, S. 540 – 547. Greifswald.

DIVAKARUNI, AJIT S. and ANNE N. MURPHY, 2012: A Mitochondrial Mystery, Solved. Science, Volume 337. 6 July, S. 41 - 43.

DIWALD, HELLMUT, 1987: Heinrich der Erste. Die Gründung des Deutschen Reiches. Bergisch-Gladbach.

DIXON, HAROLD BAILY, 1911: Berthelot Memorial lecture. Delivered on November 23rd, 1911. Journal of the Chemical Society, Vol. XCIX (99), Part II, S. 2352 - 2371.

DIXON, NICOLAS E.; CARLO GAZZOLA, ROBERT L. BLAKELEY, BURT ZERNER, 1975: Jack Bean Urease (EC 3.5.1.5). A Metalloenzyme. A Simple Biological Role for Nickel? Journal of the American Chemical Society, 97, 14, July 9, S. 4131 - 4133.

DIXON, RICHARD A., 2013: Break down the walls. Nature, Volume 493, 3 January, S. 36/37.

DJERASSI, CARL, 1992: Die Mutter der Pille. Autobiographie. Aus dem Amerikanischen von URSULA-MARIA MÖSSNER. Zürich und München.

DJERASSI, CARL, 2001: This man's pill: Sex, die Kunst und Unsterblichkeit. Ais dem Amerikanischen URSULA MARIA MÖSSNER. Wien.

DOBBEK, HOLGER, 2014: Vortrag am 10. Juli in GdCh Leipzig: Leben mit Kohlenmonoxid - Eisen, Cobalt und Nickel in der biologischen Katalyse.

DOBLHOFER, ERNST, 1955: s. PRISKOS.

DOBZHANSKY, THEODOSIUS, 1937: Die genetischen Grundlagen der Artbildung. Nach der englischen Ausgabe ins Deutsche übertragen von Dr. WITTA LERCHE. Jena. - Original: Genetics and the Origin of Species. 1937.

DOCHEZ, A. R., 1958: Oswald Theodore Avery. Biographical Memoirs, National

Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXII, S. 33 - 49.

DOISY, EDWARD A., 1976: An Autobiography. Ann. Review Biochemistry, S. 1 - 9.

DOLEZAL, HELMUT, 1959: Engelmann, Georg Theodor. Neue Deutsche Biographie, Band 4, S. 518/519.

DOLEZAL, HELMUT, 1969: Hedwig, Johann. Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 191/192.

DOLL, ALEXANDRA, 2011: Die Geschichte des Fachwerkhauses. mein schönes Land, Januar/Februar, S. 76 - 81.

DOLMAN, CLAUDE E., 1970: Bruce, David. Dictionary of Scientific Biographie, Volume II, S. 527 - 530, New York.

DOLMAN, CLAUDE E., 1971: Ehrlich, Paul. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 295 – 305. New York..

DOLMAN, CLAUDE E., 1973 a: Koch, Heinrich Hermann Robert. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 420 – 435. New York.

DOLMAN, CLAUDE E., 1973: Lister, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, New York, S. 28 - 31.

DOLMAN, CLAUDE E., 1975: Spallanzani, Lazzaro. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, New York, S. 553 - 567.

DOLMAN, CLAUDE E. and RICHARD J. WOLFE, 2003: Suppressing the Diseases of Animals and Man. Theobald Smith, Microbiologist. Boston.

DOMAGK, GERHARD, 1995: Lebenserinnerungen in Bildern und Texten.

DONNE, JULIE; RICHARD P. EVERSHED, MELANIE SALQUE ..., 2012: First dairying in green Saharan Africa in the fifth millenium BC. Nature, Vol. 486, 21 June, S. 390 - 394.

DOOR, REINHOLD, 2018: Trickreich gegen trickreichen Keim. Apotheken-Umschau, A06, S. 76 - 79-

DÖPMANN, HANS-DIETER, 1973: Das alte Bulgarien. Ein kulturgeschichtlicher Abriß bis zum Ende der Türkenherrschaft im Jahre 1878. Leipzig.

DOPSCH, ALFONS, 1925/1938: Das Kontinuitätsproblem. Vom Altertum zum Mittelalter. Nach einem Vortrag ... - In; DOPSCH, ALFONS, 1938: Gesammelte

Aufsätze / Zweite Reihe. Beiträge zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, S. 253 - 276.

DÖRFLER, HANS-DIETER, 2002: Grenzflächen und kolloid-disperse Systeme. Physik und Chemie. Berlin, Heidelberg, New York ...

DÖRING, MATHIAS, 1997: Die antike Wasserversorgung von Rom. Mit ausgereifter Meßtechnik wurden Leitungen mit ganz geringem Gefälle gebaut. FAZ - Frankfurter Allgemeine Zeitung, Dienstag, 29. April, Nr. 99, S. T 5.

DÖRING, TH., 1905: Zur Erinnerung an Clemens Winkler. Zeitschrift für angewandte Chemie, XVIII. Jahrgang, Heft 1, S. 1 - 7.

DORN, MATTHIAS, 1989: Von Alfred Wegeners Verschiebungstheorie zur Theorie der Plattentektonik. Die Geowissenschaften, 7. Jahrgang, S. 44 – 49, 61 – 70.

DORN, MATTHIAS, 2000: Das Problem der Autonomie der Naturwissenschaften bei Galilei. Stuttgart.

DORP, W. A. van, 1873: Synthese des Anthracens und des Dimethylanthracens. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, 169. Band, S. 207 ff.

DOUGLAS, DAVID C., 1994: Wilhelm der Eroberer. Herzog der Normandie. Aus dem Englischen von EDWIN ORTMANN. München. - Original: William the Conqueror. London, -

DRAKE, STILLMAN, 1972: Galilei, Galileo. Dictinary of Scientific Biography, Volume V, S. 238 - 249, New York.

DRECHSEL, E., 1880: Ueber die Bildung des Harnstoffs im thierischen Organismus. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 22, S. 476 – 488.

DREISSIGACKER, OLIVER, 2014_ Der Kartograph der Milchstraße. Physik Journal 13, Nr.2, S. 6/7

DREWES, K., 1928: Über die Assimilation des Luftstickstoffs durch Blaualgen. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II, 100. Band, S.88 - 101.

DREWS, GERHART, 1998: Ferdinand Cohn, ein Wegbereiter der modernen Mikrobiologie und Pflanzenphysiologie. Freiburger Universitätsblätter, 37. Jahrgang, Dezember, Heft 142, S. 29 – 84.

DREWS, ROBERT, 1993: The end of the Bronze Age: Changes in warfare and the catastrophe ca. 1200 B. C. Princeton University Press.

DRIESCH, HANS und T. H. MORGAN, 1896 a: Zur Analyse der ersten Entwicklungsstadien der Ctenophoreneier. I. Von der Entwicklung einzelner Ctenophorenblastomeren. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUX, 2, S. 204 – 215.

DRIESCH, HANS und T. H. MORGAN, 1896 b: Zur Analyse der ersten Entwickelungsstadien des Ctenophoreneies. II. Von der Entwickelung ungefurchter Eier mit Protoplasmadefekten. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 2, S. 216 – 224.

DRIESCH, HANS, 1900: Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 4. Die Verschmelzung der Individualität bei Echinidenkeimen. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUXm 10, 2 / 3, S. 411 - 434.

DRIESCH, HANS, 1951: Lebenserinnerungen. Aufzeichnungen eines Forschers und Denkers in entscheidender Zeit. München, Basel.

DRISCOLL, CARLOS A.; DAVID W. MACDONALD, STEPHEN J. O'BRIEN, 2009: From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. PNAS, Volume 106, suppl. 1, June 16, S. 9971 - 9978.

DRUDE, P., 1897: Ein neuer physikalischer Beitrag zur Constitutionsbestimmung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 940 - 965.

DU BOIS, EU., 1894: Pithecantrhopus erectus, eine menschenaehnliche Uebergangsform aus Java. Batavia.

DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1860: Gedächtnisrede auf Johannes Müller. Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1859.

DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1897: Hermann von Helmholtz. Gedächtnisrede. Leipzig.

DuBRIDGE, LEE A., 1977: Millikan, Robert Andrews. Dictionary of American Biography, Supplement Five, S. 494 – 497.

DUBY, GEORGES, 1982: Sozialgeschichte und Gesellschaftsideologien. Aus dem Französischen übersetzt, 1974. - In. KERNER, MAX (Herausgegeben), 1982: Ideologie und Herrschaft im Mittelalter. Darmstadt.

DUBY, GEORGES, 1986: Europa im Mittelalter. Aus dem Französischen übersetzt von URSULA HERR. - Original: L'Europe au Moyen Age. Paris 1984.

DUBY, GEORGES, 1988 (7. Auflage, 1: 1984): Die Zeit der Kathedralen: Kunst und Gesellschaft 980 - 1420. Übersetzt von GRETE OSTERWALD. Frankfurt am

Main. - Original: Le temps des cathe'drales. L' art et la socie'te' 980 - 1420. Geneve 1966 - 1967.

DUBY, GEORGES, 1992: Eine andere Geschichte. Aus dem Französischen übersetzt von GRETE OSTERWALD. Stuttgart. - Original: L'Histoire continue. 1991.

DUCHESNE, RICARDO, 2011: In der Wikipedia 2013 Besprechung des Buches "The Uniqueness of Western Civilisation", 2011.

DUDEN, P., H. P. KAUFMANN, 1927: Ludwig Knorr (1859 - 1921). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 60, A, S1 - 34.

DUDEN, P. und H. DECKER, 1928: Nachruf auf Carl Graebe. Gedächtnisrede gehalten auf der Tagung der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. am 1. Oktober 1927 von P. DUDEN. HERMAN DECKER: Aus Carl Graebes Leben. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 61, A, S. 9 - 46.

DUDLEY, DONALD R., 1969: Tacitus und die Welt der Römer. Übertragung aus dem Englischen HELMUTH EGGERT. - Original: The World of Tacitus. Wiesbaden.

DUFAY, 1733: von der Electricität. Der Königl. Akademie der Wissenschaften in Paris Physische Abhandlungen, 10. Theil, ... Aus dem Französischen übersetzet von AOLF BALTH. ADOLPH VON STEINWEHR. Breslau 1754. Mit Einführung ab S. 1 ff. - Fortsetzung 1734, in 1754 S. 360 ff.

DUFY-BARBE, LUCE, 1985: Hypothalamic hormones. Endeavour. New Series, Vol. 9, no. 1, S. 42 - 51.

DUHAMEL, GEORGES, 19..: Nicolle, Charles. - In: DUMESNIL - SCHADEWALDT: die berühmten Ärzte. Köln.

DUISBERG, C., 1911: Die Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie mit besonderer Berücksichtigung der Teerfarben-Industrie. Festvortrag, gehalten bei der Hauptversammlung des deutschen Museums zu München im Wittelsbacher Palais vor dem Prinzen Ludwig von Bayern und seinen Gästen am 5. Oktober 1911. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXV. Jahrgang, Heft 1, 5. Januar, S. 3 – 14.

DULIEU, LOUIS, 1970 a: Believal, Pierre Richer de. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 592, New York.

DULIEU, LOUIS, 1970 b: Bordeu, The´ophile de. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 301/302, New York.

DUMAS, 1829: Handbuch der Chemie in ihrer Anwendung auf Künste und Ge-

werbe. Aus dem Französischen übersetzt. 1. Theil. Weimar.

DUMAS, J., 1839: Die Philosophie der Chemie. Vorlesungen ... ins Deutsche übertragen von C. RAMMELSBERG. Berlin.

DUMAS: s. auch WURTZ 1849.

DÜMMLER, ERNST, 1890: s. REGINO VON PRÜM.

DUNHAM, K. C., 1966: Arthur Holmes. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 12, S. 290 – 310.

DUNIKOWSKA, MAGDA and TURKO, LUDWIK, 2011: Fritz Haber: The Damned Scientist. Angewandte Chemie, Int. Ed., 50, S. 10050- 10062.

DUNITZ, JACK, D., 1997: Linus Carl Pauling. Biographical Memoirs of the National Academy of the United States of America, Volume 71, S. 221 - 261.

DURANT, WILL und ARIEL, 1966: Das Zeitalter Ludwigs XIV. Eine Geschichte der europäischen Kultur zur Zeit Pascals, Molie‘res, Cromwells, Miltons, Peters des Grossen, Newtons und Spinozas (1648 - 1715). Bern und München.

DURANT, WILL und ARIEL, 1967.: Das Zeitalter Voltaires. Eine Kulturgeschichte Mittel- und Westeuropas von 1715 bis 1756 unter besonderer Berücksichtigung des Konfliktes zwischen Religion und Philosophie. Bern und München.

DURANT, WILL und ARIEL, 1969: Rousseau und die Revolution. Eine Kulturgeschichte Frankreichs, Deutschlands und Englands von 1756 bis 1789 und des übrigen Europa von 1715 bis 1789. Bern und München. Die Übersetzung ins Deutsche ist von LEOPOLD VOELKER ... - Original. THe Story of Civilisation: 10: Rousseau and Revolution. New York 1967.

DUTROCHET, 1833: Ueber die Endosmose, ihre physische Ursache und ihre relative Stärke bei einigen organischen Flüssigkeiten. Annalen der Physik und Chemie... POGGENDORFF, 28: 359 - 371.

DUVE, CHRISTIAN DE, 1963: The Lysosome. Scientific American, Volume 208, Issue 5, May, S. 64 - 72. Auch als Reprint 1963.

DUVE, CHRISTIAN DE, 1975: Exploring Cells with a Centrifuge. Science, Volume 189, 18 July, S. 186 - 194.

DUVE, CHRISTIAN DE, 2013: The Other Revolution in the Life Sciences. Science, Volume 339, 8 March, S, 1148.

DUVINAGE, B. und ST. JOCHEN, 2011: Vom Magnesium zur Ammoniaksynthese. Praxis der Naturwissenschaft, Chemie in der Schule, 60. Jahrgang, Heft 8, S.

39 ff.

EASTWOOD, BRUCK S., 1972: Grimaldi, Francesco Maria. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 542 – 545, New York.

EATON, CLEMENT, 1990: Expansion of the Cotton Kingdom. - In: ESCOTT, PAUL D.; GOLDFIELD, DAVID R., edited, 1990: Major Problems in the History of the American South. Volume I. The Old South. S. 269 ff. Lexington Massachusetts, Toronto.

EBELING, DIETRICH, 1987: Bürgertum und Pöbel. Wirtschaft und Gesellschaft Kölns im 18. Jahrhundert. Städteforschung A/26. Köln, Wien.

EBERTH, C., 1872: Zur Kenntnis der bacteritischen Mykosen. Leipzig.

EBERTH, C. J., 1880: Die Organismen in den Organen bei Typhus abdominalis. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, 81, S. 58 - 74.

EBSTEIN, ERICH, 1916: s. BRIGHT. EBSTEIN Einleitung und Herausgabe.

ECKART, DIETRICH, 1973: Auf den Spuren des alten Zinnbergbaues im östlichen Erzgebirge. Sächsische Heimatblätter, 19. Jahrgang, Heft 5, S. 201 - 210.

ECKERMANN: s GOETHE 1955

ECKERT, MICHAEL, 2018: Theorie zwischen Klassik und Moderne. Arnold Sommerfelds Einfluß ... Physik Journal, 17, Nr. 11, S. 57 - 61.

ECKES, PETER; GÜNTER DONN und FRIEDRICH WENGENMAYER, 1987: Gentechnik mit Pflanzen. Angewandte Chemie, 99, S. 392 - 412.

EDER, F. X. und R. DOLL, 1983: Walther Meißner zum 100. Geburtstag. Physikalische Blätter, 39, Nr. 4, S. 105.

EDELMANN, GERALD M., 1972: Antibody, Structure and Molecular Immunology. Nobel Lecture, December 12, 1972, Les Prix Nobel en 1972, S. 147 - 170. Stockholm.

EDELSTEIN, SIDNEY, 1974: Perkin, William Henry. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, New York.

EDGERTON, ROBERT B., 1994: Trügerische Paradiese. Der Mythos von den glücklichen Naturvölkern. Aus dem Amerikanischen von MICHAEL BENTHACK. Hamburg. - Original: Sick Societies. Challenging the Myth of Primitive Harmony.

EDLBACHER, S. 1928: Albrecht Kossel zum Gedächtnis. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 177. Band, S. 1 - 14.

EDMONDS, J. M., 1974: Phillips, John. Dictionary of Scientific Biography, Volume X (10), S. 583 / 584, New York.

EDZARD, DIETZ OTTO, 2004: Geschichte Mesopotamiens. Von den Sumerern bis zu Alexander dem Großen. München.

EGG, ERICH, 1987: Löffler, gen. Laiminger, Gregor. Neue Deutsche Biographie, 15. Band, S. 33 / 34.

EGGEBRECHT, HARALD, 2009: In der Mammutsteppe. Süddeutsche Zeitung, 26. / 27. September, Nr. 222, S. 19.

EGGERSDORFER, MANFRED; DIETMAR LAUDERT, ULLA LE´TINOIS ..., 2012: Einhundert Jahre Vitamine - eine naturwissenschaftliche Erfolgsgeschichte. Angewandte Chemie, 124, S. 13134 - 13165.

EHMERT, A. und E. SCHOPPER, 1956: In Memoriam Erich Regener. Die Naturwissenschaften, 43. Jahrgang, Heft 4, S. 69 - 71.

EHRENBERG, ALEX., 1887 a: Experimentaluntersuchungen über die Frage nach dem Freiwerden von gasförmigem Stickstoff bei Fäulnissprocessen. Zeitschrift für Physiologische Chemie...F. HOPPE-SEYLER, 11. Band, S. 145 - 180.

EHRENBERG, ALEX., 1887 : Weitere Untersuchungen über die Frage nach dem Freiwerden von gasförmigem Stickstoff bei Fäulnissprocessen. Zeitschrift für Physiologische Chemie ... F. HOPPE-SEYLER, 11. Band, S. 438 - 471.

EHRENBERG, 1820: Zusatz zu: NEES VON ESENBECK über Ehrenbergs Befunde zur Pilz-Vermehrung ... Flora oder Botanische Zeitung, Nr. 34, Regensburg 14. September 1820, S. 527 – 534.

EHRENBERG, C. G., 1832: Ueber das Entstehen des Organischen aus einfacher sicherbarer Materie, und über die organischen Molecülen und Atomen, insbesondere als Erfahrungsgegenstände, nebst Betrachtungen über die Sehkraft des menschlichen Auges. Poggendorff's Annalen, 24, S. 1 – 48.

EHRENBERG, C. G., 1833: Nothwendigkeit einer feineren mechanischen Zerlegung des Gehirns und der Nerven vor der chemischen. (Auszug aus einer Mittheilung in der physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 29. April 1833). Annalen der Physik und Chemie ... Poggendorff, 28, S. 449 - 473.

EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1839: Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. Abhandlungen der

Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1838. Berlin.

EHRENSPERGER, WERNER, 2001: Byzantinische Mosaiken und blühende Mandelbäume. Neue Zürcher Zeitung, Donnerstag, 8. März. Nr. 56, S. 49.

EHRLICH, PAUL, 1885: Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus. Eine farbenanalytische Studie. Berlin.

EHRLICH, P. und A. LEPPMANN, 1890: I. Ueber schmerzstillende Wirkung des Methylenblau. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 16, 5. Juni, 23, S. 493 / 494.

EHRLICH, PAUL, 1891: Experimentelle Untersuchungen über Immunität. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 17, 32: 976 - 979.

EHRLICH, PAUL, 1909: Über Partialfunktionen der Zelle. Nobel-Vortrag. Am 11. Dezember 1908 in Stockholm gehalten. Les Prix Nobel en 1908, S. 1 - 19. Stockholm.

EHRLICH, PAUL, 1913: Erinnerungen aus der Zeit der ätiologischen Tuberkuloseforschung Robert Kochs. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 39 (11. 12. ), 50: 2444 - 2446.

EHRLICH, PAUL, 1923: Autobiographie. - In: EBSTEIN, ERICH, 1923: Ärzte-Memoiren aus vier Jahrhunderten. S. 380 - 387. Berlin.

EHRLICH, PAUL, 1957: Zur Metallurgie des Titans. Chemie – Ingenieur – Technik, 29. Jahrgang, Nr. 9, September, S. 557 – 562.

EHRLICH, PAUL R., 2011: Interview im Magazin der Süddeutschen Zeitung am 30. Oktober 2011 (online 2015).

EHRLICH, WILFRIED, 1991: Von Lauffen nach Frankfurt. Vor hundert Jahren zum ersten Mal Strom auf weite Reise geschickt. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 24. August, Nr. 196, S. 7.

EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, 1991 / 1997: Der Mensch – das riskierte Wesen. Zur Naturgeschichte der menschlichen Unvernunft. München, Zürich.

EIBL-EIBESFELDT, 1992: Und grün des Lebens goldner Baum. Erfahrungen eines Naturforschers. Köln.

EICHHOLZ, DAVID E., 1975: Pliny (Gaius Plinius Secundus). Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 38 - 40, New York.

EICKHOFF, EKKEHARD, 2002: Das erste Wunder der Welt auf dem deutschen Kaiserthron. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 19. Januar, Nr. 16, S.

47.

EIDEN, FRITZ, 2004: Morphin – ein hoch talentiertes Molekül. Gottes Werk oder Teufels Beirag? Kultur und Technik, 02, S. 50 – 56.

EIDMANN, HERMANN, 1953: Altum, Bernhard. Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 230).

EINHARD, s. 1981: Vita Karoli Magni Das Leben Karls des Großen. Lateinisch/Deutsch. Übersetzung, Anmerkungen und Nachwort von EVELYN SCHERABON FIRCHOW. Stuttgart.

EIJKMAN, CHRISTIAAN, 1897 a: Eine Beri-Beri-ähnliche Krankheit der Hühner. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin (hrsg. von R. VIRCHOW) , 148, 3, S. 523 - 532.

EIJKMAN, CHRISTIAAN, 1897 b: Ein Versuch zur Bekämpfung der Beri-Beri. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin (hrsg. von R. VIRCHOW), 149, 1, S. 187 - 194.

EIJKMAN, CHRISTIAAN, 1930: Antineuritisches Vitamin und Beriberi. Nobel-Vortrag. Les Prix Nobel en 1929. Stockholm. 10 S.

EINECKE, ERICH, 1937: Fünfzig Jahre Chemie des Fluors. Zur Erinnerung an seine Isolierung durch Henri Moissan. Angewandte Chemie, 50. Jahrgang, Nr. 46, 13. November, S. 859 – 865.

EINWALD, AUGUST, 1909: Zwanzig Jahre in Süd-Afrika. Reisen, Erlebnisse und Beobachtungen. Hannover.

EINHARD, Ausgabe 1981: Vita Karoli Magni. Das Leben Karls des Großen. Lateinisch/Deutsch. Übersetzung, Anmerkungen und Nachwort von EVELYN SCHERABON FIRCHOW. Stuttgart.

EIS, GERHARD, 1955: Brunschwig, Hieronymus. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 688.

EISEN, HERMANN N., 2001: Michael Heidelberger. Biographical Memoirs, NationalAcademy of Sciences of the United States of America, Volume 80, S. 122 – 140.

EISTERT, BERND, 1938: Tautomerie und Mesomerie. Gleichgewicht und Resonanz. - Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Neue Folge Heft 40. Stuttgart.

ELKANA, YEHUDA, 1987: Die Entstehung des Denkens zweiter Ordnung im antiken Griechenland. - In: EISENSTADT, SHMUEL N. (hrsg.): Kulturen der

Achsenzeit, Ihre Ursprünge und ihre Vielfalt. Teil 1 Griechenland, Israel, Mesopotamien. Übersetzt von RUTH ACHLAMA und GAVRIELLA SCHALIT. S. 52 -88. Frankfurt am Main.

EKHOLM, NILS, 1904: Wetterkarten und Luftdruckschwankungen. Meteorologische Zeitschrift, 8, S. 345 - 357.

EKLUND, JOHN, 1971: Duhamel du Monceau, Henri-Louis. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 223 - 225, New York.

ELION, GERTRUDE B., 1989: Der Purin-Weg zur Chemotherapie (Nobel-öVortrag). Angewandte Chemie, 101, S. 893 - 902.

ELKELES, BARBARA, 1985: Medizinische Menschenversuche gegen Ende des 19. Jahrhunderts und der Fall Neisser. Medizinhistorisches Journal, Band 20, Heft 1/2, S. 135 - 148.

ELIAS, NORBERT, 1990 (15. Auflage; 1. Auflage 1976): Über den Prozeß der Zivilisation. Soziogenetische und psychogenetische Untersuchungen. 1. Band: Wandlungen des Verhaltens in den weltlichen Oberschichten des Abendlandes. Frankfurt am Main.

ELIAS, NORBERT, 1990 (15. Auflage; 1. Auflage 1976): Über den Prozeß der Zivilisation Soziogenetische und psychogenetische Untersuchungen. 2. Band: Wandlungen der Gesellschaft Entwurf zu einer Theorie der Zivilisation. Frankfurt am Main.

ELLENBERG; HEINZ, 1941: Deutsche Bauernhaus-Landschaften als Ausdruck von Natur, Wirtschaft und Volkstum. Geographische Zeitschrift, 47. Jahrgang, S. 72 - 87.

ELLER, AD., 1869: Ueber Naphthol und Carbonaphtholsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLII, S. 275 ff.

ELLIGER, WINFRIED, 1990: Karthago. Stadt der Punier, Römer, Christen. Stuttgart, Berlin, Köln.

ELLIOT, T. R., rev. CAROLINE OVERY, 2004: Fletcher, Sir Walter Morley. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 20, S. 132 / 133.

ELLIS, IOHANN, 1771: Beschreibung der Dionaea muscipula einer neu entdeckten merkwürdigen empfindlichen pflanze, in einem schreiben an den Heern Archiater und Ritter von Linne´. Aus dem englischen ...J. CHR. D. SCHREBER. Erlangen.

ELLMER, ALBERT, 1931: Otto Wallach und seine Bedeutung für die Industrie

der ätherischen Öle. Zeitschrift für angewandte Chemie, 44: 929 - 932.

ELSNER, 1822: Briefe auf einer Reise durch Schlesien, Sachsen &. Möglinsche Annalen der Landwirthschaft, 10. Z

ELSTER, JULIUS und HANS GEITEL, 1892: Lichtelectrische Versuche. Annalen der Physik und Chemie, XLVI: 281 - 291.

ELSTER, J. und H. GEITEL, 1898: Versuche an Becquerelstrahlen. Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge Band 66, S. 735 – 740.

ELSTER, J. und H. GEITEL, 1911: Über den lichtelektrischen Effekt im Ultrarot und einige Anwendungen hochempfindlicher Kaliumzellen. Physikalische Zeitschrift, XII, S. 758 – 761.

ELTON, CHARLES, 1927, 7. Auflage 1956: Aninal Ecology. London.

ELVIUS, PEHR, 1746: Geschichte der Wissenschaften. Von der Elektricität. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik. Aus dem Schwedischen übersetzt von ... KÄSTNER. 9. Band, S. 179 - 185.

ELVIUS, PEHR, 1749: Geschichte der Wissenschaften. Vom Drucke der Luft und vom Barometer. Wie vor, 11. Band. S. 85 - 97.

EMBDEN, GUSTAV und FRIEDRICH KRAUS, 1912a: Über Milchsäurebildung in der künstlich durchströmten Leber. I. Mitteilung. Biochemische Zeitschrift, 45, S. 1- 17. – II. Mitteilung: ... S. 30 – 44.

EMBDEN, G.; FR. KALBERLAH, H. ENGEL, 1912b: Über Milchsäurebildung im Muskelpreßsaft. I. Mitteilung, Biochemische Zeitschrift, 45, S. 45 – 62.

EMBDEN, GUSTAV und FRITZ LAQUER, 1914 / 1915: Über die Chemie des Lactacidogen. I. Mitteilung: Isolierungsversuche. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 93, S. 94 – 123.

EMBDEN, GUSTAV und MARGARETE ZIMMERMANN, 1927: Über die Chemie des Lactacidogens. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, 167, 1 – 3, S. 114 – 136.

EMICH, F., 1910: Über mikrochemische Analyse. Vortrag auf der Gesamtsitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der 82. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg am 21. September 1910. Naturwissenschaftliche Rundschau, XXV (17. 11.), Nr. 46, S. 585 - 589.

EMMER, PIETER C., 2004: The Dutch Salt and Sugar Trades and the making of the Second Atlantic Syytem 1580 - 1650. - In: Hrsg. THOMAS BECK, MARILIA

DOS SANTOS LOPES and CHRISTIAN RÖDEL, 2004: Barrieren und Zugänge. Die Geschichte der europäischen Expansion. Festschrift für Eberhard Schmitt zum 65. Geburtstag. Wiesbaden,

ENDERS, JOHN F.; FREDERICK C. ROBBINS, THOMAS H. WELLER, 1955: The Cultivation of the Poliomyelitis Viruses in Tissue Culture. Nobel Lecture delivered at the Caroline Institute Stockholm, December 11, 1954. Les Prix Nobel en 1954. Stockholm. S. 100 - 118.

ENDRES, RUDOLF, 1988: Die Verbreitung der Schreibt- und Lesefähigkeit zur Zeit der Refomration. - In: Festgabe Heinz Hürten zum 60 (sechzigsten) Geburtstag / hrsg. von HARALD DICKERHOF. S. 213 - 223.

ENDRESS, PETER K., 1992: Zu Christian Konrad Sprengels Werk nach zweihundert Jahren. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 137. Jahrgang, Heft 4, S. 227 – 233.

ENGEL, HORST und MAX ROBERG, 1938: Die Stickstoffausscheidung der Wurzelknöllchen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 56. Jahrgang, Band LVI, S. 337 – 352.

ENGEL, MICHAEL, 1985: Lewin, Louis. Neue Deutsche Biographie, 14. Band. S. 415/416 (Online-Version).

ENGEL, MICHAEL, 1990: Martius, Carl Alexander v. Neue Deutsche Biographie, 16. Band, S. 312/313.

ENGEL, MICHAEL, 1994: Mendelssohn, Paul M. Bartholdy. Neue Deutsche Biographie, 17. Band, S. 58 - 60 .

ENGEL, MICHAEL, 2001: Pott, Johann Heinrich. Neue Deutsche Biographie, Band 20. S. 660/661 (Online-Version).

ENGEL, MICHAEL; 2005: Salkowski, Ernst Leopold. Neue Deutsche Biographie, 22. Band, S. 377 / 378.

ENGELBACH, THEOPHIL, 1857: Ueber die Destillationsproducte fossiler und anderer Substanzen als Beleuchtungsmittel, und Untersuchung der Destillationsproducte des bituminösen Sandes von Heide in Holstein. Annalen der Chemie und Pharmacie, CIII. Band, S. 1 – 26.

ENGELBRECHT, TH. H., 1928: Eduard Hahn ... Geographische Zeitschrift, 34, S. 257 - 259.

ENGELHARD, N.; K. PRCHAL und M. NENNER, 1967: Angewandte Chemie, 79. Jahrgang, Nr. 13, S. 604 - 616.

ENGELHARDT, RODERICH von, 1933: Die Deutsche Universität Dorpat in ihrer geistesgeschichtlichen Bedeutung. München.

ENGELHARDT, WOLF Freiherr von, 1959: Kreislauf und Entwicklung in der Geschichte der Erdrinde. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nr. 143, BND 21, S. 85 - 99.

ENGELHARDT, WOLF Frhr. v., 1964: Goldschmidt, Victor Moritz. Neue Deutsche Biographie, 6. Band, S. 618 / 619.

ENGLEDOW, F. I., rev. PAOLO PALLADINO, 2005: Biffen, Sir Rowland Harry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 5, S. 683/684.

ENGLER, C., 1888: Zur Bildung des Erdöls. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 21, S. 1816 - 1827.

ENGLER, C., 1900: Zur Geschichte der Bildung des Erdöls. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, S. 7 – 21.

ENGLER, C., 1911: Über Zerfallsprozesse in der Natur. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 83. Versammlung zu Karlsruhe, 24. bis 29. September 1911. S. 42 - 60.

ENGLER, C. und H. SIEVEKING, 1907: Zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen und deren Sedimente. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 53. Band, S. 1 – 25.

ENGLER, C. und E. SEVERIN, 1912: Katalyse und Erdölbildung. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXV. Jahrgang, Heft 4, 26. Januar, S. 153 – 158.

ENIGK, KARL, 1986: Geschichte der Helminthologie im deutschsprachigen Raum. Stuttgart.

ENNEN, EDITH, 1976: Erzbischof und Stadtgemeine in Köln bis zur Schlaxcht von Worringen (1288). - In: PETRI, FRANZ (herausgegeben). Bischofs- und Kathedralstädte des Mittelalters und der frühen Neuzeit. S. 27 - 46. Köln, Wien.

ENSKAT, RAINER, 2011: Rousseau und die Wissenschaften. Eine Fallerörterung zu Grenzfragen zwischen Philosophie und Wissenschaftsgeschichte. Vortrag, Wissenschaftshistorisches Seminar Leopoldina 5. Juli 2011.

EPPRECHT, W., 1955: Die Beziehungen zwischen Georg Agricola und Conrad Gesner. Zum vierhundertsten Todestag Georg Agricola's. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 100. Jahrgang, S. 271 – 276.

EPSTEIN, PAUL S., 1930: Note on the Nature of Cosmic Rays. Proceedings of the National Academy pf Sciences of the United States of America, Volume 16S.

658 - 683.

ERIKSSON, GUNNAR, 1972: Fries, Elias Magnus. Dictionary of Scientific Biography, Volume V. S. 190 - 192. New York.

ERLENMEYER, EMIL, 1866: Studien über die s. g. aromatischen Säuren. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band 137, S. 327 – 359.

ERMAN, 1818: Ueber den wechselseitigen Einfluss von Electricität und Wärmethätigkeit. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften in berlin. Aus den Jahren 1814 - 1815. Berlin. S. 123 - 133.

ERNST, CARL, 1901: Über die Katalyse des Knallgases durch kolloidales Platin. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 37. Band, S. 448 – 484.

ERNST, PAUL, 1914: Edwin Klebs. Münchener Medizinische Wochenschrift, 61, 27. Januar, S. 193 - 196.

ERTL, GERHARD, 1997, Bericht über einen Festvortrag "Von schwarzer Kunst zum atomaren Verständnis". Österreichische Chemiezeitschrift, S. 108 / 109.

ESCHER, HERMANN, 1934: Die Bibliotheca universalis Konrad Gessner's. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 79, S. 174 – 194.

ESKOLA, P., 1946: Kristalle und Gesteine. Ein Lehrbuch der Kristallkunde und Allgemeinen Mineralogie. Wien.

ESPINASSE, FRANCIS; DONNACHIE, IAN, 2004: Neilson, James Beaumont. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 40, S. 372 - 374.

EUGSTER, CONRAD HANS, 19: Paul Karrer 1889 - 1971. Chemie in unserer Zeit,

EULER, HANS und ASTRID, 1905: Per Theodor Cleve. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Band IV. S. 4220 – 4238.

EULER, HANS von, 1930: Biokatalysatoren. Erweiterter Nobel-Vortrag. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Neue Folge, Heft 4. Stuttgart.

EULER, HANS von, 1937a: Drei Dezennien Enzym-Chemie. Chemiker-Zeitung, 1, S. 15/16.

EULER, HANS von, 1937b: Coenzyme. Vortrag, Reichstreffen der Deutschen Chemiker, Frankfurt a. M. 7. Juli 1937. Angewandte Chemie, 50, 44, S. 831 - 836.

EULNER, HANS-HEINZ, 1972: Hitzig, Eduard. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 273/274.

EVANS, DAMIAN H.; ROLAND J. FLETCHER, CHRISTOPH POTTIER und 14 weitere Autoren, 2013: Uncovering archaeological landscapes at Angkor using lidar. PNAS, Volume 110, July 30, no. 31, S. 12595 - 12600.

EVANS, J. A. S., 2000: The Age of Justinian. The circumstances of imperial power. London and New York.

EVANS, JEREMY LANCELOTTE, 2004: Graham, George. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 23, S. 177 - 182.

EVANS, RICHARD J., 1990: Tod in Hamburg. Stadt, Gesellschaft und Politik in den Cholera-Jahren 1830 - 1910. - Original: Death in Hamburg. 1987. 1990. Deutsch Reinbek bei Hamburg.

EVANS, ROBERT J. W., 1986: Das Werden der Habsburgermonarchie 1550 - 1700. Gesellschaft, Kultur, Institutionen. Aus dem Englischen übertragen von MARIE-THERESE PITNER. Leipzig. - Original: The Making of the Habsburg Monarchy 1550 - 1700. Oxford University Press.

EVANS, TAYLOR H. and HAROLD HIBBERT, 1946: Bacterial Polysaccarides. Advances in Carbohydrate Chemistry, Volume 2, S. 203 - 233.

EWALD, J. RICHARD, 1903: Friedrich Goltz. Archiv für die gesammte Physiologie, 94, 1 / 2, S. 1 - 64.

EWALD, URSULA, 1958: Neuere Entwicklungen in der Weltdüngerwirtschaft. Chemiker-Zeitung, 82. Jahrgang, Nr. 15, S. 546 - 551.

EWAN, JOSEPH, 1981: Tradescant, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume 13, S. 449 - 451, New York.

EWAN, JOSEPH, 1981: Tradescant, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume 13, S. 451, New York.

EWE, HERBERT, 1975: Rügen. Rostock.

EWE, HERBERT, 1976: Stralsund. Rostock.

EYLES, JOAN M., 1963: The Evolution of a Chemist. Sir James Hall ... Annals of Science, Vol. 19, No. 3, 153 - 183.

EYLES, JOAN M., 1967: William Smith: The Sale of his Geological Collection to the British Museum. Annals of Science, Vol. 23, September, No. 3: S. 177 ff.

EYLES, JOAN M., 1975: Ramond De Carbonnières Louis François Elisabeth. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XI, New York. S. 272 - 273.

EYLES, V. A., 1972

F., W. M., 1927: John Newport Langley – 1852 – 1925. Proceedings of the Royal Society, Series B, Vol. 101, No. B 706, S. XXXiii – Xli.

FABRE, J.-H., 19872: Das offenbare Geheimnis. Aus dem Lebenswerk des Insektenforschers. Herausgegeben von KURT GUGGENHEIM und ADOLF PORTMANN. Zürich und München.

FAIRBANK, JOHN KING, 1992: China. A New History. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge/Mass., London.

FAIRBAIRN, WILLIAM, 1862: President Address. Report of the Thirty-First Meeting of the British Association for the Advancement of Science; held at Manchester in September 1861. London. S. Ii - IVVii.

FAJANS, KASIMIR, 1913a: Die radioaktiven Umwandlungen und die Valenzfrage vom Standpunkt der Struktur der Atome. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Jahre 1913, 15. Jahrgang, S. 240 - 259.

FAJANS, KASIMIR, 1913b: Die radioaktiven Umwandlungen und das periodische System der Elemente. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 46. Jahrgang, S. 422 - 439.

FAJANS, K., 1921: Löslichkeit und Ionisation vom Standpunkte der Atomstruktur. Die Naturwissenschaften, 9. Jahrgang, 10. September, Heft 37, S. 729 – 738.

FAJANS, K., 1923: Struktur und Deformation der Elektronenhüllen in ihrer Bedeutung für die chemischen und optischen Eigenschaften anorganischer Verbindungen. Die Naturwissenschaften, 11. Jahrgang, 9. 3., Heft 10, S. 165 - 172.

FALCONER, ISOBEL, 2004 a: Campbell, Norman Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 9, S. 850 – 852.

FALCONER, ISOBEL, 2004 b: Chadwick, Sir James. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 843 – 846.

FALK, H. 1989: Chlorophyll. Zur Ermittlung seiner Konstitution vor fünfzig Jahren. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 72 / 73.

FALLACI, ORIANA, 2006: Die Kraft der Vernunft. Aus dem Italienischen von PAULA COBRACE. Berlin. – Original: La Forza della Ragione. Mailand 2004.

FANT, KENNE, 1997: Alfred Nobel. Idealist zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Aus dem Schwedischen von WOLFGANG BUTT. Frankfurt am Main und Leipzig.

FARA, PATRICIA, 2004: Desaguliers, John Theophilus. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S. 890 – 893.

FARA, PATRICIA, 2004: Knight, Godwin. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 31, S. 902 -904.

FARADAY, M., 1825: On new compounds of carbon and hydrogen, and on certain other products obtained during the decomposition of oil by heat. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Part II, S. 44o - 466.

FARBER, EDUARD, 1971: Claude, Georges. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 299. New York.

FARBER, EDUARD, 1971: Döbereiner, Johann Wolfgang. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 133 - 135. New York

FARRAR, WV, 1968: Formaldehyde: the centenary of a simple molecule. Chenistry in Britain, Volume 4, Number 11, November, S. 500 - 502.

FARRAR, W. V., 1974: Meyer, Kurt Heinrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX , S. 354. New York.

FARREIL, SISTER MAUREEN, 1975: Schwabe, Samuel Heinrich. Dictionary of Scientific Biogaphy, Volume XII, S. 239 / 240. New York,

FAST, HOWARD, 1953: Bürger Tom Paine. Berlin.

FAUST, O., 1935

FEBVRE, LUCIEN, 1995: Michelet und die Renaissance. Aus dem Französischen von GRETE OSTERWALD. Stuttgart. - Original: Michelet et la Renaissance. Paris 1992.

FECHNER-SMARSLY, THOMAS, 2007: Reise in die mitnächtigen Königreiche. Sammelsurium und Wunderkammer – Olaus Magnus' "Wunder des Nordens". Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 24. Januar, Nr. 19, S. 26.

FEDDERSEN, W., 1859: Ueber elektrische Wellenbewegung. Annalen der Physik und Chemie. ... POGGENDORFF. 108. Band. S. 497 - 501.

FEHÉR, FRANZ; JÜRGEN SAUER, 1970: Kurt Alder. Chemische Berichte, 103. Jahrgang, Nr. 1, S, (0) I - XXXIX.

FEIGL, FRITZ, 1949: Chemistry of Specific, Selective and Sensitive Reactions. Translated by RALPH E. OESPER. New York. - (Übersetzung aus dem Portugiesischen, Brasilien).

FEIL, SYLVIA, 2012: Die Lachgas-Reduktase. Ackerböden im Stickstoffkreisaluf. Chemie in unserer Zeit, 46, S. 70.

FEILITZEN, H. von und B. TOLLENS, 1898: Ueber den Gehalt des Torfes an Pentosanen oder furforolgebenden Stoffen und anderen Kohlenhydraten. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2571 – 2576.

FELD, BERNARD T., 1976: Szilard, Leo. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 226 - 228, New York.

FELDBERG, W. S., 1970: Henry Hallett Dale. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 16. S. 76 - 174.

FELDBERG, W., 1977: The Early History of Synaptic and Neuromuscular Transmission by Acetylcholine: Reminiscences of an Eye Witnesse. - In: HODGKIN, A. L.; A. F. HUXLEY, W. FELDBERG und andere, 1977: The Pursuit of Nature. Informal Essays on the History of Physiology. S. 105 - 132. Cambridge University Press.

FELDBERG, W., rev. E. M. TANSEY, 2004: Dale, Sir Henry Hallett. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 14, S. 929 - 932

FELDHAUS, FRANZ MARIA, 1. Band 1924, 2. Band 1926: Ruhmesblätter der Technik. Leipzig

FELDHAUS, FRANZ MARIA, 1931: Die Technik der Antike und des Mittelalters. Wildpark-Potsdam.

FELDHAUS, FRANZ MARIA, 1965:

FELIX, KURT, 1961; Robert Feulgen. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 115 f.

FELS, HEINRICH, 1936: Johann Nepomuk von Ringseis. Dülmen.

FELS, EDWIN, mit R. LÜTGENS und E. OTREMABA, 1954: Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde. Stuttgart.

FELS, EDWIN, 1965: Nochmals: Anthropogene Geomorphologie. Petermanns Geographische Mitteilungen, 109. Jahrgang, 1. Heft.

FENNER, F. J., 1987: Frank Macfarlane Burnet. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 13, S. 101 - 162.

FERGUSON, NIALL, 2013: Der Westen und der Rest der Welt. Die Geschichte vom Wettstreit der Kulturen. Aus dem Englischen von MICHAEL BAYER und STEPHAN GEBAUER. Berlin. - Original: Civilization. The West and the Rest. London 2011.

FERNELIUS, W. CONRAD, HAROLD WITTCOFF and ROBERT E. FARNERIN, 1979: Ethylene: The Organic Chemical Industry's Most Important Building Block. Journal of Chemical Education, Volume 56, Number 6, June, S. 385 - 387.

FERRONE, VINCENZO, 1996 / 2004: Kapitel 4: Der Wissenschaftler. - In: VOVELLE, MICHEL (Htsg). Der Mensch der Aufklärung. S. 169 - 209- Frankfurt /Main, Essen. - In Original: L'Uomo dell' Illuminismo. Roma - Bari, 1992.

FESTER, G., 19:

FEUCHT, WOLFGANG, 1991: Auguste Piccard. "Die Grossen", XI, S. 516 - 525. Zürich.

FEYERABEND, E., 1933:

FICHTENAU, HEINRICH, 1949: Das karolingische Imperium. Soziale und geistige Problematik eines Großreiches. Zürich.

FICHTER, FR., 1911: Rudolph Fittig. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXIV (44), S. 1339 – 1383.

FICK, ADOLF, 1865 / 1906: Ein Hungertag für die Wissenschaft (Faulhornbesteigung) 1865. - In: FICK, ADOLF: Gesammelte Schriften, IV. Band, Nachlaß, S. 421 - 437. Würzburg.

FICK, ADOLF, 1895: Karl Ludwig. Ein Nachruf. Biographische Blätter. 1. Band. Berlin. S. 265 - 271.

FICK, L., 1859: Ueber die Gestaltung der Gelenkflächen. Aus dem wissenschaftlichen Nachlasse des verstorbenen L. Fick. Mitgetheilt von A. FICK. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, S. 657 – 672.

FIEDLER, ALFRED, 1971: Der Blockspeicher zu Niederlungwitz, Kreis Glauchau. Sächsische Heimatblätter, 17. Jahrgang, S. 180/181.

FIERZ-DAVID, H. E., 1935: Verschwundene Naturfarbstoffe. (Autoreferat). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 80, S. XIX / XX.

FIESER, LOUIS F. and MARY FIESER, 1961: Advanced Organic Chemistry. New York. – Weitere Auflagen, auch deutsche Übersetzung.

FINK, HERMANN, 1938: Zur biologischen Eiweiß-Synthese. Angewandte Chemie, 51. Jahrgang, Nr. 28, 16. Juli, S. 475 – 481.

FINLEY, MOSES I., DENIS MACK SMITH, CHRISTOPHER DUGGAN, 1989: Geschichte Siziliens und der Sizilianer. Aus dem Englischen übersetzt von KAI BRODERSEN. München. - Original: A History of Sicily. London 1986.

FINLEY, MOSES I., 1991: Das politische Leben in der Antike. Aus dem Englischen übersetzt von WILFRIED NIPPEL. München. - Original: Politics in the Ancient World. Cambridge University Press 1983.

FINN, BERNARD S., 1974: Peltier, Jean Charles Athanase. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 499 / 500, New York.

FINN, BERNARD S., 1976: Sturgeon, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII (13), S. 126, New York.

FINN, W. W. 1931: Zur Geschichte der Entdeckung der doppelten Befruchtung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XLIX. (49), S. 153 – 157.

FINSCH, O., 1879: Reise nach West-Sibirien im Jahre 1876. Berlin.

FISCHER, A., 1918: Carl Rabl. Anatomischer Anzeiger, 51, S. 54 – 79.

FISCHER, ED., 1901: Die Uredo - und Teleutosporengeneration von Aecidium elatinum. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellshaft, 19. Jahrgang / Band, S. 397 / 398.

FISCHER, EDMUND H., 1993: Protein-Phosphorlyierung und Zellregulation II (Nobel-Vortrag). Angewandte Chemie, 105, S. 1181 - 1188.

FISCHER, EMIL, 1876: Ueber aromatische Hydrazinverbindungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 9. Jahrgang, S. 880 – 891.

FISCHER, EMIL, 1881a: Phenylhadrazin als Reagens auf Aldehyde und Ketone. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft ..., 17. Jahrgang, S. 572 – 584.

FISCHER, EMIL; 1881b: Verbindungen des Phenylhadrazins mit den Zuckerarten. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 17. Jahrgang, S. 579 – 584.

FISCHER, E. 1891: s. CARO, H.

FISCHER, EMIL und EDUARD SCHMIDMER, 1893: Ueber das Aufsteigen von Salzlösungen in Filtritpapier. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 272, S. 156 – 169.

FISCHER, E., 1894: Dr. Moritz Traube. In Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXVII, S. 1795 / 1796.

FISCHER, EMIL, 1898: Bedeutung der Stereochemie für die Physiologie. Zeitschrift für physiologische Chemie, 26, 60.

FISCHER, EMIL, 1899: Synthesen in der Puringruppe. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 32. Jahrgang, S. 435 – 504.

FISCHER, E., 1899 b: Ferdinand Tiemann. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXII (32), S. 3238 – 3255.

FISCHER, EMIL, 1906: Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteïne (1899 - 1906). Darin etwa: Synthesen in der Zuckergruppe I, 1890 u. a. Berlin.

FISCHER, EMIL, 1907a: Synthetical Chemistry in its Relation to Biology. Faraday Lecture. Journal of the Chemical Society, Vol. XCI (91), Part II, S. 1749 - 1765.

FISCHER, EMIL, 1907b: Über Spinnenseide. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 53. Band, S. 126 –139.

FISCHER, EMIL, 1909: Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente (1884 - 1908). Berlin.

FISCHER, EMIL, 1911 a: Waldensche Umkehrung und Substitutionsvorgang. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 281, S. 123 - 141.

FISCHER, EMIL, 1911 b: Neuere Erfolge und Probleme der Chemie. Experimentalvortrag gehalten in Anwesenheit S. M. des Kaisers aus Anlaß der Konstituierung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften am 11. Januar 1911 im Kultusministerium zu Berlin. Berlin.

FISCHER, ERNST PETER, 2003: Das dunkle Geheimnis der Physik. Der Physiker Edward Teller ... Die Weltwoche, Nr. 38, S. 74 - 76.

FISCHER, FRANZ, 1935: Hans Tropsch. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, A, 68: 169 / 170.

FISCHER, HERMANN, 2012: Stoff-Wechsel. Auf dem Weg zu einer solaren Chemie für das 21. Jahhrundert. München.

FISCHER, J. G., 1853: Die Einheit in der organischen Natur. Populaire Vorträge in der Lesehalle zu Hamburg gehalten. Hamburg.

FISCHER, P., 1959: 250 Jahre europäisches Porzellan. Chemiker-Zeitung, 83. Jahrgang, Nr. 16, S. 541 - 546.

FISCHER, WALTHER, 1933: Zur Würdigung Abraham Gottlob Werners- Eine Darstellung der Beziehungen Werners zu Dresdner Gelehrten der Goethezeit. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz, 32. Band, S. 21 - 51.

FISCHER, WALTHER, 1969: Henckel (Henkel), Johann Fredrich. Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 515/516.

FISCHER, WALTHER, 1988: Ledebur, Adolf. Neue Deusche Biographie, Band 14, S. 39.

FISCHER, WERNER, 1949: Wilhelm Biltz 1877 - 1943. Chemische Berichte, 82. Jahrgang, S. LXXXIII - CXIII.

FISCHER, WILHELM K., 1949: Untersuchungen zur Stammfrage bei *Azotobacter chroococcum Beij.* Archiv für Mikrobiologie, 14. Band, S. 353 - 406.

FISCHER-FABIAN, 1988 (1985): Der Jüngste Tag. Die Deutschen im späten Mittelalter. München.

FISHER, NICK and HANS van WEES (Edited), 1998: Archaic Greece: New Approaches and new Evidence. London.

FITTIG, RUDOLPH, 1864: siehe TOLLENS, BERNHARD.

FITTIG, RUDOLPH, 1865 a: Vorläufige Notiz über das Methyl-Benzyl. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIII (133), S. 47 – 49.

FITTIG, RUDOLPH, 1865 b: Über das Aethyl-Phenyl. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIII (133), S. 222 – 230.

FITTIG, RUD. und KARL LAUBINGER, 1869: Untersuchungen über das Trimethylbenzol. Erste Abhandlung. Ueber das Trimethylbenzol, welches durch Einführung eines Methylatoms in das Xylol entsteht. Annalen der Chemie und Pharmacie, CLI. Band, S. 257 – 283.

FITTIG, R. und J. REMSEN, 1870: Ueber die Homologen des Naphthalins. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLV, S. 112 – 120.

FITTIG, RUDOLPH, 1895: Ziele und Erfolge der wissenschaftlichen chemischen Forschung. Rede ... Stiftungsfeier der Universität. Straßburg.

FITTING, HANS, 1909 b: Die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung

und durch andere Umstände. Eine entwicklungsphysiologische Studie aus den Tropen. Zeitschrift für Botanik, 1, 1, S. 1 - 86.

FITTING, HANS, 1911a: Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Ein Beitrag zur ökologischen Pflanzengeographie. Zeitschrift für Botanik, III. Jahrgang, S. 209 – 275.

FITTING, HANS, 1911b: Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung der Blüten. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 49. Band, S. 187 – 263.

FITTING, HANS, 1970a: Johannes von Hanstein. – In: Bonner Gelehrte. Beiträge zur Geschichte der Wissenschaften in Bonn. Mathematik und Naturwissenschaften. S. 237 – 245. Bonn.

FITTING, HANS, 1970b: Eduard Strasburger. – In: Bonner Gelehrte. Beiträge zur Geschichte der Wissenschaften in Bonn. Mathematik und Naturwissenschaften. S. 246 – 257. Bonn.

FITZ-ROY, ROBERT, 1839, neu 1966: Proceedings of the Second Expedition, 1831 - 1886. Volume II von Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Shipe Adventure and Beagle, between the years 1826 and 1836, describing their Examination of the Southern Shores of South America und the Beagles Cirvumnavigation of the Globe. London 1839. New York 1966.

FLAIG, EGON; 2009: Weltgeschichte der Sklaverei. München.

FLANNERY, KENT V., 1965: The ecology of Early Food Production in Mesopotamia. Science, Volume 147, Number 3663, 12 March, S. 1247 -1256.

FLASCH, KURT, 1996: Der Traum der Vernunft. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 30. März, Nummer 77, Beilage 'Bilder und Zeiten'.

FLECHSIG, PAUL, 1894: Gehirn und Seele. Rede des antretenden Rektors. Rektorwechsel an der Universität Leipzig, 31. Oktober 1894. Leipzig.

FLECHSIG, PAUL, 1905: Einige Bemerkungen über die Untersuchungsmethoden der Großhirnrinde, insbesondere des Menschen. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Anatomische Abtheilung ... S. 337 - 444.

FLEISCHER, DIRK, 2007: Schlözer, August Ludwig von. Neue Deutsche Biographie, 23. Band, S. 98 / 99.

FLEISCHER, DIRK, 2010: Spittler, Ludwig Timotheus, Freiherr von. Neue Deutsche Biographie, 24. Band, S. 7157 716.

FLEISCHMANN, R., 1940: Kernchemie. Angewandte Chemie, 53. Jahrgang, Nr. 43 /44, 26. Oktober, S. 485 – 498.

FLEISCHMANN, R., 1957: Walter Bothe und sein Beitrag zur Atomkernforschung. Die Naturwissenschaften, 44. Jahrgang, Heft 17, Erstes Septemberheft, S. 457 – 460.

FLEISCHMANN, SIGMUND, 1902: Die Agrarkrisis von 1845 - 1855 mit besonderer Berücksichtigung von Baden. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde... Heidelberg.

FLEMING, Sir AMBROSE, 1939: Physics and the Physicists of the Eighteen Seventies. Nature, Vol. 143, No. 3612, Jan. 21, S. 99 - 102.

FLEMING, C. A., 1981: Marsden, Ernest. Dictionary of Scientific Biography, Volume 18 (Supplement II), S. 595 - 597, New York.

FLEMING, DONALD, 1971: Draper, John William. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV (4), New York. S. 181 - 183.

FLEMING, JAMES R., 1999: Joseph Fourier, the 'greenhouse effect', and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures. Endeavour, Vol. 23 (2), S. 72 - 75.

FLEMMING, WALTHER, 1879: Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv für Mikroskopische Anatomie, 16, S. 302 – 436.

FLEMMING, W., 1890: Ueber die Theilung von Pigmentzellen und Capillarwandzellen. Archiv für Mikroskopische Anatomie, 35, S. 275 – 286.

FLEXNER, SIMON, 1929: Hideyo Noguchi. Science, Vol. LXIX, June 28, No. 1800, S. 653 - 660.

FLINT, JOHN, 2004: Laird, Macgregor. Oxford Dictionary of National Biogrphy, Volume 32, S. 232 / 233.

FLORESCANO, ENRIQUE, 1994. Memory, Myth, and Time in Mexico: From the Aztecs to Independence. Translated by ALBERT G. BORK with the assistance of KATHRYN R. BORK: Univbersity of Texas Press, Austin.

FLÜCKIGER, WALTER und BRAUN, SABINE, 2007: Die Stickstoffbelastung der Schweizer Wälder und ihre Auswirkungen. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel, 10, S. 1 – 21.

FLÜGGE, SIEGFRIED, 1979: Kolhörster Werner. Neue Deutsche Biographie, Band, S. 460 ff. (internet).

FOCKE, 1894: Trentepohl, Johann Friedrich. Allgemeine Deutsche Biographie, 38. Band, S. 573.

FOGELKLOU, EMILIA, 1963: William Penn. Quäker und Staatengründer. Aus dem Schwedischen übersetzt von WOLFGANG SONNTAG. Leipzig.

FOLLMANN, HARTMUT und WALTER GRAHN, 1997: Chemie für Biologen. Praktkum und Theorie. Stuttgart.

FONTANA, FELIX, 1787: Abhandlung über das Viperngift, die Amerikanischen Gifte, das Kirschlorbeergift und einige andere Pflanzengifte nebst einigen Beobachtungen über den ursprünglichen Bau des thierischen Körpers, über die Wiedererzeugung der Nerven und der Beschreibung eines neuen Augenkanals. Übersetzung. Berlin.

FONTANE, THEODOR, Auflage 1977 (2. Auflage): Jenseit des Tweed. Bilder und Briefe aus Schottland. Berlin.

FONTANE, THEODOR, Auflage 1980: Wanderungen durch die Mark Brandenburg. Zweiter Teil: Das Oderland, Barnim - Lebus. Berlin und Weimar.

FONTENELLE, BERNARD LE BOVIER DE, Ausgabe 1989: Gespräche über die Vielzahl der Welten. Aus dem Französischen. Übersetzung von ULRICH KUNZMANN. - In: FONTENELLE, ..., 1989: Philosophische Neuigkeiten für Leute von Welt und für Gelehrte. Ausgewählte Schriften. S. 112 - 119. Leipzig.

FOOTE, YOLANDA, 2004: Sir John Evans. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 18, S. 719 - 722.

FORBES, ROBERT JAMES, 1954: Vom Steinbeil zum Überschall: 5000 Jahre Technik. Aus dem Holländischen ... München.

FORCE, JAMES E., 1989: Newton and Deism. - In: BÄUMER, ÄNNE / BÜTTNER, MANFRED 8Hrsg.): Science and Religion /Wissensccahfr und Religion. Proceedings of the Symposium of the XVIIIth International Congress of History of Science at Hamburg - Munich, 1.-9. August 1989, S. 120 - 132. Bochum 1989.

FORD, ALAN, 2004: Ussher, James. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 56, S. 6 - 14.

FORD, HENRY, 19, 32. Auflage: Mein Leben und Werk. Unter Mitwirkung von S. CROWTHER. Leipzig.

FOREL, A., 1907: Verbrechen und konstitutionelle Seelenabnormitäten. München.

FOREL, AUGUST, 1918: Über die Zurechnungsfähigkeit des normalen Menschen. Ein Vortrag gehalten in der Schweizerischen Gesellschaft für ethische Kultur in Zürich. 7. Auflage. München.

FOREL, AUGUST, 1922 a: Die sexuelle Frage. München.

FOREL, AUGUST, 1922 b: Gehirn und Seele. 13. durchgesehene und ergänzte Auflage. Leipzig.

FOREL, AUGUST, 1935: Rückblikc auf mein Leben. Zürich.

FORSTER, GEORG, Original 1790, in 1958 ff.: Ansichten vom Niederrhein von Brabant, Flandern, Holland, England und Frankreich, im April, Mai und Junius 1790. - In: FORSTER, GEORG: Werke in vier Bänden. Herausgegeben von GERHARD STEINER. 2. Band. Leipzig.

FORSTER, MARTIN ONSLOW, 1920: Emil Fischer Memorial Lecture. Delivered on October 28th, 1920. Journal of the Chemical Society, Vol. CXVII (117), Part II, S. 1157 - 1201.

FORSTER II, ROBERT E., 1999: Charles Brenton Huggins. Prtoceedings of the American Philosophical Society, Vol. 143, No. 2, June, S. 326 - 331.

FOERSTER, W., 1911: Lebenserinnerungen. Berlin.

FOERSTER, WERNER, 1961: Das römische Weltreich zur Zeit des Neuen Testaments. Hamburg.

FORSTER, WILLIAM Z., 1957: Abriss der politischen Geschichte beider Amerika. Berlin.

FORßMANN, WERNER, 2002: Selbstversuch: Erinnerungen eines Chirurgen. Landsberg/Lech.

FOSS, CLIVE, 1975/1990: The Persians in Asia Minor and the end of Antiquity. - Wiederabruck in: FOSS, CLIVE, 1990: History and Archaeology of Byzantine Asia Minor. S. I 721 - 747. Aldershot.

FOSS, CLIVE, 1977/1990: Late Antique and Byzantine Ankara. - Wiederabdruck in: FOSS, CLIVE, 1990: History and Archaeology of Byzantine Asia Minor, S. VI 29 - 87. Aldershot.

FOSTER, G. CAREY, 190: Alexander William Williamson. Autorisierte Übertragung ... Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, S. 2253 - 2269.

FOURCROY, A. F., 1796: Ueber das organische Naturreich. Aus Philosophie chimique ... Archiv für die Physiologie ... REIL, 1, 2, S. 55 - 75.

FOWKES, FREDERIC M., 1977: Harkins, William Draper. Dictionary of American Biography, Supplement Five, S. 273 / 274.

FOX, G. E.; E. STACKEBRANDT ... C. R. WOESE (insgesamt 19 Autoren), 1980: The Phylogeny of Prokaryotes. Science, Volume 209, 25 July, S. 457 - 463.

FOX, ROBERT, 1975: Playfair, Lyon. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI (11), S. 36/37, New York.

FOX, ROBIN LANE, 2010/2011, 2013: Die klassische Welt. Eine Weltgeschichte von Homer bis Hadrian. Aus dem Englischen von UTE SPENGEL. Stuttgart.

FOX SIDNEY W., 1965: A Theory of Macromolecular and Cellular Origins. Nature, Volume 205, No. 4969, Januar 23, S. 328 - 340.

FRAAS, CARL, 1847: Klima und Pflanzenwelt in der Zeit , ein Beitrag zur Geschichte beider. Landshut.

FRAAS, C., 1847: Landwirtschaftslehre. Neue Encyklopädie der Wissenschaften und Künste für die deutsche Nation. 2. Band. Stuttgart.

FRAHM, OLE, 2006: Fortschritt ist machbar. Als wissenschaftliche Größe ist Nikola Tesla anerkannt. ... Frankfurter Rundschau, Donnerstag, 27. Juli, Nr. 172, S. 25.

FRANCE´, R. H., 1922: Das Leben im Ackerboden. Stuttgart.

FRANCHINI, JOSEPH, 1931: Antonio Vallisneri ... On the Second Centenary of His Death ... Annals of Medical History, New Series, Vol. III, No. 1, January, S. 58 - 68.

FRANCK, BURCHARD, 1979: Schlüssel-Bausteine der Naturstoff-Biosynthese und ihre Bedeutung für Chemie und Medizin. Angewandte Chemie, 91, S. 453 - 464.

FRANCK, BURCHARD, 1982: Aktuelle Probleme der Biosynthese des roten Blutfarbstoffs. Angewandte Chemie, 94, S. 327 - 337.

FRANCK, HEINRICH, Dr. W. MAKKUS und F. JANKE; herausgegeben und eingeleitet von H. GROßMANN, 1931: Der Kalkstickstoff in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Neue Folge, Heft 6. Stuttgart.

FRANCK, JAMES, 1931: Emil Warburg zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 19. Jahrgang, Heft 50, 11. Dezember, S. 993 - 997.

FRANK (ohne Vornamen-Angabe, 1875. Arnold, Gottfried. Allgemeine Deutsche Biographie, 1. Band, S. 587 / 588.

FRANK, ADOLPH, 1903: Die Nutzbarmachung des freien Stickstoffs der Luft für Landwirtschaft und Industrie. Vortrag, gehalten in Sektion VII des 5. Internationalen Kongresses für angewandte Chemie zu Berlin 1903. Zeitschrift für angewandte Chemie, Jg. 1903, S. 536 - 539.

FRANK, B., 1879: Ueber die Parasiten in den Wurzelanschwellungen der Papilionaceen. Botanische Zeitung, 37. Jahrgang, Nr. 24, 13. Juni, Spalte 377 - 388; ... Nr. 25, 20. Juni, S. 393 - 400.

FRANK, B., 1885 a: Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band III, S. 128 - 145.

FRANK, B., 1885 b: Neue Mittheilungen über die Mykorhiza der Bäume und der Monotropa hypopitys. Mittheilung Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band III, S. XXVII - XXXIII.

FRANK, B., 1886: Ueber die Quellen der Stickstoffnahrung der Pflanzen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band IV.

FRANK, B., 1887: Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen Pilzgallen? Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band V, S. 50 - 57.

FRANK, B., 1890: Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. Berlin.

FRANK, B., 1892 a: Die Assimilation freien Stickstoffs bei den Pflanzen in ihrer Abhängigkeit von Species, von Ernährungsverhältnissen und von Bodenarten. Landwirthschaftliche Jahrbücher, 21. Band, S. 1 - 44.

FRANK, A. B., 1892: Lehrbuch der Botanik ... Erster Band. Leipzig.

FRANK, B., 1893: Die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Pflanzenwelt. Botanische Zeitung, 51, S. 139 - 156.

FRANK, JOHANN PETER, 1790 / 1960: Akademische Rede vom Volkselend als der Mutter der Krankheiten (Pavia 1790). Eingeleitet, ins Deutsche übertragen und mit Erklärungen versehen von ERNA LESKY. Sudhoffs Klassiker der Medizin Band 34. Leipzig 1960. - Original: Oratio academica de populorum miseria, morborum genitgrice (Ticini 1790).

FRANKE, GEORG, 1991: Christian Huygens. "Die Grossen", V / 2, S. 996 - 1013. Zürich.

FRANKE, WILHELM, 1952: Zu Hans von Eulers 80. Geburtstag. Die Naturwissenschaften, 40, 6, S. 177 - 180.

FRAENKEL, CARL, 1887: Grundriss der Bakterienkunde. Zweite Auflage. Berlin.

FRANKLAND, EDWARD, 1849, 1850: Ueber die Isolirung der organischen Radicale. Annalen der Chemie und Pharmacie, 1. Abhandlung: Band LXXI, 1849, S. 171 - 213. - 2. Abhandlung: Band LXXIV, 1850, S. 41 - 70.

FRAUNBERGER, F., 1967: Zur Geschichte der Kraftlinienfelder. Physikalische Blätter, 23. Jahrgang, Heft 11, S. 489 - 495.

FRAUNBERGER, F., 1970, 1972: Vom horror vacui zur Luftpumpkunst I. Physikalische Blätter, 26. Jahrgang, S. 536 - 542. - ..., II, Physikalische Blätter, 28. Jahrgang, S. 101 - 106; ..., III, ... S. 537 - 542.

FRAUNBERGER, FRITZ; JÜRGEN TEICHMANN, 1984: Das Experiment in der Physik. Braunschweig / Wiesbaden.

FREBEL; ANNA und NORBERT CHRISTLIEB, 2013: Galaktische Archäologie. Physik Journal 12, Nr. 3, S. 29 - 34.

FREIESLEBEN, HANS-CHRISTIAN, 1956: Galileo Galilei. Stuttgart.

FREIESLEBEN, JOHANN CARL, 1817: Beyträge zur mineralogischen Kenntnis von Sachsen. Zweyte Lieferung. Freyberg.

FREMDLING, RAINER, 1983: Die Ausbreitung des Puddelverfahrens und des Kokshochofens in Belgien, Frankreich und Deutschland. Technikgeschichte, Band 50, Nr. 3, S. 197 - 210.

FRENCH, ROGER, 1994. Ancient natural history: histories of nature. London.

FRENKING, GERNOT, 1997: 100. Geburtstag von Erich Hückel. Chemie in unserer Zeit, 31. Jahrgang, Nr. 1, S. 27 - 31.

FRENSDORFF, F., 1890: Schlözer, August Ludwig. Allgemeine Deutsche Biographie, 31. Band, S. 567 - 600.

FRENZEL, BURKHARD, 1985: Die Umwelt des Menschen im Eiszeitalter. Quartär, 35./36. Band, S. 7 - 33.

FRERCKS, JAN, 2006: Die Lehre an der Universität Jena als Beitrag zur deutschen Debatte um Lavoisiers Chemie. Gesnerus, 63, S. 209 – 239.

FRERICHS, R., 1941: Heinrich Kayser zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, Heft 11, 14. März, S. 153 – 155.

FRESENIUS, WILHELM, 1961: Fresenius. Fresenius, Karl Remigius. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 405 – 407.

FRESNEL, 1828: Ueber das Licht. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 12. Band, S. 197 - 249. - "Schluss im nächsten Heft".

FREUDENBERG, K., 1938: Organische Chemie. Leipzig.

FREUDENBERG, KARL, 1961: Fischer, Hermann Emil. Neue Deutsche Biographie, Band 5, S. 161 - 182.

FREUDENBERG, KARL, 1963: Theodor Curtius. Chemische Berichte. 96. Jahrgang, Nr. 4, S. I - XIII.

FREUDENTHAL, GAD, 1983: Theory of Matter and Cosmology in William Gilbert's '*De magnete*'. Isis, 74, S. 22 - 37.

FREUNDLICH, H., 1927: Richard Meyer (1846 - 1926). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LX, A, S. 64 - 70.

FREUNDLICH, H., 1930: Richard Zsigmondy. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 63, 1, S. 171 - 175.

FREY, LINDA and MARSHA FREY, 2004: Townshend, Charles. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 55, S. 138 – 144.

FREYER, ELKE und STEFAN GRUNERT, 1984: Den Nil stromauf. Das Altertum, 30, 2. S. 82 - 92.

FREYER, HANS, 1955 (1956): Theorie des gegenwärtigen Zeitalters. Stuttgart.

FREYTAG, HANS-JOACHIM, 1953: Arnold von Lübeck, Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 381.

FRIED, JOHANNES, 2013: Karl der Grosse. Gewalt und Glaube. Eine Biographie. München.

FRIEDEL, C. und A. LADENBURG, 1867: Ueber einige Verbindungen des Silicium und über die Analogien dieses Elements mit dem Kohlenstoff. Journal für praktische Chemie, S. 273 - 278.

FRIEDELL, EGON, Ausgabe 2009: Kulturgeschichte der Neuzeit. Die Krisis der Europäischen Seele von der Schwarzen Pest nis zum Ersten Weltrkieg. Wien. - Zuerst 1927 - 1931 in 3 Bänden.

FRIEDENTHAL, RICHARD, 1977 (1972): Ketzer und Rebell. Jan Hus und das Jahrhundert der Revolutionskriege. München.

FRIEDLI, THOMAS KARL; HANS ULRICH KELLER, 1993: Rudolf Wolf als Pionier der Sonnenfleckenforschung. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 138. Jahrgang, Heft 4, S. 267 – 281.

FRIEDMANN, HERBERT, 1997: The Invisible Universe of X-Rays and Gamma Rays. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol., 141, No. 4, December, S. 403 - 416.

FRIEDMANN, ROBERT MARC, 1982: Constituting the Polar Front, 1919 - 1920. Isis, Volume 73, No. 268, S. 343 - 362.

FRISCH, KARL von, 1938: Zur Psychologie des Fisch-Schwarms. Vortrag ... Die Naturwissenschaften, 26, 27, S. 601 - 606.

FRISCH, KARL von, 1973: Erinnerungen eines Biologen. Berlin, Heidelberg, New York.

FRISCH, O. R., 1981: Woran ich mich erinnere. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. LUCIEN TRUEB. Große Naturforscher, Band 43. Stuttgart.

FRITSCH, G. und E. HITZIG, 1870: Ueber die elektrische Erregbarkeit des Großhirns. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, S. 300 - 322.

FRITSCHE, WOLFGANG, 1986: Die symbiontische Luftstickstoffbindung - vor 100 Jahren von Hermann Hellriegel entdeckt. wissenschaft und fortschritt, 36, 12, S. 316 - 318.

FRITSCHE, WOLFGANG, 2008: Wie der Mensch über seine Verhältnisse lebt: Überlastetes Ökosystem Erde. Biologie in unserer Zeit, 6, S. 390 – 399.

FRITZ, WALTER, 1980: Kohlrausch, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 12, S. 430 / 431.

FRITZSCHE, C., 1908: Unsere modernen Papiere. Ihre Herstellung und Prüfung. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXI. Jahrgang, Heft 22, S. 1134 - 1140.

FRITZSCHE, J., 1859 a: Ueber die Producte der Einwirkung der Salpetersäure auf die Phensäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CX (110), S. 150 – 167.

FRITZSCHE, C., 1859 b. Über Verbindungen von Kohlenwasserstoffen mit Pirkrinsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CX (110), S. 248 – 250.

FRÖHLICH, HERBERT, 1936: Elektronentheorie der Metalle. Struktur und Eigenschaften der Materie, ..., XVIII, Berlin.

FROMHERZ, HANS, 1936: Die neueren Vorstellungen von der chemischen Bindung. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 28, 11. Juli, S. 429 - 437.

FROMM, DIETER und DIETRICH LÜTZOW, 1979: Moderne Verfahren der Großchemie: Harnstoff. Chemie in unserer Zeit, 13. Jahrgang, Nr. 3, S. 78 - 81.

FROMM, ERICH, 1977: Anatomie der menschlichen Destruktivität. Reinbek bei Hamburg.

FROESE, WOLFGANG, 2012 (zuerst 2008): Wikinger . Germanen . Nordische Königreiche Die Geschichte der Ostseestaaten. Gernsbach.

FROST, JA, 1970: Clear as glass. Chemistry in Britain, Volume 6, Number 12, December, S. 529 - 532.

FRUTON, JOSEPH S., 1972: Molecules and Life. Historical Essays on the Interplay of Chemistry and Biology. New York, London, Sydney...

FRUTON, JOSEPH S., 1974: Meyerhof, Otto. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 352, New York.

FRUTON, JOSEPH S., 1976: Sumner, Joseph Batcheller. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 152/153, New York.

FRUTON, JOSEPH S., 1981 a: Hofmeister, Franz. Dictionary of Scientific Biography, Volume XVIII (Supplement II), S.430 - 433, New York.

FRUTON, JOSEPH S., 1981 b: Schoenheimer, Rudolf. Dictionary of Scientific Biography, Volume XVIII (18) (Supplement II), S. 791 – 795, New York.

FRUTON, JOSEPH S., 1988 (repr. 1992): The Liebig Research Group – A Reappraisal. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 132, No. 1, S. 66.

FRYE, R, N. (edited), 1975: The Cambridge History of Iran. Volume 4 The Period from the Arab Invasion to the Saljuqs. Cambridge University Press.

FUCHS, ALBERT, 1976: Geistige Strömungen in Österreich 1867 - 1918. Wien.

FUCHS, KONRAD, 1999: Die Wirtschaft. - In: MENZEL, JOSEF JOACHIM (1999): Geschichte Schlesiens. Band 3 Preußisch Schlesien 1740 - 1945 ,,,. S. 105 - 162.

FUCHS, KONRAD, 2003: Reden, Friedrich Wilhelm Gf. v. Neue Deutsche Biographie, 21. Band, S. 240 / 241.

FÜCHTBAUER, Ritter VON, 1939: Georg Simon Ohm, Ein Forscher wächst aus seiner Väter Art. Berlin

FUHRMANN, HORST, 1988 (3. Auflage): Einladung ins Mittelalter. München.

FUHRMANN, MANFRED, 1994: Rom in der Spätantike: Porträt einer Epoche. München, Zürich.

FULLMER, J. Z., 1964: Humphrey Davy and the Gunpowder Manufactory. Annals of Science, Vol. 20, September, No. 3: 165 - 17-

FULTON, J. F., 1932: Robert Boyle and his Influence on Thought in the Seventeenth Century. Isis, Vol. XVIII, 1, No. 32: 77 - 102.

FUKUYAMA, FRANCIS, 1992: Das Ende der Geschichte. Wo stehen wir? Aus dem Amerikanischen von HELMUT DIERLAMM, UTE MIHR und KARLHEINZ DÜRR. München. - Original: The End of History. New York 1992.

FULLER, DORIAN Q; TIM DENHAM, MANUEL ARROYO-KALIN und 5 weitere Auoren, 2014: Convergent evolution and parallelism in plant domestication revealed by an expanding archaeological record. PNAS, vol. 111, no. 17, April 29, S. 6147 - 6152.

FUNK, CASIMIR, 1914: Die Vitamine, ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie mit besonderer Berücksichtigung der Avitaminosen (Beriberi, Skorbut, Pellagra, Rachitis). Wiesbaden.

FURLEY, DAVID J., 1973: Lucretius. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S, 536 – 539. New York.

FURRER, ERNST / Berichterstatter, 1965: Polyhistorie im alten Zürich vom 12. bis 18. Jahrhundert. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 110. Jahrgang, S. 363 – 394.

FURRER, ERNST, 1973: Die Ausstellung Johann Jakob Scheuchzer. Bericht ... Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang 118, S. 363 – 387.

FÜRST, A., 1926

FÜßL, WILHELM, 1994: Miller, Oskar. Neue Deutsche Biographie, 17, S. 517 - 519.

GADDUM, J. H., 1963: Chemical Transmission in the Central Nervous System. Nature, Volume 197, No. 4869, February 23, S, 741 - 743.

GADE, LUTZ H., 1998: Koordinationschemie. Weinheim, New York, Chichester ...

GAGE, SIMON HENRY, 1936: Theobald Smith: Investigator and Man. Science, Vol. 84, No. 2171, Friday, Augusr 7, S. 117 - 122.

GAISSINOVITCH, A. E., 1978: Wolff, Caspar Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV, Supplement I, S. 524 – 526. New York.

GALEANO, EDUARDO, 200518: Die offenen Adern Lateinamerikas. Die Geschichte eines Kontinents von der Entdeckung bis zur Gegenwart. Aus dem Spanischen ... Wuppertal.

GALILEI, GALILEO, 1987: Schriften, Briefe, Dokumente. Herausgegeben von ANNA MUDRY. Band 1: Schriften; Band 2. Briefe, Dokumente. Aus dem Italienischen, Lateinischen und Französischen übersetzt ... Berlin.

Darin:

GALILEI, GALILEO, 1632 / 1987: Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische (Auszüge). - In: GALILEI, GALILEO 1987, S. 178 - 328.

GALILEI, GALILEO, 1638 / 1987; Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetzte betreffend. - In. GALILEI, GALILEO, 1987: S. 329 - 406.

GALL und SPURZHEIM, 1809: Untersuchungen ueber die Anatomie des Nervensystems ueberhaupt, und des Gehirns insbesondere. Ein dem französischen Institute ueberreichtes Mémoire ... Paris und Strasburg.

GALTON, F., 1871: Experiments in Pangenesis by Breeding from Rabbits of a pure variety, into whose circulation blood taken from other varieties has previously been largely transfused. Proceedings of the Royal Society of London, Volume XIX, S. 393 – 410.

GANIE'RE, PAUL, 1971: Corvisart, Jean-Nicolas. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 426 – 428, New York.

GANTENBEIN, URS LEO, 2005: Sala, Angelus. Neue Deutsche Biographie, 22, S. 359 / 360.

GANZENMÜLLER, W., 1941 a: Das chemische Laboratorium der Universität Marburg im Jahre 1615. Angewandte Chemie, 54. Jahrgang, Nr. 17/18, S. 215 - 217.

GANZENMÜLLER, W., 1941 b: Paracelsus und die Alchemie des Mittelalters. Angewandte Chemie, 54. Jahrgang, Nr. 39 / 40, September, S. 427 - 431.

GARBRECHT, GÜNTHER, 1995: Meisterwerke antiker Hydrotechnik. Stuttgart, Leipzig, Zürich.

GARD, SVEN, 1955: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin im Jahre 1954. Les Prix Nobel en 1954, S. 38 - 42. Stockholm.

GARD, SVEN, 1972: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin im Jahre 1972. Les Prix Nobel en 1972, S. 27 / 28. Stockholm.

GARDNER, MALCOLM J.; NELL HALL, EULA FUNG und etwa 50 weitere

Autoren, 2002: Genome sequence of the human malaria parasite Plasmodium falciparum. Nature, Volume 419, S. 498 - 511.

GARNER, W. W. and H. A. ALLARD, 1920: Effect of the relative Length of Day and Night and other Factors of the Environment in Plants. Journal of Agricultural Research, Vol. XVIII, No. 11, S. 555 – 606.

GARNER, W. W. and H. A. ALLARD, 1923: Further Studies in Photoperiodism, the Response of the Plant to relative Length of Day and Night. Journal of Agricultural Research, Vol. XXIII, No. 7, S. 871 – 920.

GARRETT, C. G. B., 1980: Bensley, Robert Russell. Dictionary of American Biography, Supplement Six, S. 53 / 54.

GARROD, ARCHIBALD E., 1902: The Incidence of Alkaptonuria: A Study in Chemical Individuality. The Lancet, 18, December 13, S. 1616 - 1620.

GARROOD, WILLIAM, 2013: The illusion of continuity: Nikephoros Phokas, John Tzimiskes and the eastern border. Byzantine and Modern Greek Studies, Volume 37, No. 1, S. 20 - 34.

GÄRTNER, AUGUST, 1928: Autobiographisches in: August Gärtner zur Vollendung des 80. Lebensjahres - 18. April 1928. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 1. Abteilung, 107, S. I - XIV.

GARUTT, W. E., 1964: Das Mammut *Mammuthus primigenius* (Blumenbach). Die Neue Brehm-Bücherei. Wittenberg.

GAßNER, GUSTAV, 1915: Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. Zeitschrift für Botanik, VII. Jahrgang, S. 609 – 661.

GAßNER, GUSTAV, 1918: Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winteranueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Zeitschrift für Botanik, X. Jahrgang , S. 417 – 480.

GASSMANN, FRITZ, 2012: Rezension zu NUSSBAUM, H., 2011: Revolution am Himmel. Zürich. - Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 157, Oktober, S. 92.

GASSMANN, GÜNTER und DIETMAR GLINDEMANN, 1993: Phosphan (PH3) in der Biosphäre. Angewandte Chemie, 105. Jahrgang, Nr. 5, S. 749 – 751.

GATHERCOLE, PETER, 2004: Childe, (Vere) Gordon. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 11, S. 437 - 439.

GAUß, RENATE/KATHARINA WITTER, o. J.: Die Porzellanmanufaktur Rauenstein 1783 - 1930. Suhl.

GAY, PETER, 2006, 3. Auflage: Freud. Eine Biographie für unsere Zeit. Aus dem Amerikanischen von JOACHIM A. FRANK: Frankfurt am Main.

GAYER, KARL, 1880 - 1882: Der Waldbau. Berlin.

GEBHARDT, ULRIKE, 2006: Die "Allergie" – von der Ausnahme zur Regel. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 1. November, Nr. 254, S. 31.

GEER, Baron KARL von, 1776: Abhandlungen zur Geschichte der Insekten aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben von JOHANN AUGUST EPHRAIM GOEZE. I. Theil ... Leipzig. Weitere Bände in den folgenden Jahren: 2.Band, 2.Theil 1779.

GEGENBAUR, C., 1861: Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthier-Eier mit partieller Dottertheilung. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin ... S. 491 - 529.

GEHLEN 1807: s. DAVY, HUMPHREY 1807.

GEHLEN, ARNOLD, 1962 (7. durchgesehene Auflage) / 1. Auflage 1940: Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt. Frankfurt am Main, Bonn.

GEHLEN, ARNOLD, 1957: Die Seele im technischen Zeitalter. Sozialpsychologische Probleme in der industriellen Gesellschaft. Reinbek.

GEHRCKE, E., 1920: Kanalstrahlen. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 3. September, Heft 36, S. 721 - 723.

GEHRIGER, URS, 2014: Warhol der Antike. Nero ... Weltwoche, Nr. 47, S. 40 - 45.

GEHRING, ALFRED, 1922: Professor Dr Alfred Koch. Centralblatt für Bakteriologie, II, Band 57, No. 14 / 17, S. 305 – 309.

GEHRING, PAUL, 1942: Max Eyth. Schwäbische Lebensbilder. 3. Band, S. 156 - 181.

GEHRING, PAUL, 1959: Eyth, Eduard Friedrich Maximilian (Max) v. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 714 / 715.

GEIDEL, HANS, 2003: Rimpau, Wilhelm Arnold Diedrich. Neue Deutsche Biographie, 21, S. 624 / 625.

GEIGER, RUDOLF, 1953: Assmann, Richard. Neue Deutsche Biographie, 1 Band, S. 420. (Online-Version).

GEINITZ, BRUNO, 1925: Embryonale Transplantation zwischen Urodelen und Anuren. Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 106.

Band, S. 357 - 408.

GEISON, GERALD L., 1970: Dujardin, Fe´lix. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 233 - 237, New York.

GEISON, GERALD L., 1973: Langley, John Newport. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 14 – 19, New York.

GEISON, GERALD L., 1973b: Loewi, Otto. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 451 – 452, New York.

GEISON, GERALD L., 1978: Mellanby, Edward, Dictionary of Scientific Biography, Volume XV (15), S. 417 - 420, New York.

GEISON, L. GERALD, 1974: Pasteur, Louis. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 350 - 416, New York.

GEISS, IMANUEL, 2007 (vorher ab 1986 bei Rowohlt Reinbek): Geschichte im Überblick. Daten, Fakten und Zusammenhänge der Weltgeschichte. Köln.

GEISTHARD, FRITZ, 1953: Albert, Heinrich. Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 138.

GEIß, HEINZ, 1975: Das Leben im mykenischen Griechenland. Handel, Schrift, Palastwirtschaft und Ernährung. Das Alterum, Band 21, Heft 4, S. 25 - 233.

GEITLER, JOSEF Ritter von, 1898: Ueber die Verschiedenheit der physikalischen Natur der Kathodentrahlen und der Röntgentrahlen. Annalen der Physik und Chemie, Band 66, S. 65 - 73.

GEITLER, LOTHAR, 1944: Zytologie. Forschungen und Fortschritte, 20. Jahrgang, Nr. 22/23, August, S. 181 185.

GENTNER, WOLFGANG, 1948: Die Radioaktivität in ihrer Bedeutung für naturwissenschaftliche Probleme. Reden gehalten bei der Universitätsfeier am 16. April 1948, Freiburg i. Br.

GENTNER, W., 1959: Einiges aus der frühen Geschichte der Gamma-Strahlen. Ursprünglich in: Herausgeber FRISCH, O. R.; PANETH, F. A; ROSBAND, P., 1959: Beiträge zur Physik und Chemie des 20. Jahrhunderts. Lise Meitner, Otto Hahn, Max von Laue zum 80. Geburtstag. Braunschweig. – Wiederabdruck: HOFFMANN, DIETER; SCHMIDT-ROHR, ULRICH, 2006: Wolfgang Gentner. Festschrift zum 100. Geburtstag. S. 261 – 277. Berlin, Heidelberg, New York.

GERABEK, WERNER E., 1997: Munk, Hermann. Neue Deutsche Biographie, Band 18, S. 595.

GERBER, ROLAND, 2007: Wehrhaft, heilig und schön. Selbstverständnis, Außensicht und Erscheinungsbilder mittelalterlicher Städte im Südwesten des Reiches. - In: JASCHKE, KURT-ULRICH und CHRISTHARD SCHRENK, 2007: Was machte im Mittelalter zur Stadt? Selbstverständnis, Außensicht und Erscheinungsbilder mittelalterlicher Städte. Vorträge des gleichnamigen Symposiums vom 30. März bis 2. April 2006 in Heilbronn. Statdarchiv Heilbronn. S. 25 - 46.

GERHARDT, CH. Und L. CHIOZZA, 1853 b: Untersuchungen über die Amide. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band LXXXVI (86), S. 296 ff.

GERHARDT, CH., 1853 a: Untersuchungen über die wasserfreien organischen Säuren. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band LXXXVII (87), S. 149 – 179.

GERHARDT, CH., 1854: Lehrbuch der Organischen Chemie. Deutsche Originalausgabe vom Verfasser vesorgt unter Mitwirkung von Dr. RUDOLF WAGNER. 1. Band. Leipzig.

GERL - FALKOVITZ, HANNA - BARBARA, 1999: Technik und Religion. Die politische Meinung, Nr. 355, Juni, S. 89 - 95.

GERLACH, WALTHER, 1963: Münchener Erinnerungen. Aus der Zeit von Max von Laues Entdeckung vor 50 Jahren. Physikalische Blätter, 19. Jahrgang, Heft 3, S. 97 - 103.

GERLACH, WALTHER, 1964 a: Die Physik des Galilei. Gedächtnisfeier der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Univesität Bonn anläßlich der 400. Wiederkehr des Geburtstages von Galileo Galilei. Bonner Akademische Reden. Bonn. S. 5 - 24.

GERLACH, WALTHER, 1964 b: Zur Geistesgeschichte der Galileizeit. Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 32, Heft 1.

GERLACH, WALTHER, 1964 c: Tradition und Evolution in den Naturwissenschaften, Physikalische Blätter, 20. Jahrgang, Heft 7, S. 293 - 303.

GERLACH, WALTHER, 1967 a: Das Vakuum in Geistesgeschichte, Naturwissenschaft und Technik. Physikalische Blätter, 23. Jahrgang, Heft 3, S. 97 - 106.

GERLACH, WALTHER, 1967 b: 150 Jahre Fraunhofersche Linien. Physikalische Blätter, Heft 4, S. 145 - 149.

GERLACH, W., 1970: 75 Jahre Röntgenstrahlen. Physikalische Blätter, 26. Jahrgang, S. 490 - 497.

GERLACH, W. 1970 b: Entstehung und Entwicklung der modernen Naturwissenschaften. - In. WOLFGANG LAßKOWSKI: Geisteswissenschaft und Naturwissenschaft. Berlin.

GERLACH, WALTHER, 1971a: Jo. Keplerus, Mathematicus. Zur vierhundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Physikalische Blätter, 27. Jahrgang, S. 529 - 541.

GERLACH, WALTER, 1971 b: Elster, Johann Philipp Ludwig Julius. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 354 – 357. New York.

GERLACH, WALTHER, 1973: Zum 200. Geburtstag von Thomas Young - Die Entdeckung der transversalen Lichtschwingung. Physikalische Blätter, 29. Jahrgang, S. 268 - 270.

GERLACH, WALTHER, 1976 a: Wilhelm Conrad Röntgen. - In: "Die Grossen", IX, S. 34 - 65. Zürich.

GERLACH, WALTHER, 1976 b: Max Planck. - In: "Die Grossen", IX, S. 380 - 405. Zürich.

GERLACH, WALTHER, 1977: Kayser, Heinrich. Neue Deutsche Biographie, 11. Band, S. 361 / 362.

GERLAND, ERNST, 1906/1995: s. LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1906/1995.

GERMANN, PETER, 2008: Der Anbau von Biotreibstoff als Gefahr für die Äcker. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 6. August, Nr. 181, S. 31.

GERSTE, RONALD D., 1996: Der Zauberkönig Gustav III. und Schwedens Goldene Zeit. Göttingen.

GERSTENGARBE, SYBILLE, 2012: Paula Hertwig - Genetikerin im 20. Jahrhundert Eine Spurensuche. Acta Historica Leopoldina, Nummer 58.

GERTEIS, KLAUS, 1986: Die deutschen Städte in der frühen Neuzeit: zur Vorgeschichte der "bürgerlichen Welt". Darmstadt.

GERVINUS, G.G., 1855: Geschichte des neunzehnten Jahrhunderts seit den Wiener Verträgen. Erster Band. Leipzig.

GESSNER, FRITZ und HEINZ WOLTERECK, 1959: Das unwahrscheinliche Leben. Eine Biologie für alle von ... Berlin.

GEUS, ARMIN, 2003: Rösel von Rosenhof, August Johann. Neue Deutsche Biographie, 21. Band, S. 738 / 739.

GEYER-KORDESCH, JOHANNA, 2009: Die Ruinen von Palmyra und das Luisium. Mitteilungen des Vereins für Anhaltinische Landeskunde, 18, S. 37 - 63.

GIARDINI, CESARE, 1986 (1. Auflage 1936): Don Carlos. Infant von Spanien 1545 - 1568. Mit einem Nachwort von RÜDIGER VON BRUCH. München. - Original: Il tragico destino di Don Carlos.

GIAUQUE, W. F. and H. L. JOHNSTON, 1929 a: An Isotope of Oxygen, Mass 18, Interpretation of Atmospheric Absorption Bands. The Journal of the American Chemical Society, Vol. LI (51), January – June, S. 1436 – 1441.

GIAUQUE, W. F. and H. L. JOHNSTON, 1929 b: An Isotope of Oxygen, Mass 17, in the Earth's Atmosphere. The Journal of the American Chemical Society, Vol. LI (51), July – December, S. 3528 – 3534.

GIBBS - SMITH, CHARLES H., 1963: The Wright Brothers and their Invention of the practical Aeroplane. Nature, Vol. 198, June 1, S. 824 - 826.

GICKLHORN, JOSEF, 1939: Thaddäus Haenke als deutscher Chemiker und Pionier einer Nationalwirtschaft in Südamerika während 1789 - 1817. Angewandte Chemie, 52. Jahrgang, Nr. 14, 8. April, S. 257 - 260.

GICKLHORN, RENÉE, 1966: Thaddäus Haenkes Reisen und Arbeiten in Südamerika. Nach Dokumentarforschungen in spanischen Archiven. Wiesbaden.

GIERER, ALFRED und GERHARD SCHRAMM, 1956: Die Infektiosität der Nucleinsäure aus Tabakmosaikvirus. Zeitschrift für Naturforschung, 11 b, 3 (März), S. 138 - 142.

GIERKE, v., 1935: Zur Einführung des Agar-Agars in die bakteriologische Technik. Ein Gedenkwort für eine deutsche Arztfrau. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 133. Band, Heft 5/6, S. 273.

GIESECKE, HANS, 1972: Das alte Erfurt. Leipzig.

GILBERT, WALTER, 1981: DNA-Sequenzierung und Gen-Struktur. Nobel.Vortrag. Angewandte Chemie, 93. Jahrgang, Heft 12, S. 1037 - 1046.

GILBERT, WALTER, 1986: The RNA world. Nature, Vol. 319, 20 February, S. 618.

GILGEN, CHRISTIAN, 2011: Der Mittelwald, eine alte forstliche Betriebsart, wird in der Nordwestschweiz wiederentdeckt. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel, 13, S. 33 - 42.

GILL, DAVID, 1908: President Address. Report of the Seventy-Seventh Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Leicester, 31 July - 7

August, 1907. London.

GILLESPIE, NEAL C., 1977: The Duke of Argyll, Evolutionary Anthropology, and the Art of Scientific Controversy. Isis, 66, No. 241, S. 40 - 54.

GILLISPIE, CHARLES C., 1994: Napoleons Ägypten-Feldzug - Nutzen für die Wissenschaft. Spektrum der Wissenschaft, Dezember, S. 72 - 80.

GINGERICH, OWEN, 1975: Astronomy three hundred Years ago. Nature, Volume 255, June 19, S. 602 - 607.

GINGERICH, OWEN, 1973: Lacaille, Nicolas-Louis de. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 542 - 545, New York.

GINGERICH, OWEN, 1981: The Censorship of Copernicus' *De Revolutionibus*. Annali Dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, Anno VI, Fascicolo 2, S. 45 - 61.

GINGERICH, OWEN,1993: Astronomie und Geographie an der Wende zur Neuzeit. Spektrum der Wissenschaft, Januar, S. 82 - 88.

GINTL, 1874: Zur Erinnerung an Friedrich Rochleder. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 10, S. 457 – 473.

GIRTANNER, CHRISTOPH, 1795: Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Zweite, verbesserte und stark vermehrte Auflage. Berlin.

GITERMANN, 1949 (3. durchgesehene Auflage): Geschichte der Schweiz. Zürich.

GLAS, EDUARD, 1979: Chemistry and Physiology in their historical and philosophical Relations. Proefschrift ... Delft.

GLASER, C., 1913: Heinrich von Brunck. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 46. Band, S. 353 - 389.

GLASER, DONALD A., 1961: Elementarteilchen und Blasenkammern. Nobelvortrag 1960. Physikalische Blätter, 17. Jahrgang, Heft 12, S. 545 - 559.

GLASS, H. BENTLEY, u. a. 1977: Shull, George Harrison. Dictionary of American Biography, Supplement Five, S. 628 / 629.

GLAUBRECHT, MATTHIAS, 1999: Die neolithische Revolution gab es nicht. Süddeutsche Zeitung, Nr. 3, 5. / 6. Januar, S. V 2 / 11.TH.

GLEDITSCH, 1782: Beytrag zur Geschichte der einheimischen Futterkräuter in der Mark Brandenburg überhaupt, und insbesondere des großen deutschen Sand- und Feldspergels. – In: Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, Dritter Band, S. 42 – 83.

GLEICHEN, WILHELM FRIEDRICH Freiherrn von GLEICHEN, genannt RUßWORM, 1777: auserlesene mikroskopische Entdeckungen bey den Pflanzen, Blumen und Blüthen, Insekten und andern Merkwürdigkeiten. Nürnberg.

GLEITSMANN, ROLF-JÜRGEN, 1984: Der Einfluß der Montanwirtschaft auf die Waldentwicklung Mitteleuropas. Der Anschnitt. Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau. Hrsg. Bergbaumuseum Bochum. S. 24 - 39.

GLEITSMANN, ROLF-JÜRGEN, 1985: Erfinderprivilegien auf holzsparende Technologien im 16. und frühen 17. Jahrhundert. Technikgeschichte, Band 52, Nr. 3, S. 217 - 231.

GMELIN, JOH. FRIEDR., 1790: Grundriß der Mineralogie. Göttingen.

GMELIN, JOHANN FRIEDRICH, 1796: Handbuch der technischen Chemie. 2. Band. Halle.

GNILKA, CHRISTIAN, 2005: Wahrheit und Ähnlichkeit. - In: RABAN VON HECHLING (Hrsg): Griechische Mythologie und frühes Christentum. S. 194 - 226. Darmstadt.

GÖB, PETER, 1972: Hoffmann, Felix. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 415 / 416.

GOEBEL, K., 1887: Ueber künstliche Vergrünung der Sporophylle von Onoclea Struthiopteris Hoffm. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, V. Band, S. LXIX – LXXIV.

GOEBEL, K., 1893: Zur Geschichte unserer Kenntniss der Correlationsvorgänge. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 77, S. 28 – 42.

GOEBEL, K., 1895: Ueber die Einwirkung des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 80, S. 96 – 116.

GOEBEL, K., 1896: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. II. Die Abhängigkeit der Blattform von Campanula rotundifolia von der Lichtintensität und Bemerkungen über die Abhängigkeit der Heterophyllie anderer Pflanzen von äusseren Factoren. Flora ..., 82, S. 1 – 13.

GOEBEL, K., 1897: Julius Sachs. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 84, Ergänzungsband, S. 101 - 130.

GOEBEL, K., 1902: Ueber Regeneration im Pflanzenreich. Biologisches Centralblatt, 32, 13, S. 385 – 397.

GOEBEL, K., 1908: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin.

GOEBEL, K., 1922: Ernst Stahl zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 8, 8, S. 141 – 148.

GODMAN, PETER, 2001: Weltliteratur auf dem Index. Die geheimen Gutachten des Vatikans. Unter Mitwirkung von JENS BRANDT. Berlin, München.

GOFF s. LeGOFF

GOLDAMMER, PETER (herausgegeben), 1977: Erlebtes und Erfahrenes. Autobiograpien von Seume bis Keller. Rostock.

GOLDBECK, GUSTAV, 1957: Büssing, Johann Heinrich ... Neue Deutsche Biographie, 3, S. 4 / 5.

GOLDBERG, EDWARD D., 1971: Clarke, Frank Wigglesworth. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, New York, S. 292 - 294.

GOLDMANN, EDWIN E., 1913: Vitalfärbung am Zentralnervensystem. Beitrag zur Physio-Pathologie des Plexus chorioideus und der Hirnhäute. Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1913, Physikalisch-Mathematische Classe. S. 1 - 55.

GOLDMANN, YALE and CLARA FRANZINI-ARMSTRONG and CLAY M. ARMSTRONG, 2012: Andrew Fielding Huxley (1917 - 2012). Nature, Vol. 486, 28 June, S. 474.

GOLDSCHMIDT, ALFONS, 1985: Mexico. Mit 14 Zeichnungen von Diego Rivera. - Auf den Spuren der Azteken. Ein mexikanisches Reisebuch. Leipzig.

GOLDSCHMIDT, HANS, 1898: Ueber ein neues Verfahren zur Darstellung von Metallen und Legierungen mittelst Aluminiums. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 301, S. 19 - 28.

GOLDSCHMIDT A.-G. Essen. Neun Jahrzehnte Geschichte einer deutschen chemischen Fabrik. Essen 1937.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1959: Erlebnisse und Begegnungen. Hamburg und Berlin.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1962: Theoretische Genetik. In deutscher Sprache bearbeitet und herausgegeben von Prof. Dr. FRANZ SCHWANITZ. Berlin.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1963: Im Wandel das Bleibende. Mein Lebensweg. Hamburg und Berlin .

GOLDSCHMIDT, VICTOR, 1920: Zwischen zwei Zeitaltern. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 27. August, Heft 35, S. 691 - 696.

GOLDSCHMIDT, V. M., 1921: Die Phosphatrohstoffe. Die Naturwissenschaften, 9. Jahrgang, Heft 14, 4. November, S. 887 – 891.

GOLDSCHMIDT, V. M., 1922: Über die Massenverteilung im Erdinneren, verglichen mit der Struktur gewisser Meteoriten. Die Naturwissenschaften, Heft 42, 20. 10., S. 918 - 920.

GOLDSCHMIDT, V. M., 1926: Probleme und Methoden der Geochemie. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Band XV, S. 38 - 50.

GOLDSCHMIDT, V. M., 1937: The Principles of Distribution of Chemical Elements in Minerals and Rocks. Journal of the Chemical Society, S. 655 - 673.

GOLDSCHMIDT, RICHARD, 1959: Erlebnisse und Begegnungen. Hamburg und Berlin.

GOLLWITZER, HEINZ, 1955: Benzenberg, Johann Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 60.

GOLTZ, DIETLINDE, 1986: Medizinhistorisches Journal, Band 21, Heft 3/4, S. 242 - 268.

GOLTZ, FRIEDRICH, 1881: Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Vierte Abhandlung. Archiv für die gesammte Physiologie, 26, S. 1 - 49.

GOOCH, GEORGE P., 2006: Friedrich der Grosse. Preußens lehendärer König. Aus dem Englischen von KLAUS DOCKHORN. - In Deutsch zuerst Göttingen 1951.

GOOD, GREGORY A., 2004: Sabine, Sir Edward. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 48, S. 512 - 515.

GOODAY, GRAEME J. N., 2004: Playfair, Lyon. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 44, S. 556 – 560.

GOODMAN, D. C., 1972: Chemistry and the two organic Kingdoms of nature in the Nineteenth Century. Medical history, Vol. XVI: 113 - 130.

GOODMAN, D. C.,1976: Wollaston, William Hyde. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 486 - 494, New York.

GOODRUM, MATTHEW R., 2014: Crafting a New Science. Defining Palaeoanthropology and Its Relationship to Prehistoric Archaeology, 1860 - 1890. Isis, 105, S. 706 - 733.

GORBATSCHOW, MICHAIL, 2015: Das neue Russland. Der Umbruch und das System Putin. Übersetzung aus dem Russischen von BORIS REITSCHUSTER. Köln.

GORDON, HUGH, 1996: Richard Laurence Millington Synge. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 42, S. 455 – 479.

GORDON, HUGH, 2004: Synge, Richard Laurence Millington. Oxford Dictionary of National Biography, Volume , S. 621 – 623.

GÖRIZ, KARL, 1841: Beiträge zur Kenntniß der Württembergischen Landwirthschaft. Stuttgart und Tübingen.

GORJANOVIC'-KRAMBERGER, KARL; 1906: Der diluviale Mensch von Krapina in Kroatien. Wiesbaden.

GOSCHLER, CONSTANTIN, 2002: Rudolf Virchow. Mediziner - Anthropologe - Politiker. Köln, Weimar, Wien.

GOSLICH, 1911: Die Entwicklung der Zementindustrie. Zeitschrift für angewandte Chemie ..., XXIV. Jahrgang, Heft 37, S. 1745 - 1759.

GOSLICH, K., 1924: Einhundert Jahre Portlandzement. Zeitschrift für angewandte Chemie, 37. Jahrgang, Nr. 19 und in Fortsetzungen.

GOETHE, JOHANN WOLFGANG, Ausgabe 1954: Die Schriften zur Naturwissenschaft. 3. Band: Zur Morphologie, 1. Band. 2. Heft. Weimar.

GOETHE, J. W., Ausgabe 1978: Kampagne in Frankreich . Belagerung von Mainz. 1822. - In: GOETHE Poetische Werke. Autobiographische Schriften III. S. 65 - 305. Berlin.

GOETHE, J. W., Ausgabe 1978: Reise in die Schweiz 1797. Aus dem Nachlaß bearbeitet von JOHANN PETER ECKERMANN. - In: GOETHE Poetische Werke. Autobiographische Schriften III. S. 309 - 477. Berlin.

GOETHE, J. W., Ausgabe 1978: Kunst und Altertum am Rhein und Main. - In. GOETHE Poetische Werke. Autobiographische Schriften III. S.537 - 624. Berlin.

GOETHE, Ausgabe 1955: Goethes Gespräche mit Eckermann. Berlin.

GOETHE, o. J.: Mahomet. Trauerspiel in fünf Aufzügen nach Voltaire. Reclam. Leipzig.

GOETZ, HANS-WERNER, 1980: Die Geschichtstheologie des Orosisus. - Impulse der Forschung, Band 32. Darmstadt.

GOETZ, HANS-WERNER, 1991 (4. unveränderte Auflage): Leben im Mittelalter: vom 7. bis zum 13. Jahrhundert. München.

GÖTZ, P., 1950: Das atmosphärische Ozon und seine Bedeutung. (Autoreferat). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 95, S. 64 / 65.

GÖTZEN, G. A. Graf VON, 18992: Durch Afrika von Ost nach West. Resultate und Begebenheiten einer Reise von der Deutsch-Ostafrikanischen Küste bis zur Kongomündung in den Jahren 1893 / 94. 2. Auflage. Berlin.

GÖTZINGER, 1890: Scheitlin, Peter. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 30, S. 734 – 736.

GOUGH, J. B., 1971: Charles, Jacques-Alexandre-Cesar. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, 207 / 208, New York.

GOUGH, J. B., 1971: Fahrenheit, Daniel Gabriel. Dictionary of Scientific Biography, Volume, IV, S. 516 – 518, New York.

GOULD, STEPHEN JAY, 1992: Die Entdeckung der Tiefenzeit. Zeitpfeil oder Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde. Aus dem Amerikanischen von HOLGER FLIEßBACH. München. - Original: Time's Arrow - Time's Cycle. Harvard University Press, Cambridge, Mss. 1987.

GRAEBE, CARL, 1868: Ueber Naphthalin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Band 1, S. 36 – 38.

GRAEBE, C. und C. LIEBERMANN, 1868 a: Ueber Alizarin und Anthracen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 1, S. 49 - 51.

GRAEBE, C. und C. LIEBERMANN, 1968 b: Ueber Farbstoffe aus der Anthracengruppe. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft ..., 1, S. 104 - 108.

GRAEBE, C. und C. LIEBERMANN, 1868 c: Ueber den Zusammenhang zwischen Molecularconstitution und Farbe bei organischen Verbindungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft ..., S. 106 - 108.

GRAEBE, C. und C. LIEBERMANN, 1869: Ueber künstlichen Alizarin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 2, S. 332 - 334.

GRAEBE, C., 1907: Die Entwicklung der organischen Chemie. - In. Vier Vorträge über die wichtigsten Fortschritte der chemischen Disziplinen in den letzten 40 Jahren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XXXX, S, 4638 - 4644.

GRAEBE, C., 1873: Ueber Phenanthren. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLXVII (167), S. 131 – 166.

GRAEBE, C., 1909: Marcelin Berthelot. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 41, Nr. 19 A, S. 4805 - 4872.

GRAEBE, CARL, 1920: Geschichte der organischen Chemie. 1. Band. Berlin.

GRABMANN, MARTIN, 1931: Der lateinische Averroismus des 13. Jahrhunderts und seine Stellung zur christlichen Weltanschauung. Mitteilungen aus ungedruckten Ethikkommentaren. Vorgetragen am 8. November 1930. Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Philosophisch-historische Abteilung. Jahrgang 1931, Heft 2. München.

GRADMANN, ROBERT, 1934: Die Steppen des Morgenlandes in ihrer Bedeutung für die Geschichte der menschlichen Gesittung. Stuttgart.

GRADMANN, ROBERT, 1943: Siedlungsformen als Geschichtsquelle und als historisches Problem. Zeitschrift für württembergische Landesgeschichte, S. 25 - 56.

GRADMANN, ROBERT, 1950: Pfahlbauten und Klimaschwankungen. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, 69. Heft. Sonderdruck.

GRAF, G. E., 1937: Kautschuk in der Weltwirtschaft. Geographische Zeitschrift, 43. Jahrgang, Heft 9, S. 315 - 322.

GRAF, G. E., 1939: Kulturgeographische Wandlungen im deutschen Lebensraum durch systematische Pflanzenzüchtung. Geographische Zeitschrift, 45. Jahrgang, Heft 3, S. 81 – 91.

GRAHAM, A. J., 1964: Colony and Mother City in Ancient Greece. Manchester University Press, Manchester.

GRAHAM, THOMAS, 1861: Liquid Diffusion applied to Analysis. Philosophical Transactions ..., 151, S. (183) - (224).

GRAHAM, TH., 1862: Anwendung der Diffusion der Flüssigkeiten zur Analyse. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXI (121), S. 1 – 80. – Übersetzung von vorig.

GRAHAM-SMITH, Sir FRANCIS, 1986: Martin Ryle. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 32, 496 - 515.

GRAHMANN, RUDOLF, 1939: Bemerkungen über einige Arbeitsweisen bei der Herstellung von Feuersteinartifakten im Altpaläolithikum. Kultur und Rasse, Festschrift zum 60. Geburtstag Otto Reche's, S. 88 - 96.

GRALATH, DANIEL, 1747: Geschichte der Elektrizität. Versuche und Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Dantzig, 1. Teil. Dantzig.

GRANIT, RAGNAR, 1971: Fernel, Jean Francois. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 584 - 586, New York.

GRANT, EDWARD, 1974: Peter Peregrinus. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 532 - 540. New York,

GRAPES, RODNEY, 2006: Alexander Mc Kay and the Discovery of Lateral Displaceme nt in Faults. Centaurus, Volume 48, Number 4.

GRAY, E. G., 1959: Electron Microscopy of Synaptic Contacts on Dendrite Spines of the Cerebral Cortex. Nature, Volume 183, No. 4675, June 6, S. 1592/1593.

GRAYLING, A. C., 2009: Die toten Städte. Waren die alliierten Bombenangriffe Kriegsverbrechen? Aus dem Englischen von THORSTEN SCHMIDT. München. – Original: Among the Dead Cities. Was the Allied Bombing of Civilians in WW II a Necessity or a Crime. London 2006.

GREEN, PETER, 2007: The Hellenistic age: a short history. New York.

GREENE, JOHN C., 1976: Volney, Constantin-Francois Chasse-Boeuf, Comte de. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 68/69. New York.

GREENAWAY, FRANK, 1979: Jöns Jakob Berzelius: the creative conservative. Endeavour, New Series, Volume 3, No. 4, S. 138 - 143.

GREENAWAY, FRANK, 2004: Henry, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 26, S. 596 / 597.

GREENWOOD, N. N.; A. EARNSHAW, 1990: Chemie der Elemente. Übersetzt von K. HÜCKMANN. Weinheim, Basel, Cambridge.

GREGOR, BRYAN, 1990: Nieuwenkamp, Willem. Dictionary of Scientific Biography, Volume 18, Supplement II, S. 675 - 682, New York.

GREGOR(IUS) VON TOURS, Original um 538 oder 539, deutsch 1878 (2. Auflage): Zehn Bücher Fränkische Geschichte, Übersetzt von WILHELM VON GIE-

SEBRECHT. - Die Geschichtsschreiber der deutschen Vorzeit, Zweite Gesammtausgabe. Sechstes Jahrhundert, Band IV, Leipzig.

GREGORY, R. A., 1977: The Gastrointestinal Hormones: An Historical Review. - In: HODGKIN, A. L.; A. F. HUXLEY, W. FELDBERG und andere, 1977: The Pursuit of Nature. Informal Essays on the History of Physiology. S. 105 - 132. Cambridge University Press.

GREVILLE, 1832: über die Algen. Übersetzung von CREPLIN. Beiblätter zur Flora, 1. Band, S. 33 - 77.

GREILING, WALTER, 1972: Heyden, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 68 / 69.

GREINER, MARTIN, 1954: Zwischen Biedermeier und Bourgeoisie. Ein Kapitel deutscher Literaturgeschichte im Zeichen Heinrich Heines. Leipzig.

GRIESS, PETER, 1858: Vorläufige Notiz über die Einwirkung von salpetriger Säure auf Amidinitro- und Aminotroühenylsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CVI (106), S. 123 – 125.

GRIESS, P., 1860: Ueber eine neue Klasse organischer Verbindungen, welche Wasserstoff durch Stickstoff vertreten enthalten. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXIII (113), S. 201 – 217.

GRIFFITH, BILL, 2004: Wilkinson, Sir Geoffroy. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 58, S. 999 - 1002.

GRIFFITH, WILLIAM P. and PETER J. T. MORRIS, 2003: Charles Hatchett (1765 - 1847), Chemist and Discoverer of Niobium. Notes and Records of the Royal Society of London, 57 (3), S. 299 - 316.

GRIMM, HERMANN, 1847: Das sächsische Erzgebirge malerisch, historisch und artistisch durchwandert. Ein Wegweise für Gebirgsfreunde und Kunstliebhaber. Dresden.

GRMEK, M. D., 1970 a: Baglivi, Georgius. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 391 7 392, New York.

GRMEK, M. D., 1970 b: Bernard, Claude. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 24 - 34, New York.

GRMEK; M. D., 1974: Magendie, Francois. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 7 – 11. New York.

GRIMM, HEINRICH, 1955: Brunfels, Otto. Neue Deutsche Biographie, band 2, S. 677 / 678.

GROBER, ULRICH, 1999: Der Erfinder der Nachhaltigkeit. ... Hans Carl von Carlowitz ... Die Zeit, , Nr. 48, 25 November, S. 98.

GROBER, ULRICH, 2010: Wem gehört die Erde? ... Paulus Niavis. Die Zeit, 4. März, Nr. 10, S. 72.

GROH, RUTH und DIETER GROH, 1998: Zum Wandel der Denkmuster im geologischen Diskurs des 18. Jahrhunderts. Zeitschrift für historische Forschung, 25. Band, Heft 1, S, 575 - 604.

GROSS, HANS J. und DETLEV RIESNER, 1980: Viroide: Eine Klasse subviraler Krankheitserreger. Angewandte Chemie, 92. Jahrgang, Heft 4, S. 233 - 245.

GROSSMANN, H., 1916: Adolph Frank †. Zeitschrift für angewandte Chemie, 29, I: 373 - 377.

GROSSMANN, HENRYK, 1935: Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur. Zeitschrift für Sozialforschung. Herausgegeben im Auftrag des Instituts für Sozialforschung von MAX HORKHEIMER. Jahrgang IV, Heft 2, S. 161 - 231.

GRÖSSING, HELMUTH, 2000: Frühling der Neuzeit. Wissenschaft, Gesellschaft und Weltbild in der frühen Neuzeit. - Perspektiven der Wissenschaftsgeschichte ... Band 12. Wien.

GROß, MICHAEL, 2012: Stickstoffkreislauf: zu viel des Guten? Nachrichten aus der Chemie, 60, April.

GROßMANN, WALTER, 1974: Hunaeus, Georg. Neue Deutsche Biographie, 10, S. 61.

GROTELÜSCHEN, FRANK, 2010: Die Schätze der Chinesen. Seltene Erden ... Stern, 46, S. 146 - 148.

GROUT, ANDREW, 2004: Oldham, Richard Dixon. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 41, S, 695 / 696.

GROVE, RICHARD, 1995: Green imperialism. Colonial expansion, tropical island Edens and the origins of environmentalism, 1600 - 1860. Cambridge University Press.

GRUBER, MAX von, 1923: Der Anteil von Anlage und Umwelt an der Persönlichkeit. Festrede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der Preußischen Akademie der Wissenschaften zur Feier des 164. Stiftungsfestes am 27. 6. 1923. München.

GRUHL, HERBERT, 1975: Ein Planet wird geplündert. Die Schreckensbilanz unserer Politik. Frankfurt am Main.

GRUHL, HERBERT, 1992: Himmelfahrt ins Nichts. Der geplünderte Planet vor dem Ende. München.

GRÜN, AD. und Th. WIRTH, 1920: Über den Ursprung des Erdöls. Bildung aus freien Fettsäuren oder Seifen; Bildung aus animalischen Kohlenwasserstoffen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 53. Jahrgang, S. 1301 – 1312.

GRUNBERG-MANAGO, MARIANNE; SEVERO OCHOA, 1955: Enzymatic Synthesis and Breakdown of Polynucleotides; Polynucleotide Phosphorylase. Journal of the American Chemical Society, Volume 77, S. 3165/3166.

GRUNBERG-MANAGO, MARIANNE, 1992: Severo Ochoa. Biographical Memoirs Royal Society, Volume 43, S. 350 ff.

GRÜNHAGEN, 1888: Reden, Friedrich Wilhelm Graf v. Allgemeine Deutsche Biographie, 27. Band, S. 510 – 513.

GRUNDMANN, EKKEHARD, 2001: Gerhard Domagk - der erste Sieger über die Infektionskrankheiten. - Worte - Werke - Utopien, Thesen und Texte Münsterscher Gelehrter, Band 13. Münster, Hamburg, London.

GRÜNTZIG, JOHANNES W.; HEINZ MEHLHORN, 2010: Robert Koch. Seuchenjäger und Nobelpreisträger. Heidelberg.

GRZIMEK, BERNHARD, 2009: Mein Leben. Erinnerungen des Tierforschers. Nachwort der Neuausgabe von MICHAEL MIERSCH. München, Zürich.

GUARESCHI, ICILIO, 1903: Amadeo Avogadro und die Molekulartheorie. Deutsch von Dr. OTTO MERCKENS. Monographien aus der Geschichte der Chemie, herausgegeben von GEORG W. A. KAHLBAUM, 7. Heft, Leipzig.

GUDGER, E. W., 1934-1935: The five great naturalists of the sixteenth century: Belon, Rondelet, Salviani, Gesner, and Aldrovandi: a chapter in the history of Ichthyology. Isis, Vol. XXII, 1, No. 63: 21 - 40.

GUDERNATSCH, J. F., 1913: Feeding Experiments on Tadpoles. I. The influence of specific organs given as food on growth and differentiation. A contribution to the knowledge of organs with internal secretion. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, ... WILHELM ROUX, 35. Band, S, 457 - 483.

GUERRA, FRANCISCO, 1974: Monardes, Nicola´s Bautista. Dicitonary of Scientific Biography, Volume IX, S. 466, New York.:

GUERICKE, OTTO von, 1672, neue Ausgabe 1968: Neue (sogenannte) Magdeburger Versuche über den leeren Raum. Übersetzt und herausgegeben von HANS SCHIMANK. Düsseldorf.

GUERLAC, HENRY,1951: The Continental Reputation of Stephen Hales. Archives Internationales d'Histoire des Sciences. Quatrie´me Année - No. 15, Avril. S. 393 - 404.

GUERLAC, HENRY, 1957: Joseph Black and Fixed Air. A Bicentary Retrospective, with Some New od Little Known Material. Isis, Vol. 48, Part 2, No. 192: 134 - 151, 433 - 456.

GUERLAC, HENRY, 1959: A Lost Memoir of Lavoisier. Isis, Vol. 50, Part 2, No. 160, June: 125 - 129.

GUERLAC, HENRY, 1961 a: Quantification in Chemistry. Isis, Vol. 52, Part 2, No. 168, June: 194 - 214.

GUERLAC, HENRY, 1961 b: Some Daltonian Doubts. Isis, Vol. 52, Part 4, No. 170, December: 544 - 551.

GUERLAC, HENRY, 1972: Hales, Stephen. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 35 - 48, New York.

GUERLAC, HENRY, 1972: Hauksbee, Francis. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 169 – 176, New York.

GUERLAC, HENRY, 1973: Lavoisier, Antoine-Laurent. Dictionary of Scientifiv Biography, Volume VIII, New York. S. 66 - 91.

GUGEL, KURT F., 1955: Johann Rudolph Glauber 1604 - 1670 Leben und Werk. Würzburg.

GUGGENHEIM, KURT, 1959: Sandkorn für Sandkorn, Die Begegnung mit J.-H. Fabre. Zürich und Stuttgart.

GUGITZ, GUSTAV und KIRCHMAYER, MARTIN, 1964: Giesecke, Karl Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 363 / 364.

GUILLEMIN, ROGER, 1977: Peptides in the Brain, the new Endocrinology of the Neuron. Nobel Lecture, 8 December 1977. Les Prix Nebel en 1977. Stockholm. S. 160 - 193.

GÜMBEL, 1875: Bischof, Karl Gustav. Allgemeine Deutsche Biographie, 2. Band, S. 665 – 669.

GÜMBEL, C. W., 1877: Die geognostische Durchforschung Bayerns. Rede für die öffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 28. März 1877 zur Feier ihres einhundert und achtzehnten Stiftungstages ... München.

GÜMBEL, v., 1895: Veltheim, Franz Wilhelm Werner v. Allgemeine Deutsche Biographie, 39. Band, S. 586 / 587.

GÜMBEL, v., 1896: Voigt, Johann Karl Wilhelm. Allgemeine Deutsche Biographie, 40. Band, S. 205.

GUMOND, ALICE A., 1972: Herbert, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 295 – 297, New York.

GÜNTHER, 1891a, 1891: Schöner, Johann. Allgemeine Deutsche Biographie, 32. Band, S. 295 - 277.

GÜNTHER, 1891b: Schwabe, Heinrich Samuel. Allgemeine Deutsche Biographie, 33, S. 159 - 161.

GÜNTHER, 1896: Volckamer, Johann Georg. Allgemeine deutsche Biographie, 40. Band, S. 225 / 226.

GÜNTHER, FRANZ, 1985: Lehmann, Franz. Neue Deutsche Biographie, 14, S. 78 / 79.

GUENTHER, KONRAD, 1905: Der Darwinismus und die Probleme des Lebens. Zugleich eine Einführung in das einheimische Tierleben. Freiburg i. Br.

GÜNTHER, ROSMARIE, 2001: Stadtleben und Villenkultur in der Wahrnehmung der römischen Aristokratie. - In. Herausgegeben von SYLVIA SCHRAUT und BERNHARD STIER: Stadt und Land. Bilder, Inszenierungen und Visionen in Geschichte und Gegenwart. Wolfgang von Hippel zum 65. Geburtstag. Veröffentlichungen der Kommission für Geschichtliche Landeskunde in Baden-Württemberg, Reihe B, Forschungen, 147. Band. Stuttgart.

GURDON, J. B. and V. UEHLINGER, 1966: "Fertile" Intestine Nuclei. Nature, Volume 210, June 18, S. 1240 - 1241.

GURLT, E., 1898: Wirsung, Johann Georg. Allgemeine Deutsche Biographie, 43. Band, S. 521 / 522.

GURNETT, D. A. and A. BHATTACHARJEE, 2005: Introduction to Plasma Physics. With Space and Laboratory Applacations. Cambridge University Press.

GURNEY, O. R., rev. P. W. M. FREEMAN, 2004: Garstang, John Burges Eustace. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 551 – 553.

GUSSIN, ARNOLD E. S., 1963: Jacques Loeb: The Man, and His Tropism Theory of Animal Conduct. Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, Vol. XVIII, No. 4, S. 321 - 336.

GUST, WOLFGANG, 2007 (1995 München, Wien): Das Imperium der Sultane. Die Geschichte des Osmanischen Reiches. Hamburg.

GÜTHLING, WILHELM, 1950: Tilmann Stella. Nassauische Lebensbilder, Band 4, Wiesbaden. S. 24 - 28.

GUTHRIE, DOUGLAS, 1954: Michael Servetus, 1511 - 1553. Nature, Volume 174, No. 4438, November 20, S. 941/942.

GUTINA, V., 1973: Ivanovsky, Dmitri Iosifovich. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII (7), New York, S. 34 - 36.

GUTINA, V., 1976: Vinogradsky, Sergej Nikolaevich. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S..36 – 38, New York.

H., 1821: Astruc (Joh.). Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste ... J. S. ERSCH und J. G. GRUBER (hrsg.9, 6. Theil, S. 154.

H., F. W., 1962: Morgan, Lewis Henry. Dictionary of American Biography, Volume VII, S. 183 - 185.

H. O. W., 1963: Rogers, Moses. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 106 / 107.

HAAG-WACKERNAGEL; DANIEL, 2011: Die Taube - eine Erfolgsgeschichte. Biologie Unserer Zeit, 1 (41), S. 44 - 52.

HAARHAUS, JULIUS R., 1921: Ahnen und Enkel. Erinnerungen. Ebenhausen bei München.

HAARMANN, ULRICH (hrsg.), 1994 (3. erw. Auflage): Geschichte der arabishen welt. Beck's Historische Bibliothek. München.

HAAS, THEODOR F., 1971: Das katalytische Cracken. Chemiker-Zeitung, 95. Jahrgang, Nr. 3, S. 127 -133.

HABER, F., 1920 / 1922: Nobel-Vortrag, gehalten am 2. Juni 1920. Le Prix Nobel en 1919 - 1920, S. 1 - 16. Stockholm.

HABER, F., 1923 a: Georg Lunge. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LVI, A, S. 31 - 33.

HABER, FRITZ, 1923 b: Hans Goldschmidt. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LVI, A, S. 77 - 79.

HABER, F., 1926 a: Über den Stand der Frage nach der Unwandelbarkeit der chemischen Elemente. Die Naturwissenschaften, Heft 19, 7. 5., S. 405 - 412.

HABER, F., 1926 b: Über die Grenzgebiete der Chemie. Die Naturwissenschaften, 14. Jahrgang, 17. September, Heft 38, S. 849 - 855.

HABER, F., 1930: Franz Oppenheim zum Gedächtnis am Jahrestag seines Todes (13. Fabruar 1929). Zugleich ein Beitrag zur Geschichte der Aktien-Gesellschaft für Anilinfabrikation. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43. Jahrgang, 15. Februar, Nr. 7, S. 141 - 145.

HÄBERLEIN, MARK, 2007: Schmidl (auch Schmidel, Schmiedel, Schmidt). Neue Deutsche Biographie, 23. Band, S. 161 / 162.

HABERLAND, H., 1984: Atom- und Molekülcluster. Physikalische Blätter, 40. Jahrgang, S. 69 ff.

HABERLANDT, EDDA, 2009: "Es muß etwas Besseres als ein Kondom geben". Ein Rückblick auf das Forscherleben von Ludwig Haberlandt. SpringerMedizin.at. (online).

HABERLANDT, G., 1887: Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena.

HABERLANDT, G., 1899 (herausgegeben und erläutert): Breifwechsel zwischen Franz Unger und Stephan Endlicher. Berlin.

HABERLANDT, G., 1902: Culturversuche mit isolierten Pflanzenzellen. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, CXI. Band, Abtheilung I, S. 69 – 91.

HABERLANDT, G., 1904: Die Sinnesorgane der Pflanzen. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 76. Versammlung zu Breslau, 18. – 24. September 1904, S. 72 – 87. Leipzig.

HABERLANDT, G., 1905 a: Eduard Tangl. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 23, S. (16) – (20).

HABERLANDT, G., 1905 b: Über den Begriff "Sinnesorgan" in der Tier- und Pflanzenphysiologie. Biologisches Centralblatt, 25, 13, S. 446 – 451.

HABERLANDT, G., 1913: Zur Physiologie der Zellteilung. Vorgetragen am 27. Februar 1913. Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, XVII, S. 318 – 345.

HABERLANDT, G., 1922: Über Zellteilungshormone und ihre Beziehungen zur Wundheilung, Befruchtung, Parthenogenesis und Adventivembryonie. Biologisches Zentralblatt, 42, S. 145 – 172.

HABERLANDT, G., 1923a: Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beiträge zur Allgemeinen Botanik, 2. Band, S. 1 – 53. Berlin.

HABERLANDT, G., 1923b: Goethe und die Pflanzen-Physiologie. Leipzig.

HABERLANDT, G., 1933: Erinnerungen. Berlin.

HABERLANDT, LUDWIG, 1924: Über hormonale Sterilisierung des weiblichen Tierkörpers. Ein Beitag zur Lehre von der inneren Sekretion des Eierstockes und der Placenta. Berlin, Wien.

HABERLANDT, LUDWIG: Aufzeichnungen ... in ZANGERL, CORINNA 2014.

HABERLANDT, LUDWIG, 1931: Die hormonale Sterilisierung des weiblichen Organismus. Jena.

HÄBERLE, DANIEL, 1930: Das Rheingold, seine Herkunft, Gewinnung und Verwendung. Geographische Zeitschrift, 36, S. 385 - 403.

HABERLING, WILHELM, 1924: Johannes Müller. Das Leben eines rheinischen Naturforschers. Leipzig.

HACKETT, FRANCIS, 1996: Heinrich VIII. - Original USA. Augsburg.

HACKMANN, W. D., 1976: Swinden, Jan Hendrik Van. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 183/184, New York.

HACKNEY, SHELDON, 1990: The South as a Counterculture. - In: ESCOTT, PAUL D.; GOLDFIELD, DAVID R., edited, 1990: Major Problems in the History of the American South. Volume I. The Old South. S. 21- 31. Lexington Massachusetts, Toronto.

HADORN, E., 1952: Genetik und Chemie. Autoreferat. Vorträge der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 22. Oktober 1951. Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

HADORN, ERNST, 1953: Genetik und Entwicklungsphysiologie. Nach dem Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Essen, 22. September 1952. Die Naturwissenschaften, 40, S. 85 - 91.

HADORN, ERNST, 1961: Experimentelle Entwicklungsforschung an Amphibien. Verständliche Wissenschaft, 77. Band. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

HADORN, ERNST, 1976: Lebenslauf verfaßt vom Verstorbenen und verlesen ... auch wissenschaftliche Würdigung.

HAFFER, JÜRGEN, 2006: Altmeister der Feld-Ornithologie in Deutschland. Blätter aus dem Naumann-Museum, Heft 25, S. 1 – 55.

HAFFER, J. und H. HUDDE, 2007: Naturphilosophie im Leben des Ornithologen Constantin Gloger (1803 – 1863). Blätter aus dem Naumann-Museum, Heft 26, S. 29.

HAGEMANN, RUDOLF, 20: Erwin Baur (1875 – 1933). Pionier der Genetik und Züchtungsforschung.

HAGENBACH, BURCKHARDT, 1895: Zur Aetiologie der Rachitis. Berliner Klinische Wochenschrift, 32 (27. Mai), Nr. 21, S. 449 - 452.

HÄGG, G., 1962 / 1963: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises an KENDREW und PERUTZ. Les Prix Nobel en 1962. S. 30 - 33. Stockholm 1963.

HAGNER, MICHAEL, 2001: Ansichten der Wissenschaftsgeschichte. - In: HAGNER MICHAEL (Herausgeber), 2001: Ansichten der Wissenschaftsgeschichte. S. 7 - 42. Frankfurt am Main.

HAHLBROCK, KLAUS, 2009: Kann unsere Erde die Menschen noch ernähren? Bevölkerungsexplosion – Umwelt – Gentechnik. Herausgegeben von KLAUS WIEGAND. Frankfurt a. M.

HAHN, EDUARD, 1893: Zur wirtschaftlichen Stellung des Negers. Festschrift Ferdinand Freiherrn von Richthofen zum sechzigsten Geburtstag am 5. Mai 1893 dargebracht von seinen Schülern. S. 373 - 383. Berlin.

HAHN, EDUARD, 1903: Entstehung des Getreidebaues. Zeitschrift für Ethnologie, 35, S. 1007 - 1019.

HAHN, EDUARD, 1906: Die primive Landwirtschaft. Eine Erwiderung auf Herrn Dr. Richard Laschs Artikel "Die Landwirtschaft der Naturvölker" und eine Darlegung meiner Theorie der Entstehung der Pflugkultur. Zeitschrift für Socialwissenschaft, IX, S. 79 - 88.

HAHN, EDUARD, 1910. Hackbau und Pflugkultur. Geographischer Anzeiger, 11, S. 127 - 129.

HAHN, E., 1913: Die Hirtenvölker in Asien und in Afrika. Geographische Zeitschrift, 19, S. 305 - 319.

HAHN, EDUARD, 1916: Die Entstehung der Pflugkultur. Zeitschrift für Ethnologie, 48, S. 340 - 348.

HAHN, HANS, 1929: Rabbethge, Matthias Christian. Mitteldeutsche Lebensbilder, 4. Band, S. 268 - 273.

HAHN, MARTIN, 1902: Marcel v. Nencki. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXV (35), S. 4503 - 4521.

HAHN, OTTO, 1907: Ein neues Zwischenprodukt im Thorium. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 40. Jahrgang, Band II, S. 1462 - 1469.

HAHN, OTTO, 1921: Über eine neue radioaktive Substanz im Uran. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LIV, Nr. 6, 11. Juni, S. 1131 - 1142.

HAHN, OTTO, 1925: Die Isotopen des Urans. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 147. Band, S. 16 ff.

HAHN, OTTO, 1928: Das Protactinium als radioaktives und als chemisches Element. Die Naturwissenschaften, 16. Jahrgang, 8. Juni, Heft 23, S. 453 – 457.

HAHN, OTTO, 1948: Einige persönliche Erinnerungen aus der Geschichte der natürlichen Radioaktivität. Die Naturwissenschaften, 35, 3, S. 67 – 74.

HAHN, O., 1954: Die Bedeutung der Grundlagenforschung für die Wirtschaft. – In: Forschung und Wirtschaft, Partner und Fortschritt, II.

HAKELBERG, DIETRICH und INGO WIWJORRA (Herausgeber), 2010: Vorwelten und Vorzeiten. Archäologie als Spiegel historischen Bewußtseins in der Frühen Neuzeit. Wolfenbütteler Forschungen, Band 124.

HAKELBERG, DIETRICH und INGO WIWJORRA, 2010: Vorwelten, Vorzeiten und die 'Archäologie' in der Frühen Neuzeit. - In: HAKELBERG, DIETRICH und INGO WIWJORRA (Herausgeber), 2010: Vorwelten und Vorzeiten. Archäologie als Spiegel historischen Bewußtseins in der Frühen Neuzeit. Wolfenbütteler Forschungen, Band 124, S. 15 - 41.

HAKEN, W. v., 1949: Titan – ein neuer Werkstoff. Chemie-Ingenieur-Technik, 21. Jahrgang, Nr. 1/2, S. 37 / 38.

HAKEN, W. v., 1953: Calciumcarbid, ein Schlüsselprodukt der chemischen Industrie. Chemie-Ingenieur-Technik, 25. Jahrgang, Nr. 8 / 9, S. 534 – 536.

HALES, STEPHEN, 1727 / 1969 (Faksimile): Vegetable Staticks. London and New York.

HALBSGUTH, WILHELM, 1974: Hans Fitting. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 86, S. 577 - 586.HALL, H. TRACY, 1958: Ultrahigh-Pressure Research. Science, Volume 128, Number 3322, 29 August, S. 445 - 449.

HALL, H. TRACY, 1958: Ultrahigh-Pressure Research. At ultrahigh pressures new and sometimes unexpected chemical and physical events occur. Science, Volume 128, Number 3322, 29 August, S. 445 - 449.

HALL, Sir JAMES, 1812:

HALL: s. BOAS, MARIE BOAS HALL, 1966, 1970.

HALL, JOHN WHITNEY, 1998: Das Japanische Kaiserreich. Weltbild Weltgeschichte, Band 20. Augsburg, Frankfurt am Main,.

HALL, A. RUPERT, 1971: Desaguliers, John Theophilus. Dictionary of Scientific Biography. Volume IV,, S. 43 - 46. New York.

HALL, KERSTIN, 1986: Würdigung der Nobelpreisträger STANLEY COHEN und RITA LEVI-MONTALCINI. Les Prix Nobel 1986. S. 25 - 27. Stockholm.

HALLER, ALBRECHT, 1752, deutsch 1773 / 1922: Von den empfindlichen und reizbaren Teilen des menschlichen Körpers. Deutsch herausgegeben und eingeleitet von KARL SUDHOFF. Klassiker der Medizin 27. Leipzig.

(HALLER - nicht auf dem Titelblatt, aber nach der "Vorrede" deutlich), 1775: Briefe über einige Einwürfe nochlebender Freygeister wieder die Offenbarung. I. Theil. Bern. - 1776: Briefe über einige Einwürfe der Freygeister. Zehnder Brief ...

HALLER, R., 1947: Die Färberei als wissenschaftliches Problem. Chimia, Volume 1/4

HALLIER, ERNST, 1868: Parasitologische Untersuchungen bezüglich auf die pflanzlichen Organismen bei Masern, Hungertyphus, darmtyphus, Blattern, Kuhpocken, Schafpocken, Cholera, Nostras etc. Leipzig.

HALLWACHS, WILHELM, 1888a: Ueber den Einfluss des Lichtes auf electrostatisch geladene Körper. Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge XXXIII, S. 301 - 312.

HALLWACHS, WILHELM, 1888b: Ueber die Electrisirung von Metallplatten durch Bestrahlung mit electrischem Licht. Annalen der Physik und Chemie, Band XXXIV, S. 731 – 734.

HALLWACHS, WILHELM, 1889: Ueber den Zusammenhang des Electricitätsverlustes durch Beleuchtung mit der Lichtabsorption. Annalen der Physik und Chemie, Band XXXVII, S. 666 – 675.

HAMBURGER, V., 1969: Hans Spemann and the Organizer Concept. Experientia, Vol. 25, Fasc. 11, 15. 11., S. 1121 - 1125.

HAMEL DE MONCEAU, 1775: Die Kunst des Kohlenbrennens oder die Art und Weise, aus Holz Kohlen zu machen. Aus dem Französischen der Descriptions des Arts et Metiers der Pariser Akademie übersetzt und mit Anmerkungen versehen von JOHANN HEINRICH GOTTLOB von JUSTI. Königsberg und Leipzig.

HAMERLA, RICHARD, 2003: Edward Williams Morley and the Atomic Weight of Oxygen: the Death of Prout's Hypothesis Revisted. Annals of Science, 60, October, S. 351 - 372.

HAMM, BERNDT, 1996: Bürgertum und Glaube: Konturen der städtischen Reformation. Göttingen.

HAMMARSTEN, EINAR, 1933: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises an OTTO WARBURG. Les prix Nobel en 1931. Stockholm. S. 36 - 38.

HAEMMERLEIN, HANS-DIETRICH, 1985: Der Sohn des Vogelpastors. Berlin.

HAMMOND, N. G. L., 1997: The Genius of Alexander the Great. London.

HAENDLER, GERT, 1981 (2. Auflage): Von Tertullian bis zu Ambrosius. Die Kirche im Abendland vom Ende des 2. bis zum Ende des 4. Jahrhunderts. - Kirchengeschichte in Einzeldarstellungen I/3. Berlin.

HANSEMANN, D. von, 1909: Deszendenz und Pathologie. Berlin.

HANSEN, REIMER, 1999: Niebuhr, Carsten. Neue Deutsche Biographie, 19. Band, S. 217 - 219.

HANSTEIN, JOH., 1877: Ehrenberg, Christian Gottfried. Allgemeine Deutsche Biographie, 5. Band, S. 701 – 711.

HANTZSCH, A., 1917a: Über den Einfluß von Lösungsmitteln auf die Lichtabsorption gelöster Stoffe. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 50. Jahrgang, Band II, S. 1415 – 1421.

HANTZSCH, A., 1917b: Über die Konstitution der Carbonsäuren sowie über die optischen und chemischen Vorgänge bei der Bildung von Estern, Salzen und Ionen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 50. Jahrgang, Band II, S.1422 – 1457..

HANTZSCH, A., 1931: Die optischen und chemischen Veränderungen der organischen Nitroderivate und die stereochemische Erklärung ihrer Isomerien. Annalen der Chemie, Justus Liebigs, Band 491, S. 65 – 104.

HARARI, YUVAL NOAH, 2014: Eine kurze Geschichte der Menschheit. Übersetzt JÜRGEN NEUBAUER. Stuttgart. - 2015 (19. Auflage). München.

HARARI, YUVAL NOAH, 2017 (3. Auflage): Homo Deus. Eine Geschichte von Morgen. Aus dem Englischen übersetzt von ANDREAS WIRTHESOHN. München.

HARBORDT, CARL, 1862: Zur Kenntniss des württembergischen Schieferöls. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXIV (124), S. 14 – 19.

HARDEN, ARTHUR, 1930: Über die Bedeutung der Phosphate für die alkoholische Gärung. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43, 10, S. 205 - 208.

HARDEN, ARTHUR und WILLIAM JOHN YOUNG, 1906 a: The Alcoholic Ferment of Yeast-Juice. Proceedings of the Royal Society of London, B, 77, S. 405 - 420.

HARDEN, ARTHUR und WILLIAM JOHN YOUNG, 1906 b: The Alcoholic Ferment of Yeast-Juice. Part II. - The Coferment of Yeast-juice. Proceedings of the Royal Society of London, B, 78, S. 369 - 375.

HARDEN, ARTHUR und WILLIAM JOHN YOUNG, 1908: The Alcoholic Ferment of Yeast-Juice. Part III. - The Function of Phosphates in the Fermentation of Glucose by Yeast-juice. Proceedings of the Royal Society of London, B, 80, S. 299 - 311.

HARDER, RICHARD, 1915: Über die Bedeutung der Lichtintensität und Wellenlänge für die Assimilation farbiger Algen. Zeitschrift für Botanik, XV. Jahrgang, S. 305 - 355.

HARDER, RICHARD, 1930: Hans Kniep. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 48. Jahrgang, S. (164) – (196).

HARDER, RICHARD, 1930: Über den Wasser- und Salzgehalt und die Saugkräfte einiger Wüstenböden Beni Unifs (Algerien). Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, LXXII, S. 665 – 699.

HARDER, RICHARD, 1937: Über das Vorkommen von Chitin und Zellulose und seine Bedeutung für die phylogenetische und systematische Beurteilung der Pilze. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen Mathematisch-Physikalische Klasse, Neue Folge. Fachgruppe VI. Nachrichten aus den Biologie 3. Band. Nr. 1.

HARDER, RICHARD und HANS von WITSCH, 1941: Über den Einfluß der Tageslänge auf den Habitus, besonders die Blattsukkulenz und den Wasserhaushalt von Kalanchoe Bloßfeldiana. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 89. Band, S. 354 – 411.

HARDER, RICHARD und ROBERT BÜSSOW, 1954: Über die Wirkung der Tageslänge vor der Kurztaginduktion auf die Blütenbildung von Kalanchoe blossfeldiana. Planta, Band 43, S. 313 – 324.

HARDER s. auch R. BÜNSOW, 1956.

HARKINS, WILLIAM D. und ERNEST D. WILSON, 1915: Recent Work on the Structure of the Atom. The Journal of the American Chemical Society, Vol.

XXXVII, January - June, S. 1306 - 1421.

HARKINS, WILLIAM D., 1917: The Evolution of the Elements and the Stability of Complex Atoms. I. A New Periodic System which shows a Relation between the Abundance of the Elements and the Structure of the Nuclei of Atoms. The Journal of the Anerican Chemical Society, Vol. XXXIX, January – June, S. 856 – 879.

HARKINS, WILLIAM D., 1920: A Force, apparently due to Mass, acting on an Electron, and the Non.Identity of Isotopes in Spectra and other Properties. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLII, July - December, S. 1328 - 1335.

HARKINS, WILLIAM D. and ANSON HAYES, 1921: The Separation of the Element Chlorine into Isotopes (Isotopic Elements). The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLIII, July - December, S. 1803 - 1825.

HARLAN, JACK R. and DANIEL ZOHARY, 1966: Distribution of Wild Wheats and Barley. Science, Volume 153, S. 1074 - 1080.

HARMS, INGEBORG, 2000: "Sie haben es mir genommen, es gestohlen." ... Ein Besuch bei dem Genpionier Erwin Chargaff am Tag danach. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 1. Juli, Nr. 150. S. 49.

HARRIES, CARL, 1917: Eduard Buchner. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 50. Jahrgang, S. 1842 - 1876.

HARRIS, HENRY, 1982: Joachim Hämmerling. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 28, S. 111 - 124.

HARRIS, JOHN, 1696: Some Microscopical Observations of wast Numbers of Animalcula seen in Water ... Philosophical Transactions, Nub. 220, S. (254) - (259).

HARRISON, J. B. and JOHN WILLIAMS, 1897: The Proportions of Chlorine and of Nitrogen as Nitric Acid and as Ammonia in certain tropical Rain-Waters. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XIX, January, No. 1, S. 1 - 9.

HARRISON, ROSS GRANVILLE, 1904: Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung der Sinnesorgane der Seitenlinie bei den Amphibien. Archiv für Mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 63, S. 35 - 149.

HARRISON, ROSS G., 1912: The Cultivation of Tissues in Extraneous Media as a Method of Morphogenetic Study. Read before the American Association of Anatomists, December 27, 1911 at Princeton, N. J. in opening the Symposium

on "Tissue Culture". The Anatomical Record, Vol. 6, No. 4, April 20, S. 181 - 193.

HARRISON, W. J., rev. A. BOWDOIN VAN RIPER, 2004: Christy, Henry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 11, S. 562/563.

HARS, FLORIAN, 1999: Ferdinand Braun (1850 - 1918). Ein wilhelminischer Physiker. Berlin Diepholz.

HÄRTEL, O., 1971: Ökophysiologie und anthropogene Umwelrveränderungen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 84, S. 497 - 506.

HARTMANN, HELMUT, 1990: Floßgräben im kursächischen Raum. Sächsische Heimatblätter, 5, S. 243 - 253.

HARTMANN, MORITZ, 1853/1980: Tagebuch aus Languedoc und Provence. Berlin.

HARTMANN, UDO, 2001: Das palmyrenische Teilreich. Oriens et Occidens, ... Band 2. Stuttgart.

HARTMANN, WILFRIED, 2004: Ludwig der Deutsche - Portrait eines wenig bekannten Königs, - In: HARTMANN, WILFRIED (Hrsg.), 2004: Ludwig der Deutsche und seine Zeit. S. 1 - 26. Darmstadt.

HARTLEY, FRANK, 1967: Hormones and their Synthetic Analogues. Chemistry in Britain, Volume 3, Number 5, May, S, 217 - 223.

HARTWIGK, HANS 1961: Frosch, Paul Max Otto. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 664:

HART-DAVIS, ADAM, 2001: James Watt and the Lunaticks of Birmingham. Science, Vo. 292, 6 April, S. 55 / 56.

HARVEY, E. NEWTON, 1958: Edwin Grant Conklin. Biographical Memoirs / National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXI, S. 52 - 91.

HASEMANN, 1852: Garnerin, Andre' Jacques. Allgemeine Encyklopädie der Wissnschaften und Künster ... herausgegeben von J. S. ERSCH und J. W. GRUBER, Erste Section, ... 54. Theil, S. 21/22.

HASENCLEVER, ROBERT, 1900: Erinnerungen an Friedrich Mohr. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33, III, S. 3827 - 3838.

HASKINS, CHARLES HOMER, 1924: Studies in the History of Mediaeval Sciene. Cambridge/Harvard University Press.

HASKINS, CHARLES HOMER, 1927: The Renaissance of the Twelfth Century, Cambridge/Harvard University Press.

HASSE, K. E., 1902 (2. Auflage): Erinnerungen aus meinem Leben. Leipzig.

HASSEBRAUK, KURT, 1964: Gaßner, Johann Gustav. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 83 / 84.

HASSELQUIST, in 1762; geschrieben 1750: Reise nach Palästina in den Jahren 1749 bis 1752 ... herausgegeben von Carl Linnäus. Aus dem Schwedischen. Rostock.

HASSENFRATZ, J. H., 1803: Abhandlung über die Ernährung der Pflanzen. Archiv für Agriculturchemie ... 1. Band, 1. Heft, S. 99 – 121.

HASSENSTEIN, B., 1963: Erich von Holst †. Zoologischer Anzeiger, 27. Supplementband, Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1963, 2. - 6. Juni in München. S. 676 - 682. Leipzig.

HASSENSTEIN, BERNHARD, 2000 / 2001: Tief beeindruckt von Konrad Lorenz (1903 – 1989). Acta Historica Leopoldina, 39, S. 9 – 40.

HASSINGER, ERICH, 1964 (2. Auflage): Das Werden des neuzeitlichen Europa. Braunschweig.

HAU, FRIEDRUN R., 1979: Gondeschapur - eine Medizinschule aus dem 6. Jahrhundert n. Chr. Gesnerus, Jg./Vol. 36, Heft/Fasc. 1/2, S. 98 - 115.

HAUDUROY, PAUL, 1944: Microbes. Lausanne. - In: G. CANGUILHEM, 1979: Wissenschaftsgeschichte ... S. 131 ff.

HAUL, ROBERT, 1985: Friedrich Bergius (1884 - 1949). Chemie in unserer Zeit, 19. Jahrgang, Nr. 2, S. 59 - 67.

HAUKSBEE, F., 1719 / 2. Auflage; 2004: Physico-Mechanical Experiments on Various Subjects. Several Surprizing Phenomena touching Light und Electricity, pro ducible on the Attrition of Bodies. With many other Remarkable Appearances, not before observ'd. ... The Second Edition. London – Faksimile: London 2004.

HAUPTMANN, GERHART, Uraufführung 1893: Florian Geyer. Die Tragödie des Bauernkrieges. Vorspiel und 5 Akte. Drama.

HAUSHERR, HANS, 1955: Wirtschaftsgeschichte der Neuzeit vom Ende des 14. Bis zur Höhe des 19. Jahrhunderts. Weimar.

HAUSHOFER, HEINZ, 1963: Die deutsche Landwirtschaft im technischen Zeitalter. Stuttgart.

HAUSSIG, HANS W., 1988, 2. Auflage 1994: Die Geschichte Zentralasiens und der Seidenstraße in islamischer Zeit. Darmstadt.

HAUSTEIN; MIKE, 2011: Eine Lücke im Periodenystem Germanium. Chemie Unserer Zeit, 45, S. 398 - 405.

HAXEL, OTTO, 1982: Erinnerungen an Hans Geiger, den Vater der Zählmethoden. Physikalische Blätter, 38. Jahrgang, S. 296 / 297.

HAYCOCK, DAVID BOYD, 2004. Ferguson, James. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 19, S. 381 - 384.

HAYDUCK, F., 1920: Max Delbrück. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Band 53, A, S. 47 - 62.

HAYEK, F. A., 1944 / 1971: Der Weg zur Knechtschaft. Ins Deutsche übertragen von EVA RÖPKE. München 1971. - Original: The Road to Serfdom. 1944.

HAYEN, HAJO, 1987: New light on the history of transport. Endeavour, New Series, Volume 11, No. 4, S. 209 - 215.

HAZARD, PAUL, 1939: Die Krise des europäischen Geistes. Aus dem Französischen HARRIET WEGENER. Hamburg. - Original: Le Crise de la Conscience Europeénne.

HAZARD, PAUL, 1949: Die Herrschaft der Vernunft. Das europäische Denken im 18. Jahrhundert. Aus dem Französischen übertragen von HARRIET WEGENER und KARL LINNEBACH. Hamburg.

HEAD, HENRY, rev. PETER OSBORNE, 2004: Gaskell, Walter Holbrook. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 609/610.

HEATHER, P. J., 1991: Goths and Romans 332 - 489. Oxford.

HEATHER, PETER, 2011, 3. Auflage: Der Untergang des Römischen Reiches. Deutsch von KLAUS KOCHMANN. Reinbek bei Hamburg. - Original: The Fall of the Roman Empire. A New History. London 2005.

HEATHER, PETER, 2011: Invasion der Barbaren. Die Entstehung Europas im ersten Jahrtausend nach Christus. Aus dem Englischen. Stuttgart. - Original 2009.

HEBERER, GERHARD, 1970: s. HUXLEX, TH. H.

HECKMANN, MARIE-LUISE, 2002: Ursprungsgedenken und Autonomie. Die Rückbesinnung auf die eigenen Anfänge in stauferzeitlich gegründeten Städten. - In: FELTEN, FRANZ; STEPHANIE IRRGANG, KURT WESOLY (Hrsg.): Ein

gefüllter Willkomm: Festschrift für Knut Schulz zum 65 Geburtstag. S.173 - 216. Aachen.

HECKMANN, O., 1962: Die Universalität der Naturgesetze in der Astronomie. Physikalische Blätter, 18. Jahrgang, S. 49 - 54.

HEDWIG, JOHANN, 1778: vorläufige Anzeige seiner Beobachtungen von den wahren Geschlechtstheilen der Moose und ihrer Fortpflanzung durch Saamen. Sammlunge zur Physik und Naturgeschichte von einigen Liebhabern dieser Wissenschaften, 1. Band, 3. Stück, S. 259 – 281.

HEERING, PETER, 2017: Vom Staub der Zeit befreit. ... Physik Journal, 16, Nr. 10, S. 49 - 52.

HEHN, VICTOR, 1874 (2. überarbeitete Auflage): Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergange aus Asien nach Griechenland und Italien sowie das übrige Europa. Historisch-linguistische Skizzen, Berlin.

HEIDELBERGER, MICHAEL, 1979: A "Pure" Organic Chemist's Downward Path: Chapter 2 - The Years of At P. and S. Annual Review Biochemistry, 48, S. 1 - 21.

HEIDEMANN, STEFAN, 2007: Entwicklung und Selbstverständnis mittelalterlicher Städte in der islamischen Welt (7. - 15. Jahrhundert). - In: JASCHKE, KURT-ULRICH und CHRISTHARD SCHRENK, 2007: Was machte im Mittelalter zur Stadt? Selbstverständnis, Außensicht und Erscheinungsbilder mittelalterlicher Städte. Vorträge des gleichnamigen Symposiums vom 30. März bis 2. April 2006 in Heilbronn. Statdarchiv Heilbronn. S.203 - 243..

HEIDENHAIN, MARTIN, 1922

HEIDENREICH, MARIANNE, 2006: Christian Gottlob Heyne und die Alte Geschichte. Beitr#ge zur Altertumskunde, Band 229. München, Leipzig.

HEIDER, K., 1900: Das Determinationsproblem. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der zehnten Jahresversammlung zu Graz, den 18. bis 20. April 1900, S. 45 – 97. Leipzig.

HEIDERMANNS; C., 1938: Der Exkretstoffwechsel der wirbellosen Tiere. Die Naturwissenschaften, S. 263 – 267, S. 279 – 282.

HEILBORN, ADOLF, 1918: Der Mensch der Urzeit. Aus Natur und Geisteswelt, 62. Bändchen. Leipzig und Berlin.

HEILBORN, ERNST, 1927: Zwischen zwei Revolutionen. Der Geist der Schinkelzeit (1789 - 1848). Berlin.

HEILBRON, JOHN L., 1970 : Aepinus, Franz Ulrich Theodosius. Dictionary of Scientific Biography, Volume I., S. 66 – 68. New York.

HEILBRON, JOHN L., 1971: Dufay (Du Fay), Charles-Francois de Cisternal. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 214 – 217. New York,

HEILBRON, JOHN L., 1972: Gray, Stephen. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 515 – 517. New York.

HEILBRON, J. L., 1976: Symmer, Robert. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 224 / 225. New York.

HEILBRONNER, EDGAR und KLAUS HAFNER, 1998: Bemerkungen zu Loschmidts Benzolformel. Chemie in unserer Zeit, 32. Jahrgang, Nr. 1, S. 35 - 42.

HEIMANN, ERICH H., 1976: Der große Augenblick in der Chemie. Bayreuth.

HEIMPEL, HERMANN, 1942: Kaiser Friedrich Barbarossa und die Wende der staufischen Zeit. Strassburger Universitätsreden, Heft 3. Strassburg.

HEIMPEL, HERMANN, 1954: Der Mensch in seiner Gegenwart. Sieben historische Essais. Göttingen.

HEIN, LOTTE, 1961: Unser Haushuhn. Die Neue Brehm-Bücherei. Wittenberg.

HEIN, LUTZ, 2012: Nobelpreis Chemie. Naturwissenshaftliche Rundschau, 65. Jahrgang, Heft 12, S. 637 - 639.

HEINE, HEINRICH, in 1977, Fragment aus 1884: Memoiren. - In: GOLDAMMER, PETER (Herausgegeben), 1977: Erlebtes und Erfahrenes. Autobiograpien von Seume bis Keller. S. 237 - 297. Rostock.

HEINEMEYER, KARL, 1974: Adel, Kirche und Königtum an der oberen Werra im 9. und 10. Jahrhundert. - In: BEUMANN, HELMUT (hrsg.): Historische Forschungen für Walter Schlesingen. S. 111 - 149. Köln, Wien.

HEINEN, HEINZ, (in) 2006: Der Christenprogrom von Lyon & die Anfaenge des Christentums im roemischen Gallien. - In: HEINEN, HEINZ, 2006: Vom hellenistischen Osten zum römischen Westen. Ausgewählte Schriften zur Alten Geschichte. Herausgegeben von ANDREA BINSFELD und STEFAN PFEIFFER ... S. 388 - 399. Stuttgart.

HEINISCH, OTTOKAR, 1949: Zur Geschichte der Zuckerübenzüchtung. Forschungen und Fortschritte, 25, 15 / 16, S. 181 - 183.

HEINISCH, REINHARD RUDOLF, 1991: Paris Graf Lodron - Reichsfürst und Erzbischof von Salzburg. Wien, München.

HEINRICHER, EMIL, 1884: Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik ... N. PRINGSHEIM, 15, S. 502 – 567.

HEINRICHER, E., 1889: Johann Peyritsch. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 7, S. (12) – (20).

HEINROTH, O., 1911: Beiträge zur Biologie, namentlich Ethologie und Psychologie der Anatiden. Verhandlungen des V. Internationalen Ornithologen-Kongresses in Berlin, 30. Mai bis 4. Juni 1910, S. 589 - 702.

HEINSOHN, GUNNAR, 2015: Interview mit IJOMA MANGOLD und ADAM SOBOCZYNSKI, Zeit Onlne, 21, November, Nr. 45, 5. November.

HEINTZENBERG, F. 1941:

HEISCHKEL, EDITH, 1950: Eduard Pflüger. Lebensbilder aus Kurhessen und Waldeck 1830 - 1930, 4. Band, S. 253 - 263. Marburg a. L.

HEISENBERG, WERNER, 1970: Max Born zum Gedächtnis. Physikalische Blätter, 26. Jahrgang, S. 49 - 57.

HEISENBERG, WERNER, 1973 / 2. Auflage: Schritte über Grenzen. Gesammelte Reden und Aufsätze. München. - Darin: 1969: Änderungen der Denkstruktur im Fortschritt der Wissenschaft.

HELBIG, HERBERT, 1987: § 7 Landesausbau und Siedlungsbewegungen. - In: Hrsg. von FERDINAND SEIBT: Europa im Hoch- und Spätmittelalter. Unter Mitarbeit von UDO ARNOLD. Handbuch der europäischen Geschichte / hrsg von THEODOR SCHIEDER, , Band 2, S. 199 ff. Stuttgart.

HELD, HANS, 1918: Carl Rabl. Berichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Physikalische Klasse, LXX, S. 365 – 379.

HELFERICH, BURCKHARDT, 1960: Aus der Geschichte der Chemie der Universität Leipzig. Chemiker-Zeitung, 84. Jahrgang, Nr. 6, S. 169 - 172.

HELFERICH, BURCKHARDT, 1969: Max Bergmann. Chemische Berichte, 102. Jahrgang, Nr. 1, S. I - XXVI.

HELLMANN, JÖRG, 2007: Wirkstoffe auf Basis biologisch aktiver Naturstoffe. Chemie in Unserer Zeit, 41, S. 375 - 389.

HELLRIEGEL, HERMANN, 1883: Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaus mit besonderer Berücksichtigung der agrikultur-chemischen Methode der Sandkultur. Eine Auswahl von Versuchen ausgeführt an der Versuchsstation Dahme ... Braunschweig.

HELM, JOHANNES, 1970: Die wiederaufgefundene "Chorographie der Elbe" von Johannes Kentmann (um 1560). Sächsische Heimatblätter, 16. Jahrgang, Heft 4, S. 151/152.

HELM, JÜRGEN, 1998: Wittenberger Medizin im 16. Jahrhundert. – In: Martin Luther und seine Universität. Vorträge anläßlich des 450. Todestages des Reformators. Köln, Weimar, Wien.

HELMHOLTZ, HERMANN, 1845: Ueber den Stoffverbrauch in der Muskelaction. Archiv für Anatomie und Physiologie, herausgegeben von JOHANNES MÜLLER. S. 72 - 83. - Später in: HELMHOLTZ, H., 1883: Wissenschaftliche Abhandlungen, 2. Band, S. 735 - 744. Leipzig.

HELMHOLTZ, HERMANN, 1848: Ueber die Wärmeentwicklung bei der Muskelaction. Vorgetragen in der Sitzung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 12. November 1847. Archiv für Anatomie und Physiologie... J. MÜLLER, S. 144 - 164. - Später in: HELMHOLTZ, H., 1883: Wissenschaftliche Abhandlungen, 2. Band, S 745 - 763. Leipzig.

HELMHOLTZ, HERMANN, 1850: Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und Fortpflanzungsgeshwindigkeit der Reizung in den Nerven. Der Physikalischen Gesellschaft mitgeteilt am 19. Juli 1850. Archiv für Anatomie und Physiologie... J. MÜLLER, S. 276 - 364. - Später in: HELMHOLTZ, HERMANN, 1883: Wissenschaftliche Abhandlungen, 2. Band, S. 764 - 813. Leipzig.

HELMOLD, Ausgabe 1986: Chronik der Slaven. Übersetzt von J. M. LAURENT und W. WATTENBACH. Herausgegeben von ALEXANDER HEINE. Essen und Stuttgart. - Die Übersetzung schließt sich an die Übersetzung der genannten Übersetzer 1852 und 1888 an, aus dem lateinischen Text der Monumenta Germaniae.

HELMSTADTER, CAROL, 2004: Todd, Robert Bentley, Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 884 - 887.

HELVETIUS, CLAUDE ADRIEN, (1795) 1976: Vom Menschen, von seinen geistigen Fähigkeit und von seiner Erziehung. Berlin und Weimar.

HENDERSON, JANICE and DAPHNE J. OSBORNE, 2000: The oil Palm in all our lives: how this came about. Endeavour, Vol. 24 (2), S. 63 - 68.

HENDERSON, JOHN, 2005: A life of Ernest Starling. Oxford University Press.

HENDERSON, LAWRENCE J., 1927: The Fitness of the Environment. An Inquiry into the Biological Significance of the Properties of Matter. New York.

HENDERSON, LAWRENCE J., 1928: Blood. A Study of General Physiology. New Haven, Yale University Press.

HENDRICHS, FRANZ, 1955: Der Weg aus der Tretmühle. Düsseldorf.

HENKEL, JOHANN FRIEDRICH, 1747: Henkelius in Mineralogia redivivus, Das ist Henklischer aufrichtig und gründlicher Unterricht von der Mineralogie oder Wißenschafft von Wäßern, Erdsäfften, Saltzen, Erden, Steinen und Ertzen. Nebst angefügten Unterricht von der Chymia Metallurgica. Dreßden.

HENKEL, KNUT, 2006: Klein-Texas am Rande der Lüneburger Heide. Das Zentrum von Deutschlands Erdölindustrie lag einst in Niedersachsen. Neue Zürcher Zeitung, Montag, 8. Mai, Nr. 105, S. 8.

HENLE, J., 1846, neu 1910: Von den Miasmen und Kontagien und von den miasmatisch-kontagiösen Krankheiten. Mit Einleitung von FELIX MARCHAND. Klassiker der Medizin, herausgegeben von KARL SUDHOFF. Leipzig.

HENNEBERG, W. und F. STOHMANN, 1858: Ueber das Verhalten der Ackerkrume gegen Ammoniak und Ammoniaksalze. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CVII (107), S. 152 – 174.

HENNIG, HORST, 2002: Grundlagen der Chemie für Mediziner systematisch. Bremen.

HENRICH, F., 1923: Zur Erinnerung an Johann Wolfgang Dobereiner (1780 – 1849). Zeitschrift für angewandte Chemie, 36. Jahrgang, S. 482 – 484.

HEINROTH, OSKAR; KONRAD LORENZ, 1988: Woui aber hat das Vieh diesen Schnabel? Briefe aus der frühen Verhaltensforschung 1930 - 1040. Herausgegeben von OTTO KOENIG. München, Zürich.

HENRY, JOHN, 2002 (2. Auflage): The scientific revolution and the origins of modern science. New York.

HENRY, JOHN, 2008: Ideology, Inevitability, and the Scientific Revolution. Isis, 99, S. 552 – 559.

HENSEN, VICTOR, 1885: Die Grundlagen der Vererbung nach dem gegenwärtigen Wissenskreis. Landwirthschaftliche Jahrbücher, 14, 731 - 767.

HERBIG, JOST, 1974: Das Ende der bürgerlichen Vernunft Wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Zukunft. München.

HERBST, CURT, 1892: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Thiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 55, S. 446 – 518.

HERBST, CURT, 1900: ... das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen in kalkfreiem Medium. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 9, S. 424 – 463.

HERBST, CURT, 1901 a: Formative Reize in der tierischen Ontogenese. Ein Beitrag zum Verständnis der tierischen Embryonalentwicklung. Leipzig.

HERBST, CURT, 1901 b: Über die zur Entwicklung der Seeigellarven nothwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 11, S. 617 – 689.

HERBST, CURT, 1902: Über die Regeneration von antennenähnlichen Organen an Stelle von Augen. V. Weitere Beweise für die Abhängigkeit der Qualität des Regenerates von den nervösen Centralorganen. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 13, S. 436 – 472.

HERBST, CURT, 1924: Jacques Loeb. Ein kurzer Überblick über sein Lebenswerk. Die Naturwissenschaften, 12, S. 397 – 406.

HERBST, CURT, 1944: Die Bedeutung der Salzversuche für die Frage nach der Wirkungsart der Gene. Zusammenschau einer Hydratations- bzw. Mikrolaboratoriumsbautheorie der Genwirkungen. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen ... ROUX, 142, S. 319 – 378.

HERDER, JOHANN GOTTFRIED, hier 1978: HERDERs Werke in fünf Bänden. Ausgewählt und eingeleitet von REGINE OTTO. Erster Band. Berlin und Weimar.

HERDER, JOHANN GOTTFRIED, 1978, original 1772: Über den Ursprung der Sprache. - In Herders Werke in fünf Bänden, 2. Band, S. 89 - 200. Berlin und Weimar.

HERMBSTÄDT, 1803: Versuch einer kurzen Darstellung der chemischen Elementargesetze, welche mit der ausübenden Ackerbaukunst in der engsten Verbindung stehen. Archiv der Agriculturchemie für denkende Landwirthe ... 1. Band, 1. Heft, S. 1 – 71.

HERMBSTÄDT, 1803: Untersuchung der Frage, was ist Dünger? Was wirkt derselbe beym Ackerbau? Und welche Mittel können als Surrogate des natürlichen Düngers mit Zuversicht angewendet werden? Archiv für Agriculturchemie ..., 1. Band, 1. Heft, S. 71 – 85.

HÉRELLE siehe D'HÉRELLE.

HERENDEEN, WYMAN H., 2004: Camden, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 9, S. 603 - 614.

HERMANN, ARMIN, 1966: Die Anfänge der "akademischen" Physik in München. Physikalische Blätter, 22. Jahrgang, S. 388 - 396.

HERMANN, ARMIN, 1968: Die Entdeckung des Fallgesetzes und Galileis wissenschaftliche Methode. Sonderdruck aus "Rechenpfennige", Aufsätze zur Wissenschaftsgeschichte. KURT VOGEL zum 80. Geburtstag am 30. September 1968 gewidmet. S. 151 - 165

HERMANN, A., 1970: Der Kraftbegriff bei Michael Faraday und seine historischen Wurzeln I. Physikalische Blätter, 26. Jahrgang, Heft 6, S. 247 - 253. - Der Kraftbegriff ... II. dto., Heft 7, S. 298 - 301.

HERMANN, ARMIN, 1972: Max Planck zum Gedenken. Physikalische Blätter, 28. Jahrgang, S. 437 - 442.

HERMANN, ARMIN, 1980: Das Weltreich der Physik. Eßlingen am Neckar.

HERMANN, ARMIN, 1991 a: James Clerk Maxwell. - In: "Die Grossen", VIII, 2, S. 554 - 563. Zürich.

HERMANN, ARMIN, 1991 b: Max Born, Niels Bohr, Werner Heisenberg. - In: "Die Grossen", IX, S. 34 - 49. Zürich.

HERRE, FRANZ, 1970: Anno 70/71. Ein Krieg, ein Reich, ein Kaiser. Köln, Berlin.

HERRIN, JUDITH, 2007: Byzantium. The Surprising Life of a Medieval Empire. London, New York.

HERRLINGER, ROBERT, 1964: Albert von Bezold und die Entdeckung der Innervation des Herzens. - In: ROTHSCHUH, K. E. (Hrsg.): Von Boerhaave bis Berger. Vorträge des Internationalen Symposiens zu Münster / Westf. 18. - 20. September 1962. Stuttgart. S. 106 - 120.

HERRMANN, KLAUS, 1980: August von Weckherlin. Lebensbilder aus Sxhwaben und Franken, 14. Band, S. 292 - 218.

HERRMANN, KLAUS, 1990: Mayer, Johann Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 16, S. 544 / 545.

HERRMANN, KLAUS, 1996: Landarbeit leicht gemacht. Damals, 5, S. 12 - 18.

HERRMANN, WALTHER, 1953 a: Der Zeitpunkt der Entdeckung der Freiberger Silbererze. - In: HERRMANN; WALTHER 1953: Bergbau und Kultur. Freiberger Forschungshefte D 2, S, 7 - 22.

HERRMANN, WALTHER, 1953 b: Die Entstehung der Freiberger Bergakademie, in wie in a, S. 23 - 42.

HERRMANN, WALTHER, 1953: Die Zeit Abraham Werners in Freiberg. - wie in a, S, 43 - 60.

HERRMANN; WALTHER, 1953 d: Goethe und Freibberg. wie in a S. 61 - 87, mit Anhang bis S. 101.

HERRMANN, WOLFGANG A., 1982: Angewandte Chemie, 94, S. 118 - 131.

HERSCHEL, JOHN F. W., 1836: Ueber das Studium der Naturwissenschaft. Aus dem Englischen übersetzt von F. C. HENRICI. Göttingen.

HERSCHEL, WILLIAM, 1800: Investigation of the Powers of the prismatic Colours to heat and iulluminate Objects... Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the Year MDCCC, Part II: 255 - 293. Deutsch: Untersuchungen über die wärmende und die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen; Versuch über die nicht-sichtbaren Strahlen der Sonne und deren Brechbarkeit,... Annalen der Physik. Hrsg. von LUDWIG WILHELM GILBERT... 7 (1801) 2. Stück: 137 - 156.

HERTER, KONRAD, 1941: Die Vorzugstemperaturen bei Landtieren. Die Naturwissenschaften, Heft 11, 14. 3., S. 155 - 164.

HERTWIG, OSCAR, 1892: Urmund und Spina bifida. Archiv für Mikroskopische Anatomie, 39, S. 353 - 503.

HERTWIG, OSCAR, 1897: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Jena.

HERTWIG, OSKAR, 1918: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historischer Studie als Abschluss eigener Forschung. Archiv für Mikroskopische Anatomie, Abeilung II, 90, 3, S. 1 – 168.

HERTWIG, OSCAR, 1922: Das Werden der Organismen. Zur Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Dritte, verbesserte Auflage. Jena.

HERTWIG, RICHARD, 1884: Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhorni. Jena.

HERTWIG, RICHARD, 1906: Über die Methoden biologischer Forschung. Eröffnungs-Ansprache. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 16. Jahresversammlung, Marburg 5. bis 7. Juni 1906, S. 9 - 18. Leipzig.

HERTZ, HEINRICH, o. J., ein Vorwort nennt 1927: Erinnerungen . Briefe . Tagebücher. Zusammengestellt von Dr. JOHANNA HERTZ. Leipzig

HERZ, W., 1913: Albert Ladenburg. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXV, S. 3596 ff.

HERZIG, J., 1900: Hugo Weidel. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 32. Jahrgang, S. 3745 – 3755.

HERZIG, J., 1916: Guido Goldschmiedt. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXIX (49), S. 892 – 932.

HERZOG, ROMAN, 1988: Staaten der Frühzeit: Ursprünge und Herrschaftsformen. München.

HESS, VIKTOR, 1912: Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch - naturwissenschaftlichen Klasse, 121, Wien. S. 2001 - 2032.

HESS, VIKTOR, 1937: Unsolved problems in physics: tasks for the immediate future in cosmic ray studies. Nobel Lecture 12. Dezember 1936. Les Prix Nobel en 1936. Stocholm.

HESS, W. R., 1931: Biologie und Universitas. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 76. Jahrgang, S. 7 – 15.

HESS, W. R., 1950: Die zentrale Regulation der Tätigkeit innerer Organe. Nobel-Vortrag, gehalten am 12. Dezember 1949. Les Prix Nobel en 1949. S. 115 - 123. Stockholm.

HESS, VOLKER, 2003: Reil, Johann Christian. Neue Deutsche Biographie, Band 21, S. 332/333.

HESSE, CHRISTIAN und KLAUS OSCHEMA, 2010: Aufbruch im Mittelalter - Innovation in Gesellschaften der Vormoderne. Eine Einführung. - In: Aufbruch im Mittelater - ... Studien zu Ehren von RAINER C. SCHWINGES, S. 9 - 34. Ostfildern.

HESSE, GERHARD, 1936: Die Chromatische Analyse und ihre Anwendung. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 21, 23. Mai, S. 315 - 320.

HESSE, MANFRED, 1982: Chemie in der Aufklärungszeit. Vortrag ..., Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 127. Jahrgang, Heft 1, S. 49 – 70.

HESSE, O., 1864: s. JOBST, J.

HESSE, O., 1867: Ueber Physostigmin. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXLI, S. 1867.

HESSE-WARTEGG, ERNST von, 1881: Mississippi-Fahrten. Reisebilder aus dem amerikanischen Süden (1879 - 1880). Leipzig.

HESSE-WARTEGG, ERNST von, 1902: Samoa, Bismarckarchipel und Neuguinea. Drei deutsche Kolonien in der Südsee. Leipzig.

HEß, W., 1883: Ledermüller, Martin Froben. Allgemeine Deutsche Biographie, 18. Band, S. 117.

HEß, W., 1887: Perty, Joseph Anton Maximilian. Allgemeine Deutsche Biographie, 25. Band, S. 405 / 406.

HEß, W., 1889: Rösel, August Johann R. von Rosenhof. Allgemeine Deutsche Biographie, 29. Band, S. 188 / 189.

HEß, W., 1890: Schelver, Franz Joseph. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 31, S. 30.

HEß, WILHELM, 1904: Gätke, Heinrich. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 49, S. 678. (online).

HETTNER, ALFRED, 19284: Englands Weltherrschaft. Leipzig, Berlin.

HEUMANN, PIERRE, 2010: Perle der Karibik. Die Halbinbsel Haiti ... Weltwoche, Nr. 3, S. 14 / 15.

HEUSER, BEATRICE, 2010: Den Krieg denken. Die Entwicklung der Strategie seit der Anike. Paderborn, München, Wien, Zürich.

HEUSLER, FR., 1898: Ueber die Zusammensetzung der schottischen Schiefertheeröle, ein Beitrag zur Theorie der Theerbildung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2743 – 2752.

HEVESY, G. v. und F. PANETH, 1914: Über die Darstellung von Radium D in sichtbaren Mengen und seine chemische Identität mit Blei. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 47. Jahrgang, S. 2784 - 2786.

HEVESY, G. v., 1915: Über den Austausch der Atome zwischen festen und flüssigen Phasen. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, LXXV. Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften, XXXVI. Band, S. 441 – 449.

HEVESY, GEORG v. und FRITZ PANETH, 1915: Zur Frage der isotopen Elemente. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung LXVI. Monatshefte

für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften, XXXVI. Band, S. 75 – 93.

HEVESY, GEORG von, 1923: Über die Auffindung des Hafniums und den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von diesem Element. (Vortrag, gehalten in der Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft am 16. April 1923). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LVI, S. 1503 – 1516.

HEVESY, GEORG von, 1929: Das Alter der Grundstoffe. Vortrag ... Freiburg.

HEVESY, G. von; 1935: Die Radioaktivität des Kaliums. Die Naturwissenschaften, 23. Jahrgang, 23. August, Heft 34, S. 583 – 585.

HEVESY, G. von, 1952: Über die Anwendung von radioaktiven Indikatoren. Chimia, Volumen 6, Fasc. 9, S. 201 - 211.

HEWLETT, R. TANNER, 1939: One Hundred Years of Microscopy. The Royal Microscopical Society. Nature, Vol. 144, Nov. 18, S. 850 - 852.

HEYDWEILER, ADOLF, 1915: Johann Wilhelm Hittorf. Physikalische Zeitschrift, 16. Jahrgang, No. 9 / 10, 1. Mai, S. 161 - 179.

HEYMANN, BERNHARD, 1924: Über chemotherapeutisch wirkende organische Verbindungen, insbesondere über Bayer 205. Zeitschrift für angewandte Chemie, 37, S. 384 / 385.

HEYMER, GERO und HORST-DIETER WASEL-NIETEN, 1972: Technische Phosphorchemie - Stand und Entwicklungstendenzen. Chemiker-Zeitung, 96. Jahrgang, Nr. 9, S. 475 - 487.

HEYER, JÜRGEN, 1990: Der Kreislauf des Methans. Mikrobilogie/Ökologie/Nutzung. Berlin.

HICKEL, ERIKA, 1977: Kirchhoff, Constantin. Neue Deutsche Biographie, 11, S. 653 / 654.

HIGOUNET, CHARLES, 1986: Die deutsche Ostsiedlung im Mittelalter. München. Aus dem Französischen übersetzt von MANFRED VASOLD.

HILDEBRANDT, 1793: Vergeichende Uebersicht des phlogistischen und des antiphlogistischen Systems. Chemische Annalen ... CRELL, 1. Band, S. 536 - 560.

HILDEBRAND, JOEL H., 1958: Gilbert Newton Lewis. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXI, New York. S. 208 ff.

HILF, R. B., 1938: Wald und Waidwerk in Geschichte und Gegenwart. 1. Der Wald. Potsdam.

HILGARD, ERNEST R., 1965: Robert Mearns Yerkes. Biographical Memoirs National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXVIII (38), S. 384 – 425.

H., A. V. (muß sein HILL), 1927: Obituary. Prof. W. Einthoven. Nature, No. 3025, Vol. 1201, October 22, S. 591/592.

HILLEBRANDT, WOLFGANG, 1979: Sternentwicklung und Elementsynthese (I). Physikalische Blätter, 35. Jahrgang, S. 13 - 24.

HILLEN, HANS JÜRGEN, 1987, 2000: Herausgeber von LIVIUS, T., s. dort. Einelotung, Einführung.

HINDE, R. A., 1987: William Homan Thorpe. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 33, S. 620 – 638.

HINRICHS, ERNST, 2000: Fürsten und Mächte: zum Problem des europäischen Absolutismus. Göttingen.

HINSBERG, O., 1899: Einige Derivate des p-Aminophenols. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 305, S. 276 – 289.

HINSHELWOOD, CYRIL NORMAN, 1921: Some Physico-chemical Problems connected with the Stability of Explosives. Journal of the Chemical Society, Vol. CXIX (119), Part I, S. 721 – 734.

HINSHELWOOD, C. N. and W. K. HUTCHISON, 1926 a: A Homogeneous Unimolecular Reaction – the Thermal Decomposition of Acetone in the Gaseous State. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Vol. CXL (140), S. 245 – 257.

HINSHELWOOD, C. N. and W. K. HUTCHISON, 1926 b: A Comparson between Unimolecular and Bimolecular Gaseous Reactions. The Thermal Decomposition of Gaseous Acetaldehyde. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Vol. CXL (140), S. 380 – 385.

HINSHELWOOD, Sir CYRIL, 1960: Address of the President Sir Cyril Hinshelwood, O. M., at the Formal Opening Ceremony of the Tercentenary Celebrations at the Royal Albert Hall, 19 July 1960. Proceedings of the Royal Society, Series A, Vol. 257, No. 1291, 27 September, S. 421 – 430.

HINTZE, FRITZ und GERHARD RÜHLMANN, 1984: Karl Richard Lepsius, Das Altertum, 30, 2, S, 69 - 81.

HINTZSCHE, ERICH, 1971: Corti, Alfonso Giacomo Gaspare. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 424 / 425, New York.

HINTZSCHE, ERICH, 1976: Valentin, Gabriel Gustav. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 555 – 558, New York.

HINTSCHES, EUGEN, 1983: Adolf Butenandt 80 Jahre alt. Ein Detektiv der Naturstoffchemie. MPG-Spiegel, 3, S. 21 - 26.

HIRSCH, AUG., 1876: Brunner, Joh. Konrad. Allgemeine Deutsche Biographie, 3. Band, S. 447.

HIRSCH, A., 1880: Hofmann, Moritz. Allgemeine Deutsche Biographie, 12. Band, S. 637.

HIRSCH, JAMES G. and CAROL L. MOBERG, 1989: René Jules Dubos. Biographical Memoirs National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 58, S. 132 - 161.

HIRST, E. L. and J. K. N. JONES, 1946: The Chemistry of Pectic Materials. Advances in Carbohydrate Chemistry, Volume 2, S. 235 - 251.

HIS, WILHELM, 1856: Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea. Inauguraldissertation der Hohen Medicinischen Facultät zu Basel vorgelegt ... Basel.

HIS, WILHELM, 1864: Crania Helvetica. Sammlung schweizerischer Schädelformen in Gemeinschaft mit Ludwig Rütimeyer ... Mit Atlas von 82 Doppeltafeln. Basel und Genf.

HIS, WILHELM, 1895: Carl Ludwig. Anatomischer Anzeiger, X (6. Mai), No. 18, S. 591 / 592.

HITTI, PHILIP K., 1951: History of Syria including Lebanon and Palestine. London.

HITTORF, W., 1859: Ueber die Wanderungen der Ionen während der Elekrolyse. Dritte Mittheilung. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 106. Band, No. 3, S. 337 - 512. - (Schluß): dto., No. 4, S. 513 ff.

HJA´LMARSSON, JO´N R., 1994 (2001): Die Geschichte Islands. Von der Besiedlung bis zur Gegenwart. Reykjavik.

HJELT, EDV., 1907: Friedrich Konrad Beilstein. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 40, Band IV, S. 5041 - 5078.

HLASIWETZ, H., 1875: Friedrich Rochleder. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang VIII (8), S. 1702 - 1713

HOBBES, THOMAS, (Ausgabe 1978). Leviathan oder Materie, Form und Gewalr eines kirchlichen und staatlichen Gemeinwesens. Teil I und II. Aus dem Englischen übersetzt von WALTER BUCHNER. Leipzig. .

HOBSBAWM, ERIC J.: Industrie und Empire 2. Britische Wirtschaftsgeschichte seit 1750.

HOBSBAWM, ERIC J., 1996: Welchen Sinn hat Europa? Die Zeit, Nr. 41, 4. Oktober, S. 40.

HOCHBLDINGER, FRANK; ANJA PASCHOLD, CAROLINE MARCON, 2013: Heterosis: Maishybride exprimieren mehr Gene als ihre Eltern. Biologie in Unserer Zeit, 43, 1, S. 11/12.

HOCHE, A. E., 1935: Jahresringe. München.

HOCHEDLINGER, MICHAEL, 2013: Beseelt vom Geist des Militärs. ... Joseph II. ... Damals, 45. Jahrgang, 1, S. 44 - 46.

HÖCKMANN, OLAF, 1985: Antike Seefahrt. München.

HOF, ULRICH im, 1974: Iselin, Isaak. Neue Deutsche Biographie, 10. Band, S. 188 / 189.

HÖFER-HEIMHALT, HANS, 19224: Das Erdöl und seine Verwandten. Geschichte, physikalische und chemische Beschaffenheit, Vorkommen, Ursprung, Auffindung und Gewinnung des Erdöles. 4. neubearbeitete Auflage. Braunschweig.

HOFF, K. E. A. VON und C. W. JACOBS, 1807, in Auswahl neu 1987 (hier benutzt): Der Thüringer Wald - besonders für Reisende geschildert. Leipzig 1987. Herausgegeben und bearbeitet von THOMAS MARTENS und WOLFGANG ZIMMERMANN. Klassische Reisen. - Original 1807 Erster oder Nordwestliche Haelfte. Gotha. Zweite Hälfte 1812.

HOFF, KARL ERNST ADOLF, 2012: Annalen meines Lebens. Die Tagebücher des Gothaer Geologen und Staatsbeamten Karl Ernst Adolf von Hoff 1771 - 1817. KARIN DREIßIG, THOMAS MARTENS (Hg.). Weimar.

HÖFFELER, FRITZ, 2009: Geschichte und Evolution der Lactose(in)toleranz. Biologie Unserer Zeit, 39, 6, S. 378 - 387.

HOFFMANN, DARLEANE C., 2000: Glenn Theodore Seaborg. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 78, S. 236 – 256.

HOFFMANN, HELMUT, 1966: Grünwedel, Albert. Neue Deutsche Biographie, 7. Band, S. 204 / 205.

HOFFMANN, HERMANN, 1869: Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species und Varietät. Ein Beitrag zur Kritik der Darwin'schen Hypothese. Giessen.

HOFFMANN, WINFRIED, 2014: Perspektiven der Photovoltaik. Physik Journal 13, Nr. 2, S.21 - 27.

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1843: Chemische Untersuchung der organischen Basen im Steinkohlen-Theeröl. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band XLVII, S. 37 ff.

HOFMANN, AUG. WILH., 1845: Ueber eine sichere Reaction auf Benzol. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LV, S. 200 - 205.

HOFMANN, AUG. WILH., 1845: s. auch BLYTH, JOHN 1845.

HOFMANN, A. W., 1850 a: Beiträge zur Kenntniss der flüchtigen organischen Basen, VIII. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band LXXIV (74), S. 117 – 177.

HOFMANN, A. W., 1850 b: Notiz über das Verhalten der Cuminsäure im thierischen Organismus. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXIV (74), S. 342 - 345.

HOFMANN, 1852: Ueber das Vorkommen des Trimethylamins in der Häringslake. (Aus einem Briefe von Dr. Hofmann an J. L.). Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXXIII, S. 116 / 117.

(HOFMANN, anonym, muß der sein), 1860: Zur Kenntnis der Veränderungen, welche die Gutta Percha unter tropischen Einflüssen erleidet. (Aus einem Bericht an Sir W. B. O'SHAUGHUESSY, Generaldirector der ostindischen Telegraphen, 1857). Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXV (115), S. 297 – 300.

HOFMANN, A. W., 1868: Zur Kenntnis des Methylaldehyds. Journal für praktische Chemie, 103. Band, S. 246 - 250.

HOFMANN, A. W., 1869: Zur Kenntnis des Methylaldehyds. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXLV, S. 357 - 361.

HOFMANN, AUGUST WILHELM (anonym), 1869: Thomas Graham. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 2, S. 753 - 780.

HOFMANN, AUGUST WILHELM (anonym), 1882: Friedrich Wöhler. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XV, 3127 ff.

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1884a: Zur Erinnerung an Jean Baptiste André Dumas. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.,Jahrgang XVII (17), S. 638 ff.

HOFMANN, A. W., 1884: Zur Kenntnis des Coniins. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 17. Jahrgang, S. 825 – 833.

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1887: Adolphe Wurtz. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XX. S. 168 – 432..

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1889: Michel-Eugène Chevreul. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXII, S. 1163 - 1169.

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1890 a: Heinrich Will. Ein Gedenkblatt. Berichte der Deutschen Chemishcen Gesellschaft, Jahrgang LIV (54), S. 852 - 899.

HOFMANN, A. W. v., 1890 b: Festrede - zur Einweihung des Liebig-Denkmals in Giessen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXIII, S. 792 - 811.

HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1890 c: Ansprache zur Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Ehren AUGUST KEKULÉ's. Berichte der Deutschen Chemischen Gsellschaft, Jahrgang. XXIII, S. 1265 ff., 1267 - 1272.

HOFMANN, A. W. v. 1891: s. CARO, H.

HOFMANN, A. W. v., 1892: Gedenkworte auf: Jean-Servais Stas. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 25, S. 1 - 14.

HOFMANN, EBERHARD, 2010: Otto Meyerhof und Karl Lohmann - Wegbereiter der heutigen Biochemie im Schatten ihrer Zeit. Vorträge und Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte 2010. Acta Historica Leopoldina, Nr. 55, S. 331 - 382.

HOFMANN, FRITZ, 1936: Wie es zur Synthese des Kautschuks kam? Chemiker-Zeitung, 60. Jahrgang, Nr. 68, S. 693 - 696.

HOFMANN, K. A., WALTER LINNMANN, HELENE GALOTTI, HERMANN HAGENEST, ULRICH HOFMANN, 1926: Oxydation von gebundenem Stickstoff zu Salpeter bei niederen Temperaturen und Reduktion von Salpeter zum Cyanid. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59. Jahrgang, S. 204 ff.

HOFMANN, TESSA, 1997: Annäherung an Armenien. Geschichte und Gegenwart. München.

HOFMANN, WERNER, 1972: Hofmann, Friedrich (Fritz). Neue Deutsche Biographie, 9, S. 452 / 453.

HOFMEISTER, F., 1901: Willy Kühne. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIII, Band III, S. 3875 - 3880.

HOFMEISTER, WILHELM, 1851: Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen (Moose; Farrn, Equisetaceen, und der Samenbildung der Coniferen). Leipzig.

HÖHLE, THOMAS: s. LESSING 1961.

HÖKFELT, TOMAS; OLLE JOHANSSON, MENEK GOLDSTEIN, 1984: Chemical Anatomy of the Brain. Science, Volume 225, 21 September, S. 1326 -1334.

HOLBACH, PAUL THIRTY D., (1770) / 1960: System der Natur oder von den Gesetzen der physischen und der moralischen Welt. Deutsche Übersetzung ... Berlin.

HOLD, F. F., 1961: Carl Neuberg. Chemische Berichte, 94, 7, S. I - VI.

HÖLDER, HELMUT, 1989: Kurze Geschichte der Geologie und Paläontologie. Ein Lesebuch. Berlin, Heidelberg, New York ...

HOLDERMANN, K., 1957: Alwin Mittasch. Chemische Berichte, 90, 12, S. XLI - LIV.

HOLDSWORTH, CHRIS, 2004: Tylor, Sir Edward Burnett. Oxford Dictio9nary of National Biography, Volume 55, S. 773 - 775.

HOLE, FRANK, 1966: Investigation the Origins of Mesopotamian Civilization. Science, Volume 153, 5 August, S. 605 - 611.

HÖLLER, RALF, 2011: Eine vergessene Entdeckung. ... Semjon Deschnjow. Damals, 5 , S. 56 - 59.

HÖLLERER, LENI; 2008: Der Mann, der den Turm von Babel fand. 18 Jahre grub der deutsche Archäologe Robert Koldewey in Babylon ... Die Welt, Dienstag, 1. Juli, S. 29.

HOLLAND, TOM, 2008: "Die grosse persische Weltordnung". ... Interview mit TOM HOLLAND, von PIERRE HEUMANN und MUIR VIDLER (Bild). Weltwoche, Nr. 40, S. 52 – 55.

HOLLEY, ROBERT W., 1966: The Nucleotide Sequence of a Nucleic Acid. Scientific American, Volume 214, Number 2, February, S. 30 - 39.

HOLLOWAY, DAVID, 1981: Soviet Atomic Bomb Decision. Social Studies of Science, Volume 11, Number 1, February.

HOLMES, ARTHUR, 1931: Radioaktivität und die thermische Geschichte der Erde. Die Naturwissenschaften, 19. Jahrgang, 23. Januar, Heft 4, S. 73 - 79.

HOLMES, FREDERIC L., 1963: The Milieu Interieur and the Cell Theory. Bulletin of the History of Medicine, Vol. XXXVII, S. 315 - 335.

HOLMES, FREDERIC L., 1975: Richet, Charles Robert. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 425 – 432, New York.

HOLMGREN, I., 1935: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin an WHIPPLE, MINOT und MURPHY. Les Prix en 1934. Stockholm. S. 35 - 43.

HOLMSTADT, BO, 1985: Toxikologe und Ethnopharmakologe: Leben und Werk. - In: MÜLLER, B. KLAUS, BO HOLMSTEDT, KARLHEINZ LOHS, 1985: Der Toxikologe Lewin (1850 - 1929), S. 4 - 23. Leipzig.

HOLST, ERICH von, 1936: Die relative Koordination. Forschungen und Fortschritte, 12, 23 / 24, S. 294 - 296.

HOLST, ERICH v., 1936: Versuche zur Theorie der relativen Koordionation. Pflügers Archiv 237, S. 93 ff.

HOLST, ERICH von, 1940: Neue Anschauungen über die Tätigkeit des Zentralnervensystems. Ein Ertrag von Untersuchungen an der Zoologischen Station in Neapel. Die Naturwissenschaften, Band 51, 20. 12., S. 803 - 807.

HOLTFRETER, JOH., 1933: Eigenschaften und Verbreitung induzierender Stoffe. Die Naturwissenschaften, Heft 43, S. 766 - 770.

HOLTON, GERALD, 1979: Einsteins Methoden zur Theoriebildung. - In: AICHELBURG, PETER C. und ROMAN R. SEXL (Herausgeber), 1979: Albert Einstein. Sein Einfluß auf Physik, Philosophie und Politik. Braunschweig, Wiesbaden.

HOLTZ, J. F., 1890: Ernst Friedrich Christian Schering. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 23, S. 900 - 904.

HOLTZMANN, ROBERT, 1979 (6. Auflage): Geschichte der sächsischen Kaiserzeit (900 - 1024). München.

HOME, RODERICK W., 2002: Fluids and forces in eighteenth century electricity. Endeavour, Vol. 26, S. 55 - 59.

HONERKAMP, JOSEF., 2010: Die Entdeckung des Unvorstellbaren. Heidelberg.

HONIGSHEIM, PAUL, 1929: Eduard Hahn .. und seine Stellung in der Geschichte der Ethnologie und Sociologie. Anthropos, XXIV, S. 587 - 612.

HÖNN, KARL, 1948: Solon. Staatsmann und Weiser. Wien.

HONNEFELDER, LÜDIGER, 2009: Offenbarung der Vernunft. Die Welt vor und nach Humboldt: Warum die Wissenschaft eine kulturelle Größe bleiben muß. Der Tagesspiegel, Nr. 20 334, Mittwoch, 29. Juli.

HOENSCH, JÖRG K., 1996: Kaiser Sigismund: Herrscher an der Schwelle zur Neuzeit. München.

HOOYKAAS, R., 1999: Fact, Faith and Fiction in the Development of Science. The Gifford Lectures in the University of St Andrews 1976. Dordrecht, Boston, London.

HOOYKAAS, R., 2003: A Traditional Narrative of the Scientific Revolution. The Rise of Midern Science: When and Why? - In: HELLYER, MARCUS (Edit.), 2003: The scientific revolution: the essential readings. S. 17 - 43. Malden (USA) et al.

HOPF, HEINRICH, 1959: Kurt H. Meyer 1882 - 1952. Chemische Berichte, 92, Nr. 11, S. CXXI – CXXXVI.

HOPF, LUDWIG, 1907: Der Waldrapp (Comatibis eremita HARTERT), ein verschollener europäischer Vogel. Jahreshefte des Vereins für vaterländischer Naturkunde in Württemberg, 63. Jahrgang, S. 273 – 278.

HOPF, MARIA, 1950: Untersuchungen über die natürliche Mikroflora des Bodens. Archiv für Mikrobiologie, 14. Band, S. 661 - 677.

HOPF, MARIA, 1973: Frühe Kulturpflanzen in Südeuropa. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 91, S. 31 - 38.

HOPFF, H., 1954: Von der Naturfaser zur vollsynthetischen Faser. Vierteljahresschrift der Naturforschenden in Zürich, Jahrgang 99, Heft 2, 30. Juni, S. 89 – 96.

HOPKINS, WILLIAM, 1854: Adresss als President der British Association for the Advancement of Science. Report of the Twenty-Third Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Hall in September 1853. London.

HOPPE, BRIGITTE, 1983: Die Biologie der Mikroorganismen von F. J. Cohn (1828 - 1898). Sudhoffs Archiv, Band 67, Heft 2, S. 158 - 189.

HOPPE, BRIGITTE, 2005: Rumpf (Rumphius). Neue Deutsche Biographie, 22. Band, S. 253 / 254.

HOPPE, 1854: Ueber die Einwirkung des Kohlenoxydgases auf das Hämatoglobulin. Vorläufige Mittheilung. Archiv für pahtologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin ... VIRCHOW, 11, 3, S. 288 / 289.

HOPPE-SEYLER, F., 1883: Gährung der Cellulose. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 16. Jahrgang, S. 122 / 123.

HOPPE-SEYLER, F., 1886: Ueber Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure. Zeitschrift für Physiologische Chemie ... HOPPE-SEYLER, 10. Band, S. 201 - 217, S. 401 - 440.

HOPPE-SEYLER, F., 1887: Die Methangährung von Essigsäure. Zeitschrift für Physiologische Chemie, 11. Band,.S. 561 - 568.

HORCH, AUGUST, 1937: Ich baute Autos. Vom Schmiedelehrling zum Autoindustriellen. Berlin.

HÖRING, MARIA und ERNST E. DONATH, 1974: Verflüssigung und Vergasung der Kohle. Die Naturwissenschaften, 61. Jahrgang, Heft 3, März, S. 89 - 96.

HORN-VAN NISPEN, MARIE LOUISE TEN, 1999 / 2005: 400.000 Jahre TechnikGeschichte. Von der Steinzeit bis zum Informationszeitalter. Aus dem Niederländischen übersetzt von VERENA KIEFER. Hamburg.

HORNBLOWER, SIMON, 2002 (Third Edition): The Greek World 479 - 323 BC. London and New York.

HOERNES, MORITZ, 1925: s. CHILDE, V. GORDON 1925.

HORNSCHUCH, 1821: Einige Beobachtungen und Bemerkungen über die Entstehung und Metamorphose der niederen vegetabilischen Organismen. Nova Acta ... Leopoldina, 10. Band, 2. Abtheilung, S. 513 – 582. Bonn.

HORNSCHUCH, 1822: Beobachtungen und Bemerkungen über die Entstehung und Metamorphose der niedern vegetabilischen Organismen von Dr Hornschuch; in dem III, Bande der Nov. act. Academ. natur. curiosorum. Von F(ÜRNROHR). Flora, S. 705 - 714

HORNSCHUCH, 1848: Ueber Ausartung der Pflanzen. Flora, No. 2, 14. Januar, S. 17 - 28; Nr. 3, 21. Januar, S. 53 - 44; Nr. 4, 31. Januar, S. S. 50 - 64; Nr 5, 7. Februar, S. 65 - 86. .

HOROWITZ, NORMAN H., 1990: Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 59, S. 26 - 52.

HORST, EBERHARD, 1989: Friedrich der Staufer. Düsseldorf.

HÖSCH, EDGAR, 1988: Geschichte der Balkanländer. Von der Frühzeit bis zur Gegenwart. München.

HOSKIN, M. A., 1972: Herschel, William. Dictionary of Scientific Biography, Vol. VI, New York, S. 328 - 336.

HOTTINGER, ARNOLD, 1995: Die Mauren. Arabische Kultur in Spanien. München, Zürich.

HOUBEN, J. und L. KOSSELKAUL, 1902: Synthesen von Carbonsäuren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 35. Jahrgang, S. 2519 – 2523.

HOUGHTON, J. T. and C. D. WALSHAW, 1977: Gordon Miller Bourne Dobson. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Soceity, Volume 23, S. 41 - 57.

HOUGHTON, J. T., 2004: Dobson, Gordon Miller Bourne. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 16, S. 357 / 358.

HOURANI, ALBERT, 1999: Die Geschichte der Arabischen Völker, Frankfurt am Main.

HOVEN, FRIEDRICH WILHELM VON, 1984: Lebenserinnerungen. Textrevision und Anmerkungen von HANS-GÜNTHER THALHEIM und EVELYN LAUFER. Berlin 1984.

HOWELL, W. H., 1897: The Physiology of Internal Secretions. Science, N. S., Vol. VI, No. 132, July 9, S. 37 - 49.

HOWELL, W. H., 1910: The Preparation and Properties of Thrombin, together with Observations on Antithrombin and Prothrombin. The American Journal of Physiology, Volume XXVI, S. 453 – 473.

HOWELL, W. H. and EMMET HOLT, 1918 – 1919: Two new Factors in Blood Coagulation – Heparin and Pro-Antithrombin. The American Journal of Physiology, Volume XLVII (47), S. 328 – 311.

HOWELL, W. H., 1924 – 1925: The Purification of Heparin and ist Presence in Blood. The American Journal of Physiology, Volume LXXI (71), S. 553 – 362.

HOWES, LAURA, 2011: 'Dead end' in RNA chemistry revitalised by new RNA-zyme. New life for RNA world. Chemistry World, June, S. 24.

HOYER, ULRICH, 1973: Copernicus und Kepler - Der Weg zur Physik des Himmels. Physikalische Blätter, 29. Jahrgang, S. 387 - 396.

HOYER, ULRICH, 1980: Johann Wilhelm Hittorf. – In: Die Universität Münster 1780 – 1980. Im Auftrag des Rektors herausgegeben von HEINZ DOLLINGER. S. 437 – 445. Münster.

HOYER, ULRICH, 1982: Bohrs Weg zur Atomtheorie. Physikalische Blätter, 38. Jahrgang, S. 345 - 349.

HUBBARD, RUTH and GEORGE WALD, 1960: Nature, Volume 186, No. 4720, S. 212 - 215.

HUEBENER, RUDOLF P., 2011: Hundert Jahre Supraleitung. Harte Nuss für Theoretiker. Physik in Unserer Zeit, (42), 1, S. 14 -20.

HUBER, CARL, 1867: Vorläufige Notiz über einige Derivate des Nicotins. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXLI (141), S. 271.

HUBER, C., 1870: Vorläufige Mitteilung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 3. Jahrgang, S. 349.

HUBICKI, WLODZIMIERZ, 1971: Centnerszwer, Mieczyslaw. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 176 / 177.

HÜBNER, KARL, 2005: Runder Geburtstag fürs Ozonloch. Chemie in unserer Zeit, 39, S. 140 - 142.

HÜBNER, KARL, 2009: Buchhalter der Moleküle. Seit gestern sind 50 Millionen chemische Stoffe bekannt ... Süddeutsche Zeitung, Mittwoch, 9. September, Nr. 207, S. 16.

HUCHO, F.; E. BARTELS, A. MAELICKE, 1984: Zum Tod David Nachmansohns. Nachrichten aus Chemie ..., 32, Nr. 1, S. 34 - 36.

HÜCKEL, WALTER, 1949: Heinrich Kiliani. Chemische Berichte, 82, S. I - IX.

HÜCKEL, WALTER, 1961: Otto Wallach 1847 - 1931. Chemische Berichte, 94. Jahrgang, Nr. 8, S. VII - CVIII.

HUG, WOLFGANG, 1992: Geschichte Badens. Stuttgart.

HUGENSCHMIDT, CHRISTOPH, 2018: Die Sonde aus der Antiwelt. ... Positronen. Physik Journal 17, Nr. 4, S. 33 - 38.

HUGHES, ROBERT, 1992 (1987): Australien. Die Besiedlung des Fünften Kontinents. München.

HUGHES, R. E., 1975: James Lind and the Cure of Scurvy: An Experimental Approach. Medical History, Vol. 19, S. 342 ff.

HUGHES, WJ, 1970: Alexis The're'se Petit. Chemistry in Britain, Volume 6, Number 11, November, S. 490/491.

HUGHES, SALLY SMITH, 1970: Beijerinck, Martinus Willem. Dictionary of Scientific Biography, Volume, I, New York, S. 13 - 15.

HUGHES, THOMAS PARKE, 1974: Midgley, Thomas jr. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 375 / 376, New York.

HUISGEN, R., 1959: Heinrich Wieland als Mensch und Lehrer. Angewandte Chemie, 71, S. 5 / 6.

HUIZINGA, J., 1953: Das Problem der Renaissance. Renaissance und Realismus. Tübingen: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

HUIZINGA, JOHAN, 1954: Geschichte und Kultur. Gesammelte Aufsätze. Hrsg. und eingeleit. von KURT KÖSTER. Stuttgart. - Darin: Zur Theorie und Methode der Geschichte, Vier Kapitel über die Entwicklung der Geschichte.- Zur Geschichte des Begriffs Mittelalter. - Die Denkformen des praktischen Lebens.

HULDSCHINSKY, K., 1919: Heilung von Rachitis durch künstliche Höhensonne. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 45, 26 (26. Juni), S. 712 - 713.

HULTHEN, E., 1949: Würdigung bei der Nobelpreis-Verleihung an EDWARD VICTOR APPLETON. Les Prix Nobel en 1947. Stockholm. S. 20 - 22.

HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1989: Aus meinem Leben. Autobiographische Bekenntnisse zusammengestellt und erläutert von KURT-R. BIERMANN. Leipzig, Jena, Berlin.

HUND, F., 1967: Peter Debye 24. März 1884 - 2. November 1966. Die Naturwissenschaften, 54. Jahrgang, Heft 2.

HÜNEMÖRDER, CHRISTIAN, 1989/1992: Johann Beckmanns Verdienste um die beschreibende und angewandte Naturgeschichte. In: MÜLLER, HANS-PETER; ULRICH TROITZSCH (Hrsg): Technologie zwischen Fortschritt und Tradition. Beiträge zum Internationalen Johann Beckmann-Symposium Göttingen 1989. Sonderdruck 1992. S. 63 - 79. Frankfurt am Main, Bern, New York, Paris.

HUNGER, HERBERT, 1965: Reich der neuen Mitte. Der christliche Geist der byzantinischen Kultur. Graz, Wien, Köln.

HUNGER, HERBERT, 1995: Der Mythos der Hellenen in byzantinischem Ambiente. Byzantinische Zeitschrift, 88. Band, Heft 1, S. 23 - 37.

HUNKE, SIGRID, u. a. 1980: Allahs Sonne über dem Abendland. Unser arabisches Erbe. Frankfurt am Main.

HUNT, BRUCE J., 2004: Varley, Cromwell Fleetwood. Varley, (Samuel) Alfred. Oxford Dictionary of Scientific Biography, Volume 56, S. 143 - 145.

HUNTER, JOHN, 1802: Bemerkungen über die thierische Ökonomie. Im Auszuge übersetzt und mit Anmerkungen versehen von K. F. A. SCHELLER. Braunschweig.

HUNTER, MICHAEL: s. ROOS, ANNE MARIE 2011.

HUNTINGTON, SAMUEL P., 19988: Kampf der Kulturen. The Clash of Civilizations. Die Neugestaltung der Weltpolitik im 21. Jahrhundert. Aus dem Amerikanischen von HOLGER FLIESSBACH. München, Wien.

HURST, A. F., rev. MARY E, GIBSON, 2004: Stokes, Adrian. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 52, S. 853.

HURWIC, JÓZEF, 2002: Kasimir Fajans (1887 - 1975). Lebensbild eines Wissenschaftlers. - Berliner Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, 25. Berlin.

HUSCHKE, EMIL, 1854: Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere nach Alter, Geschlecht und Race. Dargestellt nach neuen Methoden und Untersuchungen. Jena.

HUSEMANN, E., E. PLÖTZE und G. V. SCHULZ, 1941: Ergebnisse und Probleme aus der Chemie, physikalischen Chemie und Physik der makromolekularen Stoffe. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, Heft 18, 2. Mai, S. 257 – 270.

HUSS, FRANK, 2008: Der Wiener Kaiserhof. Eine Kulturgeschichte von Leopold I. bis Leopold II. Gernsbach.

HUTTON; JAMES, 1788: Theory of the Earth, or an Investigation of the Lawes observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. – Später zu einem mehrbändigen Werk erweitert.

HUXLEY, ALDOUS, hier 1988: Schöne neue Welt. Roman. Aus dem Englischen von EVA WALCH. Mit dem Essay "Gesichter und Gesichte des Aldous Huxley" von BERNHARD SCHELLER. Leipzig. - Original. 1932.

HUXLEY, A. F., 1964: Die quantitative Analyse der Nervenerregung und Nervenleitung. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1963. Übersetzung. Angewandte Chemie, 76. Jahrgang, Nr. 15, S. 668 - 673.

HUXLEY, ANDREW, 2004: Hodgkin, Sir Alan Lloyd. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 27, S. 461 - 466.

HUXLEY, THOMAS HENRY, 1883: Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Aus dem Englischen J. VICTOR CARUS. Braunschweig. -Englisches Original auch 1863: Evidence as to Man's Place in Nature. New York. - Neuausgabe, 1970, 2. unveränderte Auflage: Eingeleitet und in Anlehnung an VICTOR CARUS Übersetzt von GERHARD HEBERER Göttingen. Stuttgart.

HUXLEY, LEONARD, 1903: s. HUXLEY, THOMAS HENRY 1903.

HUXLEY, THOMAS HENRY, 1903: Life and Letters of ... by the son LEONARD HUXLEY, Vol. 1. London.

HUYSECOM, ERIC, 2008: Wann begann Afrikas Jungsteinzeit? Spektrum der Wissenschaft, August, S. 62 – 67.

HYMAN, LIBBIE H., 1957: Charles Manning Child. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, S. 72 ff.

IHDE, AARON J., 1972: Funk, Casimir. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 208 / 209, New York.

IHDE, AARON J., 1974: Baekeland, Leo Hendrik. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 25 – 27.

IHDE, AARON J., 1973: Levene, Phoebus Aaron Theodor. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 275 / 276, New York.

IHNE, EGON und J. SCHROETER, 1892: Hermann Hoffmann. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 10, S. (11) – (27).

ILG, ULRIKE, 2005: Die "Entdeckung" der osmanischen Kultur. - In: DÜRR, RENATE; GISELA ENGEL, JOHANNES SÜßMANN (hrsg.): Expansion in der Frühen Neuzeit. Zeitschrift für Historische Forschung Beiheft 34, S. 173 - 196.

INAMA, 1889: Rohr, Julius Bernhard von. Allgemeine Deutsche Biographie, 29, S. 60 - 62.

INGEN-HOUSZ, JOHN, 1782 / 1783: Some farther Considerations on the Influence of the Vegetable Kingdom on the Animal Creation. Philosophical Transactions of the Royal Socety of London, Vol. LXXII. For the Year 1782. Part II. S. 426 - 429.

INGEN-HOUSZ, JOHANN, 1790:Versuche mit Pflanzen ... Dritter Band. Wien.

INGLE, DWIGHT J., 1975: Edward C. Kendall. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLVII (47), S. 248 ff.

IPATIEW, WL., 1903: Pyrogenetische Contactreactionen organischer Verbindungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 36. Jahrgang, Band II, S. 1990 – 2003.

IPATIEW, WL., 1904: Katalytische Reactionen bei hohen Temperaturen und Drucken. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 37. Jahrgang, Band III, S. 2961 – 2983.

ISAACS, A. und J. LINDEMANN, 1957: Virus interference. I.The interferon. Proceedings of the Royal Society, series B. Biological Sciences. Vol. 147, No. 927, 12 September 1957, S. 258 - 267.

ISELIN, ISAAK, 1784: über die Geschichte der Menschheit. Erster Band. Carlsruhe. - Zweyter Theil. Carlsruhe.

ISENMANN, EBERHARD, 2012: Die deutsche Stadt im Mittelalter 1150 - 1550. Wien, Köln, Weimar.

ISRAEL, JONATHAN, 1995: The Dutch Republic. Its Rise, Greatness, and Fall 1477 - 1806. Oxford.

ITERSON, G. VAN jun. 1935: Martinus Willem Beijerinck. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band LII (52), S. (115) - (158).

IVANOV, RUMEN TEOVOLOV, 1984: Apollonia - eine griechische Kolonie an der thrakischen Schwarzmeerküste. Das Altertum, 30, 2, S. 123 - 125).

IVARSSON, MATTIAS E.; JEAN-CHRISTOPHE LEROUX und BASTIEN CASTAGNER, 2012: Therapien gegen Bakterientoxine. Angewandte Chemie, 124, S. 4098 - 4121.

IWANOWSKI, D., 1899: Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, V (5), No. 8, S. 250 - 254.

JÄCKLE, WILHELM, 1964: Bericht über die Sonderschau "Raketentechnik und Raumfahrt" im Deutschen Museum München, Deutsches Museum - Abhandlungen und Berichte, 32. Jahrgang, Heft 3.

JACKSON, CHRISTINE E., 2004: Sharpe, Richard Bowdler. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 50, S. 55/56.

JACOB, FRANÇOIS and ELIE L. WOLLMAN, 1961: Viruses and Genes. Scientific American, Volume 204, No. 6, June, S. 93 - 107.

JACOB, F., 1966: Genetik der Bakterienzelle. Nobelvortrag am 11. Dezember 1965. Übersetzung. Angewandte Chemie, 78. Jahrgang, Nr. 14, S. 704 - 713.

JACOB, FRANCOIS, 1972: Die Logik des Lebenden. Von der Urzeugung zum genetischen Code. Frankfurt a. M.

JACOB, FRANCOIS, 2911; The Birth of Operon. Science, Volume 332, 13 May, S. 767.

JACOB, JAMES R. (= RANDALL), 1998: The scientific revolution: aspirations and achievements, 1500 - 1700. Humanities Press International, Atlantic Highlands, New Jersey.

JACOBSON, P., 1918: Carl Liebermann. II. Wissenschaftlicher Teil. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LI (51), S. 1160 - 1204.

JÄGER, GEORG FRIEDRICH, 1814: Über die Missbildungen der Gewächse - ein Beitrag zur Geschichte und Theorie der Missentwicklungen organischer Körper. Stuttgart.

JAEGER, HANS, 1980 a: Koenig, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 12. Band , S. 336 - 338.

JAEGER, HANS, 1980 b: Koppy, Moritz v. Neue Deutsche Biographie, 12. Band , S. 579 / 580.

JAHN, WILLIY, 1959: Fabricius, David. Neue Deutsche Biographie, Band 4, S. 731 f. Online.

JÄHNIG, BERNHART, 2002: Der Entwicklungsstand der Deutschordensherrschaften in Preußen und Livland in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts. - In: FELTEN, FRANZ; STEPHANIE IRRGANG, KURT WESOLY (Hrsg.): Ein gefüllter Willkomm: Festschrift für Knut Schulz zum 65 Geburtstag. S. 217 - 234. Aachen.

JAMES, FRANK A. J. L. 2004: Brande, William Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 7, S. 349 - 351.

JAMES, LAWRENCE, 1994: The Rise and Fall of the British Empire. London.

JAMES, SIMON, 1998: Das Zeitalter der Kelten. ... Deutsch von HERMANN KUSTERER. Augsburg. - Original: Exploring the World of the Celts. London 1993.

JAMES, T. E., rev. ANTHONY S. TRAVIS, 2004: Schunck, (Henry) Edward. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 49, S. 280 / 281.

JANA´CEK, JOSEF, 1984: Das alte Prag. Leipzig.

JANCAREK, PETR, 1981: Die Grundzüge der Joachimsthaler Gesellschaft in

der Zeit Georg Agricolas. Sächsische Heimatblätter, 27. Jahrgang, Heft 2, S. 58 - 62.

JANKE, DIETER, 1981: Moderne Stahlerzeugung. Chemie in unserer Zeit, 15. Jahrgang, Nr. 1, S. 10 - 20.

JÄNECKE, 1918: Über eine neue Methode, die allotrope Umwandlung des Nickels zu bestimmen. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1. Band, 26. November, S. 229.

JANIAK, CHRISTOPH, 2014: Chemie im Bereich der Zwerge - Von Nanoporen und Nanopartikeln. Vortrag vor der Gesellschaft deutscher Chemiker Leipzig 19. Juni.

JAENICKE, LOTHAR und WILHELM BOLAND, 1982: Signalstoffe und ihre Reception im Sexualcyclus mariner Braunalgen. Angewandte Chemie, 94, S. 659 - 670.

JAENICKE, LOTHAR, 2006, Richard Kuhn, 3. 12. 1900 (Wien) – 1. 8. 1967 (Heidelberg). Ein Talent – doch kein Charakter. Nachrichten aus der Chemie, 54, Mai, S. 510 – 515.

JAENICKE, LOTHAR, 2007: Profile der Biochemie. 44 Porträts aus der deutschen Geschichte. Stuttgart. - Darin: Felix Haurowitz (1896 - 1987) S. 197 - 204.

JANKOWSKY, HEINZ, 2000: Österreichs große Erfinder: ihr Leben, ihre Arbeiten, ihre Schicksale. Graz, Wien, Köln.

JANOUSCHEK, VERENA und KATRIN SOMMER, 2009: Welche Fette enthält Palmöl? Unterricht Chemie, 20, Nr. 113, S. 24 - 26.

JANSEN, SARAH, 2000: An American Insect in Imperial Germany: Visibility und Control in Making the Phylloxera in Germany, 1870 – 1914. Science in Context, Volume 13, Number 1, Spring, S. 31 – 65.

JANTSCH, MARLENE, 1948: Die Malaria. Ein geschichtlicher Überblick. Wien.

JANTSCH, MARLENE: Pirquet von Cesenatico, Clemens, Freiherr. – In: DUMESNIL, R. und H. SCHADEWALDT: Die berühmten Ärzte. S. 313 – 315. Köln.

JAQUET, A., 1896: Professor Friedrich Miescher. Nachruf von ...

JASCHER, KURT-ULRICH, 2007: Was machte zur Stadt im Mittelalter? - In: JASCHKE, KURT-ULRICH und CHRISTHARD SCHRENK, 2007: Was machte im Mittelalter zur Stadt? Selbstverständnis, Außensicht und Erscheinungsbilder

mittelalterlicher Städte. Vorträge des gleichnamigen Symposiums vom 30. März bis 2. April 2006 in Heilbronn. Statdarchiv Heilbronn. S. 285 - 358. .

JASPER, WILLI, 2003: Ludwig Börne. Keinem Vaterland geboren. Eine Biographie. Berlin.

JASPER, WILLI, 2006: Lessing. Biographie. Berlin. - zuerst 2001.

JASPERS, KARL, 1955; Vom Ursprung und Ziel der Geschichte. Frankfurt/M., Hanburg.

JAY, MIKE, 2009: The Atmosphere of Heaven: The 1799 Nitrous Oxide Researches reconsidered. Notes & Records of the Royal Society, 63, S. 297 - 309.

JEBSEN-MARWEDEL, H., 1935: Otto Schott gestorben. Die Naturwissenschaften, 23, 43: 727 / 728.

JELICZ, ANTONINA, 1981: Das alte Krakau. Alltagsleben vom 13. bis zum 15. Jahrhundert. Übersetzung aus dem Polnischen von EDUARD MERIAN. Leipzig.

JENKINS, ALICE (ed.), 2009, zu ihr Review zu 'Michael Faraday's mental exercises: an artisan essay circle in regency London. Liverpool University Press 2008.

JENKINS, REESE V., 1972: Fraunhofer, Joseph. Dictionary of Scientific Biography. Volume V, S. 142 – 144, New York.

JENKINS, REESE V., 1976: Talbot, William Henry Fox. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 237 – 239, New York.

JENNINGS, H. S., 1910: Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen. Autorisierte deutsche Übersetzung von ERNST MANGOLD. Leipzig und Berlin.

JENNINGS, H. S., 1926: Biology and Experimentation. Science, Volume LXIV, July 30, No. 1648, S. 97 – 105.

JENSEN, J. HANS D., 1964: Zur Geschichte der Theorie des Atomkerns. Nobel-Vortrag am 12. Dezember 1963. Angewandte Chemie, 76. Jahrgang, Nr. 2, 21. Januar, S. 69 - 75.

JENSEN, J. VERNON, 1988: Return to the Wilberforce - Huxley Debate. BritishJournal of the History of Science (BJHS); 21, S. 161 - 172.

JENTZSCH, A., 1884: Gedächtnisrede auf Oswald Heer, gehalten in der Sitzung der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft am 3 Januar 1884. Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr., 25, S. 1 -26.

JERNE, NIELS K., 1985: Die generative Grammatik des Immunsystems (Nobel-Vortrag). Übersetzung. Angewandte Chemie, 97, S. 813 - 818.

JOBST, J. und O. HESSE, 1864: Ueber die Bohne von Calabar. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXIX, S. 115 - 121.

JOHANEK, PETER, 1990: Meibom, Heinrich (d. J.). Neue Deutsche Biographie, 16. Band, S. 631.

JOHANNSEN, OTTO, 1953: Geschichte des Eisens. Düsseldorf.

JOHANNSEN, W., 1901: Johan Kjeldahl. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIII, Band III, S. 3880 - 3888.

JOHANNSEN, WILHELM, 1926 (deutsche Erstauflage 1909): Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Mit Grundzügen der biologischen Variatinsstatistik. Dritte deutsche, neubearbeiete Auflage in Dreissig Vorlesungen. Jena.

JOHANSEN, PAUL, 1969: Heinrich von Lettland (Henricus de Lettis). Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 413.

JOHN, ANGELA V., 2004: Guest, Sir (Josiah) John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 24, S. 176 / 177.

JOHNE, KLAUS-PETER, 1987: Römische Grundherren und Pächter im Wandel der Jahrhunderte. Das Altertum, Band 33, S. 163 - 170.

JOHNSON, FRANK H., 1967: Edmund Newton Harvey. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXIX, S. 202 - 256.

JOHNSON, W., 2004: Pemberton, Henry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 43, S. 505.

JOHNSTON, D. T.: F. WOLFE-SIMON, A. PEARSON, A. H. KNOLL, 2009: Anoxygenic photosynthesis modulated Proterozoic oxygen and sustained Earth' middle age. PNAS, vol. 106, no. 40, October 6, S. 16925 - 16929.

JOLIOT, F. and I. CURIE, 1934: Artificial Production of a New Kind of Radio-Element. Nature, February 10, S. 201 / 202.

JOLIOT-CURIE, IRENE und FRÉDÉRIC JOLIOT, 1936: Über die künstliche Herstellung der Radioelemente. Nobelvorträge ... Aus dem Französischen übersetzt von Dr. O. ERBACHER. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 24, 13. Juni, S. 367 - 369.

JOLY, JOHN, 1924: The Radioactivity of the Rocks. Hugo Müller Lecture, delivered before the Chemical Society on February 28th, 1924. Journal of the Chemical Society, Vol. CXXV (125), S. 897 - 907.

JONAS, HANS, 2003: Erinnerungen. Nach Gespächen mit RACHEL SALAMANDER. Vorwort von RACHEL SALAMANDER. Geleitwort von LORE JONAS. Herausgegeben und mit einem Nachwort versehen von CHRISTIAN WIESE. Frankfurt am Main und Leipzig.

JONES, A. H. M., 1974: The Roman Economy Studies in Ancient Economic and Administrative History. Edited by P. A. BRUNT. Oxford.

JONES, BENCE, 1852: Ueber die Bildung von Salpetersäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXXII (82), S. 368 – 371.

JONES, D. F., 1958: East, Edward Murray. Dictionary of American Biography, Supplement Two, S. 167 / 168.

JONES, KENNETH GLYN, 1971: The Observational Basis for Kant's Coamogony: A Critical Analysis. Journal for the History of Astronomy, II, S. 29 - 34.

JORDA, STEFAN, 2008: Kalt und kostbar. Physik-Journal, 7, S. 27 – 30.

JORDA, STEFAN, 2014, s. CHU, STEVEN.

JORDAN, H. J., 1929: Allgemeine Vergleichende Physiologie der Tiere. Berlin und Leipzig.

JORDAN, KARL, 1969: Helmold von Bosau. Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 502,

JORDAN, KARL, 1980: Heinrich der Löwe: eine Biographie. 2., durchgesehene Auflage. München.

JORDAN, PASCUAL, 1936: Die Physik des 20. Jahrhunderts. Einführung in die Gedankeninhalte der modernen Physik. Die Wissenschaft. ... Band 38. Braunschweig.

JORDAN, PASCUAL, 1954: Forschung, Macht, Geschichte. Frankfurt a. M.

JÖRGENSEN, BO BARKER, 1995: Die Mikrowelt der Meeresbakterien. Naturwissenschaften, 82, S. 269 - 278.

JOST, L., 1915: Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik. Die Naturwissenschaften, 3. Jahrgang, 10, S. 129 - 131.

JOST, W., 1941: Max Bodenstein zum 70. Geburtstag am 15. Juli 1941. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, 11. Juli, Heft 28, S. 409 / 410.

JOUMEL, LAURE, 2007: Before "Modern" Chemistry. Chemistry interanational March - April, S. 10 - 12.

JULIA, DOMINIQUE, 1996 / 2004: Kapitel 7. Der Priester. - In: VOVELLE, MICHEL (Htsg). Der Mensch der Aufklärung. S. 282 - 320. Frankfurt /Main, Essen. - Original: L'Uomo dell' Illuminismo. Roma - Bari, 1992.

JUDSON, HORACE FREELAND, 2006: Rezension zu: Frnacis Crick: Discoverer of the Genetic Code by Matt Ridley, Nature, Vol. 443, October, S. 917/918.

JUEL, H. O., 1900: Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogentische Fortpflanzung bei der Gattung Antennaria. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handingar, Bandet 33, N: 5. Stockholm.

JULIA, DOMINIQUE, 1996 / 2004: Kapitel 7. Der Priester. - In: VOVELLE, MICHEL (Htsg). Der Mensch der Aufklärung. S. 282 - 320. Frankfurt /Main, Essen. - Original: L'Uomo dell' Illuminismo. Roma - Bari, 1992.

JUNG, C. G., 1931 / 1986: Das Grundproblem der gegenwärtigen Psychologie. Vortrag, Wien 1931.. – In: Das C. G. Jung Lesebuch. Ausgewählt von FRANZ ALT, S. 13 – 36. Frankfurt a. M., Berlin.

JUNG, C. G., 1932 / 1986: Vom Werden der Persönlichkeit. Vortrag, Wien 1932.. – In: Das C. G. Jung Lesebuch. Ausgewählt von FRANZ ALT, S. 119 – 143. Frankfurt a. M., Berlin.

JUNG, C. G., 1945 / 1986 : Nach der Katastrophe. - : In: Das C. G. Jung Lesebuch. Ausgewählt von FRANZ ALT, S. 221 – 250. Frankfurt a. M., Berlin.

JUNG, C. G., 1946: Aufsätze zur Zeitgeschichte. Zürich.

JUNG, C. G., 1961 / 1986: C. G. Jung über Sigmund Freud. – In: Das C. G. Jung Lesebuch. Ausgewählt von FRANZ ALT, S. 37 – 43. Frankfurt a. M., Berlin.

JUNKES, NORBERT, 2008: Irdische Naturgesetze gelten auch im fernen Universum. Sterne und Weltraum, September, S. 24/25.

JUSTI, JOHANN HEINRICH GOTTLOB von, 1761: Abhandlungen von der Vollkommenheit der Landwirthschaft und der höchsten Cultur der Länder. Ulm und Leipzig.

JUSTIN, s. TROGUS, POMPEIUS 1972.

K., H. A,, 1961: Mcormick, Cyrus Hall. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 607 – 609.

K., H. A., 1961; McCormick, Leander James. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 610.

K., H. A., 1961: McCormick, Robert. Dictionry of American Biography, Volume VI, S. 611 / 612.

K., H. A., 1961: McCormick, Stephen. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 614.

K., L. P., 1960: Hennepin, Louis. Dictionary of American Biography, Volume IV, S. 540 / 541.

KAATZE, UDO, 2017: Wasser - ein besonderer Stoff. Physik Journal 16, Nr. 10, S. 41 - 47.

KAGAN, HENRI B., 2012: Victor Girgnard und Paul Sabatier: zwei exemplarische Chemie-Nobelpreisträger. Angewandte Chemie, 124, S. 7490 - 7497.

KAERST, JULIUS, 1975: Geschichte des Hellenismus. 1. Band, Nachdruck der 3. Auflage von 1927: Die Grundlegung des Hellenismus. - 2. Band, Nachdruck der 2. Auflage von 1926: Das Wesen des Hellenismus. Darmstadt.

KAHLBAUM, GEORG W. A., 1904: Justus von Liebig und Friedrich Mohr in ihren Briefen 1834 - 1870. Ein Zeitbild. Leipzig.

KAHLBAUM, GEORG W. A. und ED. SCHAER, 1901: Christian Friedrich Schönbein, 1799 - 1868. - Monographien aus der Geschichte der Chemie, herausgegeben von GEORG W. A. KAHLBAUM, 6. Heft. Leipzig.

KAHLSON, GEORG, 1976: Thunberg, Thorsen Ludvig. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 393 / 394, New York,

KAISER, HANS E., 1985: Functional Comparative Histology. 5. Communicaton: History of Histology. Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch, 131, 6, S. 815 – 862.

KAISER, REINHOLD, 2004, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage: Das Römische Erbe und das Merowinger-Reich. Enzyklopädie Deutscher Geschichte Band 26. München.

KAISER, REINHOLD, 2014: Die Mittelmeerwelt und Europa in Spätantike und Frühmittelalter. Neue Fischer Weltgeschichte Band 3. Frankfurt am Main.

KAISER, WALTER, 1977: André Marie Ampère. - In: "Die Grossen", VII, S. 326 - 339, Zürich.

KALM, PEHR, 1748: Erfahrungen und Anmerkungen aus der Naturgeschichte und

Wirthschaft in Norwegen, angestellet und daher gesandt von ... Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1748. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 10. Band, S. 189 - 204.

KALM, PETER, 1764: Des Herrn Peter Kalms ... Beschreibung der Reise die er nach dem nördlichen Amerika gemacht ... Der dritte Theil. Eine Uebersetzung. Göttingen.

KAMERLINGH ONNES, 1911: Further Experiments with Liquid Helium. D. On the Change of the Electrical Resistance of Pure Metals at very low Temperatures, etc. V. The Disappearance of the resistence of mercury. Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden, S. 13 - 15.

KAMERLINGH ONNES, 1913 / 1914: Further experiments with liquid helium. H. On the electrical resistance of pure metals etc. VII. The potential difference necessary for the electric current through mercury below 4°.19 K. Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden. Volume XIII, S. 3 ff.

KAMKE, DETLEF, 1973: Die Erweiterung des Periodischen Systems der Elemente I. Physikalische Blätter, 29. Jahrgang, S. 445 - 454.

KAMLAH, WILHELM, 2003: Die Wurzeln der neuzeitlichen Wissenschaft und Profanität. Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 51, 4, S. 658 – 663.

KAMMERER, PAUL, 1912 / 1913: Monistische und dualistische Vererbungslehre. Das monistische Jahrhundert, 1: 225 - 235.

KAMMERER, P., 1925: Neuvererbung oder Vererbung erworbener Eigenschaften. Stuttgart - Heilbronn.

KAMPEN, von, 1822: Bekker (Balthasar). Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste ... herausgegeben von J. S. ERSCH und J. G. GRUBER, 8. Theil, S. 395 / 396.

KAMPMANN, NIELS, 1955: Berkefeld, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 93.

KANDEL, ERIC, 2009, 2. Auflage: Auf der Spur nach dem Gedächtnis. Die Entstehung einer neuen Wissenschaft des Geistes. Aus dem Amerikanischen von HAINER KOBER. München. – Original: In Search of Memory. New York 2006.

KANEKO, JIRO, 1904: Künstliche Erzeugung von Margines falciformes und Arcus tendinei. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 18, S. 317 – 376.

KANT, IMMANUEL, 1755; Nchdruck 1922: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig. - Neudruck in: IMMANUEL KANTs Werke, ..., herausgegeben von ERNST CASSIRER, Band I, Vorkritische Schriften ... Band I. Herausgegeben von Dr ARTUR BUCHENAU. S. 220 - 370. Berlin.

KANTOROWICZ, ERNST, 1994 (7. veränderte Auflage): Kaiser Friedrich der Zweite. Stuttgart.

KANZ, KAI TORSTEN, 1993: Einführung zu KIELMEYER ... 1793. Marburg an der Lahn.

KAPOOR, SATISH C., 1970: Berthollet, Claude Louis. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 73 - 82. New York.

KAPPE, THOMAS, 1992: Calixarene – vor 50 Jahren in Österreich entdeckt. Ein historischer Abriß zum 100. Geburtstag von Alois Zinke. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 28 – 31.

KARAMSIN, N. M., 1977: Briefe eines russischen Reisenden. Berlin. Aus dem Russischen übersetzt von JOHANN RICHTER. Berlin. - Die Übersetzung RICHTERs, von KARAMSIN überprüft, ist eine zeitgenössische Übersetzung, 1799 - 1802, der russischen Buchausgabe 1799 - 1801.

KARGON, ROBERT H., 1970: Rezension von SCHOFIELD, ROBERT E., 1970: Mechanism and Materialism. British Natural Philosophy in an Age of Reason. Princeton University Press. Sience, Volume 169, S. 1068.

KARISCH, KARL-HEINZ, 2009: Fabriken des Lebens. Frankfurter Rundschau, 65. Jahrgang, Nr. 233, Donnerstag, 8. Oktober, S. 14/15.

KARLSON, PETER, 1954: Biochemische Probleme der Insektenmetamorphose. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft vom 7. bis 12. Juni 1954 in Tübingen. S. 68 - 85. Leipzig 1955.

KARLSON, PETER, 1977: Neue Wege in der Bekämpfung der Schadinsekten. Leopoldina, Reihe 3, Jahrgang 23, S. 98 - 104.

KARLSON, P., 1984: Otto Hoffmann-Ostenhof zum 70. Geburtstag. Naturwissenschaften, 71, S. 491 / 492.

KARRER, P., 1948: Über einige Fortschritte der organischen Chemie. Chimia, Volumen 2, Fasc. 5, S. 101 - 109.

KARSTEN, 19: Plücker, Julius. Allgemeine Deutsche Biographie, Vol. XXVI, S.

321 - 323.

KARSTEN, G., 1912: Eduard Strasburger. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, XXX, S, (60) – (86).

KASERER, HERMANN, 1906: Die Oxydation des Wasserstoffes durch Mikroorganismen. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, XVI. Band, S. 681 - 696.

KASPER, HANNS-HEINZ, 1981: Die sächsischen Saigerhütten zur Zeit Georg Agricolas und ihre Widerspiegelung in seinem Werk "De re metallica". Sächsische Heimatblätter, 27. Jahrgang, Heft 2, S. 69 - 73.

KASPER, MICHAEL, 1997: Baskische Geschichte in den Grundzügen. Darmstadt.

KASSNER, GEORG, 1924: Über die katalytische Oxydation des Ammoniaks zu nitrosen Gasen und zu Salpetersäure. Zeitschrift für angewandte Chemie, 37. Jahrgang, 19. Juni, Nr. 25, S. 373 – 382.

KASTER, HEINRICH L., 1986: Die Weihrauchstraße. Handelswege im alten Orient. Frankfurt am Main.

KASTL, J., 1953:

KATNER, WILHELM, 1961: Fraenkel, Albert. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 311.

KATSCHER, FRIEDRICH, 1976: Heinrich Hertz. - In: "Die Grossen", IX, S. 312 - 331. Zürich.

KATZIR, SHAUL, 2003: The Discovery of the Piezoelectric Effect. Archive for History of Exact Sciences, Volume 57, Number 1, January, S. 61 - 91.

KAUFFMAN, GEORGE B., 1971a: Chardonnet, Louis-Marie-Hilaire Bernigaud, Comte des. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 207, New York.

KAUFFMANN, GEORGE B., 1971b: Claus, Carl Ernst. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 301 / 302, New York.

KAUFFMAN, GEORGE B., 1972: Graham, Thomas. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 492 – 495, New York.

KAUFFMAN, GEORGE B., 1973: Kossel, Walther (Ludwig Julius Paschen Heinrich). Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 468 – 470, New York.

KAUFFMAN, GEORGE B., 1984: Eduard Schweizer (1818 - 1860): The Unknown Chemist and His Well-Known Reagent. Journal of Chemical Education, Volume

61, Number 12, December, S. 1095 - 1097.

KAUFFMAN, GEORGE B., 1993: Rayon. The First Semi-Synthetic Fiber Product. Journal of Chemical Education, Volume 70, Number 11, November, S. 887 - 893.

KAUFFMAN, GEORGE B. and RAYMOND B. SEYMOUR, 1990: Elastomers. I. Natural Rubber. Journal of Chemical Education, Volume 67, Number 5, May, S. 422 - 425.

KAUFFMAN, GEORGE B. and RAYMOND B. SEYMOUR, 1991: Elastomers. II. Synthetic Rubbers. Journal of Chemical Education, Volume 68, Number 3, March, S. 217 - 220.

KAUFFMANN, GEORGE B.; ISAAC MAYO; 1996: Multidisciplinary Scientist – Melvin Calvin. Journal of Chemical Education, Volume 73, Number 5, May, S. 412 – 416.

KAUFFMANN, HUGO, 1898: Studien über elektrische Schwingungen. Erste vorläufige Mitteilung. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 26. Band, S. 719 – 727.

KAUFFMANN, HUGO, 1899: Studien über elektrische Schwingungen. Zweite Mitteilung. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 28. Band, S. 673 – 767.

KAUFFMANN, HUGO, 1913 a: Die moderne Entwicklung der physikalischen Chemie. Referat. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 69. Jahrgang, S. LXXXII – LXXXV.

KAUFFMANN, HUGO, 1913 b: Beiträge zur allgemeinen Valenzlehre. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 81. Band, S. 83 – 96.

KAUFFMANN, HUGO, 1917: Die neueren Forschungen der Valenzlehre. Die Naturwissenschaften, 5. Jahrgang, 12. Januar, Heft 2, S. 17 – 23.

KAUFFMANN, HUGO, 1920: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution. Stuttgart.

KAUSE, C. F., 1803: Beschreibung der Landwirthschaft in Anhalt-Cöthen. Oekonomische Hefte, Februar.

KAY, ALAN S., 1970: Bernard, Noël. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 34 / 35, New York.

KAY, H. D., 1972: John Boyd Orr. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 18, S. 42 – 81.

KAY, LILY E., 1986: W. M. Stanley's Crystallization of the Tobacco Mosaic Virus, 1930 - 1940. Isis, 77, S. 450 - 472.

KEAN, SAM, 2011: Die Ordnung der Dinge. Im Reich der Elemente. Deutsch von STEPHAN GEBAUER. Hamburg.

KEDROW, B. M., 1973: Lomonosov, Mikhail Vasilievich. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 467 - 472, New York.

KEFERSTEIN, CH., 1855: Erinnerungen aus dem Leben eines alten Geognosten und Ethnographen mit Nachrichten über die Familie Keferstein. Halle.

KEGEL, BERNHARD, 2014: Biologische Invasionen. Biologie Unserer Zeit, 6 (44), S. 378 - 385.

KEIL, GERHARD, 1980: Laudatio – Rienäcker. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, Mathematik – Naturwissenschaften – Technik, Nr. 14 / N, S. 5 – 10.

KEILHACK, KONRAD, 1883 / 1884; Vergleichende Beobachtungen an isländischen Gletscher- und norddeutschen Diluvial-Ablagerungen. Jahrbuch der Könglich Preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1883, S. 159 – 176.

KEILHACK, K., 1919: Gottlieb Michael Berendt. Jahrbuch der Preußische Geologischen Landesanstalt, Band XL, Teil II, S. I – XVII.

KEIM, FRANK, 2009: Die Entdeckung der Jupitermonde 105 Jahre vor Galileo Galilei. Eine Studie zum Heliozentrismus in der Frühen Neuzeit. Frankfurt am Main, Berlin, Bern ...

KEKULÉ, AUGUST, 1861, 1866: Lehrbuch der Organischen Chemie oder der Chemie der Kohlenstoffverbindungen. 1. Band: Erlangen 1861. 2. Band: Erlangen 1866.

KEKULÉ, AUGUST, 1866: Untersuchungen über aromatische Verbindungen. Annalen der Chemie und Pharmazie, CXXXVII, Neue Reihe LXI, 2, S. 129 - 196.

KEKULÉ, AUGUST, 1877: Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie. Rede bei Antritt des Rectorates der Rheinischen Friedich Wilhelms-Universität am 18. 10. 1877. - In: ANSCHÜTZ., RICHARD, 1929: August Kekulé. Band II. Berlin.

KEKWICK, R. A. and KAI O. PEDERSEN, 1974: Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 20, S. 401 – 428.

KELHAM, BRIAN B., 1976: Stoney, George Johnstone. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 82, New York.

KELLENBENZ, HERMANN,1976: Zur Sozialstruktur der rheinischen Bischofsstädte in der frühen Neuzeit. - In: PETRI, FRANZ (1976): Bischofs- und Kathedralstädte des Mittelalters und der frühen Neuzeit, Stdäteforschung A/1, S. 118 - 145, Köln, Wien.

KELLENBENZ, HERMANN, 1991: Die Wiege der Moderne. Wirtschaft und Gesellschaft Europas 1350 - 1650. Stuttgart.

KELLER, A. G., 1974: Orta, Garcia d'. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 236 – 238, New York.

KELLER, CORNELIUS, 1973: Natürliche Vorkommen der Lanthanide, Actinide und superschweren Elemente. Chemiker-Zeitung, 97. Jahrgang, Nr. 10, S. 522 - 530.

KELLER, CORNELIUS, 1977: Actinium. Chemiker-Zeitung, 101. Jahrgang, Nr. 11, S. 500 - 507.

KELLER, CORNELIUS, 1978: Die schwersten Elemente (Z >_) - Entwicklungsstand und Zukunftsaussichten. Chemiker-Zeitung, 102. Jahrgang, Nr. 12, S. 437 - 452.

KELLER, PETER, 2012: Wie im Rausch. Mit der Schlacht von Sempach ... Weltwoche, Nr. 5, S. 38 - 41. .

KELLER, PETER, 2012 b: Voralpine Hooligans. ... kämpfte das Ostschweizer Bauernvolk erfolgreich für seine Freiheit. Weltwoche, Nr. 11, S. 52 - 55.

KELLER, PETER, 2013: Ruhm im Himmelreich. Rezension zu einem kritischen Buch über die Kreuzzüge von RODNEY STARK. Weltwoche, Nr. 23, S. 46 - 48.

KELLER, PETER, 2013: Radikaler Demokratieschub. Die moderne Schweiz ist eine Kriegsgeburt: 1847 ... Weltwoche, Nr. 32, S. 50 - 53.

KELLNER, O., 1897: Emil von Wolff. Ein Rückblick auf seine Lehren und Forschungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 26, S. 903 - 945.

KELLOGG, W.W.; R. D. CADLE, E. R. ALLEN, A. L. LAZRUS, and E. A. MARTEIL 1973: The Sulfur Cycle. Science, Volume 175, Number 4022, 11 February, S. 587 - 596.

KELLY, SUZANNE, 1972: Gilbert, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 396 - 401.

KEMBALL, C., 1959: The Catalytic Exchange of Hydrocarbons with Deuterium. Advances Catalysis and related subjects, Volume XI, S. 223 - 262.

KEMBLE, EDWIN C. and FRANCIS BIRCH, 1970: Percy Williams Bridgman. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLI (41), S. 22 – 67.

KEMPE, FRITZ, 1976: George Eastman. "Die Grossen", IX, Zürich, S. 246 - 257.

KEMPE, FRITZ, 1991: Louis Jacques Mandé Daguerre. "Die Großen", VII / 2, S. 460 - 473. Zürich.

KEMPE, MICHAEL, 1996: Die Sintfluttheorie von Johann Jaokob Scheuchzer. Zeitschrift für historische Forschung, 44. Jahrgang, Heft 6, S. 485 - 501.

KEMPE, MICHAEL, 2005: Jungfräuliche Erde, unsichtbare Welten. Mikro- und makrokosmische Ausdehnungen der früuneuzeitlichen Medizin und Naturgeschichte. - In: DÜRR, RENATE; GISELA ENGEL, JOHANNES SÜßMANN (Hrsg.): Expansion in der Frühen Neuzeit. S. 252 - 278. Berlin

KENDREW, J. C., 1963: Myoglobin und die Struktur der Proteine. Angewandte Chemie, 75. Jahrgang, Nr.13, S. 595 - 603.

KENNEDY, PAUL, 2000: Aufstieg und Fall der großen Mächte. Ökonomischer Wandel und militärischer Konflikt von 1500 bis 2000. Aus dem Englischen von CATHARINA JURISCH. Frankfurt am Main. - Original: The Rise and Fall of the Great Powers. New York.

KENZLER, HAUKE, 2010; Von "Dunkelwald" zum Erzgebirge. Damals, 8, S. 45 / 46-

KERKHOFF, v. d., 1914: Die Erfindung des Celluloids. Zeitschrift für angewandte Chemie, S. 383 / 384.

KERL, MAX, 1973: Erdöl-Gewinnung, Verarbeitung und wirtschaftliche Bedeutung. Chemiker-Zeitung, 97. Jahrgang, Nr. 6, S. 296 - 303.

KERNER, ANTON VON, in 1908: Österreichs waldlose Gebiete. - In: KERNER, ANTON VON, 1908: Der Wald und die Alpenwirtschaft in Österreich und Tirol. Gesammelte Aufsätze von ... Herausgegeben von KARL MAHLER, S. 5 - 19. Berlin.

KERNER, GEORG, 1978: Jakobiner und Armenarzt, Reisebriefe Berichte Lebenszeugnisse. Berlin.

KERSTEIN, GÜNTHER, 1978: Hermbstaedt, Sigismund Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV, Supplement I, S. 205 – 207, New York.

KERSTEIN, GÜNTHER, 1989: Georg Ernst Stahl. "Die Grossen", VI, S. 288 - 295. Zürich.

KESSELMEIER, MANFRED RUDOLF, 2008: Friedrich Wilhelm Adam Sertürner (1783 – 1841) Apotheker und Forscher. Quellen und Studien zur Geschichte der Pharmazie, Band 89. Stuttgart.

KEUNE, 1952: Männer, die Nahrung schufen.

KEYNES, MILO, 1999: Lancelot Hogben, F.R.S. (1895 – 1975): A Review of His Autobiography. Notes and Records of the Royal Society of London, 53 (3), S. 361 – 369.

KHAN, YASMIN, 2009: Shining light upon light. (Buch-Rezensionen). Nature, Volume 458, March, S. 149 / 150.

KICKELBICK, GUIDO, 2016: Chemie für Ingenieure. Hallbergmoos.

KIEFER, JÜRGEN, 1992: Zur Geschichte der Akademie nützlicher (gemeinnützlicher) Wissenschaften zu Erfurt in den Jahren 1754 – 1991. – In: Hrsg. WEIß, ULMAN: Erfurt 742 – 1992, S. 441 – 459, Weimar.

KIELMYER, CARL FRIEDRICH, 1793 / 1814: Ueber die Verhältniße der organischen Kräfte unter einander ... in der Reihe der verschiedenen Organisationen, die Gesetze und Folgen dieser Verhältniße. Eine Rede am 11. Februar 1793 am Geburtstage des regirenden Herzogs Carl von Würtemberg im großen akademischen Hörsaale gehalten ... Neuer unveränderter Abdruck. 1814. Tübingen.

KIELMEYER, CARL FRIEDRICH, 1793 / 1993: ... Kaksimile der Ausgabe von 1793, mit einer Einführung von KAI TORSTEN KANZ. Marvurg an der Lahn.

KIESL, WOLFGANG, 1979: Kosmochemie. Wien, New York.

KILB, ANDREAS, 2014: Als Thors Hammer Europa erschütterte. Eine Ausstellung im Berliner Gropiusbau erkundet die Welt der Wkinger. ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 210, Mittwoch, 19. September, S. 9.

KILIANI, 1909: Dem Andenken von Emil Erlenmeyer. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXII, 11: 481 - 483.

KING, ANTHONY, 2011: Breaking through the barrier. ... blood.brain barrier. Chemistry World, June, S. 36 ff.

KING-HELE, DESMOND, edit. The Collected Letters of Erasmus Darwin. Cambrigde Press. Introduction, S, IX - XV.

KINGSFORD, C. L., rev. YOLANDA FOOTE, 2004: Hudson, Charles Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 28, S. 571.

KINZEL, AUGUSTUS B., 1967: Engineering, Civilization, and Society. Science, Vol. 156, 9 June, S. 1343 - 1345.

KIPPENHAHN, RUDOLF, 2011: Kosmologie. Basics. München, Zürich.

KIRCHHOFF, GUSTAV, 1860: Ueber die Fraunhofer'schen Linien. (Aus dem Monatsbericht der Berliner Academie October 1859). Annalen der Physik und Chemie...J. C. POGGENDORFF, 109, 1. Stück: 148 - 150.

KIRCHHOFF, GUSTAV, 1860 b: Ueber das Verhältniss zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen der Körper für Wärme und Licht. Dto. 2. Stück: 275 - 301.

KIRCHHOFF, GUSTAV; ROBERT BUNSEN,1860 c: Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. Dto., 20, 2. Stück: 161 - 189.

KIRCHHOFF, G. und R. BUNSEN, 1861: Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXVIII, S. 349 - 361.

KIRCHNER, O., 1893: Christian Konrad Sprengel, der Begründer der modernen Blumentheorie. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, VIII, Nr. 11, S. 101 – 105.

KIRKUP, JOHN, 2004: Pott, Percivall. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 45, S. 4 - 9.

KIRSCHNING, ANDREAS und FRANK HAHN, 2012: Vereinigung von chemischer Synthese und Biosynthese: ein neues Kapitel in der Totalsynthese von Naturstoffen und Naturstoffbibliotheken. Angewandte Chemie, 124, S. 4086 - 4096.

KISH, GEORGE, 1970: Acosta de Jose. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 48. New York.

KISSELMANN, EUGEN, 1964: Entwicklung der Mineraldüngung und Tendenzen im Dünger-Weltverbrauch. Chemiker-Zeitung, 88. Jahrgang, Nr. 12, S. 495 - 498.

KISTER, JOCHEN, 1958: Wilhelm His. Inaugural-Dissertation, Leipzig.

KITASATO, S., 1889: Ueber den Rauschgiftbacillus und sein Culturverfahren. Zeitschrift für Hygiene, 6. Band, S. 105 - 116.

KITASATO, S., 1891: Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift. Zeitschrift für Hygiene, 10. Band, S. 268 - 305.

KITASATO, S., 1889 b: Ueber den Tetanusbacillus. Zeitschrift für Hygiene, 7. Band, S. 225 - 234.

KITTLER, FRIEDRICH, 2000; Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft. München.

KLAPROTH, 1789: Chemische Untersuchung des Zirkons. Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, Dritten Bandes 2. Stück, S. 147 – 176.

KLAPROTH, 1789b: Chemische Untersuchung des Uranits, einer neuentdeckten metallischen Substanz. Chemische Annalen ... LORENZ CRELL, Zweyter Theil, S. 387 – 403.

KLAPROTH, 1793: Chemische Versuche über die Strontianerde. Chemische Annalen ...von CRELL, 2. Band, S. 191 - 202.

KLASON, PETER, 1898: Christian Wilhelm Blomstrand. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 3227 – 3241.

KLATT, B., 1954: Gedanken zur Zoologie als einer theoretischen Wisssenschaft. Studium Generale, 7. Jahrgang, Heft 1 - Sonderabdruck.

KLAUS, GREGOR, 2005: Der Bauer im Wald. Neue Zürcher Zeitung, Donnerstag, 7. April, Nr. 80, S. 47.

KLEBAHN, H., 1897: Ueber eine krankhafte Veränderung der Anemone nemorosa L. und über einen in den Drüsenhaaren derselben lebenden Pilz. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XV, S. 527 – 536.

KLEBS, GEORG, 1887; Ueber den Einfluss des Kerns in der Zelle. Biologisches Centralblatt, VII. Band, 6, S. 161 – 168.

KLEBS, GEORG, 1893: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biologisches Centralblatt, XIII. Band, 21 und 22, S. 641 – 656.

KLEBS, GEORG, 1903: Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwickelung. Jena.

KLEBS, GEORG, 1904: Über Probleme der Entwickelung. Biologisches Centralblatt, XXIV. Band, S. 257 – 267, S. 289 – 305. - XXIV. Band, S. 449 – 465, S. 481

– 501, S. 545 – 559, S. 601 – 614.

KLEBS, GEORG, 1913: Ueber das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung B, 5. Abhandlung.

KLEBS, GEORG, 1916. Zur Entwickelungs-Physiologie der Farnprothallien. Erster Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Stiftung Heinrich Lanz. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung B. 4. Abhandlung.

KLEEMANN, AXEL/HERIBERT OFFERMANNS, 2012: Von der Klostermedizin zu synthetischen Arzneiwirkstoffen Meilenstein Salicylsäuresynthese. Chemie in Unserere Zeit, 46, S. 40 - 47.

KLEEMANN, C., 1840: Anleitung für den Thüringischen Landmann zur Verbesserung des Betriebes der Landwirthschaft. Auf Veranlassung der landwirthschaftlichen Abtheilung des Erfurter Gewerbevereins verfaßt von **C. Kleemann**, Fürstl. Schwarzb. Domainenrath. Nebst einem Anhange über die Vortheile und Fehler beim Kartoffelbau zusammengestellt von **Ed.** Graf **von Keller.** Sondershausen.

KLEIN, O., 1968: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physik 1967 an HANS BETHE. Les Prix Nobel en 1967. Stockholm. S. 41 - 44.

KLEIN, MARC, 1970: Berthold, Arnold Adolph. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, New York, S. 72 / 73.

KLEIN, MARC, 1972: Graaf, Regnier de. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 484 / 485. New York.

KLEIN, JULIUS, 1920: The Mesta. A Study in Spanish Economic History 1273 . 1836. Cambridge, Harvard Univbersity Press.

KLEIN, URSULA, 1994: Origin of the Concept of Chemical Compound. Science in Context, Volume 7, 2, S. 163 – 204.

KLEIN, FRIEDRICH KARL, 1949: Ein deutscher Tropenarzt. Einführung von HERBERT KUNERT. Hannover.

KLEINERT, ANDREAS, 2003: Wie funktionierte das Perpetuum mobile des Petrus Peregrinus? N.T.M. 11, S. 155 - 170. Als Sonderdruck.

KLEINSCHMIDT, CHRISTIAN, 2005: Rütgers, Julius. Neue Deutsche Biographie, 22. Band, S. 230.

KLEMM, FRIEDRICH (Herausgeber), 1941:

KLEMM, FRIEDRICH, 1953: Auer, Carl Freiherr von. Neue Deutsche Biographie, 1, S. 432 / 433.

KLEMM, FRIEDRICH, 1954: Technik - eine Geschichte ihrer Probleme. München.

KLEMM, FRIEDRICH, 1964: Gleichen-Rußwurm, Wilhelm Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 6. Band, S. 447 / 448.

KLEMM, FRIEDRICH, 1965: Die Mendelsche Bilderchronik als Quelle für die Geschichte der spätmittelalterlichen Handwerkstechnik. Konspekt zu gleichlautendem Vortrag KLEMMs, in: Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 33. Jahrgang, Heft 1.

KLEMM, FRIEDRICH, 1969: Hemmer, Johann Jacob. Neue Deutsche Biographie, 8, S. 510 / 511.

KLEMM, FRIEDRICH, 1970: Beckmann, Johann. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 554/555. New York.

KLEMM, FRIEDRICH, 1977 a: Robert Fulton. - In: "Die Grossen", VII, S. 146 - 155. Zürich.

KLEMM, FRIEDRICH, 1977 b: George und Robert Stephenson. - In: "Die Grossen", VII, S. 416 - 429, Zürich.

KLEMM, FRIEDRICH, 19: James Watt. - In: "Die Grossen", S. 734 - 743. Zürich.

KLEMM, FRIEDRICH, 1989: Denis Papin. - In: "Die Grossen", VI, S. 236 - 245. Zürich.

KLEMM, MARGOT, 2002: Ferdinand Julius Cohn 1828 – 1898. Universität Stuttgart.

KLEMM, W., 1940: Zur Entwicklung der Fluorhemie in Deutschland. Otto Ruff zum Gedächtnis. Angewandte Chemie, 53. Jahrgang, Nr. 3 / 4, Januar, S. 25 - 27.

KLEMM, W., 1943: Zur Entwicklung der anorganischen Chemie an den Deutschen Hochschulen seit der Jahrhundertwende. Wilhelm Biltz zum Gedächtnis. Die Chemie (Angewandte Chemie, Neue Folge), 58. Jahrgang, Nr. 9 / 10 und 11 / 12, März, S. 49 – 52.

KLEMM, VOLKER, GÜNTHER MEYER, 1968: Albrecht Daniel Thaer. Pionier der Landwirtschaftswissenschaften in Deutschland. Halle (Saale).

KLEMPERER, VICTOR, 1954: Geschichte der Französischen Literarur. Band I Das Jahrhundert Voltaires. Berlin.

KLENGEL, HORST. 1975: Ugarit - eine Handelsmetropole am östlichen Mittelmeer. Das Altertum, Band 21, Heft 4, S. 206 - 212.

KLENGEL-BRANDT, EVELYN, 1982: Der Turm von Babylon. Legende und Geschichte eines Bauwerkes. Leipzig.

KLEPEL, GOTTFRIED, 1958: Die Gas- und Kokserzeugung aus Steinkohlen in Deutschland. Freiberger Forschungshefte D 26. Berlin.

KLINCKOWSTROEM, CARL Graf von, 1953: Andresen, Momme. Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 286 / 287.

KLINCKOWSTROEM, CARL Graf von, 1955: Bergmann, Leonhard Sigmund Ludwig. Neue Deutsche Biographie, Band 2, S. 91.

KLINCKOWSTROEM, CARL Graf von, 1969: Henkel, Friedrich (Fritz) ... Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 527 / 528.

KLINGER, FRIEDRICH WILHELM, (Original 1791, 1794), 1958: Fausts Leben, Taten und Höllenfahrt. Textrevision und Anmerkungen von GOTTHARD ERLER. Berlin.

KLINGHARDT, KARL, 1936: Der Weltkampf um das Erdöl mit besonderer Berücksichtigung Vorderasiens. Geographische Zeitschrift, 42. Jahrgang, Heft 7, S. 241 - 254.

KLINGMÜLLER, GEORG, 1983: Treponema pallidum oder Spirochaeta pallida? Der Hautarzt, 34, S. 628 - 631.

KLINKOWSKI, M., 1941: Oscar Loew. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 74. Jahrgang, S. 115 – 136.

KLIPPERT, 1905: Die Entwicklung der Technik in der Düngerindustrie von Anfang bis auf die heutige Zeit. Zeitschrift für angewandte Chemie, XVIII, Jahrgang, Heft 9, S. 321 - 327.

KLITZSCH, RAINER, 2003: Röhm, Otto Karl Julius. Neue Deutsche Biographie, 21. Band, S. 715/716.

KLÖCKLING, HANS-PETER, 2006: Zum 150. Todestag des Pharmazeuten und Chemikers Heinrich Wilhelm Ferdinand Wackenroder (1798-1854). Jahrbuch der Akademie der gemeinnützigen Wissenschaften zu Erfurt, S. 37 / 38.

KLÖDEN, F. K., 1835: Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniß der Mark Brandenburg. 8. Stück ... Berlin.

KLÖDEN, KARL FRIEDRICH, 1870, neu 1976: Von Berlin nach Berlin. Erinnerungen 1786 - 1824. Herausgegeben von ROLF WEBER. Berlin. - Aus dem Nachlaß seines Großvaters vom Enkel MAX JÄHNS herausgegeben.

KLOOT, WILLIAM VAN DER, 2003: Ernest Starling's Analysis of the Energy Balance of the German People during the Blockade 1914 –19. Notices and Recensions of the Royal Society of London, 57 (2), S. 185 – 193.

KLOSS, ALBERT, 2007: Hybdridautos – eine alte Idee in neuem Gewand. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 7. Februar, Nr. 31, S. 31.

KLOTZ, HEINRICH, 1995: Zivilisation der Steinzeit. Catalhöyük, eine Stadt des siebten Jahrtausends. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 28. Oktober, Nummer 251.

KLUG, AARON, 1983: Vom Makromolekül zum biologischen Molekülverband. Angewandte Chemie, 95. Jahrgang, Heft 8, S. 579 - 596.

KLUYVER, A. J. and H. J. L. DONKER, 1926: Die Einheit in der Biochemie. Chemie der Zelle und Gewebe, Band XIII, S. 135 – 190.

KLUYVER, A. J. and C. B. VAN NIEL, 1956: The Microbe's Contribution to Biology. Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.

KNAPE, JOACHIM / URSULA KOCHER, 1999: Niavis (eigtl. Schneevogel), Paul. Neue Deutsche Biographie, 19. Band, S. 195 / 196.

KNAPP, GEORG FRIEDRICH: Der Landarbeiter bei der Stein-Hardenbergischen Gesetzgebung. Rede gehalten von ... Straßburg.

KNAUS, HERMANN, 1950: Die Physiologie der Zeugung des Menschen. Wien.

KNEFELKAMP, ULRICH, 2000: Stadt und Spital im späten Mittelalter. - In: JOHANEK, PETER (Hrsg.): Städtisches Gesundheits- und Fürsorgewesen vor 1800, Städteforschung A/50, S. 19 - 40.

KNIEP, HANS, 1907: Beiträge zur Keimungs-Physiologie und –Biologie von Fucus. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 44. Band, S. 635 – 724.

KNIEP, HANS, 1915: Gregor Kraus. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 33, S. (69) – (95).

KNIEP, HANS, 1919: Ernst Stahl. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 37, S. (85) – (104).

KNIEP, HANS, 1921: Über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung. (Untersuchungen an Basidiomyzeten). Verhandlungen der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Neue Folge, XLVI. Band, S. 1 – 18.

KNIETSCH, R., 1901: Ueber die Schwefelsäure und ihre Fabrication nach dem Contactverfahren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 34. Jahrgang, Band III, S. 4069 - 4115.

KNIGHT, ALAN, 2002: Mexico. The Colonial Era. Cambridge Univerity Press.

KNIGHT, DAVID M., 1971: Davy, Humphrey. Dictionary of Scietific Biography, Volume III, S. 598 – 604, New York.

KNIGHT, DAVID, 1986: The age of science: the scietific world-view in the nineteenth century. Oxford, New York.

KNIGHT, TH. A., 1799: An Account of some Experiments on the Fecundation of Vegetables. Philosophical Transactions oft the Royal Society of London.

KNIGHT, TH. A., 1822: Observations on Hybrids. Transactions of the Horticultural Society of London, IV, S. 367 – 373.

KNOBLAUCH, H., 1962: Ein Leben für und mit Kalkstickstoff - Albert R. Frank 90 Jahre. Chemiker-Zeitung, 86. Jahrgang, Nr. 16, S. 579 / 580.

KNOEFF, RINA, 2002: Hermann Boerhaave (1668 – 1738). Calvinist chemist and physician. Serie: History of Science and Scholarship in the Netherlans. Amsterdam.

KNOLL, ANDREW H., 1999: A New Molecular Window on Early Life. Science, Vol. 285, 13 August, S. 1025.

KNOOP, FRANZ, 1908: Zur Oxydation von Fettsäuren. Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. ... XI, S. 411 - 414.

KNOP; W., 1864: Chemische Untersuchungen über die Ernährung der Pflanzen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIX (139), S. 287 – 333.

KNOP; W., 1887: Ueber die Bestimmung des Ammoniaks in Ackererden. Zeitschrift für Analytische Chemie ... FRESENIUS, 26. Jahrgang, S. 1- 9.

KNORR, CARL ANGELO, 1923: Eigenschaften chemischer Verbindungen und die Anordnung der Elektronenbahnen in ihren Molekülen. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Band 129, S. 109 - 140.

KNORR, LUDWIG, 1887: Synthetische Versuche mit dem Acetessigester. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 238, S. 137 – 219.

KNORR, LUDWIG, 1919: Über die wissenschaftlichen Arbeiten und die Persönlichkeit Emil Fischers. Reden zur Fischer-Gedächtnisfeier. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 52, II, A, S. 132 - 149.

KNOTT, ROBERT, 1903: Boettger, Rudolph Christian. Allgemeine Deutsche Biographie, 47. Band. S. 143/144.

KOBER, FRIEDHELM, 1982: Die Theorie der chemischen Bindung in "vor-quantenmechanischer" Zeit. Chemiker-Zeitung, 106. Jahrgang, Nr. 1, S. 1 - 11.

KOBER, FRIEDHELM, 1985: Meyer contra Mendelejeff. Chemiker-Zeitung, 109. Jahrgang, Nr. 12, S. 419 - 427.

KOBERT, R., 1910: Über einige echte gefilzte Papiere des frühen Mittelalters. Zeitschrift für angewandte Chemie..., XXIII. Jahrgang, Heft 27, S. 1249 - 1252.

KOCH, ALFRED, 1910 a: Über den verschiedenen Verlauf der Denitrifikation im Boden und in Flüssigkeiten. Centralblatt für Bakteriologie ..., II, 26. Band, S. 335 – 345.

KOCH, ALFRED, 1910 b: Weitere Untersuchungen über die Stickstoffanreicherung des Bodens durch freilebende Bakterien. – Besprechung von VOGEL. Centralblatt für Bakteriologie ..., II, 26. Band, S. 456 / 457.

KOCH, KLAUS, 2004: "Die Patienten waren die Pioniere". Vor 50 Jahren wurden erstmals einem Menschen erfolgreich eine Niere eingepflanzt - ... Süddeutsche Zeitung, Nr. 298, Donnerstag, 23. Dezember, S. 10.

KOCH, M., 1973: Löhneyss (or LÖHNEIS or LÖHNEYSSEN, GEORG ENGELHARDT von. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, New York.

KOCH, MARTIN; 2019: Sein eigenes Versuchskaninchen ... Forßmann. Neues Deutschland, Donnerstag, 16. Mai, Sxhwerpunkt 9.

KOCH, MICHAEL, 1999: Bronzezeit. Die Geburt Europas. Damals, 5, S. 12 - 21.

KOCH, R., 1876 (1912): Die Ätiologie der Milzbrand-Krankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Band II, Heft 2, ab S. 277, Breslau 1876. - Nachdruck in: Gesammelte Werke von Robert Koch, 1. Band, Leipzig 1912, S. 5 - 25.

KOCH, R., 1899 (1912): Erster Bericht über die Tätigkeit der Malariaexpedition. Deutsche Medizinische Wochenschrift, Nr. 37. - NAchdruck. ... Gesammelte Werke, 2. Band, 1. Teil, S. 389 - 396. Leipzig 1912.

KOCH, SIEGFRIED, 1991: Alessandro Volta. "Die Grossen", VI / 2, S. 874 - 889. Zürich.

KOCKA, JÜRGEN (Herausgeber), 1986: Max Weber, der Historiker. Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft, Band 73. Göttingen.

KÖHLER, GEORGES, 1985: Herstellung und Diversifizierung von monoklonalen Antikörpern (Nobel-Vortrag, 1984). Übersetzung. Angewandte Chemie, 97, S. 829 - 836.

KÖHLER, JÜRGEN, 2001: Supraleitung in MgB2, bei 39 K - eine sensationelle und zugleich kuriose Entdeckung. Angewandte Chemie, 113, Nr. 13. S. 2501 - 2503.

KOEHLER, OTTO, 1933: Das Ganzheitsproblem in der Biologie. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft. 9. Jahr. Naturwissenschaftliche Klasse, Heft 7. S. 137 - 204. Halle.

KOHLER, ROBERT E., jr, 1972: The Origin of Lavoisier's First Experiments on Combustion. Isis, Vol. 63, No. 218: 349 - 355.

KOHLER, R. E., 1973: Lewis, Gilbert Newton. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 289 – 294, New York.

KOHLER, ROBERT E., 1974: The Background to Arthur Harden's Discovery of Cozymase. Bulletin of the History of Medicine, Vol. 48, No. 2, S. 22 - 40.

KOHLER, ROBERT E., 1978: Kendall, Edward Calvin. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XV, Supplement I, S. 258 / 259, New York,

KÖHLER, WALTHER, 1945: Huldrych Zwingli. Leipzig.

KÖHLER, WERNER, 1982: Shibasaburo Kitasato und Sahachiro Hata. Leopoldina (R.3), 28, S. 99 - 122.

KOHLMANN, HOLGER, 2016: Von der Natur des Wsserstoffs in Metallen. Nachrichten aus der Chemie, 64, Dezember, S. 1185 - 1187.

KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1896/1910: Adresse an Hrn. Johann Willhelm Hittorf zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 21. Oktober 1896. - In: KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1910: Gesammelte Abhandlungen. Erster Band. S. 1062/1063. Leipzig.

KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1899/1910: Gustav Wiedemann. Nachruf. - In: KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1910: Gesammelte Abhandlungen. Erster Band. S. 1064 - 1070.. Leipzig.

KOHLSCHÜTTER, H. W., 1941: Lehre und Forschung- Eduard Zintl gest. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, Heft 17, 25. April, S, 17 - 244.

KOLB, DORIS in cooperation with KENNETH E. KOLB, 1979: Petroleum Chemistry. Journal of Chemical Education, Volume 56, Number 7, July, S. 465 - 469.

KOLBE, H., 1860: Ueber Synthese der Salicylsäure. (Briefliche Mittheilung ...). Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXIII (113), S, 125 – 127.

KOLBE, H., 1873: Ueber die chemische Constitution der elementaren Moleküle. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 7, S. 119 - 126.

KOLBE, H., 1874: Zur Erinnerung an Justus von Liebig. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 8, S. 428 - 458.

KOLBE, H., 1882: Begründung meiner Urtheile über Ad. Baeyer's wissenschaftliche Qualification. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 26, S. 308 – 323.

KOLHÖRSTER, W., 1937: Die Höhenstrahlung. - In: WOLTERECK, HEINZ (herausgegeben), 1937: Die Welt der Strahlen. S, 210 - 239.

KOLLENBERG, WOLFGANG (Hrsg.), 2004: Technische Keramik. Grundlagen, Werkstoffe, Verfahrenstechnik. Essen.

KOLLER, G., 1958: Das Leben des Biologen Johannes Müller. Stuttgart.

KOLLER, HEINRICH, 2005: Kaiser Friedrich III. Gestalten des Mittelalters und der Renaissance. Herausgegeben von PETER HERDE. Darmstadt.

KÖLLIKER, A., 1849: Neurologische Bemerkungen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1. Band, S. 135 - 163.

KÖLLIKER, A., 1849: Das Sonnentierchen, Actinophrys sol. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1. Band, S. 198 ff.

KÖLMEL. REINHARD, 1986: Victor Hensen als Meeresforscher. Ein Mediziner begründete in Kiel die moderne biologische Meeresforschung. Biologie in unserer Zeit, 16. Jahrgang, Nr. 3, S. 65 - 70.

KÖLREUTER, JOSEPH GOTTLIEB, 1761: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig. – Fortsetzung ... Leipzig 1763. – Zweyte Fortsetzung ... Leipzig 1764.

KOLTER, THOMAS, 1997: Ein chemisches Konzept zur Behandlung der Tay-Sachs'schen Erkrankung. Angewandte Chemie, 109, Nr. 18, S. 2044 - 2048.

KOMAREWSKY, V. I., 1955: Nicolai Dmitrievich Zelinsky. Advances in Catalysis, Volume VII, S. VII/VIII.

KOMORZYNSKI, EGON, 1964: Glaser, Eduard. Neue Deutsche Biographie, 6. Band, S. 429 / 430.

KONERT, JÜRGEN; DIETRICH, HOLGER G., 2003: Giovanni Battista Morgagni und Beginn der Pathologischen Anatomie. – In, HELM, JÜRGEN und KARIN STUKENBROCK (Herausgeber), 2003: Anatomie. Sektionen einer medizinischen Wissenschaft im 18. Jahrhundert. S. 127 – 138. Wiesbaden, Stuttgart.

KONETZKE, RICHARD, 1943: Das Spanische Weltreich. Grundlagen und Entstehung. München.

KÖNIG, HANS-JOACHIM, 1991: Verständnislosigkeit und Verstehen, Sicherheit und Zweifel: Das Indiobild spanischer Chronisten im 16. Jahrhundert. - In: BITTERLI, URS und EBERHARD SCHMITT (hrsg,), 1991: Die Kenntnis beider "Indien" im frühneuzeitlichen Europa: Akten der zweiten Sektion des 32. Deutschen Historikertages in Bamberg 1988, S. 37 - 61. München 1991.

KÖNIG, WALTER, 1924: Georg Hermann Quinckes Leben und Schaffen. Die Naturwissenschaften, 12. Jahrgang, Heft 31, 1. August, S. 621 - 627.

KÖNIGS, W., 1879 a: Oxydationsprodukte des Cinchonins. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 12. Jahrgang, S. 97 – 101.

KOENIGS, W., 1879 b: Synthese des Chinolins aus Allylanilin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 12. Jahrgang, S. 453.

KOENIGS, W., 1879 c: Ueberführung von Piperidin in Pyridin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 12. Jahrgang, S. 2341 – 2344.

KOENIGS, W., 1906: Ueber das Merochinen und über die Constitution der Chinaalkaloide. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 347. S. 143 – 232.

KOENIGSBERGER, LEO, 1902: Hermann von Helmholtz. 1. Band. Braunschweig. - ..., 1903: ... 2. Band. Braunschweig.

KÖNNE-LINDENLAUB, RENATE, 1997: Theodor Gustav Narjes. Neue Deutsche Biographie, Band 18. S. 736 (on-line).

KONRAD: s. CONRAD.

KONRAD, E., 1936: Zur Entwicklung des synthetischen Kautschuks in Deutschland. Fritz Hofmann zum 70. Geburtstag. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 45, 7. November, S. 799 - 801.

KOPAL, ZDENEK, 1975: Römer, Ole Christensen. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 525 – 527, New York.

KOPEC, STEFAN, 1911: Untersuchungen über Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen. Archiv für Entwicklungsmechanik ... WILHELM ROUX, Band XXXIII, S. 1 - 113.

KOPEC, STEFAN, 1922: Studies on the Necessity of the Brain for the Inception of Insect Metamorphosis. Biological Buletin of the Marine Biological Laboratory, Volume XLII, 322 - 342.

KOPFF, A., 1936: Arago. Zum 150. Geburtstag am 26. Februar 1936. Die Naturwissenschaften, Heft 9, S. 131 - 133.

KOPFER, FERDINAND, 1878: Das Platin als Sauerstoffüberträger bei der Elementaranalyse der Kohlenstoffverbindungen. Zeitschrift für Analytische Chemie ... FRESENIUS, 17. Jahrgang, S. 1 – 53.

KÖPF, ULRICH (Herasugeber), 1994: Historisch-kritische Geschichtsbetrachtung: Ferdinand Christian Baur und seine Schüler. Sigmaringen.

KOPFF, AUGUST, 1959: Encke, Johann Franz. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 489 / 490.

KOPP, HERMANN, 1845: Geschichte der Chemie. 3. Theil, Braunschweig.

KOPPE, J. G., 1818: Unterricht im Ackerbau und in der Viehzucht. Ein Handbuch für den Landmann, besonders im Preußischen Staate. Herausgegeben von A. THAER. Erster Theil. Berlin.

KOPPERL, SHELDON J., 1976: Wilhelmy, Ludwig Ferdinand. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV (14), New York, S. 359 / 360.

KOPPERL, SHELDON J., 1975: Schrötter, Anton von. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 227. New York.

KORNBERG, ARTHUR, 1960: Die biologische Synthese von Desoxy-ribonucleinsäure (DNS). Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1959. Angewandte Chemie, 72. Jahrgang, Nr. 7/8, S. 231 - 236.

KORNBERG, ARTHUR, 1968: The Synthesis of DNA. Scientific American, Volume 219, Volume 219, Number 4, S. 64 - 78.

KORNBERG, ARTHUR, 1997: Severo Ochoa (24 September 1905 - 1 November 1995). Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 141, 4 December, S. 478 - 491.

KÖRNER, LISBET, 1999: Daedalus Hyperboreus: Baltic Natural History and Mineralogy in the Enlightenment. - In: CLARK, WILLIAM; JAN GOLINSKI and SIMON SCHAFFER (Edit.): The Sciences in Enlighted Europe. The University of Chicago Press, 1999. S. 389 - 422.

KÖRNER, OTTO, 1920: Erinnerungen eines deutschen Arztes und Hochschullehrers 1858 -1914. München und Wiesbaden.

KÖRNER, WILHELM, 1866: Ueber einige Substitutionsproducte des Phenylalkohols. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, 137, S. 197 - 219.

KORSCHELT, E., 1924: Lebensdauer Altern und Tod. Dritte umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Jena.

KORSCHING, HORST und KARL WIRTZ, 1939: Trennung der Zinkisotope durch Thermodiffusion in flüssiger Phase. Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaft, Jahrgang 1939, Physikalisch-mathematische Klasse, Nr. 3, S. 1 / 2.

KORTEN, ERNST, 1960: Mineralölchemie und Textilindustrie. Chemiker-Zeitung, 84. Jahrgang, Nr. 19, S. 636 - 642, 669 - 674.

KORTUM, HANS, 1966: Charles Perrault und Nicolas Boileau. Der Antike-Streit im Zeitalter der klassischen französischen Literatur. Neue Beiträge zur Literaturwissenschaft, Band 22. Berlin.

KOSELLEK, REINHART, 2000: Zeitschichten. Studien zur Historik. Frankfurt am Main.

KOSSEL, A., 1882 - 1883: Zur Chemie des Zellkerns. Zeitschrift für physiologische Chemie, 7, S. 7 - 22.

KOSSEL, A. und ALBERT NEUMANN, 1894: Darstellung und Spaltungsproducte der Nucleïnsäure (Adenylsäure). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 27. Jahrgang, S. 2215 - 2222.

KOSSEL, A., 1897: Zur Erinnerung an Eugen Baumann. (HOPPE-SEYLERs) Zeitschrift für Physiologische Chemie, 23, 1, S. 1 - 22.

KOSSEL, A., 1911: Ueber die chemische Beschaffenheit des Zellkerns. Nobelvortrag, Stockholm am 12. Dezember 1910. Münchener Medizinische Wochenschrift, 58, Nr. 2, S. 65 - 69.

KOSSEL, A., 1921: Über die Beziehung der Biochemie zu den morphologischen Wissenschaften. Rede ... Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, S. 3 - 21.

KOSSEL, W., 1916: Über Molekülbildung als Frage des Atombaus. Annalen der Physik, 4. Folge, Band 49, s. 229 - 362.

KOSSEL, W., 1921: Atomstruktur und chemische Tatsachen. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 86. Versamlung zu Bad Nauheim, 19. bis 25. September 1920. Leipzig. S. 263 - 279.

KOSSEL, W., 1947: Atombau und Atombindung. Aus der Geschichte der physikalischen Deutung der chemischen Kräfte. Vortrag ... Angewandte Chemie, 59. Jahrgang, Nr. 5 / 6, Mai / Juni, S. 125 – 137.

KOSSINA, GUSTAF, 1912: Die deutsche Vorgeschichte eine hervorragend nationale Wissenschaft, Würzburg.

KÖSTER, WERNER, 1972: Heusler, Fritz. Neue Deutsche Biographie, 9. Band, S. 52.

KÖSTLER, ARTHUR, 1966, Der göttliche Funke. Der schöpferische Akt in Kunst und Wissenschsft. Bern, München, Wien.

KOßMEHL, GERHARD, 2009: Startschuß für das Kunststoffzeitalter. Nachrichten aus der Chemie, 57, November, S. 1090 - 1092.

KOTOWSKI, ALFONS, 1939: "Teutschlands Wohlfahrt" Glaubers Gedanken über die Hebung des deutschen Nationalreichtums durch die Chemie. Angewandte Chemie, 52. Jahrgang, Nr. 5, 4. Februar, S. 109 - 112.

KOVARIK, ALOIS F., 1929: Bertram Borden Boltwood. Biographical Memoir, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XIV, S. 79 - 96.

KOX, ANNE J., 2015: Ein Pionier der Magneto-Optik ... Pieter Zeeman. Physik Journal 14, Nr. 6, S. 51 - 53.

KOYRÉ, ALEXANDRE, Ausgabe 1998: Leonardo, Galilei, Pascal. Die Anfänge der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Frankfurt am Main. - Original: 1966 Presses Universitäires de France, Paris.

KRAFFT, FRITZ, 1985: Das Werden des Kosmos. Von der Erfahrung der zeitlichen Dimension astronomischer Objekte im 18. Jahrhundert. Vortrag, gehalten auf dem XXII. Symposium der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte. "Der Wissenschaftler bei der Entdeckung der Geschichtlichkeit ihrer Gegenstände im 18. und

frühen 19. Jahrhundert, 31. 5. - 2. 6. 1984 in Göttingen. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 8, S. 71 - 85.

KRAFFT, FRITZ, 1988: An der Schwelle zum Atomzeitalter. Die Vorgeschichte der Entdeckung der Kernspaltung im Dezember 1938. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 11, S. 227 – 251.

KRAFFT, FRITZ, 1989: Nicolaus Copernicus. Astronomie und Weltbild an der Wende zur Neuzeit. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Philologisch - Historische Klasse, 3. Folge, Nr. 179, S. 282 - 335.

KRAFFT, FRITZ, 1991 a: Otto von Guericke. "Die Grossen", V / 2, S. 798 - 827. Zürich.

KRAFFT, FRITZ, 1991 b: Edwin Powell Hubble. Die Entwicklung der Astronomie seit William Herschel. - In: "Die Grossen", XI, S. 152 - 221. Zürich.

KRAGH, HELGE, 1982: Julius Thomsen and 19th-century Speculations on the Complexity of Atoms. Annals of Science, 39, S. 37 - 60.

KRAGH, HELGE, 2000: The Chemistry of the Universe: Historical Roots of Modern Cosmochemistry. Annals of Science, 57, S. 353 - 368.

KRAGH, HELGE; SMITH, ROBERT W., 2003: Who discovered the expanding Universe? History of Science, Volume 41, S. 141 - 162.

KRAGH, HELGE, 2009: The Solar Element: A Reconsideration of Helium's Early Hiatory. Annals of Science, Volume 66, No. 2, April, S. 157 - 182.

KRAGH, HELGE, 2019: Elemente mit System. Physik Journal 18, Nr. 3, S. 53 - 59.

KRAINSKY, A., 1910: Über die Stickstoffanreicherung des Bodens. Centralblatt für Bakteriologie ..., II, 26. Band, S. 231 – 235.

KRAEMER, G. und W. BÖTTCHER, 1887: Ueber die Beziehungen des Erdöls zu den Kohlenwasserstoffen Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 20. Jahrgang, S. 595 – 609.

KRAEMER, G. und A. SPILKER, 1902: Das Algenwachs und sein Zusammenhang mit dem Erdöl. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 35. Jahrgang, s. 1212 – 1223.

KRAMER, HEINRICH (INCTITORIS), 2013 (10. Auflage): Der Hexenhammer Malleus Maleficarum. Neu aus dem Lateinischen übertragen von WOLFGANG BEHRINGER, GÜNTER JEROUSCHEK und WERNER TSCHACHER. Heraus-

gegeben und eingeleitet von GÜNTER JEROUSCHEK und WOLFGANG BEHRINGER. München.

KRAMER, KATHARINA, 2002: Eine wahrhaft revolutionärer Stoff. ... Papier. Süddeutsche Zeitung, Samstag / Sonntag, 23. / 24. März, Nr. 70, SZ am Wochenende.

KRAMER, MICHAEL und NORBERT WES, 2015: Präzisionstests mit Pulsaren. Physik Journal 14, Nr. 6, S. 31 - 37.

KRAEMER, O., 1963; Wissenschaft und Technik verändern die Erde. Physikalische Blätter, 19. Jahrgang, Heft 6, S. 241 - 249.

KRÄNZLEIN, G., 1935: Zum 100jährigen Gedächtnis der Arbeiten von F. F. Runge. Angewandte Chemie, 48. Jahrgang, 5. Januar, Nr. 1, S. 1 – 3.

KRÄNZLEIN, GEORG, 1936: Entwicklung, Umfang, Bedeutung und Chemie der Kunststoffe. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 52, 24. Dzember, S. 917 – 926.

KRÄTZ. OTTO, 1972: Emil Erlenmeyer 1825 - 1909. Chemie in unserer Zeit, 6, S. 52 - 58.

KRÄTZ. OTTO, 1974: Das Portrait: Jacobus Henricus van't Hoff 1852 - 1911. Chemie in unserer Zeit, 8. Jahrgang, Nr. 5, S. 135 - 142.

KRÄTZ, OTTO, 1976: Das Portrait: Peter Griess (1829 – 1888. Chemie in unserer Zeit, 10. Jahrgang, Nr. 2, S. 42 – 47.

KRÄTZ, OTTO, 1977: Kammerer, Jakob Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 11, S. 84 / 85.

KRÄTZ, OTTO, 1977 b: Alexander von Humboldt (1769 - 1859). Chemie in unserer Zeit, 11. Jahrgang, No. 1, S. 15 - 21.

KRÄTZ, OTTO und CLAUDIA KRÜLL, 1977: Die Anfänge der Chemie in München. Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium, Band 25, S. 438 – 440.

KRÄTZ, OTTO, 1978: Das Portrait: Franz Ritter von Kobell (1803 - 1882). Chemie in unserer Zeit, 12. Jahrgang, Nr. 5, S. 153 - 160.

KRÄTZ, OTTO, 1988: Ein Spiel um Gold und Macht. Nachrichten aus dem Leben des Don Dominicio Emanuele Caetano und dessen gekrönten Opfern. Chemie in unserer Zeit, 22. Jahrgang, Nr. 2, S..51 – 61.

KRÄTZ, OTTO, 1991 a: Robert Boyle. - In: "Die Grossen", V / 2, S. 968 - 981. Zürich.

KRÄTZ, OTTO, 1991 b: Carl Bosch, Friedrich Bergius und Karl Ziegler. Vom Laborversuch zur Großsynthese. Die Entfaltung der chemischen Industrie. - In: "Die Grossen", XI, S. 242 - 259. Zürich.

KRÄTZ, OTTO, 2001: Alfred Nobel und das Dynamit. Chemie in unserer Zeit, 35. Jahrgang. Nr. 4, S. 230 - 237.

KRAUME, EMIL, mit Beiträgen von HEINRICH QUIRING und FERDINAND FRIEDENSBURG, 1964: Kupfer. - Die Metallischen Rohstoffe, ihre Lagerungsverhältnisse und ihre wirtschaftliche Bedeutung, 4. Band. Stuttgart.

KRAUS, GREGOR, 1906: Über den Nanaismus unserer

Wellenkalkpflanzen.Verhandlungen der Physik.-Med. Gesellschaft zu Würzburg, Neue Folge, XXXVIII: Band, S. 102 – 123.

KRAUSE, GERHARD und MARTIN LINDAUER, 1982: Die Zoologie in Würzburg vom Naturalien-Kabinett des Pater Bonavita Blank bis zur Theorie der Chromosomenindividualität von Theodor Boveri. – In: Vierhundert Jahre Universität Würzburg. Eine Festschrift. S. 629 – 636. Neustadt an der Aisch.

KRAUSE, WOLFGANG, 1936: Die Kelten und ihre geistige Haltung. Schriften der Königlichen Deutschen Gesellschaft zu Königsberg Pr. Heft 12. Königsberg Pr.

KRAUT, K., 1865: Ein Vorlesungsversuch. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXVI (136), S. 69 / 70.

KRÄUTLER, BERNHARD, BARBARA PUFFER, THOMAS MÜLLER, 2012: Was passiert, wenn's bunt wird. Wie Chlrophyll abgebaut wird ... Nachriichten aus der Chemie, 60, November, S, 1082 ff.

KRAYE, JILL, 1999: Pietro Pomponazzi (1462 - 1525). Weltlicher Aristotelismus in der Renaissance. Aus dem Englischen von ELISABETH BLUM. - In: BLUM, PAUL RICHARD (herausgegeben), 1999: Philosophen der Renaissance. Eine Einführung. S. 87 - 103. Darmstadt.

KREBS, HANS, 1979: Otto Warburg. Zellphysiologe - Biochemiker - Mediziner 1883 - 1970. - Große Naturforscher Band 41.

KREBS, HANS ADOLF und KURT HENSELEIT, 1932: Untersuchungen über die Harnstoffbildung im Tierkörper. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 210, S. 33 - 66.

KREBS, EDWIN G., 1993: Protein-Phosphorylierung und Zellregulation. I (Nobel-Vortrag). Angewandte Chemie, 105, S. 1173 - 1180.

KREBS, WALTER, 1971: Die Königin von Saba. Das Altertum, Band 17. Heft 4. S. 195 - 202.

KREBS, J. R. und S. SJÖLANDER, 1992: Konrad Zacharias Lorenz. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 38, S. 211 - 228.

KREIßIG, HEINZ, 1981: Um einige offene Probleme in der historischen Rolle der Sklavereigesellschaft. Das Altertum, Band 27 Heft 2, S, 69 - 76.

KRETSCHMER, ERNST, 1963: Gestalten und Gedanken. Erlebnisse von ERNST KRETSCHMER. Stuttgart.

KREUZBERG, C., 1962: Die "Imker" Pieter Bruegels des Älteren. Deutsches Jahrbuch für Volkskunde, 8.

KRIEGER, KARL-FRIEDRICH, 2003: Rudolf von Habsburg. Gestalten des Mittelalters und der Renaissance. Herausgegeben von PETER HERDE. Darmstadt.

KRIENER, MANFRED, 2009: Das tödliche Wunder. Der Asbest. Die Zeit, 29. Januar, Nr. 6, S. 82.

KRISTELLER, PAUL OSKAR, 1974: Humanismus und Renaissance I. Die antiken und mittelalterlichen Quellen. herausgegeben von ECKHARD KEßLER. Übersetzungen aus dem Englischen von RENATE SCHWEYEN-OTT. München.

KROATH, H., 1987: Biotechnologie in der chemischen Industrie. Österreichische Chemiezeitschrift, 3, S. 66 – 68.

KRÖHNKE, FRITZ, 1982: Krollpfeiffer; Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 73 / 74.

KRÖHNKE, FRITZ, 1959: Friedrich Krollpfeiffer 1892 - 1957. Chemische Berichte, 92, Nr. 10, S. IC - CXX.

KRÖMEKE, FRANZ, Friedrich Wilhelm Sertürner, der Entdecker des Morphiums. Jena.

KROEMER, FRITHJOF, 1940: Heinrich Albert 1835 bis 1908. Nassauische Lebensbilder, Band 1, S. 219 - 231.

KRONECKER, HUGO, 1895: Carl Friedrich Wilhelm Ludwig. 1816 - 1895. Berliner Klinische Wochenschrift, 32, (27. Mai), No. 21, S. 466 / 467.

KROß, REGINA, 2001: Hermann Munks Beitrag zur Lokalisation des Sehzentrums in der Großhirnrinde. Berlin.

KRÜCKE, WILHELM, 1959: Edinger, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 313.

KRÜGER, GERDA, 1930: Widukind von Korvey. Westfälische Lebensbilder, Hauptreihe, Band I, Heft 2, S, 149 - 165.

KRÜGER, GERHARD, 1976: Lignin - seine Bedeutung und Biogenese. Chemie in unserer Zeit, 10. Jahrgang, Nr.1, S. 21 - 29.

KRÜGER, HARALD, 2016: Pluto voll im Bild. Physik Journal, 15. Nr. 7, S. 20/21.

KRÜLL, CLAUDIA, 1991: Hermann Staudinger. "Die Grossen", XI, S. 222 - 241. Zürich.

KRÜSS, GERHARD und L. F. NILSON, 1887: Studien über die Componenten der Absorptionsspectra erzeugenden seltenen Erden. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 20. Jahrgang, S. 2134 – 2171.

KRUTA, VLADISLAV, 1971: Dutrochet, Rene-Joachim-Henri. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 263 - 265, New York.

KRUTA, VLADISLAV, 1972 a: Flourens, Marie-Jean-Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 44 / 45, New York.

KRUTA, VLADISLAV, 1972 b: Gmelin, Johann Georg. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 427 - 429, New York.

KRUTA, VLADISLAV, 1976: Wagner, Rudolph. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 113 / 114, New York.

KRZYMOWSKI, RICHARD, 1961 (3. Auflage): Geschichte der deutschen Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der technischen Entwicklung der Landwirtschaft bis zum Ausbruch des 2. Weltkrieges. Berlin.

KUBIERSCHKY, KONRAD, 1913: Die künstlichen Düngemittel und ihre Bedeutung für die Weltwirtschaft. Zeitschrift für angewandte Chemie, 26. Jahrgang, S. 721 - 729.

KUCZYNSKI, JÜRGEN, 1978: Theodor Mommsen - Porträt eines Gescllchaftswissenschaftlers. Berlin

KUDLIEN, F., 1964: Herophilos und der Beginn der medizinischen Skepsis. Gesnerus, 21, 1/2.

KUDLIEN, FRIDOLF, 1972: Galen. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 227 - 233, New York.

KUDLIEN, FRIDOLF, 1975: Rufus von Ephesus. Dictionary of Scientific Biography., Volume XI, S. 601 - 603, New York.

KÜHLMANN, WILHELM, 2003: Ringmann, Matthias (auch Philesus Vogesina). Neue Deutsche Biogaphie, Band 21, S. 635/636. Online.

KÜHLWEIN, H., 1950: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte der Myxobakterien. Archiv für Mikrobiologie, 14. Band, S. 678 - 704.

KÜHN, ALFRED und KARL HENKE, 1929: Genetische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen an der Mehlmotte Ephestia kühniella Zeller, I - VII. Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse, Neue Folge, Band XV, 1.

KÜHN, ALFRED, 1935: Karl Heider und ein Entwicklungsabschnitt der Zoologie. Die Naturwissenschaften, 23, 22. 11., Heft 47, S. 791 – 796.

KÜHN. ALFRED, 1936: Versuche über die Wirkungsweise der Erbanlagen. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrgang, 3. Januar, Heft 1, S. 1 - 10.

KÜHN, ALFRED, 1938: Grenzprobleme zwischen Vererbungsforschung und Chemie. Vortrag, gehalten in der Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft am 11. Oktober 1937. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 31, A, S. 107 - 114.

KÜHN, ALFRED, 1955: Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

KÜHN, ALFRED, 1961: Fritz von Wettstein zum Gedächtnis. Jahrbuch der Akademie der Wissenschaften in Göttingen für das Jahr 1961, S. 47 – 55.

KÜHN, ALFRED, 1972: Mein Leben. Autobiographisches. 5. Biologisches Jahresheft 1972. Herausgeber G. GRASSE. Iserlohn. S. 11 - 16.

KÜHN, HERBERT, 1976: Geschichte der Vorgeschichtsforschung. Berlin, New York.

KUHN, K., 1951: Gerhard C. SCHMIDT †. Naturwissenschaftliche Rundschau, Heft 1, S. 41.

KUHN, RICHARD; ALFRED WINTERSTEIN und EDGAR LEDERER, 1931: Zur Kenntnis der Xanthophylle. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, 197. Band, S. 141 – 160.

KUHN, RICHARD, 1936: Lactoflavin (Vitamin B2) Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 1, S. 6 - 10.

KUHN, RICHARD, 1937: Wirkstoffe in der belebten Natur. Vortrag auf der 94. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Dresden, September. Die Naturwissenschaften, 25, 15, S. 225 - 231.

KUHN, RICHARD, 1940: Die Entdeckung physiologischer Wirkungen altbekannter Naturstoffe. Angewandte Chemie, 53. Jahrgang, Nr. 29 / 30, 20. Juli, S. 309 - 313.

KUHN, R., 1942: Vitamine und Arzneimittel. Die Chemie (Angewandte Chemie, neue Folge), 55. Jahrgang, Nr. 1 / 2, Januar, S. 1 - 6.

KUHN, THOMAS S., 1981: Die kopernikanische Revolution. Braunschweig / Wiesbaden.

KUHN, W., 2010: Die fossile Energiefalle. Betrachtungen eines Chemikers. Praxis der Naturwissenschaften, Chemie in der Schule, 59. Jahrgang, Heft 1, 15. Jahrgang, S. 38 - 47.

KUHN, WALTER, 1973: Flämische und fränkische Hufe als Leitformen der mittelalterlichen Ostsiedlung. In: Vergleichende Untersuchungen zur mittelalterlichen Ostsiedlung, S. 1 - 51. Köln, Wien. - Nachdruck aus: Hamburger Mittel- und Ostdeutsche Forschungen, 2, 1960, S. 146 - 192.

KÜHNE, KLAUS, 1999: "Ars vitrearia experimentalis ..." Möglichkeiten und Grenzen antiker Glasverarbeitung. Antike Welt, 30. Jahrgang, 5, S. 463 - 472.

KUNERT, HERBERT, 1949: s. KLEINE, FRIEDRICH KARL:

KUHNERT, NIKOLAI, 1999: Hundert Jahre Aspirin. Chemie in unserer Zeit, 33. Jahrgang, Nr. 4, S. 213 - 220.

KULKE, HERMANN, 1998 (2. verb. und aktualisierte Aufl.): Geschichte Indiens:von Induskultur bis heute. München.

KULKE, ULLI, 2007: Die Taufe Amerikas. Die Welt, Dienstag, 24. April, S. 10.

KUMAR, VINAY und LINDA MILEWSKI, 1985: Humphrey Davy: At the Vanguard of a New Chemistry. Journal of Chemical Education, Volume 62, Number 5, May, S. 397 / 398.

KUNCKEL, JOHANNIS, 1689: Ars Vitraria experimentalis Oder vollkommene Glasmacher-Kunst / ... Frankfurt und Leipzig.

KUNKEL, PATRICK, 2006: "Amerika kommt aus Freiburg". Waldseemüller, Vespucci und ein folgenreicher Irrtum. Neue Zürcher Zeitung, Montag, 9. Oktober, Nr. 234, S. 8.

KUNZE, 1826: Einige Bemerkungen über den rothen Schnee. Flota, Nro. 29, 7. August, S. 448 - 458.

KUPFFER, CARL, 1884: Gedächtnisrede auf Theodor L. W. von Bischoff, gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München zur Feier des 125. Stiftungstages, 28. März 1884. München.

KURMANN, JOSEF, 1959: Zum 75. Todestag von Professor Maximilian Perty, Bern (1804 – 1884). Eine allgemeinpersönliche und mikrographische Würdigung. Gesnerus, Volume 16, S. 139 – 143.

KURZER, FREDERICK, 1999: The Life and Work of Edward Charles Howard FRS. Annals of Science, 56, S. 113 - 141.

KUSHER, JAN, 2005: "Entdecker" und "Entdeckte". Zum Selbstverständnis von Zar und Elite im frühneuzeitlichen Moskauer Reich zwischen Europa und Asien. - In: Expansionen in der Frühen Neuzeit. Herausgegeben von RENATER DÜRR, GISELA ENGEL, JOHANNES SÜßMANN. Zeitschrift für Historische Forschung, Beiheft 34, S. 97 - 116. Berlin.

KUSLAN, LOUIS I., 1975: Raoult, François Marie. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XI, New York. S. 297 - 300.

KÜSTER, ERNST, 1918: Georg Klebs. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, XXXVI, S. (90) – (116).

KUßMAUL, ADOLF, 1899: Jugenderinnerungen ... Stuttgart.

KUSUKAWA, SACHIKO, 2009: Image, Text and Observation: The Codex Kentmanus. Early Science and Medicine, 14, S. 445 – 475.

KUTZER, MICHAEL und EMIL HEUSER, 1988: Gehirn und Wissenschaft: Theodor Ludwig Wilhelm von Bischoffs Sektionsbefund am Gehirn von Justus von Liebig. Medizinhistorisches Journal, 23, Heft 3/4, S. 325 – 341.

KÜTZING, FRIEDRICH TRAUGOTT, 1960; Aufzeichnungen und Erinnerungen. Herausgegeben von R. H. WALTHER MÜLLER und RUDOLPH ZAUNICK. Lebensdarstellungen deutscher Naturforscher. Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina durch RUDOLPH ZAUNICK, Nr. 8. Leipzig.

KYESER, CONRAD, 1405: s. QUARG, G. 1967.

LAAR, CONRAD, 1885: Ueber die Möglichkeit mehrerer Struktruformeln für dieselbe chemische Verbindung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 18. Jahrgang, S. 648 - 657.

LA BRUYE'RE, Ausgabe 1979 (4. Auflage): Die Charaktere oder die Sitten des Jahrhunderts. Übertragen und herausgegeben von GERHARD HESS. Leipzig.

LADEMACHER, HORST, 1983: Geschichte der Niederlande: Politik - Verfassung - Wirtschaft. Darmstadt.

LADENBURG, A., 1874: Zur Constitution des Benzols. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Neue Reihe, Band 96, S. 331 - 356.

LADENBURG, 1876: Ludwig Carius. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 9. Jahrgang, S. 1992 – 1997.

LADENBURG, 1878: Fritzsche, Karl Julius. Allgemeine Deutsche Biographie, 8, S. 122 / 123.

LADENBURG, A., 1884: Ueber das Alpha-Isopropylpiperidin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 17. Jahrgang, S. 1676 – 1679.:

LADENBURG, A., 1886: Synthese des activen Coniins. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 19. Jahrgang, S. 2578 – 2579.

LADENBURG, A., 1900: Charles Friedel. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 22. Jahrgang, S. 3720 - 3744.

LADENBURG, A., 1903: Ueber Racemie. - In: Sammlung Chemischer und chemisch-technischer Vorträge, VIII. Band, S. 449 - 465. Stuttgart.

LADENBURG, ALBERT, 1908: Naturwissenschaftliche Vorträge in gemeinverständlicher Darstellung. Leipzig.

LADERO, MIGUEL ANGEL, 1992: Das Spanien der katholischen Könige Ferdinand von Aragon und Isabella von Kastilien 1469 - 1516. Übersetzung ELISABETH HORN u. a. Innsbruck. - Original 1989.

LAIBLIN, R., 1877: Zur Kenntnis des Nicotins. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 10. Jahrgang, S. 2136 – 2140.

LAIDLER, KEITH J., 1998: To Light such a Candle. Chapters in the History of Science and Technology. Oxford University Press.

LAIDLER, KEITH J., 2004: Hinshelwood, Sir Cyril Norman. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 27, S. 288 – 291.

LAISSUS, YVES, 1978: La Condamine, Charles-Marie de. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XV, Supplement I, New York, S. 269 - 273.

LAMB, H. H., 1966: The Changing Climate. Selected papers. London.

LAMBERT, MALCOLM D., 1981: Häresien von Bogomil bis Hus. Übersetzung aus dem Englischen von GARHARD WINDFÜHR. München. - Original: Medieval Heresy - Popular Movements from Bogomil to Hus. London 1977.

LA METTRIE, DE, Ausgabe 1909: Der Mensch eine Maschine. Übersetzung MAX BRAHN. Leipzig.

LAMPADIUS, W. A., 1801: Handbuch der chemischen Analyse der Mineralkörper. Freyberg.

LAMPADIUS, W. A., 1833: Die Lehre von den mineralischen Düngemitteln, mit besonderer Rücksicht auf Herrn Dr. Sprengels neuere Analysen der Pflanzen und Bodenarten, so wie nach eigenen Erfahrungen besonders für rationelle Landwirthe bearbeitet von ... Leipzig.

LAMPEN, ANGELIKA, 2002: Wirtschaftsformen und Repräsentationskultur. Zum Verhältnis von Adel und Teichwirtschaft im Spätmittelalter. In: Der weite Blick des Historikers. Einsichten in Kultur, Landes- und Stadtgeschichte. Peter Johanek zum 65. Geburtstag herausgegeben von WILFIRED EBBRECHT et al. Köln, Weimar, Wien. S. 371 - 386.

LAMY, A., 1862: Ueber ein neues Metall, das Thallium. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXIV, S. 215 - 220.

LANCISI, JEAN MARIE, 1697: Extract of a Letter from Jean Marie Lancisi, Prof. Anat. Rom. Philosophical Transactions, Numb. 226, March, S. (467) - (471).

LANDES, DAVID S., 2002: Wohlstand und Armut der Nationen. Warum die einen reich und die anderen arm sind. Aus dem Amerikanischen von ULRICH ENDERWITZ, MONIKA NOLL und ROLF SCHUBERT. Berlin.

LANDIN, BENGT-OLOF, 1971: Fabricius, Johann Christian. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 512 / 513. New York.

LANDIN, BENGT-OLOF, 1972: Geer, Charles de. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 328 / 329. New York.

LANDOLT, H., 1877: Untersuchungen über optisches Drehungsvermögen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 189, S. 244 – 337.

LANDOLT, H., 1890: Carl Löwig. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 23, IV, S. 905 - 909.

LANDOLT, H., 1899: Dr. Hermann Wilhelm Vogel. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXII, S. 1 - 4.

LANDOLT, H., 1907: Die Entwicklung der anorganischen Chemie. - In: Vier Vorträge über die wichtigsten Fortschritte der chemischen Disziplinen in den letzten 40 Jahren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XXXX, S. 4627 - 4637.

LANDOLT, H., 1908: Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 64. Band, S. 581 – 614.

LANG, ARNOLD, 1914: Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. Ein Sammelwerk und Hilfsbuch bei Untersuchungen. Erste Hälfte. Jena.

LANGER, WILLIAN I., 1964: The Black Death. Scientific American, January, Volume 200, Nr. 1, S. 114 - 121.

LANGDON, JOHN, 1987: Horse hauling: A revolution in vehicle transport in twelth- and thirteenth-century in England.- In: ASTON, T. H. (Edited), 1987: Landlords, Peasants and Politcis in Medieval England. Cambridge S. 33 - 62 (64). Universirty Press.

LANGE, BRUNO, 1940: Die Photoelemente und ihre Anwendung. 2., verbesserte Auflage. Leipzig.

LANGE, ERICH, 1965: Wissenschaftstheoretische Gesichtspunkte zur Physik, Chemie und physikalischen Chemie. Chemiker-Zeitung, 89. Jahrgang, Nr. 17, S. 587 - 596.

LANGE, ULRICH (Herausgeber), 1996: Geschichte Schleswig-Holsteins. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. Neumünster.

LANGENBECK, ULRICH, 1980: Angeborene Stoffwechselstörungen als Experiment der Natur. Medizin in unserer Zeit, 4. Jahrgang, Nr. 2.

LANGER, CARL und VICTOR MEYER, mitgetheilt von Letzterem, 1885: Prometrische Untersuchungen, Braunschweig.

LANGER, CARL, 1910: Ludwig Mond. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 43, III, S. 3665 - 3682.

LANGERMANN, Y. TZVI, 2009: Islamic Atomism and the Galenic Tradition. History of Science, Nolume 47, Part 3, Number 157, September, S. 277 - 295.

LANGMUIR, IRVING, 1919: The Arrangement of Electrons in Atoms and Molecules. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLI (41), January – June, S. 868 – 934.

LANGMUIR, IRVING, 1929: President's Address: Modern Concepts in Physics and their Realtion to Chemistry. The Journal of the American Chemical Society, Vol. 51, October, No. 10, S. 2846 – 2868.

LANGMUIR, IRVING, 1933: Oberflächenchemie. Nobelvortrag. Angewandte Chemie, 46. Jahrgang, Nr. 46, 18. November, S. 719 - 733.

LANKESTER, E. RAY, 1907: President Address. Report of the Seventy-Sixth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, York, August 1906. London.

LARNER, ANDREW J., 1987: A portrait of Richard Lower. Endeavour, New Series, Volume 11, No. 4, S. 205 – 208.

LARSEN, MOGENS TROLLE, 2010: Versunkene Paläste. Wie Europa den Orient entdeckte. Aus dem Dänischen von HANS-JOACHIM MAASS. Berlin.

LARSEN, GREGER; DOLORES R. PIPERNO, ROBIN G. ALLABY et. al., insgesamt 24 Autoren: Current perspectives and the future of domestication studies. PNAS, vol. 111, no. 17, April 29, S. 6139 - 6146.

LASCH, RICHARD, 1906: Die primitive Landwirtschaft umd Herr Dr. Eduard Hahn. Zeitschrift für Socialwissenschaft, IX, S. 416 - 418.

LASIC, D. D., 1993: Liposomes: From Physics to Appliations. Amsterdam, London, New York, Tokyo.

LATUSSEK, ROLF H., 2009: Die Blume ..., Die ersten Blütenpflanzen haben sich selbst gedüngt - ... Die Welt, Dienstag, 14. Juli.

LAUDAGE, JOHANNES, 2006: Otto des Grosse (912 - 973). Eine Biographie. Regensburg.

LAUE, MAX von, 1946: Zum Gedächtnis Wilhelm Conrad Röntgens. Die Naturwissenschaften, 33, 1, S. 3 - 7.

LAUE, MAX von, 1960: Mein physikalischer Werdegang. Physikalische Blätter, 16. Jahrgang, S. 260 - 266.

LAUFFS, N., 1942: Matthias Pier zum 60. Geburtstag. Oel und Kohle, 38, 27, S. 779 - 782.

LAUGHTON, J. K., rev. N. A. M. RODGER, 2004 a: Beaufort, Sir Francis. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 624/625.

LAUGHTON, J. K., rev. ANDREW LAMBERT, 2004 b: Beechey, Frederick William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 802/803.

LAUKHARD, FRIEDRICH CHRISTIAN, 1955: Leben und Schicksale von ihm selbst berschrieben. Herausgegeben von WOLFGANG BECKER. Leipzig.

LAURENTIUS von BREZOVA´, 1988: Die Hussiten. Die Chronik des Laurentius von Brezova 1414 - 1421. Aus dem Lateinischen und Alttschechischen übersetzt,

eingeleitet und erklärt von JOSEF BUJNOCH. Slavische Geschichtsschreiber. Herausgegeben von Univ. Prof. Dr. GÜNTHER STÖLK. Band XI. Graz, Wien, Köln.

LAUTERBORN, ROBERT, 1930 (u. a.): Der Rhein, Naturgeschichte eines deutschen Stromes. 1. Band: Die erd- und naturkundliche Erforschung des Rheins und der Rheinlande vom Altertum bis zur Gegenwart. 1. Hälfte: Die Zeit vom Altertum bis zum Jahre 1800 - U. a. in: Berichte der Naturforschende Gesellschaft Freiburg i. Br., 30, S. 1 - 311. - 1934: Fortsetzung: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

LAVOISIER, 1789 (Übersetzung ins Deutsche): Lavoisier, neue Betrachtungen über die Zunahme am Gewicht, welche Schwefel und Phosphor durch das Brennen erhalten, und ihre Ursache. Chemische Annalen ... D. LORENZ CRELL, Zweyter Theil, S. 68 - 74. Helmstädt und Leipzig. - Original: Memoir. de l'Acad. roy. des science. a'Paris, poir l'ann 1783, S. 416 - 411.

LAWLER, ANDREW, 2012: In Search of the Wild Chicken. Science, Vol. 338, 23 November, S. 1020 - 1024.

LAWLER, ANDREW, 2010: Collapse? What Collapse? Societal Change Revisited. Science, Volume 330, 12 November, S. 907 - 909.

LAWRENCE, CHRISTOPHER, 2004: Brown, John. Oxford Dictionary of National Biographie, Volume 8, S. 69 - 72.

LAWSON, M. K., 2004: Cnut. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 12, S. 239 - 246.

LEBER, ENGELBERT, 1912: Adolf Ledebur, der Eisenhüttenmann. Sein Leben, Wesen und seine Werke. Düsseldorf.

LEBER, THEODOR, 1903: Willy Kühne. – In: Heidelberger Professoren aus dem 19. Jahrhundert, 2. Band, S. 207 – 220. Heidelberg.

LE CHATELIER, H., 189!: Über die molekularen Veränderungen der Metalle nach ihrer elektrischen Leitfähigkeit. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 8. Band, S. 183 - 187.

LECHER, H., 1931: Bernhard Heymann zum 70. Geburtstag. Zeitschrift für angewandte Chemie, 44. Jahrgang, Nr. 20, 16. Mai, S. 355 / 356.

LEDERBERG, JOSHUA, 1990: Edward Lawrie Tatum. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 59, S. 356 - 386.

LEE, YUAN T. und YANG, ANDREW WEI-CHIH, 2011: Chemie und andere

Naturwissenschaften auf der Suche nach Wegen in eine nachhaltige Zukunft. Angewandte Chemie, 123, S. 10442 - 10443.

LEEUWENHOEK, ANTHONY VAN, 1697: Part of a Letter of ..., dated Delft, Sept. 10. 1697. Concerning the Eggs of Snails, Roots of Vegetables, Teeth, and Young Oysters. Philosophical Transactions, Numb. 235, S. (790) - (799).

LEEUWENHOEK, ANTHONY VAN, 1698: Part of a Letter ... concerning the Eyes of Beetles. Philosophical Transactions ... Vol. XX, S. (169) - (175).

LE GOFF, JACQUES, 1987 (2. Auflage). Die Intellektuellen im Mittelalter. Aus dem Französischen übersetzt von CHRISTIANE KAYSER. Stuttgart. - Original: Les intellectuels au Moyen Age. 1957 / 1985.

LE GRAND, H. E., 1972: Lavoisier's Oxygen Theory of Acidity. Annals of Science, Vol. 29, June, No.1, S. 1 - 18.

LEHMANN, BERND, 1994: Globale chemische Fraktionierungstrends und Lagerstättenbildung. Naturwissenschaften, 81, S. 108 - 114.

LEHMANN, CHRISTIAN, 1699: Historischer Schauplatz derer natürlichen Merckwürdigkeiten in dem Meißnischen Ober-Ertzgebirge / ... Leipzig.

LEHMANN, DIETMAR und CHRISTIAN KLEINT, 1993: Das Leipziger Uranmaschinenprojekt einer der Bausteine auf dem Wege zur technischen Anwendung der Kernenergie. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung, Folge 6. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig.

LEHMANN, ERNST, 1915: Lichtkeimungsfragen. Eine kritische Studie mit eigenen Experimenten unbd solchen von A. Ottenwälder. Zeitschrift für Botanik, VII. Jahrgang, S. 560 – 580.

LEHMANN, GUSTAV A., 1994: Meyer, Eduard. Neue Deutsche Biographie, 17. Band, S. 309 - 311.

LEHMANN, JOCHEN, 1968: Kohlenstoff-14 und die Assimilation des Kohlendioxids. Chemie in unserer Zeit, 2. Jahrgang, S. 67 - 73.

LEHMANN, JOHANN GOTTLIEB, 1756: Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen, betreffend deren Entstehung, Lage, darinne befindliche Metallen, Mineralien und Foßilien, größtenteils aus eigenen Wahrnehmungen, chymischen und physikalischen Versuchen, aus denen Grundsätzen der Natur-Lehre hergeleitet. Berlin.

LEHMANN, K. B., 1933: Frohe Lebensarbeit. München.

LEHN, JEAN-MARIE, Vortrag etwa 2011: Der Weg zur Komplexen Materie: Chemie? Chemie! - So 26. 1. auf der Festveranstaltung anlässlich des 20jährigen Bestehens des Fördervereins Chemie-Olympiade, Leipzig.

LEHNER, 1906: Die Kunstseide. Zeitschrift für angewandte Chemie, XIX. Jahrgang, Heft 37, S. 1581 - 1585

LEHNINGER, ALBERT L., 1987, 2. neubearb. u. erw. Auflage: Biochemie. Übers.von HANS KLEINIG u. BODO LIEDVOGEL. Weinheim.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, datiert 1686 a, Erstdruck 1903, Übersetzung 1951, nun 1992: Elemente der Vernunft (Elementa Rationis). - In: GOLDENBAUM, URSULA (herausgegeben): LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1992: Philosophische Schriften und Briefe 1683 - 1687. S. 83 - 102. Berlin.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, datiert 1686 b, Erstdruck 1846, Übersetzungen 1906, 1951, 1966, nun 1992: Abhandlung über Metaphysik (Discours de Me´taphysique). - In: GOLDENBAUM, URSULA (herausgegeben): LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1992: Philosophische Schriften und Briefe 1683 - 1687. S. 168 - 226.. Berlin.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, wohl 1695, gedruckt 1986 (2. Auflage): Unendlichkeit und Fortschritt. - In LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1986: Kleine Schriften zur Metaphysik. Frankfurt am Main.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1699/1992; Aus einem Brief an De Volder (24. März/3. April 1699). - In: LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1992: Schriften zur Logik und zur Philosophischen Grundlegung von Mathematik und Naturwissenschaften. S. 314/315. Darmstadt.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1705/1992: Betrachtungen über die Prinzipien des Lebens und über die plastischen Naturen, von dem Autor des Systems der Prästabilierten Harmonie. (Hier auch Französisch). - In. LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1705/1992: Schriften zur Logik und zur Philosophischen Grundlegung von Mathematik und Naturwissenschaft. Darmstadt.

LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1906/1995 (neu): Nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts, Herausgegeben und mit erläuternden Anmerkungen versehen von ERNST GERLAND. Hildesheim, Zürich, New York. - Original: ... Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen begründet von Moritz Cantor. XXI. Heft. Leipzig.

LEIBUNDGUT, HANS, 1985: Der Wald in der Kulturlandschaft. Bern und Stuttgart.

LEICESTER, HENRY M., 1970: Berzelius, Jöns Jacob. Dictioary of Scientific Biography, Volume, II, S. 90 - 97, New York.

LEICESTER, HENRY M., 19: Deville, Henri Etienne Sainte-Claire. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 77 / 78, New York.

LEICESTER, HENRY M., 19: Kolbe, Adolf Wilhelm Hermann. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 450 - 453, New York.

LEICESTER, HENRY, 1973: Lebedev, Sergei Vasilievich. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 108, New York.

LEICESTER, HENRY M., 1975: Sörensen, Sören Peter Lauritz. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 546 / 547, New York.

LEICESTER, HENRY M., 1976: Wallach, Otto. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 141 / 142, New York.

LEIDER, FRIDA, 1981: Das war mein Teil. Erinnerungen einer Opernsängerin. Berlin.

LEIDLMAIR, ADOLF, 1961: Hadramaut Bevölkerung und Wirtschaft im Wandel der Gegenwart. Bonner Geographische Abhandlungen, Heft 30. Bonn.

LEIJENHORST, CELS, 1999: Bernardino Telesio (1509 - 1588). Neue Grundprinipien der Natur. - In: BLUM, PAUL RICHARD (herausgegeben), 1999: Philosophen der Renaissance. Eine Einführung. S. 137 - 149. Darmstadt.

LEIPPRAND, ERNST, 2008: Deutsche und Tschechen im Zeitalter des Dreißigjährigen Krieges. Ein Nationalitätenproblem. Herausgegeben von ECKART LEIPPRAND. Baden-Baden.

LEISEWITZ, 1877: Enderlin, Joseph Friedrich. Allgemeine Deutsche Biographie, 6, S. 107 / 108.

LEISEWITZ, 1880: Hohberg, Wolfgang Helmhard, ... Allgemeine Deutsche Biographie, 12, S. 653 - 656.

LEISEWITZ, 1891: Johann Nepomuk Hubert v. Allgemeine Deutsche Biographie, 33, S. 438 - 440.

LEISEWITZ, C., 1905: Hellriegel, Hermann. Allgemeine Deutsche Biographie, 50, S. 169 - 171.

LEMAY, RICHARD, 19: Gerard of Cremona. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV, S. 173 - 192, New York.

LEMBECK, FRED; GIERER, WOLFGANG, 1968: Otto Loewi. Ein Lebensbild in Dokumenten. Berlin, Heidelberg, New York.

LEMERY, NICLAS, 1734: Cours de Chymie, Oder: Der vollkommene Chymist, Welcher Die in der Medicin gebräuchlichen Chymischen Processe auf die leichteste und heilsamste Art machen lernt, ... Aus der neuesten Frantzösischen Edition ins Teutsche übersetzet Und bey jetziger vierten Auflage aufs neue und correcteste revidiret. Dresden und Leipzig.

LEMMERICH, JOST, 2007: Aufrecht im Sturm der Zeit. Der Physiker James Franck 1882 – 1964. Stuttgart, Berlin.

LEMPER, ERNST-HEINZ, 1974: Adolf Traugott von Gersdorff (1744 - 1807). Naturforschung und soziale Reformen im Dienste der Humanität. - Veröffentlichungen des Staatlichen Mathematische-Physikalischen Salons ... Dresden, Band 6. Berlin.

LENARD, PHILIPP, 1907: Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vorlesung, 28. Mai 1906. Le Prix Nobel en 1905. Stockholm.

LENAU, NIKOLAUS, 1970: Sämtliche Werke und Briefe. Erster Band Gedichte und Versepen. Auf der Grundlage der historisch-kritischen Ausgabe von EDUARD CASTLE mit einem Nachwort von WALTER DIETZE. Leipzig. - Darin u. a.: S. 641 - 771: Savonarola. S.773 - 889: Die Albigenser.

LENGERKE, ALEXANDER v., 1839: Reise durch Deutschland, in besonderer Beziehung auf Ackerbau und Industrie. Prag.

LENGERKE, ALEXANDER von, 1846: Beobachtungen auf landwirthschaftlichen Reisen in den Königl. Preuß. Staaten. Beiträge zu Kenntnisz der Landwirthschaft in den Königl. Preuß. Staaten. Erster Band. Berlin.

LEONHARD, K. C. von, 1854: Aus unserer Zeit in meinem Leben. 1. Band. Stuttgart.

LEONHARD,PAUL; 2019: Holz statt Stahlneton. Jungefreiheit, Nr. 37/19, 6. September, S. 12.

LEOPOLD, G., 1892: Carl Siegmund Franz Crede´. Gedächtnisrede gesprochen in der Gynäkologischen Gesellschaft in Dresden am 14. April 1892. Extra und Archiv für Gynäkologie, S. 195 - 213.

LEPEL, F. von, 1897: Die Oxydation des Stickstoffs durch elektrische Funken und Lichtbogen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 1027 – 1030.

LEPPIN, VOLKER, 2003: Wilhelm von Ockham. Gelehrter, Streiter, Bettelmönch. - Gestalten des Mittelalters und der Renaissance. Herausgegeben von PETER HERDE. Darmstadt.

LEPRIEUR, FRANÇOIS, 1981: Die deutschen und französischen Organiker im 19. Jahrhundert. Chemie in unserer Zeit, 15. Jahrgang, Nr. 4, S. 115 - 121.

LEPSIUS, B., 1891: Schrötter, Anton, Ritter v. Kristelli. Allgemeine Deutsche Biographie, 32. Band, S. 575 – 577.

LEPSIUS, B., 1908: Unverdorben, Otto. Allgemeine Deutsche Biographie. Band 54. S. 735 / 736.

LEPSIUS, B., 1918: Alexander Mitscherlich. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LI, S. 1030 - 1032.

LEPSIUS, B., 1921: Wilhelm Will. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LIV (54), S. 205 - 268.

LEPSIUS, 1961: Robert Wilhelm v. Bunsen zur hundertfünfzigsten Wiederkehr seines Geburtstages. Chemiker-Zeitung, 85. Jahrgang, Nr. 24, S. 899 - 901.

LEPSIUS, RICHARD, 1964 a: 50 Jahre Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim / Ruhr. Erinnerungen an Franz Fischer (19. März 1877 bis 1. Dezember 1947). Chemiker-Zeitung, 88. Jahrgang, Nr. 14, S. 543 - 547.

LEPSIUS, RICHARD, 1964 b: Zur hundertsten Wiederkehr des Geburtstages von Walther Nernst. Chemiker-Zeitung, 88. Jahrgang, Nr. 15, S. 603 - 606.

LERCH, WOLFGANG GÜNTER, 1993: Die Beherrschung der Weltmeere. Mit Kolumbus bgeann der Niedergang des Islams. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 7, 9. Januar.

LERCH, WOLFGANG GÜNTER, 2006: Das aktuelle Buch. Glaube zwischen "Seele" und "Gesetz". Kaiser Manuels II. Streitgespräch zu Ancyra 1391. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 26. September, Dienstag.

LEROY, KARL GEORG, 1807 (also beträchtlich posthum). Philosophische Briefe über die Verstandes- und Vervollkommnungsfähigkeit der Thiere sammt einigen Briefen über den Menschen. Frei aus dem Französischen übersetzt von D. JOHANN ANTON MÜLLER, ... Nürnberg.

LESCH, HARALD, zahlreiche Beiträge als Wissenschaftspopularisator auf YouTube.

LESKE, NATHANAEL GOTFRIED, 1785: Reise durch Sachsen in Rüksicht der Naturgeschichte und Ökonomie ... Leipzig.

LESKIEN, A., 1876: Bopp, Franz. Allgemeine Deutsche Biographie, 3. Band, S. 140 – 149.

LESKY, ERNA, 1980: Das Portrait: Franz Joseph Gall 1758 - 1828. Medizin in unserer Zeit, 4. Jahrgang, Nr. 2, S. 57 - 61.

LESSING, GOTTHOLD EPHRAIM, 1961: 1. Band, 1978: 2. Band: Lessings Werke in fünf Bänden. Ausgewählt von KARL BALSER. Eingeleitet von THOMAS HÖHLE, im 1. Band. Weimar.

LESSING, G. E., in 1978, original 1777: Die Erziehung des Menschengeschlechts. - In: Lessings Werke in fünf Bänden. Zweiter Band, S. 289 - 314. Weimar.

LESSING, G. E., in 1978, original 1778: Anti-Goeze. - In: Lessings Werke in fünf Bänden. Zweiter Band, S. 171 - 239. Weimar.

LESSING, G. E., in 1961, original 1767: Hamburgische Dramaturgie. Erster Band. - In: Lessings Werke in fünf Bänden. Vierter Band. Weimar.

LESSING, THEODOR, 1930: Europa und Asien (Untergang der Erde am Geist). 3, völlig neu gearbeitete Auflage. Leipzig.

LESZCZYC-SUMINSKI, Graf, 1848: Zur Entwickelungs-Geschichte der Farnkräuter. Berlin.

LEßER, FRIEDRICH CHRISTIAN, 1735: Lithotheologie. Das ist: Natürliche Historie und geistliche Betrachtung derer Steine, Also abgefaßt, daß daraus Die Allmacht, Weißheit, Güte und Gerechtigkeit des grossen Schöpfers gezeuget wird. ... Hamburg.

LEUCKART, RUD., 1849: Beiträge zur Lehre von der Befruchtung. Vorgelegt durch WAGNER. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, October 18., Nr. 10, s. 113 - 127.

LEUCKART, RUD., 1851: Ueber Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 3. Band, S. 170 - 188.

LEUCKART, RUDOLF, 1858: Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei Insekten. Frankfurt a. M. LEWIS, D. C., 2004: Wickham, Sir Henry Alexander. Oxford Dictionary of National Biography ... Volume 58, S. 805 / 806.

LEUSCHNER, JOACHIM, 1953: Adam von Bremen. Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 49/50. Online.

LEUSCHNER, JOACHIM, 1959: Ekkehard von Aura. Neue Deutsche Biographie, Band 4, S. 431/432.

LEUSCHNER, JOACHIM, und HARTMUT BOOCKMANN, 1982: Europa im Hoch- und Spätmittelalter. - Studienbuch Geschichte; H. 4). Stuttgart.

LEUTHARDT, F., 1948: Der Intermediärstoffwechsel. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 93, Heft 1, 31. März, S. 1 – 17.

LEVERE, TREVOR H., 2009: Dr Thomas Beddoes: Chemistry, Medicine, and the Perils of Democracy. Notes & Records of the Royal Society, 63, S. 215 - 229.

LEVI-MONTALCINI, RITA, 1987: Der Nervenwachstumsfaktor: 35 Jahre später (Nobelvortrag). Deutsche Übersetzung. Angewandte Chemie, 99, S. 727 - 737.

LE´VI-STRAUSS, CLAUDE, 2008: "Idee einer grossen Bescheidenheit". Interview mit JÜRG ALTWEGG. Vor dem 80. Geburtstag. Veröffentlicht etwa 20 Jahre später: Weltwoche, Nr. 48, S. 52 – 55.

LEVINE, J. M., 2004: Woodward, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 60, S. 241 – 243.

LEVISON, WILHELM, 1948: Aus Rheinischer und Fränkischer Frühzeit. Ausgewählte Aufsätze. Düsseldorf.

LEVITIN, DMITRI, 2013: Halley and the Eternity of the World revisted. Notes & Records of the Royal Society, 67, S. 315 - 329.

LEVRON, JACQUES, 1982: Ludwig XV. Der verkannte König Frankreichs. Übersetzung aus dem Französischen von MARIANNE GRUND FREIDBERG: München.

LEVY, OSCAR, 1904: Über den Einfluß von Zug auf die Bildung faserigen Bindegewebes. Zugleich ein Beitrag zur Sehnenvernarbung. Experimentelle Untersuchung. Archiv für Entwicklungsmechanik ... ROUX, 18, S. 184 – 247.

LEWALD, FANNY, (2. Auflage) 1983: Italienisches Bilderbuch. Nachwort THERESE ERLER. Berlin.

LEWIN, ROGER, 1982 a: Biology Is Not Postage Stamp Collecting. Science, Volume 216, 14 May, S. 718 - 72o.

LEWIN, ROGER, 1982 b: Molecules Come to Darwin's Aid. Science, Volume 216, S. 1091/1092.

LEWIS, BERNHARD, 2004 (2. Auflage): Die Wut der arabischen Welt. Warum der jahrhundertelange Konflikt zwischen dem Islam und dem Westen weiter eskaliert.

Aus dem Englischen von NORBERT JURASCHITZ und THOMAS PFEIFFER. Frankfurt / New York.- Original: The Crisis of Islam. 2003.

LEWIS, GILBERT N., 1916: The Atom and the Molecule. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XXXVIII, January - June, S. 762 - 785.

LEWIS, SIMON L. & MARK A. MASLIN, 2015: Defining the Anthropocene. Nature, Volume 519, 12 March, S. 171 - 180.

LEWIS, WILILIAM, 1754: Experimental Examination of a white metallic Substance said to be found in the Gold Mines of the Spanish West - Indies, and there known by the Appellations of Platina, Platina di Pinto, Juan Blanca. Philosophical Transactions...Vol. XLVIII, Part II, S. 638 - 689.

LEWIS-STEMPEL, JOHN, 2005: England: An Autobiography. 2,000 Years of English History By Those Who Saw it Happen. London.

LEWITSKY, G. A., 1931: S. G. Nawaschin. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 49, S. (149) – (163).

LEYDEN, ERNST von, 1910: Lebenserinnerungen. Stuttgart und Leipzig.

LIBAVIUS, ANDREAS, 1597 / neu Faksimile 1964: Die Alchemie des Andreas Libavius. Ein Lehrbuch der Chemie aus dem Jahre 1597. Zum ersten Mal in Deutscher Übersetzung ... Frankfurt am Main. Weinheim/Bergstr.

LICHTENSTEIN, A., 1946: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin im Jahre 1943, HENRIK DAM und EDWARD A. DOISY. Les Prix Nobel en 1940 - 1944. Stockholm.

LIDBECK, ERICH GUST., 1756: Beschreibung und Zurichtung des Rübsens. Königl. Schwedische Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf der Jahr 1756. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 18. Band, S. 26 -32. 1757, Hamburg und Leipzig.

LIDBECK, ERICH GUSTAV, 1756: Beschreibung, wie die Weberkarten gepflanzet werden. Königl. Schwedische Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf der Jahr 1756. Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 18. Band, S. 114 - 116. 1757, Hamburg und Leipzig.

LIEBEN, FRITZ, 1953: Vorstellungen vom Aufbau der Materie im Wandel der Zeiten. Eine historische Übersicht. Wien.

LIEBERMANN, s. auch GRAEBE.

LIEBERMANN, C., 1876; Studien in der Naphthalingruppe. Annalen der Chemie und Pharmacie, 183. Band, S. 225 ff.

LIEBERMANN VON WAHLENDORF, WILLY Ritter, 1988: Erinnerungen eines deutsche Juden 1863 - 1936. Herausgegeben und mit einem Nachwort von ERNST REINHARD PIPER. München, Zürich.

LIEBIG, JUSTUS, 1830: Ueber das metallische Radical der Magnesia. Annalen der Physik und Chemie ... POGGENDORFF, 19. Band, ganze Folge 95, S. 137 ff.

LIEBIG, J., 1831: Ueber einen neuen Apparat zur Analyse organischer Körper, und über die Zusammensetzung einiger organischer Substanzen. Annalen ... POGGENDORFF, 21 (ganze Folge 97), S. 1 - 43.

LIEBIG, JUSTUS, 1838: Ueber die Constitution der organischen Säuren. Annalen der Pharmacie, Band XXVI, S. 113 – 180.

LIEBIG, JUSTUS, 1839: Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulniss und Verwesung und ihre Ursachen. Annalen der Pharmacie, Band XXX, 3, S. 250 - 287.

LIEBIG, JUSTUS, 1845: Chemische Briefe. 2. Abdruck. Heidelberg. Zuerst in: Augsburger Allgemeine Zeitung.

LIEBIG, JUSTUS, 18466: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig.

LIEBIG, J., hier angezeigt nur durch J. L., 1847: Bemerkungen zu den vorstehenden Versuchen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXII, S. 194 – 198. – Unter den "vorstehenden Versuchen" ist gemeint L. POLSTORFF 1847.

LIEBIG, JUSTUS, 1858 a: Ueber einige Eigenschaften der Ackerkrume. Annalen der Chemie und Pharmacie ... POGGENDORFF, CV, 1. Neue Reihe XXIX, S. 109 - 144.

LIEBIG, JUSTUS, 1858 b: Ueber das Verhalten des Chilisalpeters, Kochsalzes und des schwefelsauren Ammoniaks zur Ackerkrume. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CVI, S. 185 - 202.

LIEBIG, JUSTUS von, 1862: Einleitung in die Naturgesetze des Feldbaues. Braunschweig.

LIEBIG, J. v., 1865: Extractum carnis. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIII (133), S. 125 – 130.

LIEBIG, JUSTUS von, 1867: Die Entwickelung der Ideen in der Naturwissenschaft. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXLI (141), S. 1 – 27.

LIEBIG, JUSTUS von, 1869: Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft. II. Die Essiggährung. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLIII, S. 137 – 157.

LIEVEN, 1926: Das Tagebuch der Fürstin Lieven. Mit politischen Skizzen und einigen Briefen. Herausgegeben mit Erläuterungen von HAROLD TEMPERLEY. Mit Anhang: Erinnerungen an die Ereignisse der Nacht vom 11./23. zum 12./14. März 1801, dem Tode des Kaisers Paul. Berlin.

LILL, RUDOLF, 1980: Geschichte Italiens vom 16. Jahrhundert bis zu den Anfängen des Faschismus. Darmstadt.

LILLEY, S., 1952: Menschen und Maschinen. Wien.

LIMBERG, CHRISTIAN, 2011: Die Aktivierung kleiner Moleküle mit Eisen- und Nickelkomplexen: Von biomimetischer Oxidationskatalyse bis zur Reduktion/Aktivierung von Distickstoff und Diwasserstoff. Vortrag vor der Gesellschaft Deutscher Chemiker in Leipzig am 30. Juni. Und Diskussion.

LIMPRICHT, H., 1857: Ueber Leucin und Alanin. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CI (101), S. 295 – 299.

LIMPRICHT, H., 1865: Über Chlorsubstitutionsproducte des Toluols. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIX (139), S. 303 – 327.

LIMPRICHT, H., 1875: Ueber die Nitrosulfobenzolsäuren. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 177, S. 60 – 78.

LINCK, GOTTLOB, 1912: Kreislaufvorgänge in der Erdgeschichte. Rede gehalten zur Feier der akademischen Preisverteilung am 15. Juni 1912. Jena.

LINCK, GOTTLOB und HERMANN JUNG, 1954: 2. Auflage H. JUNG: Grundriß der Mineralogie und Petrographie. Jena.

LINCOLN; W. BRUCE, 1981: Nikolaus I. von Rußland 1796 - 1855. Übersetzung aus dem Englischen EBERHARD MÜLLR. München. - Original: Nicolaus the First, emperor and autocrat of all the Russias. 1978.

LINDBERG, DAVID C., 2000: Die Anfänge des abendländischen Wissens. München. Vorher 1994 Stuttgart. - Original: The Beginnings of Western Science. The European Tradition in Philosophical, Religious and Institutional Context 600 B. C. to A. D. 1450. University of Chicago.

LINDE, CARL, o. J.: Aus meinem Leben und von meiner Arbeit. Aufzeichnungen für meine Kinder und meine Mitarbeiter. München.

LINDGREN, UTA, 1997: Mortensen, Hans. Neue Deutsche Biographiew, Band 18, S. 160 ff. (Onlinefassung).

LINDH, AXEL E., 1946 / 1948: Würdigung der Nobelpreisverleihung an Percy Williams Bridgman. Les Prix Nobel en 1946, S. 20 – 23, Stockholm.

LINDNER, MICHAEL, 2005. Vom Winde verweht. Das Reich und die Steppenvölker im hohen Mittelalter. - In: Archive und Gedächtnis. Festschrift für BOTHO BRACHMANN, S. 87 - 105.LINDOP, NORMAN, 2004: Carrington, Richard Christopher. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 288 - 291.

LINDOP, NORMAN, 2004: Carrington, Richard Christopher. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 288 - 291.

LINDSAY, ROBERT BRUCE, 1970: Men of Physics Lord Rayleigh - the Man and his Work. Pergamon Press Oxford, London, Edinburgh ...

LINDSEY, CHRISTOPHER F., 2004: Davy, Edmund. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S, 503 / 504.

LINK, H. F., 1817/1819: Ueber die ältere Geschichte der Getreidearten. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin, Physikalische Klasse. Aus den Jahren 1816 - 1817. S. 133 - 142. Berlin.

LINNÉ, CARL von, 1765: Reisen durch Westgothland, welche auf Befehl der hochlöblichen Stände des Königreichs Schweden im Jahr 1746. angestellt worden. Aus dem Schwedischen übersetzt. Halle.

LINNÉ, CARL von, dtsch. 1776: Von der bewohnten Erde. Eine Rede. – In: Auserlesene Abhandlungen aus der Naturgeschichte, Physik und Arzneywissenschaft. 1. Band, Leipzig.

LINNÉ, CARL von, dtsch. 1777: Die Oeconomie der Natur. – In: Auserlesene Abhandlungen ..., 2. Band, Leipzig.

LINDNER, K., 1957:

LINNEMANN, ED. Und V. v. ZOTTA, 1872: Phenol aus Glycerin. Annalen der Chemie und Pharmacie, VIII. Supplementband, S. 254 – 260.

LIPMAN, FRITZ, 1954: Development of the Acetylation Problem. A Personal Account. Nobel Lecture, December 11, 1953. Les Prix Nobel en 1953. Stockholm. S. 151 - 177.

LIPMAN, JACOB G. und PERCY E. BROWN; 1910. Experiments on ammonia and nitrate formation in soils. Centralblatt für Bakteriologie ..., 26. Band, S. 590 – 632.

LIPPMANN, E. O. von, 1932: Magnet.

LIPPMANN, von, 1939: Wilhelm Normann zum Gedächtnis. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 72, A: 128/129.

LIPS, JULIUS E., 1955: Vom Ursprung der Dinge. Eine Kulturgeschichte des Menschen. – Aus dem Englischen übersetzt und illustriert von EVA LIPS. 3. Auflage. Leipzig.

LISSNER, IVAR, 1981 (zuerst 1961 Olten und Freiburg i. Br.): Die Rätsel der großen Kulturen. München.

LISTER, JOSEPH, 1896: Presidential Address. Report of 66. Meeting of the British Association of the Advancement of Science held at Liverpool, September 1896, S. 3 - 27.

LITTKE, PETER, 2003: Vom Zarenadler zum Sternenbanner. Die Geschichte Russisch-Alaska. Essen.

LIUTPRAND VON CREMONA, Aus Liudprands Werken. dtsch 1890 (2. Auflage): Nach der Ausgabe der Monumenta Germanica übersetzt von Freiherrn KARL v. d. OSTEN-SACKEN. Neu bearbeitet von W. WATTENBACH. Die Geschichstschreiber der deutschen Vorzeit. Zweite Gesamtausgabe. Zehntes Jahrhundert. Zweiter Band. Leipzig.

LIVIUS, T., 1982: Römische Geschichte. Buch I, II, III ... Lateinisch und deutsch herausgegeben von HANS JÜRGEN HILLEN. München und Zürich.

LIVIUS, T., 2000: Römische Geschichte. Buch XIV ..., Lateinisch und deutsch herausgegeben von HANS JÜRGEN HILLEN. Düsseldorf/Zürich.

LLOYD, ALAN B. (edited) 2010: A Companion to Ancient Egypt. Volume I. Molden, Oxford, Chichester. - Darin Artikel verschiedener Verfasser, so ROBERT B. PARTRIDGE, CORINNA ROSSI.

LOEB, J., 1890: Der Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen. Würzburg.

LOEB, JACQUES, 1891: Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. I. Ueber Heteromorphosen. Würzburg.

LOEB, JACQUES, 1892: Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. II. Organbildung und Wachsthum. Würzburg.

LOEB, JACQUES, 1899: Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und die vergleichende Psychologie mit besonderer Berücksichtigung der wirbellosen Thiere. Leipzig.

LOEB, JACQUES, 1909: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies (Künstliche Parthenogenesis). Berlin.

LOEB, JACQUES, 1917: Biology and War. (Read at the meeting of Naturalists, December 29, 1916). Science, 26. 1., S. 73 – 76.

LÖB, WALTHER, 1913: Über das Verhalten des Formamids unter der Wirkung der stillen Entladung. Ein Beitrag zur Frage der Stickstoff-Assimilation. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 46. Jahrgang, S. 684 - 697.

LÖBE, 1896: Weckherlin, August. Allgemeine Deutsche Biographie, Bqnd 41, S. 373 - 375.

LOBIES, J.-P., 2001: La Peyre‘re. Dictionnaire de Biographie Franncaise, Tome Dix-Neuvie‘me, Spalte 851/852.

LOCKE, JOHN, dtsch. etwa 2006: Versuch über den menschlichen Verstand. In vier Büchern Band I: Buch I und II. Hamburg.

LOCKE, MICHAEL, 1997: V. B. Wigglesworth (17 April 1899 - 12 February 1994). Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 141, No. 1, March, S. 108 - 113.

LOCKEMANN, GEORG, 1928: Ernst Beckmann. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, S. 87 ff.

LOCKEMANN, GEORG, 19: Bunsen, Robert. Neue Deutsche Biographie. Band Berlin. S. 18 - 20.

LOCKEMANN, GEORG, 1955: Hundert Jahre Bunsenbrenner. Chemiker-Zeitung, 79. Jahrgang, Nr. 10, S. 330 - 332.

LOCKYER, J. NORMAN, 1896: The Story of Helium. Nature, Vol. 53, S. 319 - 322, S. 342 - 346.

LOCKYER, Sir NORMAN, 1900: Inorganic Evolution as studied by Spectrum Analysis. London.

LODGE, Sir OLIVER, 1912: Becquerel Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, Vol. CI (101). Part II, S. 2005 - 2042.

LÖFFLER, FRIEDRICH, 1887: Vorlesungen über die geschichtliche Entwickelung der Lehre von den Bacterien. 1. Theil. Leipzig.

LÖFFLER, GERD, 2017: Gut präpariert. Carl Auer von Welsbach ... Physik Journal, 16, N. 3, S, 51 - 55.

LOEFFLER und FROSCH, 1898: Berichte der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Insitut für Infektionskrankheiten in Berlin. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten, XXIII. (23) Band, 27. Februar, No.8, S. 371 - 391.

LÖHNEYSS, GEORG ENGELHARDT, 1617: Bericht vom Bergkwerck.

LOHS, KARLHEINZ, 1984: Von Benzol zum Benzen - ... wissenschaft und fortschritt, 34, 4, S, 93 - 95.

LOHS, KARLHEINZ, 1995: Begriffiche Abgrenzungen der Gift-Problematik.- In: ELSTNER, P. (Herausgeber), 1995: 100 Jahre deutsches Giftrech. Tagungsband. bgvv Hefte, 08, S. 45 - 52.

LOHSE, HARTWIG, 1969: Heresbach, Konrad. Neue Deutsche Biographie, Band 8, S. 606/607.

LOMMEL, W., 1933: Bernhard Heymann. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 66. Abt. A. 65 - 67.

LONGRIGG, JAMES, 1971: Erasistratus. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 383 – 386, New York.

LONGRIGG, JAMES, 1972: Herophilus. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 317 – 319, New York.

LONGRIGG, JAMES, 1975: Praxagoras of Cos. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 127 / 128, New York.

LONGWORTH, PHILIP, 1977: Die Kosaken. Legende und Geschichte. Frankfurt a. M.- Original: The Cosacks. London 1969.

LORENZ, GÜNTHER, 2002: Religionskritik in der antiken Naturwissenschaft als Teil interkultureller Auseinandersetzung. - In: ULRICH BERNER, ILINCA TANASEANU-DÖBLER (Hg.): Religion und Kritik in der Antike. Religionen in der pluralen Welt. Religionswissenschaftliche Studien, Band 7. S.17 - 28. Berlin.

LORENZ, KONRAD, 1932: Betrachtungen über das Erkennen der arteigenen Triebhandlungen der Vögel. Journal für Ornithologie, 80. Jahrgang, S. 50 - 98.

LORENZ, KONRAD, 1935: Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. Journal für Ornithologie, 83, 2.

LORENZ, KONRAD, 1940: Nochmals: Systematik und Entwicklungsgedanke im Unterricht. Der Biologe, IX, 1/2, S. 24 - 36.

LORENZ, KONRAD, 1953: Die Entwicklung der vergleichenden Verhaltensforschung in den letzten 12 Jahren. Zoologischer Anzeiger, 17. Supplementband, S. 36 - 58.

LORENZ, KONRAD, 1962: Erich von Holst †. Die Naturwissenschaften, 49, 17, S. 385 / 386.

LORENZ, KONRAD, 1965: Über die Entstehung der Mannigfaltigkeit. Vortrag auf der 103. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 8. Oktober 1964, in Weimar. In: Die Naturwissenschaften 52, 12, S. 319 - 329.

LORENZ, KONRAD, 1968: Vom Weltbild des Verhaltensforschers. München.

LORENZ, KONRAD, 1973 (2. Auflage): Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München, Zürich.

LORENZ, KONRAD, 1973 / 1974: Autobiographie für die Verleihung des Nobelpreises. Les Prix Nobel en 1973, S. 177 - 184. Stockholm 1974.

LOREY, WILHELM, 19: Aepinus, Franz Ulrich Theodosius. Neue Deutsche Biographie, 1, S. 91.

LOESCH, ERNST, 1920: Heinrich Christian Pander, sein Leben und seine Werke. Biologisches Zentralblatt, 40, 11/ 12, S. 481 - 502.

LOTI, PIERRE, 1924: Auf fernen Meeren. Tagebuchfragmente und Briefe gesammelt und herausgegeben von seinem Sohn SAMUEL VIAUD: Berechtigte Übertragung von IRENE KAFKA. Berlin.

LOTTERMOSER, A., 1948: Mein Werdegang als Kolloidchemiker. Kolloid-Zeitschrift, 100, 1, S. 58 - 64.

LOUDON, JEAN, 2004: Adams Joseph. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 1, S. 246.

LOVELL, Sir BERNARD, 1975: Patrick Maynard Stuart Blackett, Baron Blackett, of Chelsea. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Vol. 21, S. 1 – 115, London..

LOVELOCK, JAMES, 2004: Archer John Porter Martin CBE. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 50, S. 159 – 170.

LOEW, OSCAR, 1886: Ueber Formaldehyd und dessen Kondensation. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 33, S. 321 – 351.

LOEWE, HANS, 1961: Filehner, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 146.

LUBARSCH, 1904: Nekrolog: Karl Weigert. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 30, 1. September, Nr. 36, S. 1318 / 1319.

LUBARSCH, O., 1921: Zur Konstitutions- und Dispositionslehre. Die Naturwissenschaften, 9, 41, S. 812 - 819.

LUBARSCH, O., 1931: Ein bewegtes Gelehrtenleben. Berlin.

LÜBKEN; FRANZ-JOSEPH, MARTIN DAMERIS und MARKUS RAPP; 2017: Wandelbare Atmosphäre. Physik Journal 16, Nr. 7, S. 37 - 41.

LUBOSCH, WILHELM, 1918: Der Akademiestreit zwischen Geoffroy St-Hilaire und Cuvier im Jahre 1830 und seine leitenden Gedanken. Biologisches Zentralblatt, 38, 9, S. 357 – 384.

LUCANUS, dtsch. 1973: Bellum civile. Der Bürgerkrieg. Herausgegeben und übersetzt von WILHELM EHLERS. München.

LUCE, TORRY J., 1998: Die griechischen Historiker. Aus dem Amerikanischen von HELLA BEISTER. Düsseldorf/Zürich. - Original englisch London/New York.

LUCIUS, ROBERT von, 1997: "Operationstechnisch ist die Herzverpflanzung recht einfach." Frankfurter Allgemeine Zeitung, Dienstag, 2. Dezember, Nr. 280, S. 13.

LUDMERE, KENNETH M., u. a. 1977: Davenport, Charles Benedict. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 214 – 216.

LUDWIG, CARL, 1843: Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg.

LUDWIG, CARL, 1850 - 1852: Neue Versuche über die Beihilfe der Nerven zu der Speichelsekretion. Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 2, 5, S. 210 - 239.

LUDWIG, CARL, 1851: Neue Versuche über die Beihilfe der Nieren zur Speichelabsonderung. Zeitschrift für rationelle Medizin, NF, 1. 2, S. 255 - 277.

LUDWIG, CARL, 1858: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1. und 2. Band. Leipzig und Heidelberg.

LUDWIG, KARL-HEINZ, 1978. Invention, Innovation und Privilegierung in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Das Beispiel der mechanischen Erzaufbereitung. Technikgeschichte, Band 45, Nr. 2, S. 143 - 161.

LUDWIG, KARL-HEINZ, 1982: Zur Problematik des technikgeschichtlichen Erstbeleges im Mittelalter. Technikgeschichte, Band 49, Nr. 4, S. 267 - 278.

LUDWIG, KARL-HEINZ, 1994: Die Innovation der Nockenwelle im Übergang vom Früh-zum Hochmittelalter. Eine Skizze europäischer Quellenprobleme unter besonderer Berücksichtigung der Walkmühlen. Technikgeschichte, Band 61, Nr. 3, S. 227 - 238.

LUFT, ROLF, 1977: Würdigung der Nobelpreisträger YALOW, GUILLEMIN, SCHALLY. Les Prix Nobel en 1977. Stockholm. S. 23 - 25.

LUHMANN, HANS-JOCHEN, 1999: Rezension zu: SCHRAMM, ENGELBERT, 1997: Im Namen des Kreislaufs. Ideengeschichte der Modelle vom ökologischen Kreislauf. Spektrum der Wissenschaft, März, S. 118, 120.

LUNGE, G., 1905: Der jetzige Stand der Schwefelgewinnung in Louisiana nach dem Verfahren von Hermann Frasch. Zeitschrift für angewandte Chemie, XVIII. Jahrgang, Heft 26, 30. Juni, S. 1009 - 1011.

LUNGE, GEORGE, (1905 -)1907: Problems of Applied Chemistry. Notices of the Proceedings at the Meetings of the Members of the Royal Institution of Great Britain ... Volume XVIII, 1905 - 1907, S. 556 - 576.

LÜSCHER, GENEVIE'VE, 2006: Alaun – von Lipari nach Pompeji. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 12. April, Nr. 86, S. 31.

LÜSCHER, GENEVIE'VE, 2008: Gewerbliche Bienenzucht in biblischen Zeiten. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 30. Oktober, Nr. 247, S. 30.

LÜTJEHARMS, WILHELM JAN, 1936: Zur Geschichte der Mykologie. Das XVIII. Jahrhundert. Gouda.

LÜTTGAU, HANS-CHRISTOPH, 2001: Nerv, Muskel und Synapse. Bernard Katz zum 90. Geburtstag. Naturwissenschaftliche Rundschau, 54. Jahrgang, Heft 3, S. 132 - 139.

LÜTTKE, W., 1951: Ultrarotspektroskopie als analytisches Hilfsmittel. Angewandte Chemie, 63. Jahrgang, S. 402 – 411.

LÜTTRINGHAUS, A., 1934: Vitamin D. Angewandte Chemie, 47, 30, S. 552 - 555.

LÜTTRINGHAUS. ARTHUR. 1956: Richard Herz, 1867 - 1936. Chemische Berichte, 89. Jahrgang, NR. 3. S. I - IX.

LUTZ, O., 1907: Dimitri Mendelejew †. Zeitschrift für angewandte Chemie, XX. Jahrgang, Heft 12, S. 481 - 484.

LWOFF, A. I., 1966: Virus, Zelle, Organismus. Nobelvortrag am 11. Dezember 1965. Übersetzung. Angewandte Chemie, 78. Jahrgang, Nr. 14, 21. Juli, S. 689 - 694.

LYELL, CHARLES, 1864: Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika. Übersetzt Dr. LOUIS BÜCHNER. Leipzig.

LYNEN, FEODOR, 1938: Das Virusproblem. Angewandte Chemie, 51. Jahrgang, Nr. 13, 2. April, S. 181 – 185.

LYNEN, FEODOR; ERNESTINE REICHERT, LUISTRAND RUEFF, 1951: Zum biologischen Abbau der Essigsäure VI. "Aktivierte Essigsäure", ihre Isolierung aus Hefe und ihre chemische Natur. Justus Liebigs Annalen der Chemie, 574. Band, S. 1 - 32.

LYNEN, FEODOR, 1965: Der Weg von der "aktivierten Essigsäure" zu den Terpenen und den Fettsäuren. Nobelvortrag, gehalten am 11. Dezember 1964. Les Pris Nobel en 1964. Stockholm.

LYNEN, FEODOR, 1966: Über chemische Baupläne des Lebendigen. Vortrag, gehalten beim 493. Stiftungsfest der Ludwig-Maximilian-Universität München am 26. Juni 1965. München. 20 Seiten.

M.,C. J., 1928: William Boog Leishman. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Vol. CII, S. X - XVII.

M.,C. W., 1963: Roosevelt, Nicholas J.. Dictionary 0of American Biography, Volume VIII, S. 133 / 134.

M., C. W., 1963: Rumsey, James. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 223.

M-n, C. W., 1964: Stevens, John. Dictionary of American Biography, Volume IX, S. 614 – 616.

M-n, C. W., 1964: Stevens, Robert Livingston. Dictionary of American Biography, Volume IX, S. 619 / 620.

M., G. P., 1964: Whitney, Josiah Dwight. Dictionary of American Biography, Volume X, S. 161 - 163.

MABBERLEY, D. J., 2004: Brown, Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 106 - 110.

MAC BRIDE, E. W., 1931: Birth Control and Human Biology. Nature, No. 3205, Vol. 127, April 4, Saturday, S. 509 – 511.

MAC CULLOCH, DIARMALD, 2008, 2010: Die Reformation 1490 - 1700. Aus dem Englischen von HELKE VOß-BECHER, KLAUS BINDER, BERND LEINE-WEBER. München. - Original: Reformation. Europe's House Divided 1490 - 1700. 2003.

MAC GREGOR-MORRIS, J. T., rev. GRAEME J. N. GOODAY, 2004: Fleming, Sir (John) Ambrose. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 20, S. 39 – 42.

MACLACHAN, PATRICIA P., 1974: Papin, Denis. Dictionary of Scientific Biography. Volume X, S. 292 / 293, New York.

MACLAURIN, COLIN, 1748 / 2004: An Account if Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries, in four Books. London. – Reprint Bristol 2004.

MACQUER, PETER JOSEPH, 1788, 1789, 1790: Chymische Wörterbuch oder Allgemeine Begriffe der Chymie nach alphabetischer Ordnung. Aus dem Französischen nach der zweyten Ausgabe übersetzt und mit MACLACHAN, PATRICIA P., 19: Papin, Denis. Dictionary of Scientific Biography. Vol. New York. S. 292 / 293.

MACQUER, PETER JOSEPH, 1788, 1789, 1790: Chymische Wörterbuch oder Allgemeine Begriffe der Chymie nach alphabetischer Ordnung. Aus dem Französischen nach der zweyten Ausgabe übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt. 1, Theil 1788, 4. Theil 1789, 6. Theil 1790. Leipzig.

MÄDEFESSEL-HERRMANN, KRISTIN, 1999: Meilensteine der Kunststoffchemie. Nachrichten aus der Chemie ..., 47, Nr. 8, S. 1066 – 1070.

MAGENDIE, F., 1820: Grundriss der Physiologie. Aus dem Französischen übersetzt von Dr. C. F. HEUSINGER. 1. Theil. Eisenach.

MAGENDIE, F., 1834: Handbuch der Physiologie. Nach der 3. Verm. und verb. Auflage aus dem Französischen ... Dr. C. F. HEUSINGER. Eisenach, Wien.

MAGER, WOLFGANG, 1980: Frankreich vom Ancien re´gime zur Moderne: Wirtschafts-, Gesellschafts- und politische Institutionsgeschichte 1630 - 1830. Stuttgart, Berlin, Köln.

MAHAN, ALFRED THAYER, Ausgabe 1967: Der Einfluß der Seemacht auf die Geschichte 1660 - 1812. Herford.

MAEHLE, ANDREAS-HOLGER, 1985: Johann Jakob Wepfers experimentelle Toxikologie. Gesnerus, 42, 1/2, S. 7 – 18.

MAEHLE, ANDREAS-HOLGER, 1989: "Est Deus ossa probant" - Human Anatomy and Physicotheologie in 17th and 18th Century Germany. - In: BÄUMER,

ÄNNE / BÜTTNER, MANFRED 8Hrsg.): Science and Religion /Wissenschaft und Religion. Proceedings of the Symposium of the XVIIIth International Congress of History of Science at Hamburg - Munich, 1.-9. August 1989, S. 60 - 66. Bochum 1989.

MAEHLE, ANDREAS-HOLGER, 2011: Ambiguous Cells: The Emergence of the Stem Cells Concept in the Nineteenth and Twentieth Centuries. Notes and Records of th Royal Society, 65, S. 359 - 378.

MAHONEY, MICHAEL S., 1974: Mariotte, Edme. Dictionary of Scientific Biography. Volume IX, S. 114 - 122. New York.

MAHONEY, IRENE, 1994: Katharina von Medici Königin von Frankreich. Aus dem Englischen von CHRISTIAN ZINSSER. München. - Original: Madame Catherine. London 1975.

MAHR, O., 1941:

MAIER, , C. L., 1970: Angström, Anders Jonas. Dictionary of Scientific Biography. Volume I, S. 166/167.

MAIER, UWE G.;CLAUDIA J. B. HOFMANN, PETER SITTE, 1996: Die Evolution von Zellen. Naturwissenschaften, 83, S. 101 - 112.

MAIER-LEIBNITZ, HEINZ, 1985: Walther Bothe. Semper Apertus Sechshundert Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 1386 - 1986. Festschrift ... Band III, S. 406 - 416. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

MAISSEN, THOMAS, 2001: Humanist, Bürgermeister, Patriot. Zum 400. Todestag Vadians (Joachim von Watts). Neue Zürcher Zeitung, Nr. 81, Freitag, 6. April, S. 34.

MAISSEN, THOMAS, 2001 b: "Gross fruntschaft, truw und liebe" Basels Beitritt zur Eidgenossenschaft im Jahre 1501. Neue Zürcher Zeitung, Samstag/Sonntag, 14./15. Juli, S. 51/52.

MAISSEN, THOMAS, 2005: Eine konservative Version der Eidgenossenchaft. Vor 500 Jahren wurde Aegidius Tschudi geboren. Neue Zürcher Zeitung, Nr. 30, Samstag/Sonntag, 5.//6. Februar, S. 36.

MAIWALD, KURT, 1936: Die Bedeutung von Hermann Hellriegel für die Landbauwissenschaft. Forschungen und Fortschritte, 12. Jahrgang, Nr. 28, 1. Oktober, S. 359 / 360.

MAK, GEERT, 2005 (4. Auflage): Das Jahrhundert meines Vaters. Aus dem Niederländischen von GREGOR SEFERENS und ANDREAS ECKE. München.

MALONE, JOHN, 2002: It doesn't take a Rocket Scientist. Great Amateurs of Science. Hoboken / New Jersey.

MALZER, ERICH, 1987 (4. Auflage): Stadtführer Nürnberg. Freiburg.

MANDELSTAM, L. und N. PAPALEXI, 1928: Ferdinand Braun zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 16. Jahrgang, 10. August, Heft 32, S. 621 - 626.

MANGELSDORF, PAUL C., 1975: Donald Forsha Jones. Biographical Memoirs National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLVI (46), S. 134 – 156.

MANASSEIN, MARIE von, 1898: Zur Frage von der alkoholischen Gährung ohne lebende Hefezellen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 3061 / 3062.

MANI, NIKOLAUS, 1950: Das "Buch über die Wiederkäuer" ("Merycologia") von Johann Conrad Peyer, eine der geschichtlichen Grundlagen der heutigen Haustierphysiologie. Gesnerus, Jahrgang 8, S. 123 – 138.

MANI, NIKOLAUS, 1956: Die griechische Edition princeps des Galenos (1525), ihre Entstehung und ihre Wirkung. Gesnerus, Jahrgang 13, S. 29 - 52.

MANI, NIKOLAUS, 1963: Neue Konzepte der Pathologie im 17. Jahrhundert. Gesnerus, 40, S. 109 - 117.

MANI, NIKOLAUS, 1976: Naturwissenschaftlich-biologische Grundlagenforschung in der Medizin des 17. Jahrhunderts. Medizinhistorischer Journal, Band 11, Heft 3/4, S. 181 - 205.

MANN, MICHAEL, 1994: Geschichte der Macht. Erster Band: Von den Anfängen bis zur griechischen Antike. Aus dem Englischen von HANNE HERKOMMER. Frankfurt / New York. - Englisches Original: The sources of social power. ... Canbridge University Press 1986.

MANN, RALPH, 2004: Stone, Edward. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 52, S. 890 – 891.

MANNHEIM, KARL, 2013: An der Quelle der kosmischen Strahlung. Physik Journal 12, Nr. 4, S. 18/19.

MANSFIELD, CHARLES BLACHFORD, 1849: Untersuchung des Steinkohlentheers. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXIX, S. 162 - 180.

MANTEL, K., 1959: Enderlin, Joseph Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 453.

MANTELS, 1877: Detmar. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 5, S. 82.

MAERCKER 1899: Zum Gedächtnis des Landes-Ökonomierats Dr. Schultz-Lupitz. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Band 14, S. 1 - 9.

MARCHAND, F., 1882: Über den Wechsel der Anschauungen in der Pathologie. Stuttgart.

MARCKWALD, W., 1902: Ueber das radioaktive Wismut. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 35. Jahrgang, S. 2285 – 2288.

MARCKWALD, W., 1920: Die Untersuchungen Goldsteins über die Einwirkung der Kathodenstrahlen auf chemische Verbindungen. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 3. September, Heft 36, S. 725 - 727.

MARCUSE, LUDWIG, 1972: Sigmund Freud. Das Geheimnis Mensch. München.

MARGGRAF, ANDR. SIEGM., 1761: Chymische Schriften. Erster Theil. Berlin.

MARGGRAF, ANDR. SIEGM., 1767: Chymische Schriften. Zweyter Theil. Berlin. - Darin: Chymische Versuche einen wahren Zucker aus verschiedenen Pflanzen, die in unseren Ländern wachsen, zu ziehen, S. 70 - 86. - Abhandlung dererjenigen Steine, welche mit Kohlen stratifcirt und calcinirt, so weit gebracht werden, daß sie, nachdem sie einige Zeit dem Lichte des Tages ausgesetzt gewesen, im Dunkeln leuchten, S. 113 - 163.

MARHOL, MILAN, 1982: Ion Exchangers in Analytical Chemistry. Their Properties and Use in Inorganic Chemistry. Prague.

MARK, H., 1926: Über die röntgenographische Ermittlung der Struktur organischer besonders hochmolekularer Substanzen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Abteilung B, Nr. 12, 30. Dezember, S. 2982 - 3000.

MARKHAM, CLEMENTS R., 1865: Zwei Reisen in Peru. Leipzig.

MARKL, HUBERT, 1983: Anpassung und Fortschritt: Evolution aus dem Widerspruch. Zum 100. Todesjahr von Charles R. Darwin. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 112. Versammlung, 19. Bis 22. September 1982, Mannheim. S. 41 – 58. Stuttgart.

MARKL, HUBERT, 1984: Dasein in Grenzen: Die Herausforderung der Ressourcenknappheit für die Evolution des Lebens. Konstanz.

MÄRKLIN, GEORG FRIEDRICH, 1823: Betrachtungen über die Urformen der niederen Organismen. Heidelberg.

MARKOWNIKOFF, W., 1898: Derivate der Naphthen- oder Cyclohexanreihe. (Zweite Mittheilung). Justus Liebig's Annalen der Chemie, 302. Band, S. 1 – 42.

MORKOWNIKOFF / mit "o" wurde hier, weil original, geschrieben anstatt des sonstigen MARKOWNIKOFF, wohl Druckfehler, 1868: Uber die Acetonsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXLVI (146), S. 339 – 352.

MARKS, RALPH, 1987: Die Entwicklung nationaler Geschichtsschreibung: Luden und seine Zeit. Europäische Hochschulschriften: Reihe 3, Geschichte und ihre Hilfswissenschaften; Band 329. Frankfurt am Main, Bern, New York.

MARQUARD, HANS, 1974: Friedrich Oehlkers 1890 - 1971. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 87, S. 185 - 192.

MARRAMAO, GIACOMO, 1996: Die Säkularisierung der westlichen Welt. Aus dem Italienischen von GÜNTER MEMMERT. Frankfurt am Main und Leipzig. – Original: Ciela e terra. Genealogia della secolarizzazione. Rom – Bari.

MARSDEN, BRIAN G., 1973: Kirkwood, Daniel. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII., S. 384 - 387. New York.

MARSH, GEORGE PERKINS, 1874: The Earth as Modified by Human Action. A New Edition of Man and Nature. New York. - Die 1. Auflage 'Man and Nature' 1863.

MARTENSEN, H., 1891: Aus meinem Leben. Mittheilungen. Drei Abtheilungen in einem Bande. Berlin.

MARTENSEN, ROBERT L., 2004: Wharton, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 58, S. 374 – 376.

M., C. J. = MARTIN, CHARLES JAMES, 1928: Ernest Henry Starling – 1866 – 1927. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Vol. CII (102), S. XVII – XXVII.

MARTIN, A. J. P., 1953: The Development of Partition Chromatography. Nobel Lecture, December 12, 1952. Les Prix Nobel en 1952. Stockholm. S. 110 - 121.

MARTIN, BERND, 2001: Deutschland und Japan im Zweiten Weltkrieg 1940 - 1945. Hamburg.

MARTIN, E., 1886: Murner, Thomas. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 23, S. 67 - 76.

MARTIN, JOHN JEFFRIES (edited), 2007: The Renaissance world. New York.

MARTINI, E., 1957: Bernhard Nocht. Ein Lebensbild. Hamburg.

MARWITZ, FRIEDRICH AUGUST LUDWIG von der, neu 1989: Nachrichten aus meinem Leben 1777 - 1808. Herausgegeben, mit Anmerkungen und einem Nachwort versehen von GÜNTER DE BRUYN. Märkischer Dichtergarten. Berlin.

MASON, STEPHEN F., 1961: Geschichte der Naturwissenschaft in der Entwicklung ihrer Denkweisen. Stuttgart.

MASON, STEPHEN F., 1991: Chemical Evolution. Origin of the Elements, Molecules, and Living Systems. Oxford.

MASON, STEPHEN, 1989: Religion and the Rise of Modern Science. - In: BÄUMER, ÄNNE / BÜTTNER, MANFRED 8Hrsg.): Science and Religion /Wissensccahfr und Religion. Proceedings of the Symposium of the XVIIIth International Congress of History of Science at Hamburg - Munich, 1.-9. August 1989, S. 2 - 13. Bochum 1989.

MASON, STEPHEN, 2002: Galileo's Scientific Discoveries, Cosmological Confrontations, and the Aftermath. History of Science, Volume 40, Part 4, December, Number 130, S. 377 – 406.

MASSON, MARILYN A., 2012: Maya collapse cycles. PNAS, Volume 109, no. 45, November 6, S. 18237/18238.

MATSCHOSS, CONRAD, 1921: Geschichte der Gasmotorenfabrik Deutz.

MATSCHOSS, CONRAD, 1931: Robert Bosch und sein Werk. Berlin.

MATSCHOß, C., 1940:

MATTHIAS, EUGEN, 1944: Die biologischen Folgen des Krieges. Bern.

MATTHIESSEN, 1855: Electrolytische Darstellung der Metalle der Alkalien und Erden. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band XCIII (93), S. 277 – 286.

MATTICK, FRIEDRICH, 1955: Bischoff, Theodor von / seit 1870. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 264 - 266. (Online-Version).

MAULL, OTTO, 1925: Politische Geographie. Berlin.

MAULL, OTTO, 1932: Geographie der Kulturlandschaft. Sammlung Göschen Band 1055. Berlin, Leipzig.

MAULL; OTTO, 1932: Anthropogeographie. Sammlung Göschen, Band 1054. Berlin, Leipzig.

MAURER, KONRAD und ULRIKE, 1998: Alzheimer. Das Leben eines Arztes und die Karriere einer Krankheit. München, Zürich.

MAURIKIOS; dtsch. Ausgabe 1981: Das Strategikon des Maurikios. Einführung, Edition und Indices von GEORGE T. DENNIS. Übersetzung ERNST GAMILLSCHEG: Corpus Fontium Histroiae Byzantinae, Volumen XVII. Wien.

MAURIZIO, A., 1927: Die Geschichte der Pflanzennahrung von den Urzeiten bis zur Gegenwart. Berlin.

MAUSKOPF, SEYMOUR H., 1970: Balard, Antoine Jerome. Dictionary of Scientific Biography. Volume I., S. 416 / 417, New York.

MAUSKOPF, SEYMOUR, 1975: Proust, Joseph Louis. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 166 - 172, New York.

MAUTHNER, FRITZ, 1920 - 1923, Neudruck 1989: Der Atheismus und seine Geschichte im Abendlande. 4 Bände. Frankfurt am Main. Neudruck Stuttgart.

MAYER, AUGUST, 1866: Ueber einige Substitutionsproducte des Benzols. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXVII, S. 219 – 229.

MAYER, ERWIN W. und HUBERT SCHRANZ, 1931: Flotation. - Chemie und Technik der Gegenwart, herausgegeben von Professor Dr. WALTER ROTH in Köthen, XIII. Band. Leipzig.

MAYER, GASTON, 1977: Kielmeyer, Karl Friedrich v. Neue Deutsche Biographie, Band 11, S. 581.

MAYER, JULIUS ROBERT, 1845 / 1874: Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Naturkunde. - In:

MAYER, JULIUS ROBERT: Die Mechanik der Wärme. In: Gesammelte Schriften. Stuttgart 1874.

MAYER, JULIUS ROBERT, 19: Proust, Joseph Louis. Dictionary of Scientific Biography, Vol. S. 166 - 172, New York.

MAYER_KAINDL, also: MAYER, FRANZ MARTIN und RAIMUND KAINDL; 1960 (jedenfalls nach Geleitwort): Geschichte und Kulturleben Österreichs von 1493 bis 1792. Auf Grundlage der "Geschichte Österreichs" von FRANZ MARTIN MAYER und RAIMUND KAINDL 5. verbesserte Auflkage bearbeitet von HANS PIRCHEGGER. Wien, Stuttgart.

MAYERHÖFER, JOSEF, 1972: Hess, Victor Franz. Dictionary of Scientific Biography, VolumeVI, S. 354 - 356, New York.

MAYR, ERNST, 1984: Die Entwicklung der biologschen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution, Vererbung. Übersetzt von K. DE SOUSA-FERREIRA. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. - Original: The Growth of Biological Thought. Harvard University Press ...

MAZOWER, MARK, 2012: Governing the World. The History of an Idea. London.

MAZZARELLO, PAOLO and MARINA BENTIVOGLIO, 1998: The centenarian Golgi apparatus. Nature, Volume 392, 9 April, S. 543/544.

MCBREARTY, SALLY, 2012: Sharpening the mind. The discovery of stone tools dating to 71.000 years ago ... Nature, Vol. 491, 22 November, S. 531/532.

McCLUNG, C. E., 1926: The Unity of Life. Science, Vol. LXIV, December 10, No. 1667, S. 561 – 569.

McCONNELL, ANITA, 2004: Fitzroy, Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 940 – 942.

McCONNELL, ANITA, 2004: Davis, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S. 447 – 450.

McCONNELL, ANITA, 2004: Smith, Willoughby. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 51, S. 387 / 388. McCORMMACH, RUSSELL, 1969: Henry Cavendish: A Study of Rational Empiricism in Eighteenth-Century Natural Philosophy. Isis, Vol. 60, Part 3, No. 203, Fall: 293 - 306.

McCOSH, 1984: Boussingault. Chemist and Agriculturist. Dordrecht, Boston, Lancaster.

McDERMOTT, JAMES, 2004: Hudson, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 28, S. 576 – 578.

McDERMOTT, WALSH, 1983: Colin Munro MacLeod. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 54, S. 183 - 219.

McDONALD, E., 1970: Bayen, Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 529/530, New York.

McFARLAND, MARVIN W., 1976: Wright, Wilbur; Wright, Orville. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XIV, New York, S. 520 / 521.

McFARLAND, MARVIN W., 1974: Wright, Orville. Dictionary of American Biography, Supplement Four, S. 913 – 915.

McGRATH, ALISTER E., 1990: Johann Calvin. Eine Biographie. Aus dem Englischen von GABRIELE BURKHARDT. Zürich. - Original: A Life of John Calvin. A Study in the Shapingt of Western Culture. 1990.

McGUCKEN, WILLIAM, 1979: The Social Relations of Science: The British Association for the Advancement of Science, 1931 – 1946. Proceedings of the American Philsophical Society, Volume 123, No. 4, August, S. 237 – 264.

McLEAN, MATTHEW, 2007: The *Cosmographia* of Sebastian Münster. Describing the World of the Reformation. Aldershot (Hampshire), Barlington USA.

MAGER, 1963: Rezension zu MAGER in Geographische Zeitschrift, 51.

MANDELBROTE, SCOTT, 2004: Burnet, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 929 – 932.

MARSHALL, P. J., 2004: Hastings, Warren. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 25, S. 782 -

MARTIN, A. J. P., 1952 / 1953: The Development of Partition Chromatography. Nobel Lecture, December 12, 1952. Le Prix Nobel en 1952, S. 110 – 121, Stockholm 1953.

MEAD, CLIFFORD; THOMAS HAGER (Edit.), 2001: Linus Pauling. Scientist and Peacemaker. Oregon State Univesity Press.

MEADOWS, DENNIS L., DONELLA MEADOWS, JÜRGEN RANDERS, WILLIAM B. NEHRENS, 1972; Die Grenzen des Wachstums. Stuttgart. - Original, 1972; The Limits to Growth.

McDONALD, E., 1970: Baume´, Antoine. Dictionary of Scientific Biography, Volume I. S. 527.

MEADOWS, JACK, 1984: The Origins of Astrophysics. American Scientist, Vol. 72, S. 269 -274.

MECKEL, J. F., 1806 I:

MECKEL, JOHANN FRIEDRICH, 1812: Handbuch der pathologischen Anatomie. 1. Band, Leipzig.

MECKEL, J. F., 1821

MECKLENBURG, WERNER, 1909: Zur Isomerie der Zinnsäuren. I. Mitteilung. Zeitschrift für Anorganische Chemie, Band 64, S. 368 – 374.

MEDAWAR, P. B., 1960: Immunological Tolerance. Nobel Lecture, December 12, 1960. Les Prix Nobel en 1960, S. 125 - 134. Stockholm.

MEGGET, KATRINA, 2016: The cutting edge of gene editing. Chemistry World, February, S. 62 - 66.

MEHMKE, RUDOLF, 1961: Fein, Wilhelm Emil. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 59 / 60.

MEHNERT, KARL RICHARD, 1965: Petrologie. - In: Zum gegenwärtigen Stand von Naturwissenschaft und Medizin in Übersichten gegeben von Mitgliedern der Leopoldina aus Anlaß der 65. Wiederkehr des Geburtstages des XXII. Präsidenten KURT MOTHES. Nova Acta Leopoldina Neue Folge, Nummer 173, Band 30, S. 113 - 122.

MEIER, CHRISTIAN, 1995: Athen. Ein Neubeginn der Weltgeschichte. München.

MEIERHENRICH, UWE, 2002: Kometen und irdisches Leben. Nachrichten aus der Chemie ..., 50, S. 1338 - 1341.

MEINECKE, FRIEDRICH, 19!9: Nach der Revolution. München und Berlin.

MEINECKE, F., 1942: Aphorismen ... Leipzig

MEINEL, CHRISTOPH, 1981: Freudenberg, Karl Johann. Dictionary of Scientific Biography, Vol. 17 (Supplement II). New York.

MEINEL, CHRISTOPH, 2009: Geleitwort zu: GAAB, HANS: Der Altdorfer mathematik- und Physikdozent Abdias Trew (1597 - 1669) ... Acta Historica Astronomiae Vol. 42. Frankfurt am Main.

MEISSNER, W., 1819: Ueber ein neues Pflanzenalkali (Alkaloid). Journal für Chemie und Physik...herausgegeben vom Dr. J. S. C. SCHWEIGGER, XXV. (25). Band, S. 379 (fälschlich 377) – 381.

MEISTER, MARTIN, 2208: Am Anfang waren die Tempel. Geo, 1, S. 146 – 176.

MEITNER, LISE, 1923: Die Bedeutung der Radioaktivität für kosmische Prozesse, Zeitschrift für angewandte Chemie, 36. Jahrgang, Nr. 2, 8. Januar, S. 9 - 11.

MEITNER, LISE, 1926: Experimentelle Bestimmung der Reichweite homogener Beta-Strahlen. Die Naturwissenschaften, Heft 50 / 51, 10. Dezember, S. 1199 – 1203.

MEITNER, LISE, 1927: Über den Aufbau des Atominnern. Die Naturwissenschaften, 15. Jahrgang, 22. April, Heft 16, S. 369 - 378.

MEITNER, LISE, 1952: Zur Entwicklung der Radiochemie. Otto Hahn zum 50jährigen Doktor-Jubiläum. Angewandte Chemie, 64. Jahrgang, Nr. 1, 7. Januar, S. 1 –

4.

MEIXNER, HEINZ, 1964: Gersdorff, Johann Rudolf Nepomuk Sebastian. Neue Deutsche Biographie, 6. Band, S. 321 / 322.

MELCHER, RANK/HILDEGARD WILKEN, 2013: Wie kritisch ist die Versorgungslage? Die Verfügbarkeit von Hochtechnologie-Rohstoffen. Chemie in Unserer Zeit, 47, S. 32 - 49.

MELCHERS, G. und A. LANG, 1948: Die Physiologie der Blütenbildung. Biologisches Zentralblatt, Band 67, Heft 3 / 4, S. 105 – 174.

MELCHERS, G., 1954 a: Mechanismus der Vernalisation. VIII. Congres International de Botanique 1954, S. 189 – 193.

MELCHERS, GEORG, 1954 b: Zusammenhang der Vernalisation mit dem Photoperiodismus. VIII. Congres International de Botanique 1954, S. 205 – 209.

MELCHERS, G., 1960: Die Bedeutung der Virusforschung für die allgemeine Biologie. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band LXXIII (73), S. (6) - ((15).

MELDOLA, R., 1911: William Henry Perkin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXIV (44), S. 910 - 956.

MELDRUM, A. N., 1933: Lavoisier's early work in science 1763 - 1771. Isis, Vol. XIX, 2, No. 56: 330 - 363, 396 - 425.

MELI, DOMENICO BERTOLONI, 1998: Marcello Malpighi. Anatomist und Physician. Firenze.

MELLANBY, J., 1926: The Secretion of Pancreatic Juice. The Journal of Physiology, Vol. LXI (61), S. 419 – 435.

MELLAART, JAMES, 1961: Hacilar: A Neolithic Village Site. Scientific American, Volume 205, Nr. 2, August, S.86 - 98.

MELLAART, JAMES, 1964: A Neolithic City in Turkey. Scientific American, Volume 210, No. 4, April.

MENANDER, deutsch 1955: s. PRISKOS.

MENDEL, LAFAYETTE B., 1897: Professor Rudolph Heidenhain. Science, N. S., Vol. VI, No. 148, October 29, S. 645 - 648.

MENDELEJEFF, 1877 gemäß Bericht von G. WAGNER aus St. Petersburg, den 17./29. Januar 1877. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 10, S. 229 / 230.

MENDELEJEFF, D., 1871: Zur Frage über das System der Elemente. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 4. Jahrgang, S. 348 - 352.

MENDELEJEFF, D., 1880: Zur Geschichte des periodischen Gesetzes. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 13. Jahrgang, S. 1796 - 1804.

MENSCHUTKIN, B., 1907: Nikolai Alexandrowitsch Menschutkin. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 40, Band IV, S. 5087 - 5092.

MENZ, HEIKE, 2000: Martin Heinrich Rathke (1793 - 1860). Ein Embryologe des 19. Jahrhunderts. Marburg.

MERCIER, LOUIS SE'BASTIEN, 1976: Mein Bild von Paris. Leipzig - Original: Tableau de Paris. Übertragen und herausgegeben von JEAN VILLAIN. Nachwort JEAN VILLAIN S. 439 - 501.

MERESCHKOWSKY, C., 1905: Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biologisches Centralblatt, XXV. Band, 15. September, No. 18; S. 593 - 604.

MERESCHKOWSKY, C., 1910: Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen. Biologisches Centralblatt, XXX, 8.

MERKER, 1931: Landesverein Sächsischer Heimatschutz, Band XX.

MERRILL, ELMER DREW, 1938 / 1946: Domesticated Plants in Relation to the Diffusion of Culture. - In: MERILL, ELMER DREW, 1946: Merrilleana. A Selection from the General Writings of ... Chronica Botanica, ... Volume 10, Number 3 / 4, S. 316 - 329. _ Original: The Botanical Review, 1938, 4: 1 - 20.

MERTENS, J., 1958: (Artikel über die gallische Mähmaschine). Germania, 36, Heft 3/4.

MERTENS, JOOST, 1998: From the Lecture Room to the Workshop; John Fredric Daniell, the Constant Battery and Electrometallurgy around 1840. Annals of Science, 55, S. 241 - 261.

MERTENS, JOOST, 1999: The Theoretical Batteries of Georges Leclanché. Archives Internationales d'Histoire des Sciences, Vol. 49, S. 75 - 102.

MERTINS, GÜNTER, 2009: Megacities in Latin America: Informality and Insecurity as Key Problems of Governance and Regulation. Die Erde, 140, S. 391 - 402.

MEUNIER, BERNARD, 2012: Hat die Chemie eine Zukunft bei therapeutischen Innovationen? Angewandte Chemie, 124, S. 8832 - 8837.

MEYEN, F. J. F., 1837: Neues System der Pflanzen-Physiologie. 1. Band, Berlin.

MEYER, CHARLES, 1985: Ore Metals Through Geologic History. Science, Volume 227, Number 4639, 22 March, S. 1421 - 1428.

MEYER, CONRAD FERDINAND, o. J. Plautus im Nonnenkloster. - Sämtliche Werke, 3. Band. Berlin.

MEYER, CONRAD FERDINAND, o. J.: Der Heilige. - Sämtliche Werke, 4. Band, Berlin.

MEYER, E. von, 1884: Zur Erinnerung an Hermann Kolbe. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 30, S. 417 - 466.

MEYER, EDUARD, 1924 (2. Auflage): Kleine Schriften. 1. Band. Halle (Saale). - Darin: Der Gang der alten Geschichte: Hellas und Rom. S. 213 - 264.

MEYER, E. 1959:

MEYER, JULIUS, 1910: Die Allotropie der chemischen Elemente. - In: Sammlung Chemischer und chemisch-technischer Vorträge, XV. Band, Stuttgart.

MEYER, LOTHAR, 1870: Die Natur der chemischen Elemente als Function ihrer Atomgewichte. Annalen der Chemie und Pharmacie, VII. Supplementband: 354 - 364.

MEYER, LOTHAR, 1880 a: Zur Geschichte der periodischen Atomistik. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 13. Jahrgang, S. 259 - 265.

MEYER, LOTHAR, 1880 b: Zur Geschichte der periodischen Atomistik. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 13. Jahrgang.

MEYER, LOTHAR, 18855: Die modernen Theorien der Chemie ... Breslau.

MEYER, RICHARD,1904: Friedrich Knapp. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXVII (37), S. 4776 – 4814.

MEYER, RICHARD, 1909: Victor Meyer 1848 - 1897. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 41, Nr. 19 A, S. 4505 - 4718.

MEYER, RICHARD, 1921: Martin Heinrich Klaproth, ein deutscher Chemiker des 18. Jahrhunderts. Zeitschrift für angewandte Chemie, 31. Jahrgang, 4. Januar, S. 1 - 3.

MEYER, VICTOR, 1870: Untersuchungen über die Constitution der zweifach-substituierten Benzole. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLVI (156), S. 265 – 301.

MEYER, VICTOR und O. STUBER, 1873: Beiträge zur Kenntnis der aromatischen Amine. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLXV (155), S. 161 – 188.

MEYER, VICTOR, 1876: Zur Valenz und Verbindungsfähigkeit des Kohlenstoffs. Annalen der Chemie ... LIEBIG, 180. Band, S. 192 - 206.

MEYER, VICTOR, 1882: Ueber Benzole verschiedenen Ursprungs. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 15, S. 2893 / 2894.

MEYER, VICTOR, 1883 / 1892: Die Umwälzung in der Atomlehre. – Wiederabdruck in: Aus Natur und Wissenschaft ... 1892, S. 126 – 169.

MEYER, VICTOR, 1889 / 1892: Chemische Probleme der Gegenwart. Vortrag, gehalten auf der 1. allgemeinen Sitzung der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte am 18. September 1889 in Heidelberg. - In:

MEYER, VICTOR, 1892: Aus Natur und Wissenschaft. Wanderblätter und Skizzen. Heidelberg.

MEYER, VICTOR, 1890: Ergebnisse und Ziele der stereochemischen Forschung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 23. Jahrgang, S. 567 - 619.

MEYER, VICTOR, 1895: Probleme der Atomistik. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 67. Versammlung zu Lübeck, 16. - 20. September 1895. S. 95 - 110.

MEYER, VICTOR und P. JACOBSON, ab 1893, mehrere Bände: Lehrbuch der organischen Chemie. Z. B. 2. Band, 3. Teil, 1. Und 2 Auflage 1920. Berlin und Leipzig.

MEYER-WAARDEN, PAUL FRIEDRICH, 1972: Stephan Ludwig Jacobi. Begründer der künstlichen Besamung in der Fischzucht Leben und Werk. Berlin.

MEYERHOF, OTTO, 1924: Die Energieumwandlung im Muskel. Nobelvorlesung, gehalten in Stockholm den 12. Dzember 1923. Les Prix Nobel en 1923. Stockholm. S. 1 - 12.

MEYERHOF, OTTO, 1930: Die chemischen Vorgänge im Muskel und ihr Zusammenhang mit Arbeitsleistung und Wärmebildung. Berlin.

MEZ, CARL, 1930: Der Königsberger Stammbaum des Pflanzenreichs. Die Naturwissenschaften, Heft 52, 26. Dezember, S.1125 - 1130.

MICHAEL, ARTHUR, 1895: Untersuchungen über Alloisomerie. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 52, S. 289 - 372.

MICHAELIS, A., 1872: Ueber die Constitution der Phosphorverbindungen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLXIV (164), S. 9 – 45.

MICHAELIS, A., Einige Bemerkungen über das Verhältniss der anorganischen Chemie zur organischen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 314, S. 276 – 280.

MICHAELIS, RUDOLF, 1964: Dr. Ulrich Rülein von Calw (Calbe) und sein "Nützlich Bergbüchlein" um 1500. Sächsische Heimatblätter, 10. Jahrgang, Heft 2, S. 163 - 167.

MICHEL, HENRI, 1965: Messen über Zeit und Raum. Stuttgart.

MICHELL, H., 1957: The Economics of Ancient Greece. Cambridge.

MICHENER, JAMES A., 1969 / 1979: Iberia. Reisen und Gedanken. Aus dem Amerikanischen von GERDA KURZ und SIGLINDE SUMMERER. München / Zürich. - Original: Iberia. Spanish Travels and Reflections. New York.

MICHOD, RICHARD E., 2007: Evolution of individuality during the transition from unicellular to multicellular life. PNAS, Volume 104, suppl. 1, May 15, S. 8613 - 8618.

MIDDLEKAUFF, ROBERT, 1982: The Glorious Cause. The American Revolution 1763 - 1789. Oxford Unoversity Press.

MIEGEL, MEINHARD und STEFANIE WAHL, 1993: Das Ende des Individualismus: die Kultur des Westens zerstört sich selbst. München; Landsberg am Lech: Aktuell: München.

MIELKE, R., Rezension zu dessen Vortrag, 1924: Pflug von Dabergotz. Zeitschrift für Ethnologie, 56, S. 121 - 124.

MIERSCH, MICHAEL, 2007: 'Mutter Natur ist Gentechnikerin' Interview mit NORMAN BORLAUG. Weltwoche, Nr. 41, s. 68 - 70.

MIESCHER, F., 1878: Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere. Ein Beitrag zur Histochemie. Nach Vortrag, gehalten im April 1872, März und November 1873. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, 6, S. 138 - 208.

MIESCHER, FRIEDRICH, 1897: Die histochemischen und physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher. Gesammelt und herausgegeben von seinen Freunden. 1. und 2. Band. Leipzig. - Im 1. Band vor allem die Briefe, viele an WILHELM HIS, Leipzig.

MIKHEEV, N. B., 1978: Polonium. Chemiker-Zeitung, 102. Jahrgang, Nr. 9, S. 277 - 286.

MILDE, 1852: Das Auftreten der Archegonien am Vorkeim von Equisetum Telmateja Ehrh.. Flora, No. 32, 28. August, S. 497 - 500.

MILDE, J., 1854: Weitere Nachträge zur Kenntniss der Equiseten und ihrer Entwickelung. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, 16, Band, 1 Abtheilung, S. 65 ff.

MILDENBERGER, GERHARD, 1959 (auf Titelseite wohl fehlerhafterwiese 1950): Mitteldeutschlands Ur- und Frühgeschichte. Leipzig.

MILLER, ARTHUR, 1989: Zeitkurven. Ein Leben. Deutsch von MANFRED OHL und HANS SARTORIUS Frankfurt am Main. - Original Amerikanisch 'Timebends' New York 1987.

MILLER, FOIL A. and GEORGE B. KAUFFMAN, 1989: C. V. Raman and the Discovery of the Raman Effect. Journal of Chemical Education, Volume 66, Number 10, October, S. 795 - 801.

MILLER, J. F. A. P., 1962: Immunology: Immunological Significance of the Thymus of the Adult Mouse. Nature, Volume 195, 29. 11., No. 4848, S. 1318 / 1319.

MILLER, O. von, 1932:

MILLER, ROBERT V., 1998: Gentransfer zwischen Bakterien in der Natur. Spektrum der Wissenschaft, März, S. 50 - 56.

MILLER, STANLEY L. and HAROLD C. UREY, 1959: Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth. Science, Volume 130, Number 3370, 31 July, S. 245 - 251.

MILLER, STANLEY L., 1964: Liquid Water and the Origin of Life. - In: CRAIG, H.; S. L. MILLER, G. J. WASSERBURG (Edited): Isotopic and Cosmic Chemitry. Dedictated to Harold C. Urey on his seventieth birthday April 29, 1963. S. 103 - 113. Amsterdam.

MILLIKAN, R. A., 1917: A Re-Determination of the Value of the Electron and of related Constants. Proceedings of the National Academy of Sciences, Volume 3, April 15, Number 4, S. 231 – 236.

MILNE-EDWARDS, 1848: Die Zoologie. Nach der abermals vermehrten Auflage aus dem Französischen neu übersetzt von Dr. GUSTAV WIDENMANN. - F. S. BEUDANT, MILNE-EDWARDS, A. v. JUSSIEU, 1848: Populäre Naturgeschichte der drei Reiche für den öffentlichen und Privatunterricht. Vollständig in drei Bänden. Erster Band. Stuttgart.

MILSTEIN, CESAR, 1985: Von der Antikörperstruktur zur Diversität der Immu-

nantwort. (Nobel-Vortrag, 1984). Übersetzung. Angewandte Chemie, 97, S. 819 - 828. MINGAY, G. E., 2004: Young Arthur. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 60, S. 869 - 875.

MILT, B., 1936: Conrad Gessner's "Historia Plantarum" (Fragmenta relicta). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 81, S. 285 – 291.

MINIO-PALUELLO, LORENZO, 1974: Moerbeke, William of. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 434 – 440, New York.

MINZ, FRANZ-RUDOLF und REINHARD SCHLIEBS, 1978: Moderne Verfahren der Großchemie: Chlor und Natronlauge. Chemie in unserer Zeit, 12. Jahrgang, Nr. 5, S. 135 - 145.

MIRSKY, A. E. and HANS RIS, 1947a: Isolated Chromosomes. The Journal of General Physiology, Volume 31, S. 1 – 6.

MIRSKY, A. E. and HANS RIS, 1947b: The Chemical Composition of Isolated Chromosomes. The Journal of General Physiology, Volume 31, S. 9 – 18.

MIRSKY, A., 1949: s. RIS, HANS.

MIRSKY, A. E. and HANS RIS, 1951a: The Desoxyribonucleic Acid Content of Animal Cells and its Evolutionary Significance. The Journal of General Physiology, Volume 34, S. 451 – 462.

MIRSKY, ALFRED E., 1951b: The Composition and Structure of Isolated Chromosomes. The Journal of General Physiology, Volume 34, S. 475 – 492.

MIRSKY, ALFRED E., 1968: The Discovery of DNA. In 1869 Friedich Miescher found ... Scientific American. June, Volume 218, Number 6, S. 78 - 88.

MISKOVA, ALENA: PETR SVOBODNY, 2001: Hermann Hubert Knaus (1893 - 1970) - In: Prager Professoren 1938 - 1948 zwischen Wissenschaft und Politik. Essen.

MISTELI, TOM, 2011: Das Innenleben des Genoms. Spektrum der Wissenschaft, Juli, S. 28 - 35.

MITCHISON, N. A., 1990: Peter Brian Medawar. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 35, S. 283 - 301.

MITCHISON, ROSALIND, 2002 (Third Edition): A History of Scotland. London, New York.

MITSCHERLICH, 1820: Ueber die Krystallisation der Salze, in denend das Metall

der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1818 - 1819. Berlin 1820. S. 427 - 437.

MITSCHERLICH, E., 1833 / 1835: Über das Benzin und die Verbindungen desselben. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Aus dem Jahre 1833. S. 497 - 526.

MITTASCH, ALWIN, 1926: Bemerkungen zur Katalyse. Vortrag, gehalten vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft am 21. Oktober 1925. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59, 1, A, S. 13 - 36.

MITTASCH, A. und H. FRANKENBURGER, 1929: Zur geschichtlichen Entwicklung und zur Theorie der Ammoniakkatalyse. Zeitschrift für Elektrochemie, Band 35, Nr. 12, S. 920 - 927.

MITTASCH, ALWIN, 1936 a: Über Katalyse und Katalysatoren in Chemie und Biologie. Die Naturwissenschaften, 24, 49, S. 770 - 777.

MITTASCH, ALWIN, 1936: Über Ganzheit in der Chemie. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 27, 4. Juli, S. 417 - 420.

MITTASCH, ALWIN, 1938: Katalyse und Determinismus. Ein Beitrag zur Philosophie der Chemie. Berlin.

MITTASCH, A., 1940: Julius Robert Mayers Stellung zur Chemie. Angewandte Chemie, 53. Jahrgang, Nr. 11 / 12, 16. März, S. 113 – 118.

MITTASCH, ALWIN, 1950: Early Studies of Multicomponent Catalysts. Advances in Catalysis, Volume II, S. 81 - 104.

MITTASCH, ALWIN, 1951: Geschichte der Ammoniaksynthese. Weinheim / Bergstraße.

MITTASCH, ALWIN, 1953: Salpetersäure aus Ammoniak. Geschichtliche Entwicklung der Ammoniakoxydation bis 1920. Weinheim / Bergstraße.

MITTERAUER, MICHAEL, (2003) 2008: Mittelalterliche Wurzeln des europäischen Entwicklungsvvorsprungs. - In: In: ROBINSON; JAMES A. und KLAUS WIEGANDT (Herausgeber), (2003) 2008: Die Ursprunge der modernen Welt. Geschichte im wissenschaftlichen Vergleich. Frankfurt am Main. S. 516 - 538.

MITTMANN, ROBERT, 1893: Material zu einer Biographie Christian Konrad Sprengel's. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, VIII, Nr. 13, S. 124 – 128.

MITTERMAIER,1822: Biene u. Bienenzucht. Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste ... herausgegeben von J. S. ESCH und J. G. GRUBER,

Zehnter Theil, S. 116 - 129. Leipzig.

MITTERMAIER, KARL, 1990: Machiavelli Moral und Politik zu Beginn der Neuzeit. Gernsbach.

MÖBIUS, KLAUS, 1958: Die Weltkautschuksituation. Chemiker-Zeitung, 82. Jahrgang, Nr. 4, S. 121 - 124.

MÖBIUS, KLAUS, 1959: Kunststoffe in aller Welt. Chemiker-Zeitung, 83. Jahrgang, Nr. 20, S. 693 - 699.

MODE, MARKUS, 1984: Die Entdeckung von Tell al-Amarna. Das Alterum, 30, 2, S. 93 - 102.

MOGGE, BIRGITTA, 1992: Des Herzogs kostbarstes Stundenbuch. Rheinischer Merkur, Nr. 28, 10. Juli, S. 27.

MOHL, ROBERT VON, 1902: Lebenserinnerungen. 1. Band. Leipzig und Stuttgart.

MOHR, FRIEDRICH, 1862: Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode. Nach eigenen Versuchen und systematisch dargestellt von ... für Chemiker, Ärzte und Pharmaceuten, Berg-und Hüttenmänner, Fabrikanten, Agronomen, Metallurgen, Münzbeamte etc. 2. Auflage. Braunschweig.

MOHR, FRIEDRICH, 1875: Geschichte der Erde. Ein Lehrbuch der Geologie auf neuer Grundlage. 2. Auflage. Bonn.

MOISSAN, HENRI, 1900 a: Das Fluor und seine Verbindungen. Autorisirte deutsche Ausgabe übersetzt von THEODOR ZETTEL. Berlin.

MOISSAN, HENRI, 1900 b: Der Elektrische Ofen. Autorisirte deutsche Ausgabe übersetzt von THEODOR ZETTEL. Berlin.

MOJZSIS, S J. 2005: Atmosphere Evolution. - In: Encyclopdeia of Geology, Volume I, S. 184 -207.

MOKYR, JOEL, 2007: Knowledge, Enlightenment, and the Industrial Revolution. Reflections on *The Gifts of Athena*. Science in Context, Volume 45, Part 2, Number 148, S. 185 – 136.

MOKYR, JOEL, 2008: Die europäische Aufklärung, die industrielle Revolution und das moderne ökonomische Wachstum. Übersetzung: ERNST PETER FISCHER. - In: Die Ursprünge der modernen Welt. Geschichte im wissenschaftlichen Vergleich. Herausgegeben von JAMES A. ROBINSON und KLAUS WIEGANDT. 2. Auflage. Frankfurt am Main. S- 433 - 474.

MOLESCHOTT, JACOB, 1855: Kreislauf des Lebens. Physiologische Antworten auf Liebig's Chemische Briefe. Mainz.

MOLESCHOTT, JACOB, 1894: Für meine Freunde. Lebens-Erinnerungen. Gießen.

MOLISCH, HANS, 1907: Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Eine mikrobiologische Studien. Jena.

MOLISCH, HANS, 1910: Die Eisenbakterien. Jena.

MOLISCH, HANS, 1933: Pflanzenchemie und Pflanzenverwandtschaft. Jena.

MOLISCH, HANS, 1937: Der Einfluß einer Pflanze auf die andere. Allelopathie. Jena.

MOELLER, BERND, 1988: Das Berühmtwerden Luthers. Zeitschrift für Historische Forschung, 15. Band, S. 65 - 82.

MÖLLER, FRANK, 1992: Das Jahr 1900 Der Traum vom endlosen Fortschritt. - In: BÜNZ, BENNO (Herausgeber), 1992: Der Tag X in der Geschichte. Erwartungen und Enttäuschungen seit tausend Jahren. Stuttgart; S. 169 - 187.

MÖLLER, HORST, 1986: Vernunft und Kritik. Deutsche Aufklärung im 17. und 18. Jahrhundert. Frankfurt am Main.

MÖLLER, LENELOTTE: s. TACITUS.

MOELLER, VOLKER, 1985: Le Coq, Albert. Neue Deutsche Biographie, 14. Band , S. 36 / 37.

MÖLLER, W., 1887: Osiander, Andreas. Allgemeine Deutsche Biographie, 24. Band, S. 473 - 483.

MOELLER VAN DEN BRUCK, Ausgabe 1931: Das dritte Reich. Herausgegeben von HANS SCHWARZ. Hamburg.

MOLNA'R, MIKLO'S, 1999: Geschichte Ungarns: von den Anfängen bis zur Gegenwart - Übersetzung aus dem Französischen BA'LINT BALLA. Hamburg.

MOMMSEN, THEODOR, hier 1976: Römische Geschichte Band 3. Band 7. München.

MOMMSEN, WOLFGANG J., 1988: Leopold von Ranke und die moderne Geschichtswissenschaft. Stuttgart. . mit Beiträgen von 12 Autoren.

MOMMSEN, WOLFGANG J., 1998: 1848. Die ungewollte Revolution. Die revolutionären Bewegungen in Europa 1830 – 1849. Frankfurt am Main.

MOND, LUDWIG; HEINRICH HIRTZ, MATTHEWMAN DALTON COWAP, 1910: Einige neue Metallcarbonyle. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 68. Band, S. 207 - 219.

MONDON, A., 1953: Zur Biogenese der Steroide. Angewandte Chemie, 65. Jahrgang, Nr. 13, S. 333 - 342.

MONOD, J., 1966: Von der enzymatischen Adaptation zur allosterischen Umlagerung. Nobelvortrag am 11. Dezember 1965. Übersetzung. Angewandte Chemie, 78. Jahrgang, Nr. 14, S. 694 - 703.

MONOD, JACQUES, 1977 (3. Auflage) / 1971: Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie. Deutsch von FRIEDRICH GRIESE. Vorrede zur deutschen Ausgabe von MANFRED EIGEN. München. - Original: Le hasard et la ne'cessite'. Paris 1970.

MONTADA, LEO, 1981: Jean Piaget. – In: Die Großen, X / 2, S. 560 – 579, Zürich.

MONTELIUS, OSCAR, 1911 a: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physik an van der Waals. Les Prix Nobel en 1910, S. 15 – 17, Stockholm.

MONTELIUS, OSCAR, 1911 b: Würdigung des Nobelpreises für Chemie an Otto Wallach. Les Prix Nobel en 1910, S. 20 – 22, Stockholm.

MONTESQUIEU, Ausgabe 1959: Persische Briefe. Aus dem Französischen übertragen von EDUARD BERTZ, neu bearbeitet von KURT SCHNELLE (1959). Leipzig. - Original: Lettres persanes.

MONTGOMERY, DAVID R., 2009: Der Fluch des Pflügens. Neuer Boden entsteht zu langsam. Spektrum der Wissenschaft, Mai, S. 84.

MOORE, ANDREW M. T., 1979: A Pre-Neolothic Farmer's Village on the Euphrates. Scientific American, Volume 241, no. 2, August, S. 50 - 58.

MORAN, NANCY A., 2007: Symbiosis as an adaptive process and source of phenotypic complexity. PNAS, vol. 104, suppl. 1, May 15, S. 8627 - 8633.

MORAVCSIK, GYULA, 1976: Einführung in die Byzantinologie. Budapst.

MORFORD, SCOTT L, BENJAMIN Z. HOULTON & RANDY A. DAHLGREN, 2011: Increased forest ecosystem carbon and nitrogen storage from nitrogen rich bedrock. Nature, Volume 477, 1 September, S.

MORGAN, KENNETH O. (edited), 1988: The Oxford History of Britain. Oxford, New York. - Darin: BLAIR, JOHN: The Anglo-Saxon Period (c. 440 - 1066), S. 60 - 119.

MORGAN, NEIL, 1981 a: Halliburton, William Dobinson. Dictionary of Scientific Biography, Vol. 17 (Supplement II), New York, S. 377 - 379.

MORGAN, NEIL, 1981 b: Harington, Charles Robert. Dictionary of Scientific Biography, Vol. 17 Supplement II, S. 380 / 381, New York.

MORGAN, T. H., 1893: Experimental Studies on the Teleost Eggs. (Preliminary Communication). Anatomischer Anzeiger, VIII, S. 803 – 814.

MORGAN, T. H., 1895: Half-Embryos and Whole-Embryos from one of the first two Blastomeres of the Frog's Egg. Anatomischer Anzeiger, X, S. 623 – 628.

MORGAN 1896 s. DRIESCH 1896.

MORGAN, T. H., 1896: The Formation of one Embryo from two Blastulae. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUX, 2, S. 65 – 71.

MORGAN, T. H., 1896 b: A Study of a Variation in Cleavage. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUX, 2, S. 72 – 80.

MORGAN, T. H., 1896 c: The Number of Cells in Larvae from Isolated Blastomeres of Amphioxus. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 3, S. 269 – 294.

MORGAN, T. H., 1896 d: Experimental Studies of the Blastula- and Gastrula-Stages of Echinus. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 2, S. 257 – 267.

MORGAN, T. H., 1896 e: The Fertilization of non-nucleated Fragments of Echiniderm-Eggs. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 2, S. 268 – 280.

MORGAN, T. H., 1897: Regeneration in Allolophora foetida. Archiv für Entwickelungsmechanik ... ROUX, 5, S. 570 – 586.

MORGAN, T. H., 1898: Experimental Studies of the Regeneration of Planaria maculata. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUX, 7, S. 364 – 397.

MORGAN, T. H., 1907: Regeneration. Übersetzung von M. MOSKOWSKI. Leipzig.

MORGAN, T. H., 1926: William Bateson. Science, Volume LXIII, No. 1639, May 28, S. 531 - 535.

MORO-ABADIA, OSCAR, 2009: Thinking about 'Presentism' from a Historian's Perspective: Herbert Butterfield and He´le'ne Metzger. History of Science, XIVII, S. 55 – 77.

MORRELL, JACK, 2004: Leslie, Sir John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 33, S. 462 – 464.

MORRIS, IAN, 2013: Krieg Wozu er gut ist. Aus dem Englischen ULRIKE BISCHOFF, SUSANNE KUHLMANN-KRIEG, BERNHARD JOSEF. Frankfurt, New York.

MORRIS, PETER J., 2004: Abney, Sir William de Wiveleslie. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 1, S. 113 – 115.

MORRIS, PETER, 2013: Joseph E. Murray (1919 - 2012). First researcher to succesfully transplant a human organ from a living donor. Nature, Volume 493, 10 January.

MORRISSON, MARK S., 2007: s. BROCK, WILLIAM H 2008.

MORRISON-LOW, A. D., 2004: Brewster, Sir David. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 7, S. 524 – 529.

MORUS, IWAN RHYS, 1998: Galvanic cultures: electricity and life in the early nineteenth century. Endeavour, Vol. 22 (1), S. 7 - 11.

MOSER, BRIGITTE; MICHAEL W. WEITHMANN, 2002: Die Türkei. Nation zwischen Europa und dem Nahen Osten. Regenburg; Graz, Wien, Köln.

MOSES, VIVIAN, 1997: Obituary Melvin Calvin (1911 - 1997). Nature, Volume 385, 13 February, S. 586.

MOTHES, K., 1939: Die Bedeutung der Spurenstoffe für die Entwicklung und Vergesellschaftung der Pflanzen. - In: Organismen und Umwelt. Zweite wissenschaftliche Woche zu Frankfurt a.M : 28. - 30. Juni 1939. S. 150 - 158. Dresden und Leipzig.

MOTHES, K., 1969: Die Alkaloide im Stoffwechsel der Pflanze. Experientia, Vol. 25, Fasc. 3., 15. 3., S. 225 - 239.

MOTT, Sir NEVILL, 1982: Walter Heinrich Heitler. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 28, S. 141 - 151.

MOTTEK, H, 1964:

MOTTEK, HANS, 1976: Wirtschaftsgeschichte Deutschlands. Ein Grundriss. Band 1, Band 2, Berlin.

MOYER, ALBERT E., 1981: Bridgman, Percy William. Dictionary of American Biography, Supplement Seven, S. 74 – 76.

MRUSEK, HANS-JOACHIM, 1960: Halle/Saale. Leipzig.

MÜCKENHAUSEN, EDUARD, 1936: Die deutschen Bodentypen ... Geologische Rundschau, 27. Band, S. 129 - 155.

MUDRY, ANNA: s. GALILEI.

MÜHL, ALBERT, 1957: Curtius, Friedrich Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 3, S. 444 / 445.

MUHLACK, ULRICH, 2000: Ranke, Franz Leopold v. Neue Deutsche Biographie, 21. Band, S. 140 - 142.

MÜLHAUPT, ROLF, 1999: Hermann Staudinger und die Entwicklung der Makromolekularen Chemie. Nachrichten aus der Chemie ..., 47, Nr. 4, S. 413 - 418.

MÜLLENER, E.-R., 1962: Die Flimmerbewegung bei Wirbeltieren und der Feinbau des Flimmerepithels in den Arbeiten von G. G. Valentin (1810 - 1883) aus den Jahren 1834 - 1842. Gesnerus, 19, S. 25 - 49.

MÜLLER, FALK und GÜNTER DÖRFEL, 2014: Zwischen Wissenschaft und Handwerk, ... Heinrich Geißler, Physik Journal 13, Nr. 5, S. 39 - 42.

MÜLLER, GEORG, 1890: Schirach, Adam Gottlieb. Allgemeine Deutsche Biographie, 31. Band, S. 307.

MÜLLER, GERHARD H., 1985 a: Ledermüller, Martin Frobenius. Neue Deutsche Biographie, 14. Band, S. 43 / 44.

MÜLLER, GERHARD H., 1985 b: The Development of Thought on the Respiration of Insects. History and Philosophy of Life Sciences, 7, S. 301 - 314.

MÜLLER, HANS, 1986: Fachwerkhäuser. Einführung und Erläuterung von ... Die Schatzkammer Band 40. Leipzig.

MÜLLER, HANS-HEINRICH; VOLKER KLEMM, 1988: Im Dienste der Ceres. Streiflichter zu Leben und Werk bedeutender deutscher Landwirte und Wissenschaftler. Leipzig, Jena, Berlin.

MÜLLER, HEINER, 1929: 80 Jahre Seuchenbakteriologie. Die Seuchenbakteriologen vor Robert Koch: Pollender 1849, Brauell 1856, Delafond 1856, Davaine 1863. (Ein 50-Jahr-Gedenken des Milzbrandforschers Pollender). Zentralblatt für Bakteriologie ... Band 115, Heft 12, S. 1 - 17.

MULLER, HERMANN JOSEPH, 1962: Variation Due to Change in Individual Gene. In:

MULLER, H. J., 1962: Studies in Genetics. Bloomington.

MÜLLER, IRMGARD, 1987: Botanische und zoologische Ergebnisse der Weltumsegelung FRANZ JULIUS MEYENS 1830 – 1832. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 100, S. 265 – 282.

MÜLLER, JOH., 1837: Gedächtnißrede auf Carl Asmund Rudolphi. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1835. S. XVII - XXXVIII. Berlin 1837.

MÜLLER, JOH., 1849: Ueber die Bipinnarien und die Metamorphose der Asterien. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, S. 84 - 112.

MÜLLER, KARL, 1911 a: Versuche über die Regenerationsfähigkeit der Süßwasserschwämme. Zoologischer Anzeiger, XXXVII. Band, S. 83 – 88.

MÜLLER, KARL, 1911 b: Beobachtungen über Reduktionsvorgänge bei Spongilliden, nebst Bemerkungen zu deren äußerer Morphologie und Biologie. Zoologischer Anzeiger, XXXVII. Band, S. 114 – 121.

MÜLLER, LUDWIG ROBERT, 1896: Beiträge zur Histologie der normalen und erkrankten Schilddrüse. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, herausgegeben von Dr. E. ZIEGLER, 19, S. 127 - 180.

MÜLLER, L. R., 1958: Lebenserinnerungen. München.

MÜLLER; WOLFGANG. 1984. Die Neugründung des Berliner Ägyptischen Musuems durch Richard Lepsius. Das Altertum, 30, 2. S. 103 - 112.

MÜLLER-ESTERL, WERNER, 2009: Biochemie. Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler. Heidelberg.

MÜLLER-JAHNCKE, WOLF-DIETER; CHRISTOPH FRIEDRICH, ULRICH MEYER, 2005: Arzneimittelgeschichte. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart.

MÜLLER-KARPE, HERMANN, 1998: Geschichte der Steinzeit. Augsburg.

MÜLLEROTT, MARTIN, 1959: Eichhorn, Johann Conrad. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 380 / 381.

MÜLLEROTT, MARTIN, 1961: Raoul Heinrich France´(Franze´). Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 313/314.

MÜLLEROTT, MARTIN, 1972: Hofmeister, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 9. Band, S. 468 / 469.

MÜLLEROTT, MARTIN, 1994: Mez, Karl Christian. Neue Deutsche Biographie, 17, S. 411 - 412.

MULLIKEN, ROBERT S. and WILLIAM D. HARKINS, 1922a: The Separation of Isotopes. Theory of Resolution of Isotopic Mixtures by Diffusion and similar Processes. Experimental Seperation of Mercury by Evaporation in a Vacuum. The

Journal of the American Chemical Society, Vol. XLIV, January - June, S. 37 - 65.

MULLIKEN, ROBERT S., 1922b: The Separation of Isotopes by Therman and Pressure Diffusion. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XLIV, January - June, S. 1033 - 1051.

MULLIKEN, ROBERT S., 1975: William Draper Harkins. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLVII, S. 48 - 81.

MULTHAUF, ROBERT P., 1996: Operational Practice and the Emergence of Modern Chemical Concepts. Science in Context, Volume 9, 3, S. 241 – 249.

MULVANEY, D. J., 1966: The Prehistory of the Australien Aborigine. Scientific American, Volume 214, Number 3. March, S. 84 - 93.

MÜNKLER, HERFRIED, 2005/2013: Imperien. Die Logik der Weltherrschaft - vom alten Rom bis zu den Vereinigten Staaten. Berlin. Köln.

MUNROE, CHARLES E., 1935: Frank Wigglesworth Clarke. Proceedings of the American Chemical Society, Vol. 57, S. 21 - 30. - In: Journal of the American Chemical Society.

MÜNSTER, G., 1984: Materie und Idee. Vorstellungen von der Materie in der griechischen Naturphilosophie und in der heutigen Physik. Physikalische Blätter, 40. Jahrgang, S. 363 - 367.

MUNTHE, AXEL, 1931: Das Buch von San Michele. Berlin.

MÜNZER, GUSTAV, 1929: Das Platin. Gewinnung, Handel, Verwendung. Leipzig.

MURALT, ALEXANDER v., 1979: Albert Einstein und seine Zeit. Physikalische Blätter, 35. Jahrgang, S. 554 - 568.

MURBECK, SV., 1933: Monographie der Gattung Verbascum. Lund.

MURCHISON, RODERICK IMPEY, 1835: On the Silurian System of Rocks. The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science, VII, S. 46 - 52.

MURDOCH, WILLIAM, 1808: An Account of the Application of the Gas from Coal to economical Purposes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, S. 124 - 132.

MURDY, W. H., , 1975: Anthropocentrism: A Modern Version. Science, Volume 187, S. 1168 - 1172.

MURPHY, GEORGE M., 1964: The Discovery of Deuterium. - In: CRAIG, H.; S. L. MILLER, G. J. WASSERBURG (Edited): Isotopic and Cosmic Chemitry. Dedictated to Harold C. Urey on his seventieth birthday April 29, 1963. Amsterdam.

MUSPRATT, J. S. und A. W. HOFMANN, 1845 a: Neue Bildungsweisen des Anilins. Annalen der Chemie und Phamracie, LIII. Band, S. 221 – 229.

MUSPRATT, J. S. und A. W. HOFMANN, 1845 b: Ueber das Toluidin, eine neue organische Base. Annalen der Chemie und Pharmacie, LIV. Band, S. 1 – 29.

MUSSO, HANS, 1958: Moderne Trennungsmethoden in der Chemie. Die Naturwissenschaften, 45. Jahrgang, Heft 5, März, S. 97 – 104.

MUßIN - PUSCHKIN, Graf A. von, 1798:

MUSSON, A. E. & ERIC ROBINSON, 1969: Science and Technology in the Industrial Revolution. Manchester University Press.

MUTHMANN, W. und H. HOFER, 1903: Ueber die Verbrennung des Stickstoffs zu Stickoxyd in der elektrischen Flamme. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 36. Jahrgang, S. 438 – 453.

MYLIUS (MILII), Abrah., 1670: Merckwürdiger Discurß Von dem Ursprung der Thier und Außzug der Völcker. Dtsch. Von JOH. CHRISTOPH BITTERKRAUT. Saltzburg.

MYRES, J. L., rev. A. M. SNODGRASS, 2004: Evans, Sir Arthur John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 18, S. 663 – 666.

N., W. A., 1962: Remsen, Ira. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 500 - 502.

NACHMANSOHN, DAVID; SEVERO OCHOA and FRITZ A. LIPMANN, 1960: Otto Meyerhof. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXIV (34), S. 152 – 182.

NACHMANSOHN, DAVID, 1972: Biochemistry as Part of my Life. Annual Review of Biochemistry 41, S. 1 - 28.

NACHMANSOHN, D., 1979: German-Jewish Pioneers in Science 1900 - 1933. Highlights in Atomic Physics, Chemistry, and Biochemistry. Berlin, Heidelberg, New York.

NACHTIGALL. WALTER; VOLKER OPPITZ, EDUARD PECH, HANS-JOACHIM POHL, 1988: Glas. Unterhaltsamer Streifzug durch Geschichte und Gegenwart eines faszinierenden Stoffes. Berlin.

NAHM, ANDREW C., 1988 (1999): Korea. Tradition & Transformation. A History of the Korean People. Elizabeth, New Jersey.

NARR, KARL J.; WILLY SCHULZ-WEIDNER, CHRISTOPH von FÜRER-HAIMENDORF und weitere, 1957: Abriss der Vorgeschichte. München.

NARR, KARL J. (Herausgegeben), 1966: Handbuch der Urgeschichte. Erster Band Ältere und Mittlere Steinzeit Jäger- und Sammlerkulturen. Bern und München. - 1975: Zweiter Band Jüngere Steinzeit und Steinkupferzeit Früher Bodenbau- und Viehzuchtkulturen. Bern und München

NASSENSTEIN, HEINRICH, 1976. Grenzflächen in Forschung und Praxis. Physikalische Blätter, 32. Jahrgang, S. 249 - 256.

NASSON, BILL, 2007 (2004): Das Britische Empire. Ein Weltreich unterm Union Jack. Aus dem Englischen von MIRA C. ARORA. Essen. - Original: Britannia's Empire. Making a British World. 2006.

NAUMBURG, KLAUS, 1971: Oelefinerzeugung durch Cracken von Kohlenwasserstoffen. Chemiker-Zeitung, 95. Jahrgang, Nr. 3, S. 133 - 141.

NAUNYN, B., 1925: Erinnerungen ... München.

NAVARRO, JAUME, 2006: Imperial Incursions in Late-Victorian Cambridge: J. J. Thomson and the Domains of the Physical Sciences. History of Science, Volume 44, Part 4, Number 146, December, S. 469 – 495.

NAVARRO, JAUME, 2012: A history of the electron: J. J. Thomson and G. P. Thomson. Cambridge University Press.

NEEßE, THOMAS, 1988: Seifengoldgewinnung - ältester Bergbau im Freiberger Erzrevier? Sächsische Heimatblätter, 34. Jahrgang, Heft 3, S. 102 - 105.

NELSON, W. L., 1958 (4. Auflage): Petroleum Refinery Engineering. New York, St. Louis, San Francisco, London, Mexico, Sydney, Toronto, Tokyo.

NENCKI, M., 1875: Ueber das Indol. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 8. Jahrgang, S. 722 – 729.

NENCKI, M., 1877: Zur Kenntnis der Fäulnissprocesse. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 10. Jahrgang, S. 1032 – 1034.

NERNST, W., 1888: Zur Kinetik der in Lösung befindlichen Körper. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 2. Band, S. 613 - 637.

NERNST, WALTHER, 1889 a: Die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 4. Band, S. 129 - 181.

NERNST, W., 1889 b : Über gegenseitige Beeinflussung der Löslichkeit von Salzen. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 4. Band, S. 372 - 383.

NERNST, W., 1907: Die Entwicklung der allgemeinen und physikalischen Chemie. - In: Vier Vorträge über die wichtigsten Fortschritte der chemischen Disziplinen in den letzten 40. Jahren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XXXX, S. 4617 - 4626.

NERNST, W., 1921: Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. Berlin.

NEWALD, ELIZABETH R., 2006: Thermodynaik als kultureller Kampfplatz. Freiburg i. Br. / Berlin.

NEUBAUER, C., 1858: Ueber die Oxydation des Leucins und einiger Glieder der Säurereihe CnHnO4 durch übermangansaures Kali. Annalen der Chemie und Pharmacie, S. 59 ff.

NEUBAUER, 1874: Liebig's Beziehungen zur Thierchemie. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 8, S. 476 - 493.

NEUBERG, CARL, 1911: Über zuckerfreie Hefegärungen. I. Biochemische Zeitschrift, 31, S. 170 - 176. - ... II. Biochemische Zeitschrift, 32, S. 323 - 331. –

NEUBERG, C. und L. KARCZAG, 1911: Über zuckerfreie Gärungen. Biochemische Zeitschrift, III, 36, S. 60 - 67. - ..., IV, S. 68 - 75. - ..., V, S. 76 - 81.

NEUBERG, CARL, 1922: Von der Chemie der Gärungs-Erscheinungen. Zusammenfassender Vortrag. 100-Jahr-Feier der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Leipzig 20. September 1922. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 55, A, S. 3624 - 3638.

NEUBERG, C., 1923: Vom Aufbau der Cellulose in der Natur. Die Naturwissenschaften, 11. Jahrgang, Heft 30, 27. Juli, S. 657 - 659.

NEUBERG, C., 1923: Ernst Salkowski. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 56. Jahrgang, S. 58 – 60.

NEUHAUS, HELMUT, 1996: Der Historiker und der Zufall. - In: KROLL, FRANK-LOTHAR (Hrsg:): Neue Wege der Ideengeschichte: Festschrift für Kurt Kluxen zum 85. Geburtstag. S. 61 - 59. Paderborn.

NEUMANN, B., 1903: Die Anfänge der Argentan- (Neusilber)-Industrie und der technischen Nickelerzeugung. Zeitschrift für angewandte Chemie, XVI. Jahrgang, Heft 10, 10. März, S. 225 - 232.

NEUMANN, BERHARD und HERTA ROSE, 1920: Die katalytische Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure. Zeitschrift für angewandte Chemie, Band I, 17. Februar, S. 41 – 44.

NEUMANN, F. und U. LACHNIT-FIXSON, R. WIECHERT, 1983: 60 Jahre Steroidhormonforschung. Münchener Medizinische Wochenschrift, 125, 36. S. 757 - 761.

NEUMANN, HERBERT A., 2004: Paul Uhlenhuth. Ein Leben für die Forschung. Berlin, Leiben.

NEUMANN-REDLIN v. MEDING, E., 1994: Ernst Christian Neumann (1834 – 1918). – In. RAUSCHNING, DIETRICH, DONATA v. NERE´E (herausgegeben): Die Albertus-Universität zu Königsberg und ihre Professoren. Aus Anlaß der Gründung der Albertus-Universität vor 450 Jahren. Jahrbuch der Albertus-Universität zu Königsberg / Pr., Band XXIX, S. 425 – 437. Berlin.

NEUMEISTER, R., 1898: Bemerkungen zu Eduard Buchner's Mittheilungen über Zymase. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2963 – 2966.

NEURATH, HANS und ROBERT ZWILLING, 1986: Willy Kühne und die Anfänge der Enzymologie. Semper Apertus. Sechshundert Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 1386 – 1986. Band II, S. 361 – 374. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

NEVINS, ALLAN, 1958: Rockefeller, John Davison. Dictionary of American Biography, Volume XI, Supplement One, S. 568 – 576.

NEWITT, D. M., 1962: Percy Williams Bridgman. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society. Volume 8, S. 27 – 40.

NEWMARK, ANN K., rev. CLARK, CHRISTINE, 2004: Phillips, Peregrine. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 44, S. 134 / 135.

NEWMAN, STUART A., 2012: Physico-Genetic Determinants in the Evolution of Development. Science, Volume 339, 12 October, S, 217- 219.

NICHOLAS, J. S., 1961: Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXV, S. 132 - 162.

NICHOLAS, JOHN, 1971: Campbell, Norman Robert. Dictionary of Scientific Bio-

graphy, Volume III, S. 31 – 35, New York.

NICHOLSON, DONALD, 2007: Life's cartographer. The metabolic pathways charte ... Chemistry World, January, S. 49 - 61.

NICKOL, MARTIN G., 2009: Johann Christian Fabricius (1745 - 1808) - ein außergewöhnlicher Narturforscher. Christiana Albertina, 68, S. 44 - 54.

NICODEMUS, O., 1936: Die neuere Entwicklung der Acetylenchemie im Hinblick auf die nationale Rohstoffversorgung, insbesondere auf Kautschuk und Kunststoffe. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 44, 31. Oktober, S. 787 - 794.

NICOLAI, FRIEDRICH, 1788: Beschreibung einer Reise durch Deutschland ...1. Band, Berlin und Stettin.

NICOLAIER, ARTHUR, 1884: Ueber infectiösen Tetanus. Deutsche Medicinische Wochenschrift, Band 10, No. 52, S. 842 - 844.

NIEDERER, UELI, 1989: Kometen, Monde, Neue Sterne: Der Einfluss der Beobachtungen auf die kopernikanische Revolution. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 134, Heft 1, März, S. 33 – 54.

NIEMEYER, HANS GEORG, 1999: Die frühe phönizische Expansion im Mittelmeer. Neue Beiträge zu ihrer Beschreibung und ihren Ursachen. Saeculum, 50 / II, S. 153 - 175.

NIEMEYER, WOLFGANG, 1938: Bäuerliche Wohnweise in ihrer Beziehung zu Landschaft und Volkstum. Geographische Zeitschrift, 44. Jahrgang, S. 139 146.

NIEßEN, ALEXANDRA, 2011: August Weismanns Theorie der Erb-Substanz. Philosophische Begriffe für ein biologisches Rätsel. Schriften zur Ideen- und Wissenschaftsgeschichte, Band 7, Hamburg.

NIEUWLAND, J. A. and J. A. MAGUIRE, 1906: Reactions of Acetylene with acidified solutions of mercury and silver salts. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XXVIII, S. 1025 - 1031.

NIEUWLAND, J. A. and W. S. CALCOTT, F. B. DOWNING, A. S. CARTER, 1931: Acetylene Polymers and their Derivates. I. The controlled Polymerization of Acetylene. The Journal of the American Chemical Society, Vol. LIII, S. 4197 - 4203. - II. s. CAROTHERS etc.

NIETZSCHE, FRIEDRICH, 1873 / 1981: David Strauß, der Bekenner und Schriftsteller. – Unzeitgemäße Betrachtungen, S. 9 – 94, 1981, Frankfurt am Main.

NIETZSCHE, FRIEDRICH, 1876 / 1981: Richard Wagner in Bayreuth. – Unzeitgemäße Betrachtungen, S. 280 – 361, 1981 Frankfurt am Main.

NIEUWENKAMP, W., 1965: Geschichtliche Entwicklung der heutigen petrogenetischen Vorstellungen. Geologische Rundschau, 55. Band, S. 460 - 478.

NIGGLI, PAUL, 1921: Das Magma und sein Produkte. Die Naturwissenschaften, 9. Jahrgang, Heft 24, 17. Juni, S. 464 – 471.

NIGGLI, P., 1929: Die mineralischen Rohstoffe und ihre geologische und geographische Bedingtheit. (Autoreferat). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 74. Jahrgang, S. 1928 / 1929.

NIGGLI; PAUL, 1937: Das Magma und seine Produkte. I. Teil: Physikalisch-chemische Grundlagen. Leipzig.

NIGGLI, PAUL, 1949: Probleme der Naturwissenschaften. Erläutert am Begriff der Mineralart. Basel.

NIKLEWSKI, BRONISLAW, 1910 a: Über die Bedingungen der Nitrifikation im Stallmist. Centralblatt für Bakteriologie ..., II, 26. Band, S. 388 – 442.

NIKLEWSKI, BRONISLAW, 1910 b: Über die Wasserstoffoxydation durch Mikroorganismen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 48. Band, S. 113 - 142.

NILSON, F. L., 1879: Ueber Scandium, ein neues Erdmetall. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 12. Jahrgang, S. 554 - 557.

NIRENBERG, MARSHALL W., 1963: The Genetic Code: II. Scientific American, Volume 208, No. 3, March, S. 80 - 94.

NISBET, ROBERT, 1975: Turgot and the Contexts of Progress. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 119, No. 3, S. 214 - 222.

NITSCHKE, PETER, 1992: Von der Politeia zur Polizei. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Polizei-Begriffs und seiner herrschaftspolitischen Dimensionen von der Antike bis ins 19. Jahrhundert. Zeitschrift für Historische Forschung, 19. Band, S. 1 - 27.

NODDACK, IDA und WALTER, 1927: Darstellung und einige chemische Eigenschaften des Rheniums. Zeitschrift für Physikalische Chemie, Band 125, S. 264 – 274.

NODDACK, IDA und WALTER, 1931: Die Geochemie des Rheniums. Zeitschrift für Physikalische Chemie, Band 154, S. 207 – 244.

NODDACK, IDA und WALTER, 1931: Zur Kenntnis des Rheniums. Zeitschrift für Angewandte Chemie, 44. Jahrgang, Nr. 12, S. 215 – 220.

NODDACK, I. und W. NODDACK, 1936: Die Verteilung der nutzbaren Metalle in der Erdrinde. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 1, 4. Januar, S. 1 - 5.

NODDACK, WALTER und IDA NODDACK, 1937: Aufgaben und Ziele der Geochemie. Nach einem Vortrage ... Freiburger Wissenschaftliche Gesellschaft, Heft 26, Freiburg i. Br.

NODDACK; W., 1937: Der Kohlenstoff im Haushalt der Natur. Festvortrag auf dem Reichstreffen der Deutschen Chemiker in Frankfurt (Main) am 7. Juli 1937. Angewandte Chemie, 50. Jahrgang, Nr. 28, S. 505 – 510.

NOELTING, E., 1916: Witt, Otto Nikolaus. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 49, II, S. 1751 - 1832.

NORD, F. F., 1961: Carl Neuberg. Chemische Berichte, 94, 7, S. I - VI.

NORDENSKIÖLD, E., 1926: Die Geschichte der Biologie. Jena.

NORMANN, W., 1937: Zur Entstehung der Fetthärtung. Chemiker-Zeitung, 61, 1, S. 20 - 22.

NORTH, J. D., 1972: Hevelius, Johannes. Dictionary of Scientific Biography. Volume VI, S. 360 – 364. New York.

NORTH, J. D. and COLIN A. RONAN; 1974: Parsons, William, Third Earl of Rosse. Dictionary of Scientific Biography., Volume X, S. 328 / 329. New York.

NORTH, MICHAEL, 2014: Europa expandiert 1250 - 1500. Stuttgart.

NORWICH, JOHN JULIUS, 1998 (1993): Byzanz. Der Aufstieg des Oströmischen Reiches. Aus dem Englischen von ESTHER MATILLE, ULRIKE und MANFRED HALBE. Düsseldorf und München. - Original: Byzantinum. The Early Centuries. London 1988.

NORWICH, JOHN JULIUS, 1998 (1994): Byzanz. Auf dem Höhepunkt der Macht 800 - 1071. Aus dem Englischen ... Düsseldorf und München. - Original: Byzantium. The Apogee. London 1991.

NOVALIS, 1975: Dichtungen und Prosa. Leipzig.

NOVALIS, 1799, Ausgabe 1975: Die Christenheit oder Europa. Ein Fragment. (Geschrieben im Jahre 1799. - In: NOVALIS: Dichtungen und Prosa. S. 441 - 463. Leipzig.

NOWIKOFF, M., 1930: Das Prinzip der Analogie und die vergleichende Anatomie. Eine Studie über eine Gesetzmäßigkeit in der Biologie. Jena.

NOYES, ARTHUR A., 1890: Über die gegenseitige Beeinflussung der Löslichkeit von dissociierten Körpern. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 6. Band, S. 241 – 267.

NOYES, W. ALBERT, JR.; GEORGE S. HAMMOND, J. N. PITTS, JR., 1963: Advances in Photochemistry. Volume I. New York, London.

NURSALL, J. R., 1959: Oxygen as a Prerequisite to the Origin of the Metazoa. Nature, Volume 183, No. 4669, April 25, S. 1170 - 1172.

NUSSBAUMER, HARRY, 2007: Achtzig Jahre expandierendes Universum. Sterne und Weltraum, Juni, S. 36 – 44.

NUTT, CLAIRE L., 2004: Crawford, Adair. Oxford Dictionaty of National Biography, Volume 14, S. 68 / 69.

NUTTON, VIVIAN, 2005: The Fatal Embrace: Galen and the History of Ancient Medicine. Science in Context, 18, S. 111 – 121.

NYE, MARY JO, 1977: Nonconformity and Creativity: A Study of Paul Sabatier, Chemical Theory, and the French Scientific Community. Isis, 68, No. 243, S. 375 – 391.

OBER, JOSIAH, 2008: Democracy and knowledge, innovation and learning in classical Athens. Princeton University Press.

OBER, JOSIAH, 2016: Das antike Griechenland. Eine neue Geschichte. Aus dem Englischen von MARTIN BAYER und KARIN SCHULER. Stuttgart. - Original: The Rice and Fall of Classical Greece. Prinecton University Press.

OBERHUMMER, EUGEN, 1921/1922: Ferdinand Magellan und die Bedeutung der ersten Erdumseglung. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, 64. Band, S. 18 - 48.

OBERKOFLER, GERHARD; PETER GOLLER, 1992: Richard Kuhn. Skizzen zur Karriere eines österreichischen Nobelpreisträgers. Innsbruck.

OBERMAN, HEIKO A., 2003: Zwei Reformationen. Luther und Calvin - Alte und Neue Welt. Aus dem Englischen von CHRISTIAN WIESE. Durchgesehen und mit einem Nachwort von MANFRED SCHULZE. Berlin.

OBERMEIER, FRANZ, 2010: Staden, Hans. Neue Deutsche Biographie, 24. Band, S. 784 / 785.

OCHOA, SEVERO, 1958: Gerti T. Cori, Biochemist. Science, 128, No. 3314, 4. Juli, S. 16 / 17.

OCHOA, SEVERO, 1960: Die enzymatische Synthese von Ribonucleinsäure (RNS). Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1959. Übersetzt ... Angewandte Chemie, 72. Jahrgang, Nr. 7/8, S. 225 - 231.

OCHOA, SEVERO, 1980: The Pursuit of a Hobby. Annals Review Biochemistry, 49, S.1 - 30.

ODORIC DA PORDENONE, Ausgabe 1987: Der Bericht des Odoric da Pordenone über seine Reise nach Asien. REINHOLD JANDESEK. Hamburger Schriften zur Kulturgeschichte Reihe A: Weltbild und Kulturbegegnung. Heft 1. Bamberg,

OGILVIE, BRIAN W., 2012: Attending to Insects: Francis Willughby and John Ray. Notes & Records of the Royal Society, 66, S. 357 - 372.

OGRISSEK, RUDI, 1963: Die Schenkesche Karte der Oberlausitz von 1759 ökononisch-geographischer Inhalt und thematische Kartendarstellung. Petermanns Geographische Mitteilungen, 107. Jahrgang, Heft 3.

OEHL, BENEDIKT, 2005: Mythos und Häresie. - In: RABAN VON HACHLING (Hrsg.): Griechische Mythologie und frühes Christentum. S. 310 - 338. Darmstadt.

OEHLER, JOCHEN, 2010: Soziobiologie Warum töten Menschen Menschen? Biologie Unserer Zeit, 6 (40), S. 403 - 410,

OHLMEYER, PAUL, 1948: Probleme des Zwischenstoffwechsels. Gedenkblatt für Franz Knoop. Angewandte Chemie, 60. Jahrgang, Nr. 2, Februar, S. 29 – 33.

OKEN, 1805: Die Zeugung. Bamberg und Würzburg.

OLAFSEN, EGGERT, 1774: Des Vice-Lavmands Eggert Olafsens und des Landphyisci Biarne Povelsens Reise durch Island, veranstaltet von der Königlichen Societät der Wissenschaften in Kopenhagen und beschrieben von dem bemeldtem Eggert Olafsen. Aus dem Dänischen übersetzt. Erster Theil. Kopenhagen und Leipzig.

OLBRICH, HUBERT (Hrsg.), 1979: Über Fermente. Zur Kenntnis im 17. Jahrhundert. Medizinische Dissertation des Johann Adolph Wedel aus dem Jahre 1695 an der Universität Jena unter dem Vorsitz von Georg Wolfgang Wedel. Technische Universität Berlin, Schriften aus dem Zucker-Museum, Heft 12, Berlin.

OLBRISCH, HEINZ-DIETER, 1974: Intze, Otto. Neue Deutsche Biographie, 10. Band, S. 176/177.

OLBY, ROBERT, 1970: Francis Crick, DNA, and the Central Dogma. Daedalus, 93, Fall, Nr. 4, S. 938 - 987.

OLBY, ROBERT, 1973: Kossel, Karl Martin Leonhard Albrecht. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII., S. 466 – 468. New York.

OLBY, ROBERT, 1974: Miescher, Johann Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 380 / 381. New York.

OLBY, ROBERT, 2004: Bateson, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 334 - 337.

OLDENBURG, STEFAN, 2018: Mit weitem Blick, ... Max Wolf . Physik Journal, 17, Nr. 10, S. 48/49.

OLDROYD, R., 19..: Mineralogy and the 'Chemical Revolution'. Centaurus, XIX, S. 54 – 71.

OLIPHANT, Sir MARK, 1987: Rutherford. Endeavour, New Series, Volume 11, No. 3, S. 133 - 136.

OLIVEIRA MARQUES, A. H. de, 2001: Geschichte Portugals und des portugiesischen Weltreichs. Aus dem Portugiesischen von MICHAEL von KILLISCH-HORN. Stuttgart.

OLMSTED, J. M. D., 1946: Charles-Édouard Brown-Séquard. Baltimore.

OLMSTED, J. M. D. und E. HARRIS, 1952: Claude Bernard & The Experimental Method in Medicine. New York.

OLSEN, SIGURD, 1962: Otto Diels 1876 - 1954. Chemische Berichte, 95. Jahrgang, Nr. 2, S. IV - XLVI.

OLSON, JOHN M., 1970: The Evolution of Photosynthesis. Science, Volume 168, 24 April, S. 438 - 446.

OLSSON, HUGO, 1952: Torbern Bergmann. - In: STEN LINDROTH, edit.: Swedish Men of Scienc, S. 131 - 140. Stockholm.

OLTMANS, WILLEM L. 1974: "Die Grenzen des Wachstums" Pro und Contra. Interviews über die Zukunft ... Reinbek bei Hamburg.

O'MALLEY, C. D., 1971: Eustachi, Bartolomeo. Dictionary of Scientifc Biography, Volume IV, S. 486 - 488, New York.

OPPENHEIM, 1877: Engelbach, Theophil. Allgemeine Deutsche Biographie, 6. Band, S. 119.

OPPENHEIMER, 1896: Wenzel, Karl Friedrich. Allgemeine Deutsche Biographie, Band 41.

OPPENHEIMER, JANE, 1966: Ross Harrison's Contributions to Experimental Embryology. Bulletin of the History of Medicine, Volume XL, S. 525 - 543.

OPPENHEIMER, JANE M., 1972: Harrison, Ross Granville. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI. S. 131 - 135, New York.

OPPENHEIMER, JANE, 1975: Logische Präzision und biologische Einsicht im Denken von Hans Spemann. Freiburger Universitätsblätter. Heft 90, Dezember, 24. Jahrgang, S. 27 - 41.

OPPENHEIMER, WOLFGANG, 1979: Prinz Eugen von Savoyen. Feldherr, Staatsmann und Mäzen 1663 - 1736. München.

OPPENHEIMER, WOLFGANG, 1989 (1988): Necker. Finanzminister am Vorabend der Französischen Revolution. Stuutgart.

OERSTED, J. CHR., 1820: Versuche über die Wirkung des electrischen Conflicts auf die Magnetnadel. Annalen der Physik ... (GILBERT), 66. (6.) Band, S. 295 ff.

OERTER, WOLF B., 2009: Zu den Formen religiöser Kritik im Manichäismus. In: ULRICH BERNER,ILINCA TANASEANU-DÖBLER (Hg.): Religion und Kritik in der Antike. Religionen in der pluralen Welt, Band 7, S. 157 - 163. Berlin.

ORTH, ALBERT, 1896: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band XIV, S. (25) - (37).

ORTH, ALBERT, 1906: Die Landwirtschaft zur Zeit Thaers und im naturwissenschaftlichen Jahrhundert. Festrede zur Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des 25-jährigen Jubiläums der Königl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin gehalten am 25. Januar 1906. Berlin.

ORTH, J., Ueber die Entstehung und Vererbung individueller Eigenschaften. Festschrift Albert Kölliker ..., S. 157 - 183.

OERTMANN, ERNST, 1877: Ueber den Stoffwechsel entbluteter Frösche. Archiv für die gesammte Physiologie ... PFLÜGER, 15, S. 381 - 398.

OES, ADOLF, 1913: Über die Assimilation des freien Stickstoff durch Azollae. Zeitschrift für Botanik, 5. Jahrgang, S. 145 - 163.

OSANN, BERNHARD, 1939: Kurzgefaßte Eisenhüttenkunde. Zweite Auflage. Leipzig.

OSBECK, 1755 / dtsch. 1757: Die Beschreibung eines Fisches, Lotse genannt. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der

Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1755. Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER, S. 72 – 75. Hamburg und Leipzig 1757. :

OSBORN, FAIRFIELD, 1958: Grant, Madison. Dictionary of American Biography, Volume XI, Part 2, S. 256.

OSBORNE, ROBIN, 1996: Greece in making, 1200 - 479 BC. London, New York.

OESFELD, G. F., 1773: Der Ertgebürgische Zuschauer. Halle.

OSMAN, W. A., 1958: Alessandro Volta and the Inflammable-Air Eudiometer. Annals of Science, Vol. 14, September, No. 3, S. 215 - 224.

OSTENFELD, C. H., 1904: Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung Hieracium. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, XXII, S. 376 – 381.

OSTENFELD, C. H., 1910: Further Studies on the Apogamy and Hybdridization of the Hieracium. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, III.

OSTERBRODONALD E.; JOEL A. GWINN und RONALD S. BRASHEAR, 1993: Edwin Hubble und die Expansion des Universums. Spektrum der Wissenschaft, 9, S. 78 - 83.

OSTERHAMMEL, JÜRGEN, 2009: Sklaverei und die Zivilisation des Westens. München.

OSTERHAMMEL, JÜRGEN, 2009: Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts. München.

OSTERHAMMEL, JÜRGEN, 2010. gebundene 1. Auflage 1998: Die Entzauberung Asiens. Europa und die asiatischen Reiche im 18. Jahrhundert. München.

OSTERHOUT, W. J. V., 1928: Jacques Loeb. The Journal of General Physiology, VIII, S. IX – XCii.

OSTROGORSKY, GEORG, 1965 / 1996: Byzantinische Geschichte. Sonderausgabe - gegenüber dem Handbuch der Altertumswissenschaft. München.

OSTWALD, W., 1889: Zur Dissociationstheorie der Electrolyte. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 3. Band, S. 388 - 602.

OSTWALD, W., 1892; Über die Farbe der Ionen. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 9. Band, S. 579 - 602.

OSTWALD, W., 1894: Die wissenschaftliche Elektrochemie der Gegenwart und die technische der Zukunft. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 15. Band, S. 409 –

421.

OSTWALD, W., 1895: Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Vortrag, gehalten in der dritten öffentlichen Sitzung der Naturforscher-Versammlung in Lübeck, am 20. September 1895. In: Zeitschrift für Physikalische Chemie ... 18. Band, S. 305 - 320.

OSTWALD, WILHELM, 1895 / 1904: Chemische Betrachtungen. (Vorgelesen auf dem Internationalen Kongreß für Chemie in Chicago 1895. Dtsch. veröffentlicht in "Die Aula" 1895, Nr. 1). In: OSTWALD, WILHELM, 1904: Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts. 1887 - 1903.

OSTWALD, W., 1897: Studien über die Bildung und Umwandlung fester Körper. 1. Anhandlung: Übersättigung und Überkaltung. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 18. Band, S. 289 - 330.

OSTWALD, W., 1899: Jacobus Henricus van't Hoff. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 31. Band, S. V – XXV.

OSTWALD, WILHELM, 1908: Der Werdegang einer Wissenschaft. Sieben gemeinverständliche Vorträge aus der Geschichte der Chemie. 2. verm. und verbesserte Auflage der "Leitlinien der Chemie". Leipzig.

OSTWALD, WILHELM, 1909: Svante August Arrhenius. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 69. Band, S. V - XX.

OSTWALD, WILHELM, 1911: Rede auf der 'Gedächtnisfeier für JACOBUS HENRICUS VAN'T HOFF veranstaltet von der Deutschen Chemischen Gesellschaft am Sonntag, den 14. Mai 1911'. Berichte der Deutchen Chemischen Gesellschaft, 44, Band II, S. 2217 - 2252.

OSTWALD, WILHELM, 1926, 1927: Lebenslinien. I (1926), II (1927), III (1927). Berlin.

OSTWALD, WOLFGANG, 19193: Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Eine Einführung in die moderne Kolloidchemie. Dresden und Leipzig.

OTRUBA, GUSTAV, 1966:Hardtmuth, Josef. Neue Deutsche Biographie, 7. Band, S. 660 f. (online version).

OTRUBA, GUSTAV, 1969: Hatschek, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 8. Band, S. 58 / 59.

OTTMANN, HENNING, 1993: Der Urmensch trug kein Braunhemd. Arnold Gehlens anthropologisches Hauptwerk, kritisch editiert. Frankfurter Allgemeine zeitung (FAZ), Montag, 15. November, Nr. 266, S. L 13.

OTTO von FREISING, Bischof ... und RAHEWIN, lateinisch und hochdeutsch 1965: Die Taten Friedrichs oder richtiger Cronica. Übersetzt von ADOLF SCHMIDT. Herusgegeben von FRANZ-JOSEF SCHMALE. Darmstadt.

OTVOS, JOHN W.; MARILYN TAYLOR, ROBERT E. CONNICK, 2000: Melvin Calvin. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 144, No. 4, December, S. 453 – 457.

OVERBECK, FRITZ, 1968: Botanik. – In: Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665 – 1965, Band 6: Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Landwirtschaftswissenschaften. S. 127 – 160.

OVERBECK, GERHARD, 1965: Hans Mortensens Bedeutung für die deutsche Siedlungsgeographie. - In: Hans-Mortensen-Gedenksitzung am 25. Mai 1965. Göttinger Geographische Abhandlungen, Heft 34, S. 20 - 24.

OWEN, JANET, 2014: From Down House to Avebury: John Lubbock. Prehistory and Human Evolution trough the Eyes of his Collection. Notes & Records. The Royal Society Journal of the History of Science, 68, S. 21 - 34.

OWEN, R., 1835 a: Ein microscopischer Binnenwurm in den menschlichen Muskeln. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin (Übersetzung aus: Transactions of the royal society in London and Edinb. philosoph. magazine), S. 526 - 528.

OWEN, RICHARD, 1859: President Address. Report of the Twenty-Eight Meeting of the British Association for the Advancement of science; held at Leeds in September 1858. London.

OWEN, W. B., rev. JAMES G. O'HARA, 2004: Stoney, George Johnstone. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 52, S. 920 - 922.

P. , J. M., 1960: Gorgas, William Crawford. Dictionary of American Biography, Volume IV, S. 430 - 432.

P., J. M., 1963: Reed, Walter. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 459 - 461.

PAINE, THOMAS, 1776: Common Sense. Addressed to the Inhabitants of America. - In: In: PAINE, THOMAS, 1995: Collected Writings. ...S. 5 - 50. The Library of America.

PAINE, THOMAS, 1794: The Age of Reason. Being an Investigation of True and of Fabulous Theology. Part One. - 1795: ... Part Two. - In: PAINE, THOMAS, 1995: Collected Writings. ... The Library of America.

PALAND, H., 2011: Blau. Isatis, die Madonna, Anilin, der Himmel und Blue Jeans. PdN, Chemie in der Schule, 60. Jahrgang, Heft 6, S. 26 - 29.

PALLADIN, W.; N. GROMOFF, N. N. MONTEVERDE, 1914: Zur Kenntnis der Carboxylase. Biochemische Zeitschrift, 62, 1 und 2, S. 137 - 156.

PALLAS, P. S., 1771: Reise in verschiedene Provinzen des Rußischen Reichs. 1. Theil. St. Petersburg.

PALLAS, PETER SIMON, 1781: Bemerkungen über die Bandwürmer in Menschen und Thieren. Neue Nordische Beyträge zur physikalischen und geographischen Erd- und Völkerbeschreibung, Naturgeschichte und Oekonomie. 1. Band, S. 39 ff. St. Petersburg und Leipzig.

PALLMANN; 1887: Petrejus, Johann. Allgemeine Deutsche Biographie, 25. Band, S. 518 / 519.

PALMER, WILHELM, 1934 / 1935: Würdigung der Nobelpreis-Verleihung an Urey 1934: Les Prix Nobel en 1934, S. 19 – 24. Stockholm 1935.

PALMSTJERNA, NIC., Baron, 1764: Beschreibung wie Klee, Saintfoim und Lucerne in Flandern gesäet werden, und wie weiße Erlen gepflenzt werden. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltunskunst und Mechanik, auf das Jahr 1764. Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 26. Band, S. 219 - 227. Leipzig 1767.

PANCALDI, GIULIANO, 2005: Volta. Science and Culture in the Age of Enlithenment. Princeton University Press. Princeton and Oxford.

PANDER, 1817: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eye. Würzburg.

PANETH, FRITZ, 1916: Über den Element- und Atombegiff in Chemie und Radiologie. Zeitschrift für Physikalische Chemie, XCI. (91.) Band, S. 171 -198.

PANETH, FRITZ, 1920: Die neueste Entwicklung der Lehre von den chemischen Elementen. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 22. Oktober, Heft 43, S. 839 - 842.

PANETH, FRITZ, 1928: Zum siebzigsten Geburtstag Auer von Welsbachs. Die Naturwissenschaften, Heft 49, 7. 12., S. 1037 / 1038.

PANETH, FRIEDRICH, 1930: Die Entwicklung und der heutige Stand unserer Kenntnisse über das natürliche System der Elemente. (Zum hundertjährigen Jubiläum von Lothar Meyers Geburtstag). Auf der 91. Versammlung der Gesellschaft

Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Königsberg i. Pr. 7. bis 11. September 1930. Die Naturwissenschaften, 18, 47 - 49: 364 - 376.

PANKHURST, K G A, 1965: Chemistry in the Paper Industry. Chemistry in Britain, Volume 1, Number 12, December, S.563 - 568.

PANOFSKY, W., 1966: PANUM, P. L., 1847: Beobachtungen über das Masern-contagium. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, 1, 3, S. 492 - 512.

PANTSOV, ALEXANDER, in Zusammenarbeit mit LEVINE, STEVEN I., 2013/2014: Mao. Eine Biographie. Aus dem Englischen übersetzt von MICHAEL BISCHOFF. Frankfurt am Main. - Amerikanisches Original 2007, 2012.

PARASCANDOLA, JOHN und AARON J. IHDE, 1969: History of the Pneumatic Trough. Isis, Vol. 60, Part 3, No. 203: 351 - 361.

PARASCANDOLA, JOHN, 1972: Henderson, Lawrence Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 260 – 262, New York.

PARAVICINI, WERNER, 2007: Edelleute und Kaufleute im Norden Europas. Herausgegeben von JAN HIRSCHBIEGEL, ANDREAS RANFT und JORG WETTLAUFER. Ostfildern.

PARKER, GEOFFROY, 1990: Die militärische Revolution. Die Kriegskunst und der Aufstieg des Westens 1500 - 1880. Aus dem Englischen von UTE MIHR. Frankfurt/New York. - Original: The Military Revolution. Military innovation and the rise of the West. Cambridge University Press.

PARKINSON, E. M., 1974: Stokes, George Gabriel. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 74 - 79, New York.

PAROW, 1912: Festvortrag auf Jahrhundertfeier des Stärkezuckers, veranstaltet vom Verein der deutschen Stärkezucker- und Sirupindustrie. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXV. Jahrgang Heft 9, 1. März, S. 412 – 414.

PARR, P. J., rev. PIOTR BIENKOWSKI, 2004: Kenyon, Dame Kathleen Mary. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 31, S. 346 – 348.

PARRY, JONATHAN, 2004: Layard, Sir Austen Henry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 32, S. 915 - 919.

PARRY, J. H.; P. M. SHERLOCK, A. P. MAINGOT, 1987, 4. Edition: A Short History of the West Indies. London and Oxford.

PARTHIER, BENNO, 1989: Stickstoff-Bindung in Wurzelknöllchen - 100 Jahre nach ihrer Entdeckung. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissen-

schaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band 121, Heft 5.

PARTINGTON, J. R., 1951: A Short History of Chemistry. Second Edition. London.

PARTINGTON, J. R., 1954: Paul Sabatier, 1854 - 1941. Nature, No. 4436, November 6, S. 859 / 860.

PAS, PETER W. van der, 1972: Goedert, Johannes. Dictionary of scientific Biography, Volume V, S. 439 / 440, New York.

PASCHEN, F., 1933: Heinrich Kayser zum achtzigsten Geburtstag. Die Naturwissenschaften, 21. Jahrgang, Heft 11, 17. März, S. 213 / 214.

PÄSLER, M., 1960: Leben und wissenschaftliches Werk Max von Laues. Physikalische Blätter, , 16. Jahrgang, S. 552 - 566.

PASSARGE, S., 1941: Die ägyptische Urlandschaft und die Wiege der ägyptischen Kultur. Geographische Zeitschrift, 47. Jahrgang, Heft 4, S. 180 - 187.

PÁSZTHORY, EMMERICH, 1986: Über das "Griechische Feuer". Die Analyse eines spätantiken Waffensystems. Antike Welt, 17. Jahrgang, Heft 2, S. 27 - 37.

PATSCHOVSKY, ALEXANDER, 1982: Chiliasmus und Reformation im ausgehenden Mittelalter. - In: KERNER, MAX (herausgegeben), 1982: Ideologie und Herrschaft im Mittelalter. Wege der Forschung Band 530, S. 475 - 496, Darmstadt.

PATZE, HANS, 1977: Kammermeister, Hartung. Neue Deutsche Biographie, Band 11, S. 86/87.

PAUL, JEAN, in 1977, orig. 1826: Selberlebensbeschreibung. - In In: GOLDAMMER, PETER (Herausgegeben), 1977: Erlebtes und Erfahrenes. Autobiograpien von Seume bis Keller. S. 127 - 195. Rostock.

PAUL, JOHN R., 1974: Thomas Francis, JR. Biographical Memoirs National Academy of Scienes of the United States of America, Volume XLIV, S. 66 - 110.

PAULING, LINUS, 1951: Noyes, Arthur Amos. Dictionary of American Biography, Volume XI, Part 2, Supplement Two, S. 493 / 494.

PAULING, LINUS, 1973: Grundlagen der Chemie. Übersetzt und bearbeitet von F. HELFFERICH. Weinheim / Bergstr.

PAULING, LINUS, 1970/1988: General Chemistry. New York.

PAULINYI, AKOS, 1983: Die Erfindung des Heißwindblasens in Schottland und seine Einführung in Mitteleuropa. Teil 1: Technikgeschichte, Band 50, Nr. 1, S. 1 - 32. - Teil 2: Technikgeschchte, Band 50, Nr. 2, S. 129 - 145.

PAULSEN, FRIEDRICH, 1910: Aus meinem Leben. Jugenderinnerungen. Jena.

PAULSEN, FRIEDRICH, 1961: s. TÖNNIES.

PAULY, PHILIP J., 1987: Controlling Life. Jacques Loeb and the Engineering Ideal in Biology. Oxford University Press.

PAYEN, JACQUES, 1971: Cagniard de la Tour, Charles. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, New York.

PAYEN, JACQUES, 19: Desormes, Charles-Bernard. Dictionary of Scientific Biography, Vol. III, New York, S. 74. S. 8 - 10.

PAYEN und PERSOZ, 1834: Ueber die Diastase und das Dextrin, und über die gewerbliche Anwendung dieser Substanzen. Annalen der Physik und Chemie ... POGGENDORFF, Band XXXII, No. 12, S. 174 - 192; No. 13, S. 193.

PAYNE, ANTHONY, 2004: Hakluyt, Richard. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 24, S. 496 - 498.

PAYNE, J. F., rev. MICHAEL BEVAN, 2004: Hewson, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 26, S. 935 / 936.

PAYNE, JONATHAN L.et 12 weitere AutorInnnen, 2009: Two-phase increase in the maximum size of life over 3.5 billion years reflects biological innovation and environmental opportunity. PNAS, Volume 106, no. 1, January 6, S. 24 - 27.

PACE, NORMAN R., 2001: The universal nature of biochemistry. PNAS, Volume 98, No. 3, January 30, S. 805 - 808.

PECHMANN, H. v. und OTTO BÖHM, 1901: Ueber Alpha-Methylenglutarsäure, ein Polymerisationsproduct der Acrylsäure. III. Mittheilung über Polymersationsproducte ungesättigter Säuren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIV, S. 427 - 429.

PEDERSEN, KAI O., 1976: Tiselius, Arne Wilhelm Kaurin. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 418 – 422, New York.

PEDERSEN, KURT MÖLLER, 1974: Malus, Etienne Louis. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 72 – 74, New York..

PEDERSEN, OLAF, 1974: Ortelius (Oertel), Abraham. Dictionary of Scientific Biography, Volume X., S. 238 – 240, New York.

PEESCH, R., 1966: Das Gerät in der Arbeitswelt des Fischers. Deutsches Jahrbuch für Volkskunde, 12.

PEINKE, JOACHIM, DETLEV HEINEMANN und MARTIN KÜHN, 2014: Windenergie - eine turbulenre Sache? Physik Journal 13, Nr. 7, S. 35 - 41.

PEIPER, ALBRECHT, 1969 (2. Auflage): Erinnerungen eines Kinderarztes. Berlin.

PELLING, C.; C. SCHOÖZISSEK, 1964: Die Funktion der Ribonucleinsäuren im Organismus, Biochemische und cytologische Aspekte der Pbertragung genetischer Information. Angewandte Chemie, 76. Jahrgang, Nr. 21, S. 881 - 888.

PELOUZE, J., 1845: Ueber die Milchsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LIII, S. 112 – 124.

PELOUZE und CAHOURS, 1864: Untersuchungen über das amerikanische Erdöl. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIX (139), S. 87 – 93.

PEMBERTON, HENRY, 1728 / Nachdruck 2004: A View of Sir Isaac Newton's Philosophy. – Newtonianism in Eighteenth-Century Britain, Volume 6. London.

PENCK, ALBRECHT, 1879: Die Geschiebeformation Norddeutschlands. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXXI. Band, S. 117 ff.

PENCK, ALBRECHT, 1882: Die Vergletscherung der deutschen Alpen, ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestaltung. Gekrönte Preisschrift. Leipzig.

PENZLIN, HEINZ, 1986: Die Erscheinung des Lebendigen in unserer Welt. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band 119, Heft 2.

PENZLIN, HEINZ, 2008: Ilja Ilic Mecnikov erhält den Nobelpreis für Medizin und Physiologie. Biologie in unserer Zeit, 5, S. 342 – 344.

PEPLOW, MARK, 2015: A large life, fully lived. Carl Djerassi ... Chemistry World, March, S. 36/37.

PEPYS, SAMUEL, Ausgabe 1980: Das geheime Tagebuch. ... Herausgegeben von ANSELM SCHLÖSSER und übertragen von JUTTA SCHLÖSSER.. Leipzig. - Original: The Diary of Samuel Pepys.

PERKIN, W. H., 1896: The Origin of the Coal-Tar Colour Industry, and the Contributions of Hofmann and his Pupils. Hofmann Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, Volume LXIX, S. 596 – 637.

PERKIN, WILLIAM HENRY, 1906: Zur Geschichte des ersten Anilinfarbstoffs. Zeitschrift für angewandte Chemie, XIX, Heft 29: 1282-1284.

PERKIN, WILLIAM HENRY, 1923: Baeyer Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, Transactions, Vol. CXXIII (123), Part I, S. 1520 – 1546.

PERLETH, MATTHIAS, 1997: The Discovery of Chagas' Disease and the formation of the early Chagas' disease concept. History and Philosophy of Life Sciences, 19, S. 211 - 236.

PERNICKA, ERNST, 2000: Das Rätsel des Zinns. Spektrum der Wissenschaft, November, S. 88 / 89.

Forscherporträt ERNST PERNICKA, 2009, Spektrum der Wissenschaft, Mai, S. 58 – 64.

PERNOUD, RE´GINE, 1993: Herrscherin in bewegter Zeit: Herrscherin in bewegter Zeit. Blanca von Kastilien, Königin von Frankreich. Aus dem Französischen von SYBILLE A. ROTT-ILLFELD. München. - Original: Le Reine Blanche. Paris 1972.

PERNOW, BENGT, 1982: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin S. K. BERGSTRÖM, B. I. SAMUELSSON und JOHN R. VANE. Les Prix Nobel en 1982. Stockholm. S. 25 - 27.

PEROWNE, STEWART, 1966: Hadrian. Sein Leben und seine Zeit. München.Aus dem Englischen ... HANNELORE WILKEN. - Original: Hadrian. London 1960.

PERTY, MAXILIAN, 1876 (2. Auflage): Ueber das Seelenleben der Thiere. Thatsachen und Betrachtungen. 2. Umgearbeitete, sehr bereicherte Auflage. Leipzig und Heidelberg.

PERTY, MAXIMILIAN, 1879: Erinnerungen aus dem Leben eines Natur- und Seelenforschers des neunzehnten Jahrhunderts. Leipzig und Heidelberg.

PERUTZ, M. F., 1963: X-ray-Analysis of Hemoglobin. Science, Volume 140, No. 3569, 24 May, S. 863 - 369.

PERUTZ, MAX F., 1995: Linus Pauling. Nachrichten aus Chemie, Technik, Laboratorium, 43, Nr. 6, S. 665 - 669.

PETER, TYLO, 1998: Wiprecht II. - Herrschaftsbildung durch Gewalt. - In. Wiprecht Beiträge zur Geschichte des Osterlandes im Hochmittelalter, S. 94 - 101.

PETERS, (ohne Vornamen-Angabe), 1935: Zur Geschichte der Gas- und Kältetechnik. Angewandte Chemie, 48. Jahrgang, 20. April, Nr. 16, S. 231 – 233.

PETERS, WERNER und HANS-DIETER SCHILLING, 1973: Die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs und zukünftige Möglichkeiten der Veredlung und Verwendung der Steinkohle. Chemiker-Zeitung, 27. Jahrgang, Nr. 6, S. 277 - 288.

PETERS, W. und H.-D. SCHILLING, 1976: Kohlevergasung - Grundlagen und Anwendung. Chemie in unserer Zeit, 10. Jahrgang, Nr. 1, S. 11 - 20.

PETERS, WILHELM, 1862: Die Heidflächen Norddeutschlands. Eine Preisschrift.

PETERSEN, ASMUS, 1954: Alexander von Lengerkes Werke. Eine bisher unausgeschöpfte Quelle der Agrarforschung. Forschungen und Fortschritte, 28, 4. S. 108 - 112.

PETERSEN, THEODOR und R. BAEHR-PREDARI, 1871: Ueber Chlorphenolsäuren. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLVII (157), S. 121 – 154.

PETERSEN, 1881: Rudolph Christian Boettger. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 14, S. 2913 - 2919.

PETIT, 1724: Neue Hypothese, dadurch man das Steigen flüßiger Materien in den Haarröhren, und das Fallen des Quecksilbers in denselben, wenn sie in solche Materien gestecket sind, erkläret. Physische Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Paris, Siebenter Theil, welche die Jahre, 1723, 1724, 1725 und 1726 in sich hält. Aus dem Französischen übersetzet von WOLF BALTH. ADOLPH von STEINWEHR. Das Jahr 1724, S. 338ff.. Breslau 1751.

PETRI, FRANZ, 1974: Zum Problem der herrschaftlichen und genossenschaftlichen Züge in der mittelalterlichen Marschensiedlung an der flämischen und niederländischen Nordseeküste. - In; BEUMANN, HELMUT (hrsg.): Historische Forschungen für Walter Schlesingen. S.226 - 241. Köln, Wien.

PETRICK, FRITZ, 2002: Norwegen. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. Regensburg.

PETROW, A. D., 1930: Über die Umwandlung der Fettsäuren in Kohlenwasserstoffe unter hohem Druck (Zur Frage der Bildung des Erdöls vom Naphthen-Typus). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 63. Jahrgang, S. 75 ff.

PETTITT, PAUL and MARK WHITE, 2014: John Lubbock, Caves and the Development of Middle and Upper Palaeolithic Archaeology. Notes & Records. The Royal Society Journal of the History of Science, 68, S. 35 - 48.

PEYRITSCH, J., 1882: Zur Aetiologie der Chloranthien einiger Arabis-Arten. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik ..., 13, S. 1 – 22.

PFAHLER, GERHARD, 1932: Vererbung als Schicksal. Eine Charakterkunde.

Leipzig.

PFALZ, MAIKE, 2018: Energie, aber wie? Physik Journal 17, Nr. 2, S. 6/7.

PFEIFFER, P., 1920: Alfred Werner. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 53. Jahrgang, A. S. 9/10.

PFEIL, WILHELM, 1816: Ueber die Ursachen des schlechten Zustandes der Forsten und die allein möglichen Mittel, ihn zu verbessern mit besonderer Rücksicht auf die Preußischen Staaten. Eine freimüthige Untersuchung ... Züllichau und Freistadt.

PFEIL, W., 1833: Holzmangel. - In: Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künste ... herausgegeben von J. S. ERSCH und J. G. GRUBER. Zweite Section H - N. Herausgegeben von A. G. HOFFMANN. Zehnter Theil. S. 165 - 167. Leipzig. - Dazu Artikel 'Holzordnung', 'Holzrechte' S. 170.

PFEFFER, W., 1897: Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch der Lehre vom Stoffwechsel und Kraftwechsel in der Pflanze. 2. völlig umgearbeitete Auflage. 1. Band: Stoffwechsel. 2. Band: Kraftwechsel. Leipzig.

PFLEIDERER, WOLFGANG, 1968: Organische Chemie – gestern, heute morgen. Konstanz.

PFEILSCHIFTER, RENE, 2014: Die Spätantike. Der eine Gott und die vielen Herrscher. München.

PFETSCH, FRANK R., 1978: Innovationsforschung in historischer Perspektive. Technikgeschichte, Band 45, Nr. 2, S. 118 - 133.

PFLUG, GÜNTHER, 1982: Descartes und das mechanistische Menschenbild. Medizinhistorisches Journal, Band 17, Heft 1/2, S. 3 - 19.

PFLÜGER, EDUARD, 1853: Die sensorischen Functionen des Rückenmarks der Wirbelthiere nebst einer neuen Lehre über die Leistungsgesetze der Reflexionen. Berlin.

PFLÜGER, E., 1872: Ueber die Diffusion des Sauerstoffs, den Ort und die Gesetze der Oxydationsprocesse im thierischen Organismus. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere ... E. F. W. PFLÜGER, 6, S. 43 - 64.

PFLÜGER, E., 1875: Beiträge zur Lehre von der Respiration. Archiv für die gesammte Physiologie ... PFLÜGER, 10, S. 251 - 367.

PFLÜGER, E., 1883: Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen und auf die Entwicklung des Embryo. Archiv für die gesammte Physiologie ... PFLÜGER, 92, S. 1 – 79.

PFLÜGER, HANS-JOACHIM, 2000: Was wir dem Tintenfisch zu verdanken haben. Forschung an wibellosen Tieren trägt zum Verständnis komplexer Nervensysteme bei. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 11. Oktober, Nr. 237, S. 55.

PFORR, HERBERT, 1982: Spuren des Wirkens von C. F. Brendel im Maschinenbau des Freiberger Silberbergbaus. Sächsische Heimatblätter, Heft 4, S. 175 - 177.

PHILIPP, K., 1926: Zur Existenz der weitreichenden Alpha-Strahlen des Radium C. Die Naturwissenschaften, Heft 50 / 51, 10. Dezember, S. 1203 / 1204.

PHILLIPS, DAVID C., 1966: The Three-dimensional Structure of an Enzyme Molecule. Scientific American, Volume 215, No. 5, S. 78 - 90.

PHILLIPS, J. L., 1998: The bends: compressd air in the history of sciene, diving, and engineering. Yale University.

PHILIPPS, J. O. C., u. a. 1974: Stoddard, Theodore Lothrop. Dictionary of American Biography, Supplement Four, S. 791 – 793.

PIAGET, JEAN, 1970 / 1984: Die intellektuelle Entwicklung im Jugend- und im Erwachsenenalter. – In: Soziale Struktur und Vernunft. Jean Piagets Modell entwickelten Denkens in der Diskussion kulturvergleichender Forschung. Herausgegeben von TRAUGOTT SCHÖFTHALER und DIETRICH GOLDSCHMIDT. S. 47 – 60. – Original: L' evolution intellectuelle entre l'adolescence et l'age adulte. 3rd Intenational Convention and Awarding of Foneme Prizes 1970, Milano 1970, S. 149 – 156. Übersetzung: C. GOLDSTEIN nach einer Vorlage von A. ROELLENBLECK.

PIATTI, LUIGI, 1951: Nichtrostende Stähle. Chimia, Volumen 5, Fasc.10, S. 221 - 244.

PIAZZI, JOSEPH, 1822: Lehrbuch der Astronomie. Berlin.

PICCOLINO, MARCO and MARCO BRESADOLA, 2002: Drawing a spark from darkness: John Walsh and electric fish. Endeavour, Vol. 26, S. 19 - 26.

PICHLER, HELMUT, 1967: Franz Fischer. Chemische Berichte, 100, 6, S. CXXVII - CLVIII.

PICHLER, HELMUT und THEODOR HEIKE, 1973: Erdgas - Bedeutung als Energieträger und als Rohstoff. Chemiker-Zeitung, 97. Jahrgang, Nr. 6, S. 289 - 296.

PICKERING, WILLIAM F., 1966: Fundamental Principles of Chemical Analysis. Amsterdam, London, New York.

PICKLES, SAMUEL SHROWDER, 1910: The Constitution and Synthesis of Caoutchouc. Jouranl of the Chemical Society. Transactions. Vol. XCVII, Part I, S. 1085 - 1090.

PICTET, AME´und A. ROTSCHY, 1904: Synthese des Nicotins. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 37. Jahrgang, S. 1225 – 1235.

PIECHOCKI, WERNER, 1981: Die Halloren. Geschichte und Tradition der "Salzwürkerbrüderschaft im Thale zu Halle". Leipzig.

PIEPHO, HANS, 1938 a: Wachstum und totale Metamorphose an Hautimplantaten bei der Wachsmotte Galleria mellonella L. Biologisches Zentralblatt, 58. Band, S. 356 - 366.

PIEPHO, HANS, 1938 b: Über die Auslösung der Raupenhäutung, Verpuppung und Imaginalentwicklung an Hautimplantaten von Schmetterlingen. Biologisches Zentralblatt, 58. Band, S. 481 - 495.

PIEPHO, HANS, 1950: Über die Hemmung der Falterhäutung durch Corpora allata, Untersuchungen an der Wachsmotte Galleria mellonella L. Biologisches Zentralblatt, Band 69, S. 261 - 271.

PIEPHO, HANS, 1972: Hormonphysiologie der Schmetterlings-Metamorphose. Dem Gedenken an ALFRED KÜHN. 5. Biologisches Jahresheft 1972, Alfred Kühn zum Gedächtnis. Herausgeber: ... G. GRASSE. Iserlohn. S. 177 - 182.

PIERSON, STUART, 1973: Lyonet, Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 579 / 580. New York.

PIETSCH, E., 1939: Alwin Mittasch zum 70. Geburtstag. Angewandte Chemie, 52. Jahrgang, Nr. 52, 30. Dezember, S. 719 / 720.

PIETSCH, E., unter Mitarbeit von E. BEYER, 1939: Leopold Gmelin - der Mensch, sein Werk und seine Zeit. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 72. Jahrgang, A, S. 4 - 33.

PIETSCHMANN, HORST, 1989: 'Communidades' und deutscher Bauernkrieg. - In: Reformation und Revolution. Beiträge zum politischen Wandel und den sozialen Kräften am Beginn der Neuzeit. Festschrift für Rainer Wohlfeil zum 60. Geburtsttag. Herausgegeben von RAINER POSTEL und FRANKLIN KOPITZSCH. S. 101 - 119. Stuttgart.

PIETSCHMANN, Dr. RICHARD, o. J. : Die Phönizier. Essen.

PILET, P. E., 1970: Bonnet, Charles. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 286/287. New York.

PILET, P. E., 1976: Wepfer, Johann Jakob. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 255 / 256, New York.

PILLERI, GEORG, 1959: Economo v. San Serff, Constantin Alexander Frhr. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 306 / 307.

PINES, SARAH, 2014: Gebete aus Stein. Abt Suger von Saint-Denis ... Weltwoche, Nr. 16, S. 58 - 61.

PINKETT, HAROLD T., 1974: Carver, George Washington. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 145 - 147.

PINKUS, FELIX, 1915: Paul Ehrlichs Wirken. Medizinische Klinik, XI, 3. Oktober, 40, S. 1116 / 1117.

PINNER, A., 1885: Ueber die Einwirkung von Acetessigäther auf die Amidine. Pyrimidine. (Dritte Mittheilung). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 18. Jahrgang, S. 2845 – 2852.

PINNER, F., 1918 Emil Rathenau. Leipzig.

PIPER, HORST, 1967: Faradays Lebenslauf. Physikalische Blätter, 23. Jahrgang, S. 347 - 351.

PIQUEMAL, JACQUES, 1973: Jordan, (Claude Thomas) Alexis. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S, 165 – 167, New York.

PIRCHEGGER, HANS s. MAYER-KAINDL 1960.

PIRENNE, HENRI, 1936, Neuauflage z. B. 1986: Mohammed und Karl der Große. Untergang der Antike am Mittelmeer und Aufstieg des germanischen Mittelalters. Mit einem Nachwort von DAN DINER. Frankfurt a. M.

PIRIE, ANTOINETTE, 1960: The Biochemistry of the Eye. Nature, Volume 186, No. 4722, April 30, S. 352 - 354.

PIRIE, N. W., 1973: Frederick Charles Bawden. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 19, S. 18 - 63.

PIROGOW, NICOLAI IWANOWITSCH, 1894: Lebensfragen. Tagebuch eines alten Arztes. Aus dem Russischen übertragen von AUGUST FISCHER. Stuttgart.

PITTS, ROBERT F., 1967: Homer William Smith. Biographical Memoirs, National Academy of Science of the United States of America, S. 444 – 470.

PITZ, ERNST, 1978: Die Stadt des europäischen Mittelalters. - In: HAASE, CARL (Herausgeber), 1987: Die Stadt des Mittelalters. 1. Band: Begriff, Entstehung und Ausbreitung. S. 1 - 40. - Wege der Forschung, Band CCXLIII. Darmstadt.

PLANITZ, HANS, (1944) 1987: Die deutsche Stadtgemeinde. - In: HAASE, CARL (Herausgeber), 1987: Die Stadt des Mittelalters. 2. Band: Recht und Verfassung.S. 55 - 134. - Wege der Forschung, Band CCXLIV. Darmstadt.

PLATE, LUDWIG, 1906

PLATE, LUDWIG, 1924: Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. Zweiter Teil: Die Sinnesorgane der Tiere. Jena.

PLATT, ULRICH und CHRISTIAN VON SAVIGNY, 2017: Hochdünn, aber lebenswichtig. Die Atmosphärenphysik ... Physik Journal 16, Nr. 7, S. 31 - 34.

PLATTNER, HANS JÜRGEN, 2001: Plattner, Carl Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 20, S. 519.

PLAYFAIR, Lord, 1896: Personal Reminescences of Hofmann and of the conditions which led to the establishments of the Royal College of Chemistry and his appointment as its Professor. Hofmann Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, Volume LXIX, S. 575 – 579.

PLEIJEL, H. 1937: Würdigung des Nobelpreisträgers Physik 1935 James Chadwick. Les Prix Nobel en 1935. Stockholm. S. 22 – 26.

PLEIJEL, H., 1937: Würdigung der Nobelpreisträger Physik Victor Hess und Carl David Andersson. Les Prix Nobel en 1936. Stockholm. S. 20 - 25.

PLETICHA, HEINRICH (Herausgegeben), 1988: Morgen der Menschheit. Vorgeschichte und frühe Hochkulturen. Weltgeschichte in 12 Bänden, Band 1. Gütersloh.

PLETICHA, HEINRICH (Herausgegeben), 1996: Alte Völker, neue Staaten. Die außereuropäische Welt im 17. und 18. Jahrhundert. Weltgeschichte in 12 Bänden, Band 9. Gütersloh.

PLINIUS, CAJUS SECUNDUS, 1. Jh. n. Chr.: Die Naturgeschichte ... Ins Deutsche übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. G. C. WITTSTEIN. 1., 2. Band 1881. München.

PLINIUS der JÜNGERE, 1984: Plinius der Jungere. Briefe in einem Band. Berlin und Weimar.

PLISCHKE, HANS, 1940: Zur Entdeckungsgeschichte des 15. Jahrhunderts. Hennig, Richard: Terrae incognitae. Eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der wichtigsten vorcolumbischen Entdeckungsreisen an Hand der darüber vorliegenden Originalberichte. Bd. IV. 1416 – 1497 n. Chr. Göttingische Gelehrte Anzeigen, 202. Jahrgang, Nr. 3 und 4, S. 97 – 113.

PLISCHKE, HANS, 1953. Bastian, Adolf. Neue Deutsche Biographie, Band 1, S. 626/627.

PLOTHO, O. v., 1942. Die Synthese der Knöllchen an den Wurzeln der Erle. Archiv für Mikrobiologie, 12. Band, S. 1 - 18.

PLUCHE, 1760:

POHANKA, REINHARD, 2007: Der Amerikanische Bürgerkrieg. Wiesbaden.

POHL, JULIUS und KARL SPIRO, 1923: Franz Hofmeister, sein Leben und Wirken. Ergebnisse der Physiologie, 22. Band, München. S. 1 - 50.

POHL, ROBERT, 1924: Nachruf auf Hans Geitel. Die Naturwissenschaften, S. 685 - 688.

POHL, R. W., 1961: Die Entdeckung der Interferenz durch Thomas Young. Physikalische Blätter, 17. Jahrgang, S. 208 - 211.

POHL, URSULA, 1995: Die Entwicklung der chemisch-pharmazeutischen Fächer. – In Technische Universität Braunschweig. Vom Collegium Carolinum zur Technischen Universität 1745 – 1995. Hildesheim, Zürich, New York.

PÖHLMANN, BÄRBL, 1991: Graf Rumford in bayerischen Diensten (1784 - 1798). Zeitschrift für bayerische Landesgeschichte, Band 54, S. 370 - 433.

POINCARE´, HENRI, 1921 (3. Auflage): Der Wert der Wissenschaft. Mit Genehmigung des Verfassers ins Deutsche übersetzt von E. WEBER. Mit Anmerkungen und Zusätzen von H. WEBER. Leipzig, Berlin.

PÖLKING, HERMANN, 2013 (2012): Ostpreußen. Biographie einer Provinz. Augsburg.

POLLITZER, F., 1935: Carl von Linde. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LXVIII, S. 32 - 34.

POLSTORFF, L., 1847: Beitrag zum Ernährungsprozess der Pflanzen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXII, S. 180 – 193.

PÖNICKE, HERBERT, 1977: Keller, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 11. Band, S. 436.

PÖNICKE, HERBERT, 1990: Meißner, Heinrich August. Neue Deutsche Biographie, 16.Band, S. 699 / 700.

PÖPPEL, ERNST, 2010: Schulbücher mit Zeitungsspalten. Hirnforscher Ernst Pöppel erklärt, warum vielen Kindern das Lesen schwerfällt: ... Welt am Sonntag, Nr. 13, 28. März, S. 72.

PORTER, IAN HERBERT, 1963: Thomas Bartholin (1616 - 80) and Niels Stensen (1638 - 86) Master and Pupil. Medical Histgory, Volume VII, Number 2, April, S. 99 - 125.

PORTER, ROY, 1978. George Hoggart Toulmin's Theory of Man and the Earth in the Light of the Development of British Geology. Annals of Science, 35, S. 339 - 353.

PORTER, ROY, 2002 / 1986: Historiography and the Scientific Revolution. Science in Europe 1500 – 1800. A Secondary Sources Reader. Edited by MALCOLM OSTER. S. 283 – 287. Open University. – Original: PORTER, ROY: The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel? In: R. PORTER and M. TEICH (ed.): Revolution in History. Cambridge University Press 1986, S. 290 ff.

PORTMANN, ADOLF, 1967: Alles fließt. Wege des Lebendigen. Freiburg, Basel, Wien.

PORTMANN, DANIEL und BALZ STRASSER; 2005: Kautschuk als Segen und Herausforderung. Eine bedeutende Einkommensquelle für Keralas Bauern. Neue Zürcher Zeitung, Dienstag, 14. Juni, Nr. 136. S.4.

PORTMANN, MARIE-LOUISE, 1964: Die Korrespondenz von Th. Zwinger III mit J. J. Scheuchzer 1700 - 1724. Basler Veröffentlichungen zur Geschichte der Medizin und der Biologie, Fasc. XIX. Basel / Stuttgart.

PÖRTNER, RUDOLF, 1987 / 1964: Die Erben Roms. Städte und Stätten des deutschen Früh-Mittelalters. Gütersloh.

PÖRTNER, RUDOLF, 1987: Das Römerreich der Deutschen. Städte und Stätten des deutschen Mittelalters. Gütersloh.

POSADA CARBO', EDUARDO, 1996: The Columbian Caribbean: a regional history, 1870 - 1950. Oxford University Press.

POSCH, FRITZ, 1974: Siedlungsgeschichte und Sozialgeschichte. - In; BEUMANN, HELMUT (hrsg.): Historische Forschungen für Walter Schlesingen. S. 310 - 324. Köln, Wien.

POTRATZ, JOHANNES A. H., 1962: Einführung in die Archäologie. Stuttgart.

POTT, RICHARD, 1993: Landnutzungsformen des südwestfälischen Berglandes in prähistorischer und historischer Zeit. Naturwissenschaften, 80, S. 99 - 107.

POTTER, JAMES H., 1975: Rateau, Auguste Camille Edmond. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, New York, S. 305 - 307.

PÖTZL, NORBERT F., 2014. Monopol der Drahtzieher, Nürnberg im 14. Jahrhundert. - In: GROßBONGARDT, ANNETTE und JOHANNES SALZWEDEL (Hrsg.), 2014, 2. Auflage: Leben im Mittelalter. Der Alltag von Rittern, Mönchen, Bauern und Kaufleuten. S. 209 - 220. München.

POWELL, ANTON (edited), 1995: The Greek World. London. - Mit zahlreichen Einzelbeiträgen.

POWELL, C. F., 1951: Die kosmische Strahlung. Nobelvortrag 1950. Physikalische Blätter, 7. Jahrgang, Heft 9, S. 385 - 395.

POWER, D'A., rev. EMILIE SAVAGE-SMITH; 2004a: Bowman, Sir William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 6, S. 979 / 980.

POWER, D'A., rev. MICHAEL BEVAN, 2004 b. Dutton, Joseph Everett. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 17, S. 443 / 444.

PRANDTL, WILHELM, 1948: Humphry Davy, Jöns Jacob Berzelius. Stuttgart.

PRATT, J. M., 1972: Inorganic Chemistry of Vitamin B 12. London, New York.

PRAUSE, GERHARD, 1988: Niemand hat Kolumbus ausgelacht. Fälschungen und Legenden der Geschichte richtiggestellt, München,

PRAUSNITZ, CARL, 1928: Richard PFEIFFER zum 27. März 1928. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 1. Abteilung, 106, S. 1 - 6.

PRÄVE, PAUL, 1977: Die Nutzung des mikrobiellen Lebensraumes - moderne Entwicklungen biologischer Technologien. Angewandte Chemie, 89, S. 211 - 219.

PREISLER, EBERHARD, 1980: Moderne Verfahren der Großchemie: Braunstein. Chemie in unserer Zeit, 14. Jahrgang, Nr. 5, S. 137 - 148.

PREMUDA, LORIS, 1970: Aselli, Gaspare. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 315/316, New York.

PRESCHER, HANS, 1975: Ein sächsischer Naturforscher aus dem 16. Jahrhundsert. Zum 400. Todestag von Johannes Kentmann (1518 - 1574). Sächsische Heimatblätter, 21. Jahrgang, Heft 5, S. 220 - 222.

PRESCHER, HANS, 1981: Georgius Agricola (24. 3. 1494 - 21. 11. 1555) - Leben und Werke. Zum 425. Todestag ... Sächsische Heimatblätter, 27. Jahrgang, Heft 2, S. 49 - 54.

PREYER, AXEL, 1903: Indo-Malayische Streifzüge. Leipzig.

PRIBRAM, RICHARD, 1911: Hans Heinrich Landolt. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXIV, S, 3336 - 3394.

PRICE, JAMES H., 2004: Berkeley, Miles Joseph. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 5, S. 387 / 388.

PRICE, JAMES H., 2004: Ralfs, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 45, S. 865 / 866.

PRICE, T. DOUGLAS and ERIK BRINCH PETERSEN, 1987: A Mesolithic Camp in Denmark. Scientific American, Volume 256, No. 3, S. 91 -99.

PRIESNER, CLAUS, 19: Lichtenberg, Georg Christoph, II. Neue Deutsche Biographie, Band 14, S. (449) 458 - 464.

PRIESNER, CLAUS, 1982: Johann Christian Bernhardt und die Vitriolsäure. Chemie in unserer Zeit, 16. Jahrgang, Nr. 5, S. 149 - 159.

PRIESNER, CLAUS, 1987: Hermann Staudinger und die makromolekulare Chemie in Freiburg. Chemie in unserer Zeit, 21. Jahrg., Nr. 5, S. 151 - 160.

PRIESNER, CLAUS, 1987b: Lohmann, Karl. Neue Deutsche Biographie, Band 15, S. 128/129. (Online-Version).

PRIESNER, CLAUS, 1997a: Moschel, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, Band 18, S. 164 / 165.

PRIESNER, CLAUS, 1997b: Muthmann, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, Band 18, S. 654 / 655.

PRIESNER, CLAUS, 1999: Niemann, Albert. Neue Deutsche Biographie, Band 19, S. 231 / 232.

PRIESNER, CLAUS, 2001: Parseval, Franz August. Neue Deutsche Biographie, Band 20, S. 75 / 76.

PRIESNER, CLAUS, 2005: Rolfin(c)k (Rolfincius), Werner (Guernevus). Neue Deutsche Biographie, Band 22, S. 9 / 10.

PRIESTLEY, 2006: Ernest Marsdens Nuclear New Zealand. Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, Volume 130 Parts 1 and 2 (Nos 419 - 420).

PRIESTLEY, JOSEPH, 1775, 2. Auflage: Experiments and Observations on Different Kinds of Air. 1., 2. Volume. The Second Edition. London.

PRIGOGINE, ILYA, 2002: "Mensch und Natur sind Geschöpfe der Zeit". Vom Anthropozentrismus zum Kosmozentrismus: Der russisch-belgische Chemie-Nobelpreisträger

und Philosoph Ilya Prigogine im Gespräch mit Constantin von Barloewen. Frankfurter Rundschau, Dienstag, 5. Februar, Nr. 30, S. 20.

PRINGSHEIM, HANS und ERNST G., 1920: Wilhelm Pfeffer. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 53, A, S. 36 - 39.

PRINGSHEIM, N., 1852: Algologische Mittheilungen. Flora, No. 30, 14. August, S. 464 - 480; No. 31, 21. August, S. 481 ff.

PRINGSHEIM, N., 1887: Jean Baptiste Boussingault als Pflanzenphysiologe. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band V, S.IX - XXXIII.

PRINZ, FRIEDRICH, 1984: Böhmen im mitelalterliche Europa. Frühzeit, Hochmittelalter, Kolonisationsepoche. München.

PRISKOS, deutsch 1955: Aus den Excerpta de legationibus des Konstantinos Porphyrogennetos ausgewählte Abschnitte des Priskos und Menander Protektor übersetzr, eingeleitet und erklärt von ERNST DOBLHOFER. Byzantinische Geschichtsschreiber ... Band IV. Byzantnische Diplomaten und östliche Barbaren. Graz, Wien, Köln.

PROCACCI, GIULIANO, 1989: Geschichte Italiens und der Italiener. Aus dem Italienischen von FRIEDERIKE HAUSMANN. München.

PROCHASKA, GEORG, 1797: Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen zum Gebrauche seiner Vorlesungen. Wien.

PROCTER, TIM, 2004: Varley, Frederick Henry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 56, S. 145.

PROSKAUER, JOHANNES, 1972: Hofmeister, Wilhelm Friedrich Benedikt. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 464 – 468. New York.

PROSSER, R. B., rev. ANITA McCONNELL, 2004: Hancock, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 25, S. 22 / 23.

PROSSER, R. B.; rev. GEOFFROY V. MORSON, 2004: Macintosh, Charles. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 35, S. 478 / 479.

PROSSER, R. B.; TWEEDALE, GEOFFREY, 2004: Mushet, Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 40, S. 30 / 31.

PROß, WOLFGANG, 2011: Geschichte als Provokation der Geschichtsphilosophie. - In: In. MARCO, LUCAS und WOLFGANG ROTHER (hrsg.): Isaak Iselin und die Geschichtsphilosophie der europäischen Aufklärung. Studien zur Geschichte der Wissenschaften in Basel, Neue Folge 6, S. 201 - 265. .

PROUT, WILLIAM, 1827: On the ultimate composition of simple alimentary substances, with some preliminary remarks on the analysis of organised bodies in general. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. S. 355 – 388.

PUIDOKAIT, MARTIN und 7 weitere Autoren, 2016: y-Conicein und Coniin aus Geflecktem Schierling. Chemie Unserer Zeit, 50, S. 382 - 391.

PULLEN, J. M., 2004: Malthus (Thomas) Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 36, S. 365 - 370.

PUMEREY, STEPHEN, 2004: Hauskbee, Francis. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 25, S. 839 – 841.

PUMFREY, STEPHEN, 2004: Gilbert, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 22, S. 195 - 202.

PUNNETT, R. C., 1910: Mendelismus. Brünn.

PURRMANN, ROBERT, 1941: Konstitution und Synthese des sogenannten Anhydroleukopterins. Über die Flügelpigmente der Schmetterlinge XII. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 547, S. 284 – 292.

PYENSON, LEWIS and SUSAN SHEETS PYENSON, 1999: Servants of Nature. A History of Scientific Institutions, Enterprises and Sensibilities. New York, London.

QAIM, MATIN und ELISABETH FISCHER, 2010: Das Welternährungsproblem: Ursachen und Herausforderungen. - In: BREM, GOTTFRIED (Hrsg.): Individuelle und globale Ernährungssituation - gibt es (noch) eine Lösung. Nova Acta Leopoldina NF, Band 108, Nr. 374; S. 51 - 68.

QUARG, GÖTZ, 1967: Umschrift und Übersetzung des Bellifortis. Düsseldorf.

QUELLMALZ, WERNER, 1967: Aus der 400jährigen Geschichte des Dresdener Mineralogischen Museums. Sächsische Heimatblätter, 13. Jahrgang, Heft 2, S. 49 - 62.

QUERNER, HANS, 1969: Henking, Hermann. Neue Deutsche Biographie, 8. Band, S. 529 (Online-Version).

QUERNER, HANS, 1969: Herbst, Curt Alfred. Neue Deutsche Biographie, 8. Band, S. 593.

QUICK, MICHAEL, 1987: Zur Erinnerung an Georg Sticker (1860 - 1960). Medizinhistorisches Journal, Band 22, Heft 4, S. 382 - 386.

QUIRING, HEINRICH, 1948: Steinzeitende und Weltanschauungsende. Forschungen und Fortschritte, 24. Jahrgang, Heft 5/6, März, S. 54 - 57.

QUIRING, HEINRICH, 1955: Berendt, Gottlieb. Neue Deutsche Biographie, 2. Band. Band, S. 69 / 70.

RAABE, WILHELM, original 1867, neu: 1976: Abu Telfan oder die Heimkehr vom Mondgebirge. Leipzig.

RABL, CARL, 1885: Über Zellteilung. Morphologisches Jahrbuch, 10, S. 214 – 330.

R., J. F., 1963: Poinsett, Joel Roberts. Dictionary of American Biography, Volume VIII, S. 30 - 32.

RABE, LUDWIG, 1900: Die Lüneburger Heide und die Bewirtschaftung der Heidhöfe. Inaugural-Dissertation der hohen philosophischen Fakultät der Universität Jena ... Jena.

RABE, PAUL, 1900: Beiträge zur Aufklärung der Tautomerierscheinungen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 313, S. 129 ff.

RADEMACHER, HORST, 1992: Verhängnisvolle Entdeckung: Der Beginn des Atomzeitalters vor fünfzig Jahren. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 283.

RADEMACHER, PAUL, 2005: Die Isomerie. Chemie in unserer Zeit, 39, S. 176 – 180.

RADISCHTSCHEW, ALEXANDER, 1982: Reise von Petersburg nach Moskau. Aus dem Russischen Übersetzung von GÜNTER DALITZ. Leipzig.

RADKAU, JOACHIM, 1989: Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Frankfurt am Main.

RADKAU, JOACHIM, 2002: Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt. München.

RADKAU, JOACHIM, 2013: Max Weber. Die Leidenschaft des Denkens. München.

RAGLAND, EVAN R., 2008: Experimenting with Chymical Bodies: Regnier de Graaf's Investigations of the Pancreas. – In: Early Science and Medicine, 13, S. 615 – 664.

RAITH, WILHELM, Herausgeber, 2002: Sterne und Weltraum. - BERGMANN/ SCHAEFER: Lehrbuch der Experimentalphysik Band 8. Berlin, New York.

RAJKOV, B. E., 1964: Caspar Friedrich Wolff. Redaktionelle Bearbeitung G. USCHMANN. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und

Geographie der Tiere, 91, 4, S. 555 – 626.

RAMMELSBERG, CARL, 1842: Ueber das Atomgewicht des Urans und die Zusammensetzung seiner Oxyde und Salze. Annalen der Physik und Chemie. Zweite Reihe, herausgegeben von J. C. POGGENDORFF, 25. Band, S. 318 - 329.

RAMSAY, W., 1895: Discovery of Helium. Chemical News, March 29, S. 151.

RAMSAY, Sir WILLIAM, 1903: Einige Betrachtungen über das Periodische Gesetz der Elemente. Vortrag auf der 75. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Cassel. Leipzig.

RAMSAY, Sir WILLIAM, 1908: The Electron as an Element. Journal of the Chemical Society, Vol. XCIII (93), S. 774 - 788.

RAMSAY, Sir WILLIAM, 1909: Pierre Eugène Marcellin Berthelot. In: Vergangenes und Künftiges aus der Chemie, ... übersetzt von WILHELM OSTWALD. S. 142 - 156. Leipzig.

RAMSAY, Sir WILLIAM, 1911: Address President. Report of the Eightieth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Portsmouth, August 31 - September 7 1911. London 1912.

RAMSER, HANS, 1989: Hermann Helmholtz. - In: "Die Grossen", VIII, S. 344 - 367. Zürich.

RAMSTETTER, M. HEINER, 1964: Eugen de Haën, ein Chemieunternehmer vor 100 Jahren. Chemiker-Zeitung, 88. Jahrgang, Nr. 4, S. 107 - 110. RANSOME, DAVID R., 2004: Waymouth (Weymouth), George. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 57, S. 777 / 778.

RANKE, LEOPOLD von, neue Ausgabe o. J.: Deutsche Geschichte im Zeitalter der Reformation. I, II. Essen.

RAOULT, F. M., 1892: Bestimmung des Gefrierpunktes wässeriger Lösungen von grosser Verdünnung, Anwendung auf den Rohrzucker. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 9. Band, S. 343 - 346.

RAPPAPORT, RHODA, 1976: Turgot, Anne-Robert-Jacques. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 404 - 497, New York.

RASCH, MANFRED, 1999: Otto, Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 19. Band, S. 707 / 708.

RASCH, MANFRED, 2001: Pichler, Helmut. Neue Deutsche Biographie, 20. Band, S. 415 / 416.

RASCHIG, 1906: Rudolf Knietsch †. Zeitschrift für angewandte Chemie, XIX. Jahrgang, Heft 27, S. 1219 - 1221.

RASMUSSEN; SOREN G. F., 2007: Crystal structure of the human Beta2adrenergic G-protein-coupled receptor. Nature, Volume 450, 15 November, S. 383 - 387.

RASMUSSEN, SOREN G. F., und 19 weitere Autoren, 2011: Crystal structure of the beta2adrenergic receptor-Gs protein complex. Nature, Volume 477, 29 September, S. 549 -555.

RASSOW, BERTHOLD und EDUARD DÖRR, 1924: Zur Kenntnis der Nitrocellulose. Journal für praktische Chemie, Band 108, S. 113 - 186.

RATCLIFF, M. J., 2000: Wonders, Logic, and Microscopy in the Eighteenth Century: A. History of the Rotifer. Science in Context, Volume 13, Number 1, S. 93 – 119.

RATCLIFFE, J. A., rev. ROGER HUTCHINS, 2004: Appleton, Sir Edward Victor. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 2, S. 301 - 303.

RATH, G., 1964: Die Neuropathologie am Ausgang des 18. Jahrhunderts. - In: ROTHSCHUH, K. E. (Hrsg.): Von Boerhaave bis Berger. S. 38 ff. Stuttgart.

RATZEL, FRIEDRICH, 1874: Vorgeschichte des europäischen Menschen. München.

RATZEL, FRIEDRICH, 1887: Pallas, Peter Simon. Allgemeine deutsche Biographie, XXV. Band, S. 81 - 98.

RATZEL, FRIEDRICH, 1888: Rauwolf, Leonhard M. (Dasylycos). Allgemeine Deutsche Biographie, Band 27, S. 462 – 465.

RATZEL, F., 1905: Glücksinseln und Träume. Leipzig. – Darin Kapitel "Mein Dorf".

RAUCHHAUPT, ULF VON, 2009: Die Kultur begann, als es kalt war. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Montag, 28. September, Nr. 225, S. 27.

RAVEN, PETER H., 1970: A Multiple Origin of Plastids and Mitochondria. Science, Volume 169, 14 August, S. 641 - 646.

RAYLEIGH, 1871/1970: On the Light from the Sky, its Polarization and Colour. Philosophical Magazine, XLI, pp. 102 - 120, 274 - 279. - Nachdruck: LINDSAY, ROBERT BRUCE, 1970: Men of Physics Lord Rayleigh - the Man and his Work. Pergamon Press Oxford, London, Edinburgh ... S. 85 - 92.

RAYLEIGH, 1892: Letters to the Editor: Density of Nitrogen. Nature, 46: S. 512 / 513.

RAYLEIGH, Lord und WILLIAM RAMSAY, 1895: "Argon", ein neuer Bestandteil der Atmosphäre. Zeitschrift für Physikalische Chemie, 16. Band, S. 344 - 368.

RAYLEIGH, Lord, 1938: Vision in Nature and Vision aided by science: Science and Warfare. Address of the President of the British Association for the Advancement of Science, Cambridge, August 1938. Science, Vol. 88, No. 2278, Friday, August 26, S. 175 - 181; No. 2279, September 2, S. 204 - 208.

RAYNOR, G. V., 1969: William Hume-Rothery. Chemistry in Britain, Volume 5, Number 2, March, S. 118.

REBMANN, GEORG FRIEDRICH, 1795/neu 1990: Kreuzzüge durch einen Teil Deutschlands. Klassische Reisen. Herausgegeben und mit einem Nachwort versehen von HEINZ WEISE. Leipzig.

REBMANN, GEORG FRIEDRICH, 1796/1981: Holland und Frankreich in Briefen, Berlin.

RECHENBERG, HELMUT, 2011: Hermann von Helmholtz. Bilder seines Lebens und Wirkens. Bremerhaven.

RECHMANN, HEINZ, 1973: Titan und seine heutige technische Bedeutung. Chemiker-Zeitung, 97. Jahrgang, Nr. 6, S. 330 – 324.

RECKE, ELISA VON DER, Ausgabe 1984: Tagebücher und Selbstzeugnisse. Herausgegeben und mit einem Vorwort versehen von CHRISTINE TRÄGER. Leipzig.

REDDIG, WOLFGANG F., 1998: Mit Kreuz und Spaten. Die Zisterzienser ... Damals 5, S. 69 - 73.

REDI, FRANCESCO, von Auflage 1688 / 1909: Experiments on the Generation of Insects. Translation from the Italian Edition of 1688 by MAB BIGELOW. Chicago. – Original: Esperienze Intorno alla Generazione degl' Insetti. Firenze.

REESE, GERD, 1961: Georg Tischler 1878 - 1955. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 74, S. (95) - (102).

REESS, M., 1888: Heinrich Anton de Bary. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band VI, S. VIII - XXIV.

REGINO VON PRÜM, 10. Jh./1890 (2. Auflage): Die Chronik des Abtes Regino von Prüm. Nach der Ausgabe der Monumenta Germaniae übersetzt von Dr. ERNST DÜMMLER. - Die Geschichtsschreiber der deutschen Vorzeit. Zweite Gesammtausgabe. Neuntes Jahrhundert. Zwölfter Band. Leipzig.

REGNELL, GERHARD, 19: Hisinger, Wilhelm. Dictionary of Scientific Biography. Vol. New York. S. 436/437.

REHBOCK, T., 1928: Johann Gottfried Tulla. Rede bei der akademischen Feier in der Aula ub der Aula der TU Karlsruhe. In: der Bauingenieur, 12. Sonderdruck.

REICH, F. und TH. RICHTER, 1863: Vorläufige Notiz über ein neues Metall. Journal für praktische Chemie, 89, S. 441 / 442.

REICHARD, PETER, 1969: Würdigung der Nobelpreisträger HOLLEY, KHORANA, NIRENBERG, Les Prix Nobel en 1969. S. 47 - 49. Stockholm.

REICHARD, PETER, 1972: Würdigung von Nobelpreisträger Earl WILBUR SUTHERLAND. Les Prix Nobel en 1971. Stockholm. S, 47 / 48.

REICHARDT, JOHANN FRIEDRICH, 1981: Vertraute Briefe aus Paris 1802/1803. Herausgegeben und eingeleitet von ROLF WEBER. Berlin.

REICHENHEIM, OTTO, 1920: Eugen Goldstein. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 3. September, Heft 36, S. 717 - 719.

REICHERT, HANS, 1987: Hieronymus Boch (Tragus). Pfälzer Lebensbilder, 4. Band, S, 85 – 103.

REICHERT, FOLKER, 1988: Columbus und Marco Polo - Asien in Amerika. Zur Literaturgeschichte der Entdeckungen. Zeitschrift für Historische Forschung, 15. Band, S. 1 - 63.

REICHERT, FOLKER, 1999: Wirklichkeit und ihre Wahrnehmung im Itinerar Odoricos da Pordenone. - In: BECK, THOMAS; HORST GRÜNDER, HORST PIETSCHMANN und RODERICH PLAK (Hrsg.): Überseegeschichte. Beiträge der jüngeren Forschung. Festschrift anläßlich der Gründung der Forschungsstiftung für vergleichende europäische Überseegeschichte 1999 in Bamberg. S. 206 - 220. Stuttgart.

REICHHOLF, JOSEF H., 2006: Gräser, Fleisch und Humus: Tiere in Grasland-Ökosystemen. - In: Bayerische Akademie der Wissenschaften: Rundgespräche der Kommission für Ökologie, 31: Gräser und Grasland: Biologie – Nutzung – Entwicklung. Rundgespräch am 10. Oktober 2005 in München. München.

REICHHOLF, JOSEF H., 2010 (2008): Warum die Menschen sesshaft wurden. Das große Rätsel unserer Geschichte. Frankfurt am Main.

REICHSTEIN, T., 1950: Chemie der Nebennierenrinden-Hormone. Chimia, Volumen 4, Fasc. 2, S. 21 - 25, (Schluß) S. 47 - 53.

REICHSTEIN, T., 1951: Über herzaktive Glykoside. Chimia, Volume 5, Fasc. %, Pag. 93 - 100.

REIHER, MARKUS, 2009: Milde Stickstofffixierung: Was sagt die Theorie? Nachrichten aus der Chemie, 57, November, S. 1093 – 1096.

REIL, 1796: Von der Lebenskraft. Archiv für die Physiologie ... REIL, 1, 1, S. 8 - 162.

REIMANN, KATHARINA, 2005: Hofnarr Joseph Fröhlich. Sächsische Biographie.

REIMARUS, HERMANN SAMUEL, 1798 (also posthume 4. Auflage): Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere, hauptsächlich über ihre Kunsttriebe. Hamburg.

REIMER, PAULA J., 2012: Refining the Radiocarbon Time Scale. Science, Volume 338, 19 October, S. 337/338.

REIMER, WALTHER, 1959: Eckener, Hugo. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 288.

REINALTER, HELMUT, 2013: Starker Staat ist das oberste Ziel. ... Joseph II. ... Damals, 45. Jahrgang, 1, S. 26 - 33.

REINALTER, HELMUT. 2013: Die Revolution von oben scheitert. Damals, 45. Jahrgang, 1, S. 40 - 43.

REINHARDT, O. and D. R. OLDROYD, 1982: Kant's Thoughts on the Ageing of the Earth. Annals of Science, S. 349 - 369.

REINHARD, WOLFGANG, 1983 u. weiter : Geschichte der europäischen Expansion. Band 1, 1983 Die Alte Welt bis 1818. - Band 4, 1990 Dritte Welt Afrika. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz.

REINHARD, WOÖFGANG, 2016: Die Unterwerfung der Welt. Globalgeschichte der europäischen Expansion 1415 - 2015. München.

REINKE, JOHANNES, 1900: Die Entwicklung der Naturwissenschaften insbesondere der Biologie im neunzehnten Jahrhundert. Rede zur Feier des Jahrhundertwechsels gehalten am 13. Januar 1900 in der Aula der Universität zu Kiel. Kiel.

REINKE, JOHANNES, 1925: Mein Tagewerk. Freiburg i. Br.

REINÖHL, FRIEDRICH, 1942: Joseph Gärtner. Schwäbische Lebensbilder, 3. Band, S. 182 – 189. Stuttgart.

REINÖHL, FRIEDRICH, 1942: Karl Friedrich Gärtner. Schwäbische Lebensbilder, 3. Band, S. 190 – 198. Stuttgart.

REINÖHL, FRIEDRICH, 1942: Joseph Gottlieb Kölreuter. Schwäbische Lebensbilder, 3. Band, S. 355 – 367. Stuttgart.

REINTJES, HEINRICH, 1953: Weltreise nach Deutschland. Johann Georg Forsters Leben und Bedeutung. Düsseldorf.

REITEBUCH, OLIVER und BENJAMIN WITSCHAS, 2014: Über den Wolken. Laser-Fernerkundung in der Atmosphäre. Physik Journal 13, Nr. 5, S. 25 - 31.

REMBOLD, MARIO; 2012: Verwischte Grenzen. Laborjournal, 10, S. 28 - 32.

REMSEN, IRA, 1903: The Life History of a Doctrine. The Journal of the American Chemical Society, Vol. XXV, February, No. 2, S. 115 - 132.

REMY, HEINRICH, 1955: Lehrbuch der Anorganischen Chemie, I. Band, Leipzig.

REMY, HEINRICH, 1963: Walter Noddacks Arbeiten auf dem Gebiet der allgemeinen und anorganischen Chemie. - In: Walter Noddack ... Chemische Berichte, 96. Jahrgang, S. XXVII - LI.

RENAN, ERNEST, o. J. (Verlag Philipp Reclam jun.): Das Leben Jesu. Aus dem Französischen von HANS HELLING. Leipzig.

RENNER, O., 1955: Karl von Göbel, der Mann und das Werk. Rede ... Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 68, S. 147 – 162.

RENSCH, BERNHARD, 1979: Lebensweg eines Biologen in einem turbulenten Jahrhundert. Stuttgart.

RENTSCHLER, W., 1966: Die Erhaltungsgesetze der Physik. Physikalische Blätter, 22. Jahrgang, S. 193 - 200.

REPCHECK, JACK, 2007: Der Mann, der die Zeit fand. James Hutton und die Entdeckung der Erdgeschichte. Aus dem Amerikanischen von CHRISTA BROERMANN. Stuttgart. - Original: The Man Who Found Time. Cambridge, MA, USA:

REPPE, WALTER und Mitarbeiter, 1955: Äthinylierung. Justus Liebigs Annalen der Chemie, 596. Band, S. 1 ff.

REQUARD, AXEL, 2017: Staudingers Kautschukmodell auf dem Prüftstand. Nachrichten aus der Chemie, 65, Februar.

RESCHETILOWSKI, WLADIMIR, 2004: Richard Müller - Vater der Silicone. Nachrichten aus der Chemie, 52, November, S. 1146 - 1149.

RESCHETILOWSKI; WLADIMIR, 2012: Von der Wagenremise zur properierenden Fabrik. Nachrichten aus der Chemie, 60, Oktober, S. 997 - 999.

REUTER, HARALD, 2000: Biochemische Reaktionen im gesunden und im kranken Gehirn. Der Nobelpreis für Medizin und Phyisologie 2000. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 6. Dezember, Nr. 285, S. 51.

REYNOLDS, ANDREW, 2007: The Theory of the Cell State and the Question of Cell Autonomy in Nineteenth and Early Twentieth-Century Biology. Science in Context, 20, S. 71 – 95.

REYNOLDS, ANDREW, 2008: Ernst Haeckel and the Theory of the Cell State: Remarks on the History of a Bio-Political Metaphor. History of Science, Volume 46, Part 2, Number 152, S. 123 – 152.

RHEINBERGER, HANS-JÖRG, 2007: Kulturen des Experiments. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, Band 30, S. 135 – 144.

RICE, A. L., 2004: Thomson, Sir Charles Wyville. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 496 / 497.

RICHARDS, A. N., 1938 / 1939: The Croonian Lecture: Processes of urine formation. Proceedings of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences, Vol. CXXVI (126), S. 398 – 432.

RICHARDS, JEFFREY, 1983: Gregor der Grosse. Sein Leben - seine Zeit. Ins Deutsche übertragen von P. GREGOR KIRSTEIN. Leipzig. - Original: The Life and Times of Gregory the Great, 1980.

RICHARDS, P. W., 1972: Hedwig, Johann. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 218 – 220. New York.

RICHARDS, THEODORE WILLIAMS, 1907: Neuere Untersuchungen über die Atomgewichte. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 40, S. 2767 - 2779.

RICHARDS, THEODORE WILLIAM, 1911: The Fundamental Properties of the Elements. Faraday Lecture. Journal of the Chemical Society, Vol. XCIX (99), Part II, S. 1201 - 1218.

RICHARDS, THEODORE W. und MAX E. LEMBERT, 1914: Über das Atomgewicht von Blei radioaktiven Ursprungs. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 88. Band, S. 429 - 451.

RICHE, A. und P. BE´RARD, 1865: Ueber die bromhaltigen Derivate des Benzols und seiner Homologen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXIII (133), S. 51 – 54.

RICHE', PIERRE, 1987: Die Karolinger. Eine Familie formt Europa. Aus dem Französischen übersetzt und herausgegeben von CORNELIA und ULF DIRLMEIER. Stuttgart. - 1995 (3. Auflage): München. - Original: Les Carolingiens. Une famille qui fit l'Europe.

RICHER VON REIMS: Richers vier Bücher Geschichte. Nach der Ausgabe der Monumenta Germaniae übersetzt von Freiherrn KARL v. d. OSTEN-SACKEN. Neu bearbeitet von W. WATTENBACH. - Die Geschichstschreiber der deutsche Vorzeit. Zweite Gesammtausgabe. Zehntes Jahrhundert. Leipzig.

RICHTER, A., 1952: Heinrich Cotta. Radebeul und Berlin.

RICHTER, FRIEDRICH, 1935: Adolf v. Baeyer, zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Nr. 12 / 13, A, S. 175 - 180.

RICHTER, FRIEDRICH, 1938 a: K. F. Beilstein, sein Werk und seine Zeit. Zur Erinnerung an die 100. Wiederkehr seines Geburtstages. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 71, 2, A, S. 35 - 55.

RICHTER, FRIEDRICH, 1938 b: Friedrich Beilstein, Gedanken zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Angewandte Chemie, 51. Jahrgang, Nr. 7, 19. Februar, S. 101 – 107.

RICHTER, HORST-EBERHARD, 2002, Neuauflage von 1986: Die Chance des Gewissens. Erinnerungen und Assoziationen. Gießen.

RICHTER. J. B., 1791 und folgende Jahre: Ueber die neuern Gegenstände der Chemie ... Breßlau und Hirschberg. - Mit: 1793: Enthaltend den Versuch des antiphlogistischen Systemes nebst einem Anhange. 1795, 4. Stück: Vorzüglich über Flußspathsäure und die neuentdeckte Ordnung chymischer Elemente. Breßlau, Hirschberg und Lissa in Südpreußen. - 1797, 8. Stück: Vorzüglich über die Verhältnisse der Stronthian-Erde und quantitative Ordnung der Metalle. Breßlau ...

RIDDLE, JOHN M., 1971: Dioscorides. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 119 – 123, New York.

RIEDHAMMER, JOHANNES, 1950: Das Geiger-Zählrohr. Physikalische Blätter, 6. Jahrgang, S.302 - 310.

RIDLEY, MATT, 2006: Francis Crick, Discoverer of Gentic Code. Harper Collins Publishers.

RIEDER, HEINZ, 1989: Napoleon III. Abenteurer und Imperator. Gernsbach.

RIEDER, HEINZ, 1990: Maria Theresia. Schicksalsstunde Habsburgs. Gernsbach.

RIEDL-DORN, CHRISTA, 2003: Reitter, Edmund. Neue Deutsche Biographie, 21. Band, S. 402 / 403.

RIEMSCHNEIDER, MARGARETE, o. J.: Die Hethiter. Essen.

RIESBECK, JOHANN KASPAR, Original 1783 Zürich, hier Ausgabe 1976: Briege eines reisenden Franzosen über Deutschland. 1976. Berlin. Nachwort von JOCHEN GOLZ.

RIESE, BERTHOLD, 2005: Schellhas, Paul. Neue Deutsche Biographie, Band 22, S. 651/652. Online.

RIESE, BERTHOLD, 2010: Seler, Eduard Georg. Neue Deutsche Biographie, Band 24, S. 218/219. Online.

RIESENFELD, ERNST H., 1930: Svante Arrhenius (1859 - 1927). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 69, A, S. 1 - 40.

RIETSCHEL, ERNST, 1962: Erinnerungen aus meinem Leben. - Nachwort von seinem Enkel ERNST RIETSCHEL. Ernst Rietschel Im Aufstieg zu der Höhe seines Künstlertums und in der Reife seiner Persönlichkeit. Berlin.

RIHLL.T. E. and J. V. TUCKER, 1995: Greek Engineering The case of Eupalinos' tunnel. - In, POWELL, ANTON edit., 1995: The Greek wordl. S. 403 - 430. London.

RILEY jr., HARRIS D., 1981: Smith, Homer William. Dictionary of American Biography, Supplement Seven, S. 699 / 700.

RILL, BERND, 1992: Karl VI. Habsburg als barocke Großmacht. Graz, Wien, Köln.

RILL, BERND, 2000 (2. Auflage): Sizilien im Mittelalter: das Reich der Araber, Normannen und Staufer. Stuttgart, Zürich.

RINDFLEISCH, GEORG EDUARD, 1888: Ärztliche Philosophie. Festrede zur Feier des Dreihundert und Sechsten Stiftungstages der Königl. Julius-Maximilians-Universität gehalten am 2ten Januar 1888. Würzburg.

RINMAN, S., 1773: Untersuchung vom Cäment. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen ..., 35. Band, S. 95 - 110.

RIS, HANS and A. E. MIRSKY, 1949: The State of the Chromosomes in the Interphase Nucleus. The Journal of General Physiology, Volume 32, S. 489 – 502.

RISI, JOS., 1947: Neue Verfahren auf dem Gebiet der Petroleumverarbeitung als moderne Grundlage der organischen Großindustrie Amerikas. Chimia, Volumen I, Fasc. 12, S. 239 ff.

RISSE, GUENTER B., 1975: Schaudinn, Fritz. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 141 – 143, New York.

RITTER, FRIEDBERT, 1960: Zum Gedenken an Gustav Pistor. Chemiker-Zeitung, Chemische Apparatur, Jahrgang 84, Nr. 11, 5. Juni, S. 353 – 355.

RITTER, HEINRICH, 1957: Louis Benda. Chemische Berichte, ..., 90. Jahrgang, Nr. 1, S. I - XIII.

RITTHAUSEN, berichtet von WERTHER,1866: Ueber Glutaminsäure. Journal für praktische Chemie, 69. Band, S. 6 / 7.

ROBBINS, R. H., 2004: Browne, Sir Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 206 - 217.

ROBBINS, RICHARD G. JR., 1975: Famine in Russia 1891 - 1892. The Imperial Government Responds To A Crisis. Columbia University Press New York und London.

ROBBINS, WILLIAM J., 1962: Bernard Ogilvie Dodge. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXVI, S. 84 - 124.

ROBERTIS, EDUARDO DE, 1967: Ultrastructure and Cytochemistry of the Synaptic Region. Science, Volume 155, 19 May, S. 907 - 914.

ROBERTS, GERRYLYNN K., 1989: Electrification. - In: CHANT, COLIN, 1989: Science, Technology and Everyday Lift 1870 - 1950. S. 68 - 112, London, New York.

ROBERTS, H. F., 1919: The founders of the art of breeding. Journal of Heredity, 10.

ROBERTS, J. M., 1986 / 1989: Der Triumph des Abendlandes. Eine neue Deutung der Weltgeschichte. Übersetzt von Dr. ELISABETH SAUTTER. Hersching. Düsseldorf und Wien. - Original: The Triumph of the West. 1985.

ROBERTS, RICHARD J., 1994: Eine verblüffende Verzerrung von DNA, hervorgerufen durch eine Methyltransferase (Nobel-Vortrag). Angewandte Chemie, 106, S. 1285 - 1291.

ROBERTSON, ALAN, rev. L. WOLPERT, 2004: Waddington, Conrad Hal. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 56, S. 651 – 653.

ROBIQUET, 1838: Thtatsachen zur Geschichte der Gallussäure. Annalen der Pharmacie, Band, XXV, S. 131 – 168.

ROCHLEDER, FRIEDRICH, 1854: Phytochemie. Leipzig.

ROCHOW, EUGENE G., 1967: Wie jung ist die Chemie? Chemie in unserer Zeit, 1. Jahrgang, S. 67 - 71.

ROCK, DAVID, 1987: Argentina 1516 - 1987. From Spanish Colonization to Alfonsin. Berkeles, Los Angeles.

RODDEN, ROBERT J., 1965: An Early Neolithic Village in Greece. Scientific American, Volume 212, No. 4, April, S. 83 - 92.

RODEBURG, A., 1913: Über die Darstellung reinen Urans. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 81. Band, S. 122 ff.

RODMAN, ANNE CLARK, 1972: Howell, William Henry. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 525 – 527, New York.

RÖHM, O., 1936: Organisches Glas. Angewandte Chemie, 40. Jahrgang, Nr. 31, S. 591.

RÖHMANN, F., 1898: Rudolf Heidenhain. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2383 – 2385.

ROKITANSKY, CARL, 1875: Die Defecte der Scheidewände des Herzens. Pathologisch-anatomische Abhandlung. Wien.

ROELCKE, VOLKER, 2007: Gerhard Pfahler und Heinrich Wilhelm Kranz. Panorama. 400 Jahre Universität Giessen. Gießen.

ROLLESTON, H. D., 2004: Leishman, Sir William Boog. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 33, S. 283 - 285, New York.

ROMAN, COLIN A., 1972: Halley, Edmond. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 67 – 72, New York.

ROMANO, RUGGIERO und ALBERTO TENENTI (herausgegeben und verfaßt), 1967: Die Grundlegung der modernen Welt. Spätmittelalte, Renaissance, Reformation. Fischer Weltgeschichte Band 12. Frankfurt am Main.

ROEMER, H., 1905: Hermann Wilfahrt. Die landwirtschaftliche Versuchs-Stationen, Band LXI (61), S. 482 – 484.

RÖMER, MICHAEL; BECKER, WERNER, 2009: Die Welt wird flacher. Chemie in unserer Zeit, 43, S. 94 – 99.

ROEMER, THEODOR, 1928: Die Kultur des deutschen Bodens - In: Deutschland, die natürlichen Grundlagen seiner Kultur. Leipzig 1928.

RONAN, COLIN A., 1972: Halley, Edmond. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 67 – 72., New York.

RONAN, COLIN A., 1988: William Herschel. Endeavour, New Series, Volume 12, No. 4, S. 189 - 192.

RONAN, COLIN A., 1992: John Herschel (1792 - 1871). Endeavour, New Series, Volume 16, No. 4, S. 178 - 181.

RONGE, GRETE, 1972: Hesse, Oswald. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 26 f. (online).

ROOFE, P. G., 1970: Bensley, Robert Russell. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 613 / 614, New York.

ROOS, ANNA MARIE, 2011. Essay Review. Hunting Robert Boyle: Michael Hunter and Boyle's Life and Letters. Rezension zu HUNTER, MICHAEL, 2009: Boyle between God and science. Yale University Press. - Notes and Records of the Royal Society, 65, S. 311 - 315.

ROSCOE, H. E. und C. SCHORLEMMER, 1884: Ausführliches Lehrbuch der Chemie. 3. Band: Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate oder Organische Chemie. 1. Theil. Braunschweig.

ROSCOE, HENRY E., 1887: Address President. report of the 57. meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Manchester. London. S. 3 - 28.

ROSE, G., 1868: Ueber die Entdeckung der Isomorphie. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XX. Band, S. 621 - 630.

ROSE, H., 1845: Ueber die Zusammensetzung der Tantalite und über ein im Tantalite von Baiern enthaltenes neues Metall. Journal für praktische Chemie, 34. Band, S. 36 - 42.

ROSE, HEINRICH, 1855: Ueber eine neue und vortheilhafte Darstellung des Aluminiums. Annalen der Physik und Chemie, 4. Reihe, herausgegeben von J. C. POGGENDORFF, 6. Band, S. 152 - 163.

ROSEGGER, PETER, 1915: Als ich noch der Waldbauernbub war. Leipzig.

ROSEMANN, R., 1929: Pflügers Lebenswerk. Archiv für die gesamte Physiologie, Band 222, S. 548 - 562.

ROSEN, FELIX, 1899: Ferdinand Cohn. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band XVII, S. (172) – (201).

ROSEN, GEORGE, 1970: Beaumont, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, New York, S. 542 - 545.

ROSENBERG, CHARLES, 19: Goldberger, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Vol. New York. S. 451 - 453.

ROSENBERG, NATHAN und L. E. BIRDZELL jr., 1991: Industrielle Revolution und Prosperität. Spektrum der Wissenschaft, Januar, S. 108 - 120.

RÖSENER, WERNER, 1992: Bauern in der Salierzeit. - In: Die Salier und das Reich. Band 3 Gesellschaftlicher und ideengeschichtlicher Wandel im Reich der Salier. Herausgegeben von STEFAN WEINFURTER unter Mitarbeit von HUBERTUS SEIBERT. S. 51 - 73. Sigmaringen.

ROSENFELD, ALBERT, 1960: Dictionary of American Biography, Supplement Six, S. 363 – 365.

ROSENHEIM, ARTHUR, 1929: Fritz Raschig. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 62, A, S. 109 - 126.

ROSS, COLIN, 1936: Die Welt auf der Waage. Der Querschnitt von 20 Jahren Weltreise. Leipzig.

ROSS, COLIN, 1941 (1937): Der Balkan Amerikas. Mit Kind und Kegel durch Mexiko zum Panamakanal. Leipzig.

ROSS, H. M., rev. TREVOR I. WILLIAMS, 2004: Dewar, Sir John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S, 998 – 1000.

ROSS-IBARRA, JEFFREY; PETER L. MORELL, and BRANDON S. GAUT, 2007: Plant domestication, a unique opportunity to identify the genetic basis of adaptation. PNAS, Volume 104, suppl.1, May15, S. 8641 - 8548.

ROSSI, PAOLO, 2001: The birth of modern science. Translated by CYNTHIA DE NARDI IPSEN, CARL IBSEN. Malden, Massachusetts USA. - Original: Nascita della scienza moderna in Europa.

ROSTOVTZEFF, MICHAEL, 1941: Geschichte der Alten Welt. Erster Band: Der Orient und Griechenland. - Zweiter Band, 1942: Rom. Deutsch von HANSHEINRICH SCHAEDER. Wiesbaden. - Original: A History of the Ancient World.

ROTH, KLAUS und SIMONE HOEFT - SCHLEEH, 1995: Pasteur und die Weinsäure. Chemie in unserer Zeit, 29. Jahrg., Nr. 6, S. 338 - 344.

ROTH, KLAUS, 2005: Eine unendliche chemische Geschichte. Chemie in Unserer Zeit, 39, S. 212 - 217.

ROTH, KLAUS, 2010: Die Skala des Wilbur Lincoln Scoville. Chemie in Unserer Zeit, 44, S. 138 - 151.

ROTH, KLAUS, 2012: Heliobacter pylori. Einem Leib- und Magenfeind zum Abschied. Chemie in Unserer Zeit, 46, S. 378 - 387.

ROTH-RUBI, KARIN, 1999: Römisches Tafelgeschirr als Industrieprodukte ... Terra sigillata. Neue Zürcher Zeitung, 26. / 27. Juni, S. 54.

ROTHERMUND, DIETMAR (hrsg.), 1995: Indien: Kultur, Geschichte, Politik, Wirtschaft, Umwelt. München.

ROTHMALER, WERNER, 1948: Die Bedeutung des Generationswechsels für die Systematik. Forschungen und Fortschritte, 21. Jahrgang, Heft 17/18, September, S. 216 - 219.

ROTHSCHUH, K. E., 1953: Geschichte der Physiologie. - Lehrbuch der Physiologie in zusammenhängenden Einzeldarstellungen. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

ROTHSCHUH, K. E. (Hrsg.), 1964: Von Boerhaave bis Berger. Stuttgart. - Darin s. a. RATH, G., S. 78 ff.

ROTHSCHUH, K. E., 1968: Physiologie. Freiburg / München.

ROTHSCHUH, K. E., 1970 a: Rene´ Descartes und die Theorie der Lebenserscheinungen. Sudhoffs Archiv, 50.

ROTHSCHUH, K. E., 1970 a: Berger, Johann Gottfried. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 2/3, New York.

ROTHSCHUH, K. E., 1970 b: Geschichtliches zur Lehre von der Automatie, Unterhaltung und Regelung der Herztätigkeit. Gesnerus, 27, 1/2.

ROTHSCHUH, K. E., 1972: Goltz, Friedrich Leopold. Dictionary of Scientific Biography, Vol. V, New York, S. 462 - 464.

ROTHSCHUH, K. E., 1978: Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart. Stuttgart.

RÖTHLEIN, BRIGITTE, 1994: Carsten Niebuhr im Jemen. Eine gefährliche Reise - früher wie heute. Damals, , 8, S. 74 - 79.

ROUGETEL, HAZEL LE, 2004: Miller, Philipp. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 38, S. 218 – 220.

ROUSSEAU, JOHANN JACOB, 1756: Abhandlung von dem Ursprunge der Ungleichheit unter den Menschen, und worauf sie sich gründe. Deutsche Übersetzung. Berlin.

ROUSSEAU, JEAN J., 1779. Abhandlung über die Frage: Ob die Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften zur Verbesserung der Sitten beigetragen hat. Eine Preisschrift, welche den im Jahre 1750 von der Akademie zu Dijon ausgesezten Preis erhalten hat. - In: JEAN J. ROUSSEAUs Metaphysische Werke, 1, Band. Reval und Wesenberg.

ROUSSEAU, J. J., dtsch. 1903: J. J. Rousseau's Briefe über die Anfangsgründe der Botanik übersetzt von M. MÖBIUS. Leipzig.

ROUSSEAU, J. J., Ausgabe 1910: Emil oder Ueber die Erziehung. Aus dem Französischen frei übersetzt von H. DENHARDT. Erster Band. Neue Ausgabe mit einer Einleitung von Dr. THEODOR FRITZSCH. Reclams Universal Bibliothek Nr. 901 - 904. Leipzig

ROUSSEAU, JEAN JACQUES, Ausgabe 1955: Bekenntnisse. Ungekürzte Ausgabe Übertragen von ERNST HARDT. Nachwort CURT BEYER. Leipzig.

ROUX, WILHELM, 1883: Beiträge zur Morphologie der functionellen Anpassung. 1. Structur eines hoch differenzierten bindegwebigen Organes (der Schwanzflosse des Delphin). Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. S. 76 – 162.

ROUX, WILHELM, 1900: Professor Dr. Gustav Born †. Archiv für Entwicklungsmechanik ... ROUX, 10, 1, S. 256 - 259.

ROWE, AARON A., 2011: Body Borers. Science & Technology, August 15, S. 32 - 35.

ROWLANDS, PETER, 2004: Lodge, Sir Oliver Joseph. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 34, S. 279 - 282.

RUBNER, H., 1984: Technisch-industrielle Entwicklung, Waldzerstörung und Waldwirtschaft von der Aufklärung bis zur Gründung des Deutschen Reiches. Technikgeschichte, 51, 2, S. 94 - 103.

RUZICKA, L., 1972: Arthur Stoll 1897 - 1971. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 18, S. 566 - 593.

RUDDER, B. DE, 1946: Der Forschungsweg zum Rachitisschutzstoff. Die Naturwissenschaften, 33, 10, S. 302 - 305.

RUDGLEY, RICHARD, 2004: Abenteuer Steinzeit. Die sensationellen Erfindungen und Leistungen prähistorischer Kulturen. Aus dem Amerikanischen übertragen

von EINAR SCHLERETH. Esse. – Original: The Lost Civilisations of the Stone Age. London 1998.

RUDOLPHI, C. A., 1802: Anatomisch-Physiologische Abhandlungen. S. 39 - 103: III. Ueber die Darmzotten. Berlin.

RUDOLPHI, CAROLO ASMUNDO, 1809: Entzoorum, sive Vermium Intestinalium Historia Naturalis. Amsteldami.

RUDORF, GEORGE, 1904: Das Periodische System. Seine Geschichte und Bedeutung für die chemische Systematik. Vermehrte und vom Verfasser vollständig umgearbeitete deutsche Ausgabe. Die Übersetzung unter Mitwirkung von Dr. HANS RIESENFELD. Hamburg und Leipzig. RUDWICK, M. J. S., 1974: Murchison, Roderick Impey. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 583 – 585. New York.

RUGE, SOPHUS, 1899: Die erste Landesvermessung des Kurstaates Sachsen. Auf Befehl des Kurfürsten Christian I. ausgeführt von Matthias Oeder (1586 - 1607). Dresden.

RUHHEIM, KARL, 1805: Reise durch das Sächsische Erzgebirge. Leipzig.

RÜHL, LOTHAR, 1992: Aufstieg und Niedergang des Russischen Reiches: der Weg eines tausendjährigen Staates. Stuttgart.

RUHLAND, W., 1924: Beiträge zur Physiologie der Knallgasbakterien. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 63. Band, S., 321 - 389.

RUHLAND, WILHELM, 1948: Winkler, Hans. Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1944 – 48, S. 266 / 267.

RUMFORD, BENJAMIN Count of, 1798: An Inquiry concerning the Source of the Heat which is excited by Friction. Philosophical Transactions ..., Part I, S. 80 - 102.

RÜMKER, KURT von, 1926: Wilhelm Rimpau. Mitteldeutsche Lebensbilder, 1. Band, S. 376 - 389. Magdeburg.

RUMPF, THEODOR, 1915: Lebenserinnerungen. Bonn.

RUNCIMAN, STEVEN, 1957: Geschichte der Kreuzzüge. Erster Band. München. 1960: Dritter Band. München-

RUNCIMAN, STEVEN, 1976 / 1983: Byzanz. Von der Gründung bis zum Fall Konstantinopels. 1983. Kindlers Kulturgeschichte Europas, Band 8. München. – Original: Byzantine Civilization.

RUNG, RICHARD, 1911: Die Bananenkultur Geographisch, wirtschaftlich und kulturhistorisch betrachtet, Ergänzungsheft No. 169 zu 'Petermann Mitteilungen.

RUNGE, FERDINAND, 1820, 1821: Neueste Phytochemische Entdeckungen zur Begründung einer wissenschaftlichen Phytochemie. 1. Lieferung, Berlin 1820; 2. Lieferung, Berlin 1821.

RUNGE, F. F., 1834: Ueber einige Producte der Steinkohlendestillation. Annalen der Physik und Chemie, Band XXXI (31), No. 5, S. 65 ff. No. 33, 513 - 524, Band XXXII (32), S. 308 - 333.

RUNGE, WILHELM T., 1991: Guglielmo Marconi. "Die Grossen", IX/2, S. 852 - 863. Zürich.

RUSSELL, COLIN A., rev., 2004: Brown, Alexander Crum. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 5 / 6.

RUSSELL, COLIN; 2004 b: Ethereal philosopher. ... A, W. Williamson. Chemistry World, March, S. 46 - 49.

RUSSELL, COLIN, 2006: Avogadro: voice in the wilderness. Chemical World, March, S.56 - 59.

RUSSELL, COLIN, 2008: Nobelprizes and noble gases. Chemistry World, November, S. 50 - 55.

RUSSELL, PHILIPPS, o. J.: Benjamin Franklin. Berechtige Übetragung aus dem Amerikanischen von FRIEDRICH LINDEMANN. Leipzig. - Original: Benjamin Franklin, the first civilized American.

RUSSO, LUCIO, 2004: The Forgotten Revolution. How Science was Born in 300 BC and Why It Had to Be Reborn. With the Collaboration of the Translator, SILVIO LEVY. Berlin, Heidelberg, New York. - Original: La rivoluzione dimenticata. Milano 1996.

RUSHTON, ALAN R., 2004: Gates, Reginald Ruggles. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 636 / 637.

RUTHERFORD, Sir E., 1920: Nuclear Constitution of Atoms. Bakerian Lecture. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XCVII (97), S. 374 - 400.

RUTHERFORD, Sir ERNEST, 1925: Moseley's Work on X-rays. Nature, No. 2913, Vol. 116, August 29, S. 316 / 317.

RUTHERFORD, Sir ERNEST, 1929: Discussion on the Structure of Atomic Nuclei. Opened by Sir Ernest Rutherford. Proceedings of the Royal Society of London, Vol.

CXXIII (123), S. 373 - 382.

RUTHERFORD, Lord, 1932: Discussion on the Structure of Atomic Nuclei. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, S. 735 – 744.

RUTHERFORD, Lord, 1936: Science in Development. Nature, Vol. 138, 21. November, S. 865 - 869.

RUTHERFORD, Lord, 1937: The Newer Alchemy. Based on The Henry Sidgwick Memorial Lecture delivered at Newnham College Cambridge November 1936. Cambridge at the University Press.

RÜTING, TORSTEN, 2001: Pavlovs Vermächtnis und Stalins Staat. Disziplinierungsdiskurse und die Modernisierung Rußlands. Motive und Hintergründe der Bemächtigung des Pavlovschen Erbes während des Stalinismus. Vortrag im naturwissenschaftshistorischen Kolloquium der Leopoldina in Halle am 30. 10. 2001. Manuskript Universität Hamburg.

RUTTEN, M. G., 1971: The Origin of Life by Natural Causes. Amsterdam, London, New York,

RYLE, MARTIN, 1977: Economics of alternative energy sources. Nature, Volume 267, 12 May, S. 111- 117.

S., A., 1962: Owens, Michael Joseph Dictionary of American Biography, Volume VII, S. 122.

SAALFELD, DIEDRICH, 1972: Hoyermann, Gerhard. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 669.

SABATIER, 1911: Hydrierungen und Enthydrierungen durch Katalyse. Vortrag in der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXIV. Jahrgang, Heft 27, S. 1273 / 1274.

SABINE, EDWARD, 1853: Address president. Report of the Twenty-Second Meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Belfast in September 1852. London. S. XII - IXiii.

SACHS, HANS, 1916 a: Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften. Zum 14. März, dem Geburtstage des Forschers. Die Naturwissenschaften, 4, 11, S. 137 - 143.

SACHS, HANS, 1916 b: Paul Ehrlich. 46. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, S. 139 - 152.

SACHS, JULIUS, 1882: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg, 2. Band, S. 452 - 488. Leipzig.

SACHS, JULIUS, 1887 a: Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. 2. neubearbeitete Auflage. Leipzig.

SACHS, JULIUS, 1887 b: Über die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung. Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg, 3, 3, S. 372 - 388. Leipzig.

SACKMANN, WERNER, 1980: Fleckfieber und Fleckfieberforschung zur Zeit des Ersten Weltkrieges. Zum Gedenken an Henrique da Rocha Lima (1879 - 1956). Gesnerus, Jg. / Vol. 37, Heft / Fasc. 1 / 2: 113 - 132.

SAFRANSKI, RÜDIGER, 1915 (zuerst München 1913): Goethe. Kunstwerk eines Lebens. Biographie. Frankfurt am Main.

SAFRANSKI, RÜDIGER, 2016: Schiller oder Die Errfindung des Deutschen Idealismus. Frankfurt am Main.

SAFTIEN, KARL, 1955: Brunck, Heinrich. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 677.

SAFTIEN, K., 1959: Fritz Günther. Chemische Berichte, 92, 4, S. XXIX - XXXVI.

SAGE, ROWAN F., 1995: Was low atmospheric CO2 during tjr Pleistocene a limiting factor for the origin of agriculture? Global Change Biology, 1. S. 93 - 106.

SAGOSCHEN, JOSEF ALOIS, 1959: Eitner, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 425.

SALQUE, ME'LANIE; PETER I. BOGUCKI, JOANNA PYZEL u. a., 2013: Earliest evidence for cheese making in the sixth millenium BC in northern Europe. Nature, Volume 493, 24 January, S. 522.

SAMOJLOFF, J., 1922: Paläophysiologie (Paläobiochemie) und ihre geologische Bedeutung. Vortrag ... Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, B, S. 227 - 244.

SAMUELSSON, BENGT, 1982: From Studies of Biochemical mechanisms to Novel Biological Mediators: Prostaglandin Endoperoxides, Thromboxanes and Leukotreines. Nobel Lecture, 8. December 1982. Les Prix Nobel 1982. Stockholm. S. 153 - 174.

SANDER, KLAUS, 1985: Hans Spemann (1869 - 1941). Entwicklungsbiologe von Weltruf. Biologie in unserer Zeit, 15. Jahrg., Nr. 4, S. 112 - 119.

SANDER, KLAUS, 2002: Entwicklungsbiologen in der Leopoldina und ihr Weg ins molekulare Zeitalter. - In: 350 Jahre Leopoldina - Anspruch und Wirklichkeit. Festschrift ... Halle. S. 471 - 490.

SANDERMANN, W. und M. H. SIMATUPANG, 1961: Zur Chemie des Teaks, eines ungewähnlichen Holzes. Chemiker-Zeitung, 85. Jahrgang, Nr. 2, S. 38 - 43.

SANDHOFF, KONRAD, 1977: Biochemie der Sphingolipidspeicherkrankheiten. Angewandte Chemie, 88. Jahrgang, Heft 5, S. 283 - 292.

SANGER, FREDERICK, 1957 / 1958: The Chemistry of Insulin. Nobel Lecture, December 11 1957. - In: Les Prix Nobel en 1957. Stickholm 1958. S. 134 - 146.

SANTILLANA, GIORGIO DE, 1965: Alessandro Volta. Scientific American, Vol. 212, No. 1, January, S. 82 - 91.

SAPOLSKY, ROBERT, 2003: Geziefer im Gehirn. Spektrum der Wissenschaft, Mai, S. 98 - 101.

SARASIN, PAUL und FRITZ, 1905: Reisen in Celebes. Ausgeführt in den Jahren 1893 - 1896 und 1902 - 1903. 2 Bände. Wiesbaden.

SARING, HANS, 1955: Brand, Hennig. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 515 / 516.

SARNOWSKY, , JÜRGEN, 2001: Zur Entwicklung der Naturerkenntnis an den mittelalterlichen Universitäten. - In: Natur im Mittelalter Konzeptionen - Erfahrungen - Wirkungen. Akten des 9. Symposiums des Mediävistenverbandes, Marburg, 14. - 17. März 2001. Herausgegeben von PETER DILG. S.50 - 69.

SARS, M., 1837: Zur Entwickelungsgeschichte der Mollusken und Zoophyten. (Briefliche Mittheilung an den Herausgeber). Archiv für Naturgeschichte ... herausgegeben von AR. FR. AUG. WIEGMANN, 3. Jahrgang, 1. Band, S. 402 - 407.

SAUER, HANS DIETER, 2007: Der Kohlebergbau im Ruhrrevier. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 4. April, Nr. 79, S. 55.

SAUER, TILMAN, 2015: Von "neuen Sternen" zum Doppelquasar. Physik Journal, 14, Nr. 10, S. 45 - 49.

SAUERTEIG, LUTZ, 2004: Die Zauberkugel. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 281, Mittwoch, 1. Dezember, S. 8.

SBRZESNY, WAKTER, 1959: Ellerbeck, Ernst Leopod. Neue Deutsche Biographie, 4. Band.

SCAIFE, W. GARRETT, 1985: The Parsons Steam Turbine. Scientific American, Vol. 252, No. 4, April, S. 100 - 106.

SCHAAP, PAULINE et 11 weitere AutorInnen, 2006: Molecular Phylogeny and

Evolution of Morphology in the Social Amoebas. Science, Volume 314, 27 October, S. 661 - 663.

SCHACHER, SUSAN G., 19: Bunsen, Robert. Dictionary of Scientific Biography, Vol. New York. S.

SCHACHT, HERMANN, 1859: Ueber einige Feinde der Rübenfelder. Zeitschrift des Vereins für die Rüberzuckerindustrie im Zollverein, 9.

SCHADEWALD, HANS, 1974: Neisser, Albert Ludwig Sigismund. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 17 - 19, New York.

SCHADEWALDT, HANS, 1975: Pollender, Aloys. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 68 - 71, New York.

SCHADEWALD, HANS, 1982: Landsteiner, Karl. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 521 - 523.

SCHADENDORF, W., 1965:

SCHADEWALDT, HANS, 1960: Theodor Billharz. Arzt und Naturforscher in Kairo. 1825 - 1862. Lebensbilder aus Schwaben und Franken. 7. Band der Schwäbischen Lebensbilder. Stuttgart 1960. S. 337 - 345.

SCHADEWALDT, H., 1970: Behring, Emil von. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, New York, S. 574 - 578.

SCHADEWALDT, HANS, 1982a: Langerhans, Paul. Neue Deutsche Biographie, Band 13: 593 - 594.

SCHADEWALDT, HANS, 1982b: Landsteiner, Karl. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 521 - 523.

SCHÄFER, ANNETTE, 2008: Die Kraft der schöpferischen Zerstörung. Joseph A. Schumpeter. Die Biographie. Frankfurt/New York.

SCHÄFER, BERND, 2008: Nicotin und die Neonicotinoide I. Chemie in unserer Zeit, 42, S. 330 – 344.

SCHÄFER, BERND, 2011: Hoffnung gegen Krebs. Taxol. Chemie in unserer Zeit, 45, S. 32 - 46.

SCHÄFER, HANS-GEORG, 1980: Kraemer, Gustav. Neue Deutsche Biographie, 12, S. 637.

SCHÄFER, HANS-GEORG, 1986: Beiträge Freiberger Chemiker, Mineralogen, Geologen und Metallurgen und ihrer Schüler zur Entwicklung ihrer Wissenschaft. Chemiker-Zeitung, 110. Jahrgang, Nr. 9, S.319 - 327.

SCHÄFER, HARALD, 1959: Die Methoden der Trennung der Elemente Niob und Tantal und ihre Grundlagen. Beiträge zur Chemie der Elemente Niob und Tantal XIX. Angewandte Chemie, 71. Jahrgang, Nr. 4, S.153 – 160.

SCHÄFFER, J., 1917: Albert Neisser. Lebenswerk. Persönlichkeit. Erinnerungen aus seinem Leben. Vorlesung gehalten in der Breslauer Universitätsklinik bei Beginn des Wintersemesters 1916/17. Berlin, Wien.

SCHAEFFER, L., 1869: Ueber isomere Naphthole und einige Derivate derselben. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLII (152), S. 279 – 298.

SCHÄFFLE, ALBERT, 1905: Aus meinem Leben 1. Band. Berlin.

SCHAFFNIT, E., 1943: Heinrich Klebahn. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 61, S. 322 – 343.

SCHALLER, FRIEDRICH, 1985: Wolfgang von Buddenbrock (1884 - 1964), der Zoologe und Physiologe. Medizinhistorisches Journal, Band 20, Heft 1/2, S. 109 - 119.

SCHALLY, ANDREW V., 1977: Aspects of Hypothalamic Regulation of the Pituitary Gland with Major Emphasis on its Implications for the Control of Reproductive Processes. Nobel Lecture, 8 December 1977. Les Prix Nobel en 1977. S. 201 - 234.

SCHARFF, M., 1927: Dr. Otto Schönherr zum Gedächtnis. Zeitschrift für angewandte Chemie, 40. Jahrgang, 7. April, Nr. 14, S. 393 / 394.

SCHARRER, BERTA, 1987: Evolution of Intercellular Communication Channels. - In. (Edited) B. SCHARRER, H.-W. KORF, and H.-G. HARTWIG: Functional Morphology of Neuroendocrine Systems. Evolutionary and Environmental Aspects. S. 1 - 8. Berlin, Heidelberg, New York ...

SCHAETTI, N. und W. BAUMGARTNER, 1951: Hochvakuumzellen und Sekundärelektronenvervielfacher. Chimia, 5, S. 228 - 236.

SCHATZ, GOTTFRIED, 2008: Grenzen des Ichs. Warum Bakterien wichtige Teile meines Körpers sind. Neue Zürcher Zeitung, Montag, 25. August, Nr. 197, S. 25.

SCHATZ, GOTTFRIED, 2011: Feuersucher. Die Jagd nach dem Geheimnis der Lebensenergie. Zürich.

SCHAUER, ROLAND, 1972: Zur Wirkungsweise der Hormone. Angewandte Chemie, 84. Jahrgang, Heft 2, S. 41 - 50.

SCHEDLOWSKI, MANFRED, REINHOLD E. SCHMIDT, 1996: Streß und Innmunsystem. Naturwissenschaften, 83, S. 214 - 220.

SCHEELE, CARL WILH., 1771: Untersuchung des Flußspats und dessen Säure. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1771, XXXIII. Band. Aus dem Schwedischen übersetzt....

SCHEELE, 1782, ursprünglich 1777: Chemische Abhandlung von Luft und Feuer. Nebst einem Vorbericht von TORBERN BERGMANN. Zweyte verbesserte Ausgabe. Leipzig.

SCHEELE, 1784 a: Hrn. Scheele'ns Entdeckung eines besondern süßen und flüchtigen Bestandtheils in den ausgepreßten Oehlen und thierischen Fettigkeiten. Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen ... Crelle, Erster Band, S. 99 - 101.

SCHEELE, 1784 b: Ueber die Krystallisirung der Citronensäure. Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen ... Crelle, Zweyter Band, S. 3 / 4.

SCHEFFER, HEINRICH THEODOR, 1752 / 1755: Das weiße Gold, oder siebente Metall, in Spanien Platina del Pinto, kleines Silber von Pinto genannt, seiner Natur nach beschrieben. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, ... , auf das Jahr 1752. 14. Band, S. 275 - 281. - Zusatz von eben dem Metalle. dto, S. 282 - 284.

SCHEFOLD, KARL, 1987: Die Religion des Archäologen J. J. Bachofen. Bayerische Akademie der Wissenschaften Philosophisch-Historische Klasse. Sitzungsberichte Jahrgang 1987, Heft 5.

SCHEITLIN, P., 1840: Versuch einer vollständigen Thierseelenkunde. Stuttgart und Tübingen.

SCHELENZ, HERMANN, 1921: Otto Unverdorben, der Anilinentdecker. Zeitschrift für angewandte Chemie, 34, S. 31 / 32.

SCHELER, MAX, 1960/1925: Die Wissensformen und die Gesellschaft. 2. durchgesehene Auflage. Mit Zusätzen hrsg. von MARIA SCHELER. Bern und München.

SCHELER, MAX, 1947 (also Wiederauflage etwa 20 Jahre nach dem Tod des Verfassers): Bildung und Wissen. Frankfurt am Main.

SCHELLER, BERNHARD, 1988: s. HUXLEY, ALDOUS, 1988.

SCHELLHAS, WALTER, 1972: Heynitz (Heinitz), Friedrich Anton von. Neue

Deutsche Biographie, 9. Band, S. 96 – 98.

SCHENCK, H., 1901: A. F. Wilhelm Schimper. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 19. Jahrgang / Band, S.(54) - (70).

SCHENNIKOW, A. P., 1953: Pflanzenökologie. Berlin.

SCHEPELMANN, EMIL, 1906: Über die gestaltende Wirkung verschiedener Ernährung auf die Organe der Gans, insbesondere über die funktionelle Anpassung an die Nahrung. Kritische und experimentelle Untersuchung. I. Allgemeines, Speiseröhre und Nahrung. Archiv für Entwicklungsmechanik ... ROUX, 21, S. 500 – 595.

SCHEPELMANN, EMIL, 1907: dto. ... II. Teil: Darm, Pancreas, Leber, Nieren, Begattungsorgane, Lungen, Milz, Thymus, Schilddrüsen, Nebennieren, Öldrüse. Archiv für Entwicklungsmechanik ... ROUX, 23, S. 183 – 226.

SCHERZ, GUSTAV, 1987: Niels Stensen. Eine Biographie. Band I. Leipzig.

SCHEUCHZER: s. M.-L. PORTMANN 1964.

SCHICH, WINFRIED, 1977: Würzburg im Mittelalter. Studien zum Verhältnis von Topographie und Bevölkerungsstruktur. Städteforschung A / 3. Köln, Wien.

SCHICH, WINFRIED, 2002: Oppida, Kirchenbauten und Fernhandelsstraße. - In: FELTEN, FRANZ; STEPHANIE IRRGANG, KURT WESOLY (Hrsg.): Ein gefüllter Willkomm: Festschrift für Knut Schulz zum 65 Geburtstag. S. 143 - 172. Aachen.

SCHIEDER, THEODOR, 1959: Droysen, Johann Gustav. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 135 – 137.

SCHIEDER, WOLFGANG, 2008: Faschistische Diktaturen. Studien zu Italien und Deutschland. Göttingen.

SCHIERHORN, HELMKE, 1984: Johann Friedrich Meckel d. J. als Begründer der wissenschaftlichen Teratologie. Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch, 130, S. 399 – 439.

SCHIESSL, ROBERT; ULRICH MAAS, 2013: Die Verbrennung. Physik in Unserer Zeit, 44, 1, S. 12 - 18.

SCHIFFNER, C., 1935: Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten. Freiberg Sa.- Darin etwa: Hieronymus Theodor Richter, S. 46 – 48, Carl Friedrich Wenzel, S. 139 - 140..

SCHIFFNER, C., 1940: Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten und der Lehrkörper der Bergakademie. Dritter Band. Freiberg.

SCHILDKNECHT, HERMANN, 1983: Turgorine, Hormone der endogenen Tagesrhythmik höher organisierter Pflanzen - Nachweis, Isolierung, Strukturaufklärung, Synthese und Wirkung. Angewandte Chemie, 95, S. 689 - 705.

SCHILLER, FRANCIS, 1992: Paul Broca. Founder of French Anthropology, Explorer of the Brain. New York, Oxford.

SCHIMANK, H., 1941: In: KLEMM, F., 1941.

SCHIMANK, HANS, 1960: Temperatur, Konstitution der Materie und Aggregatzustände. Physikalische Blätter, 16. Jahrgang, S. 417 - 425.

SCHIMANK, H., 1964: Johann Wilhelm Hittorf. Physikalische Blätter, 20. Jahrgang, S. 571 - 577.

SCHIMANK, HANS, 2009: Ausgewählte Schriften. Nuncius Hamburgensis. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 1, Hamburg.

SCHIMKEWITSCH, M., 1906: Die Mutationslehre und die Zukunft der Menschheit (Vorläufige Mitteilung). (Fortsetzung). Biologisches Centralblatt, XXVI. Band, 1. Februar. Nr. 3, S. 65 -76.

SCHIMPER, A. F. W., 1883: Ueber die Entwickelung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. Botanische Zeitung, 41. Jahrgang, Nr. 7, 16. Februar, Spalte 105 - 112; Nr. 8, 23. Februar, Spalte 121 - 131; Nr. 9, 2. März, Spalte 137 - 146; Nr. 10, 9. März, Spalte 153 - 163.

SCHIMPER, A. F. W., 1885: Die Entwickelung und Gliederung des Chromatophorensystems. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 16. Band, S. 1 - 247.

SCHIRRMACHER, ARNE, 2013: Der realistische Bohr. Physik Journal, 12, N.r 7, S. 43 - 47.

SCHJELDERUP-EBBE, THORLEIF, 1921: Gallus domesticus in seinem täglichen Leben. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosphischen Fakultät der Universität Greifswald. Greifswald.

SCHLEGEL, HANS GÜNTER, 1999: Geschichte der Mikrobiologie. Acta Historica Leopoldina, Nummer 28, Halle (Saale).

SCHLEICH, CARL LUDWIG: Besonnte Vergangenheit. Lebenserinnerungen. (Lizenzausgabe Droemersche Verlagsanstalt). München

SCHLEICH, KUNO, 1963: Klaus Clusius. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 108, S. 473 – 475.

SCHLEIDEN, M. J., 1838: Beiträge zur Phytogenesis. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, S. 137 - 176.

SCHLEIDEN, M. J., 18493: Die Botanik als inductive Wissenschaft. 3. verbess. Auflage. Leipzig.

SCHLESINGER WALTER, (1957), 1978: Über mitteleuropäische Städtelandschaften der Frühzeit. - In: HAASE, CARL (Herausgeber), 1978: Die Stadt des Mittelalters. 1. Band: Begriff, Entstehung und Ausbreitung. - Wege der Forschung. Band CCXLIII. Darmstadt.

SCHLIPF, J. A., 1860: Lehr - und Handbuch der gesammten Landwirthschaft für den Mittelstand, gestützt auf Theorie und Praxis nach dem gegenwärtigen Standpunkte der landwirthschaftlichen Fortschritte. 1. Band. 3. vermehrte und verbesserte Auflage. Stuttgart.

SCHLOEMER, HANS, 2009: Ein Traum von einem Kanal. Der Canal du Midi ... Die Welt, Samstag, 27. Juni, S. R 1.

SCHLOTHEIM, v., 1813: Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht. Taschenbuch für die gesammte Mineralogie ... LEONHARD, 7. Jahrgang, 1. Abtheilung, S. 3 - 134. Frankfurt a. M.

SCHLÖZER, AUGUST LUDWIG, 1772: Vorstellung seiner Universal-Historie. Göttingen und Gotha. - Faksimile: Neu herausgegeben, eingeleitet und kommentiert von HORST WALTER BLANKE. Wissen und Kritik. Texte und Beiträge zur Methodologie des historischen und theologischen Denkens seit der Aufklärung. ... Band 11. Waltrop 1997.

SCHMAHL, WOLFGANG, 2014: Kristallographische Wunderwerke mechanischer Funktionalisierung in Biologie und Technik. Vortrag mit Diskussion am 5. Juni von der Gesellschaft deutscher Chemiker in Leipzig.

SCHMAUDERER, EBERHARD, 1971: Embden, Gustav. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 359 / 360. New York.

SCHMEIL, OTTO, 1986: Leben und Werk eines Biologen. Heidelberg, Wiesbaden.

SCHMID, OTTO, 1941: Christian Friedrich Schönbein. Schwäbische Lebensbilder, 2. Band, Stuttgart. S. 415 - 430.

SCHMIDKUNZ, HEINZ, 2006: Von der Glühbirne zur Halogenleuchte. Untericht

Chemie, 17, Nr. 93, S. 32 / 33.

SCHMIDKUNZ, HEINZ, 2010: Salzhydrate als Wärmespeicher. Unterricht Chemie, 21, Nr. 116, S. 20 - 24.

SCHMIDKUNZ, HEINZ, 2011: Kristallwasser und Reaktivität. Unterricht Chemie, 22, Nr. 122, S. 40 - 45.

SCHMIDKUNZ, HEINZ, 2012: Die chemische Reaktion. Vom Grundbegriff zum Basiskomzept. Unterricht Chemie, 23, Nr. 128, S. 41 - 44.

SCHMIDT, ALBRECHT und KURT FISCHBECK, 1943: Die industrielle Chemie in ihrer Bedeutung im Weltbild und Erinnerungen an ihren Aufbau. Berlin.

SCHMIDT, ALFRED, 1973: Düngemittel - Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen. Chemiker-Zeitung, 97. Jahrgang, Nr. 8, S. 401 - 408.

SCHMIDT. CJRISTIAN / LUDWIG ZÖLLER, 2016: Lumineszenzdatierung als Schlüssel zur Vergangenheit. Chemie unserer Zeit, 50, S. 188 - 197.

SCHMIDT, CHRISTOPH, 2000: Auf Felsen gesät. Die Reformation in Polen und Livland. Göttingen.

SCHMIDT, CURT, 1918: Periodische System und Genesis der Elemente. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 103. Band, S. 79 - 118.

SCHMIDT, DENNIS; 2013: Der Wissensdurst des "Grafen Falkeinstein". ... Joseph II. ... Damals, 45. Jahrgang, 1, S. 34 - 39.

SCHMIDT, EDUARD OSCAR, 1872: Handbuch der vergleichenden Anatomie. Leitfaden bei zoologischen und zootomischen Vorlesungen. Sechste völlig umgearbeitete Auflage. Jena.

SCHMIDT, FRIEDER, 1994: Mitscherlich, Alexander. Neue Deutsche Biographie, 17, S. 570 / 571.

SCHMIDT, GABRIELA, 2005: Rokitansky, Carl Freiherr von. Neue Deutsche Biographie, 22. Band, S. 8 / 9.

SCHMIDT, GERHARD C., 1930: Wilhelm Hittorf. Westfälische Lebensbilder, Band 1, S. 126 - 148.

SCHMIDT, KLAUS, 2007: Heiligtum der Jäger und Sammler. Damals, 39. Jahrgang, 2 / Februar, S. 26 - 31.

SCHMIDT, OSCAR, 1878: Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Kassel.

SCHMIDT, OTTO EDUARD, 1924, 1926, 1928: Kursächsische Streifzüge. 1. Band, 4. Auflage, 1928; - 2. Band 1926, - 3. Band 3. erweitere Auflage 1924, - 4. Band 3. verbesserte Auflage 1928. Dresden, - 5. Band: 2. verbesserte Auflage. Dresden 1928 b..- 6. Band 1928. Drersden.

SCHMIDT, TORSTEN, 2011: Was uns stabile Isotope über die Welt erzählen: von grauer Vorzeit bis zu aktuellen Dopingsündern. Vortrag für die Gesellschaft Deutscher Chemiker, Leipzig, 23. Juni. Mit Diskussion.

SCHMIDT, VOLKER, 1997: Die spätmittelalterlichen Stadtbefestigungen von Neubrandenburg. - In: ISENBERG, GABRIELE und BARBARA SCHOLKMANN (Herausgeber), 1997: Die Befestigung der mittelalterlichen Stadt. Köln, Weimar, Wien.

SCHMIDT, WERNER, 2000 (2. Auflage): Optische Spektroskopie. Eine Einführung. Weinheim, New York, Chichester ...

SCHMIDT, WERNER, 1996: Friedich I. Kurfürst von Brandenburg König in Preußen. München.

SCHMIDT, W, J., 1939: Der molekulare Bau der Zelle. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 7, Nummer 45. Halle.

SCHMIDT-GLINTZER, HELWIG, 1992: Vielvölkerreich und Einheitsstaat. München.

SCHMIEDEBACH, HEINZ-PETER, 1995: Robert Remak (1815 - 1865). Ein jüdischer Arzt im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik. - Medizin in Geschichte und Kultur, Band 18. - Stuttgart, Jena, New York.

SCHMIEDER, FELICITAS, 2005: Das Werden des mittelalterlichen Europa aus dem Kulturkontakt: Voraussetzungen und Anfänge der europäischen Expansion. - In: BECK, THOMAS; HORST GRÜNDER, HORST PIETSCHMANN und RODERICH PLAK (Hrsg.): Überseegeschichte. Beiträge der jüngeren Forschung. Festschrift anläßlich der Gründung der Forschungsstiftung für vergleichende europäische Überseegeschichte 1999 in Bamberg. S. 27 - 42. Stuttgart.

SCHMIEDER, MARTIN & ELMAR BUCHNER, 2013: Impaktereignisse in Europa. Zeitschrift Deutsche Gesellschaft Geowissenschaften, 164, 3, S. 387 - 415.

SCHMIEDER, OSKAR, 1929: Wandlungen im Siedlungsbilde Perus im 15. und 16. Jahrhundert. Geographische Zeitschrift, 35. Jahrgang, S. 439 - 452.

SCHMIEDER, OSKAR, 1963: Die Neue Welt. II. Teil. Nordamerika. Heidelberg – München.

SCHMITT, S. , 2016: Mehr als eine Fettschichte - Biologische Bedeutung von

Membranlipiden. PDN Chemie in der Schule, 65. Jahrgang, Heft 2, S. 16 - 21.

SCHMITTHENNER, HEINRICH, 1915: Das Weltkabelnetz. Geographische Zeitschrift, 21. Jahrgang, 9. Heft, S. 496 - 515.

SCHMITTHENNER, HEINRICH, 1924: Tunesien und Algerien. Die Landschaft und ihre Bewohner. Stuttgart.

SCHMITZ, RUDOLF und PETER HARTWIG GRAEPEL, 1980: Zur Geschichte der Sexualtheorie der höheren Gewächse (Teil I). Sudhoffs Archiv, Band 64, Heft 1, S. 1 – 24.

SCHMOLLER, GUSTAV, 1910: Die äußeren Tatsachen der deutschen Städteentwicklung im Mittelalter. Vortrag in der Akadmie der Wissenschaften am 13. Jan. 1919. - In: SCHMOLLER, GUSTAV, 1922: Deutsches Städtewesen in älterer Zeit. Bonner Staatswissenschaftlicge Untrsuchungen , Heft 5, 39 ff. Bonn und Leipzig.

SCHMÖLZER, HILDE, 1988 (1985): Die Pest in Wien. 'Deß wütenden Todts Ein umbständig Beschreibung'. Berlin.

SCHMUCK, CARSTEN, 2012: Die Kraft des Nichtkovalenten. Nachrichten aus der Chemie, 60, Oktober, S. 979 - 985.

SCHMUNDT, HILMAR, 2010: Asche zu Asche. Neben Öl wird auch Phosphor knapp ... Der Spiegel, 15, S. 136 / 137.

SCHNABEL, FRANZ, zu, 1988; Franz Schnabel. Zu Leben und Werk (1887 - 1966). Vorträge zur Feier seines 100. Geburtstages. Herausgegeben von der Historischen Kommission bei Bayerischen Akademie der Wissenschaft. München.

SCHNABEL, RALF, 1984: Archaebakterien: lebende Zeugen der frühen Evolution. Chemie in unserer Zeit, 18. Jahrgang, Nr. 4, S. 123 - 129.

SCHNAPP, ALAIN and KRISTIAN KRISTIANSEN, 1999: Discovering the Past. - In: BARKER, GRAEME (edited), 1999: Companion Encyclopedia of Archaeology, Volume 1, S. 3 - 47. London and New York.

SCHNAPP, ALAIN, 2010: Antiquare zwischen Geistes- und Naturwissenschaft. - In HAKELBERG, DIETRICH und INGO WIWJORRA (Herausgeber), 2010: Vorwelten und Vorzeiten. Archäologie als Spiegel historischen Bewußtseins in der Frühen Neuzeit. Wolfenbütteler Forschungen, Band 124, S. 43 - 66.

SCHNEIDER, MARTIN, 2004: Von der Atombombe zur Bratpfanne. Teflon – die glatteste Substanz der Welt. Kultur und Technik, 01, S. 42 – 45.

SCHNEIDER, THEODOR, 1964: Giesel, Friedrich (Fritz) Oskar. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 387.

SCHNEIDER-CARIUS, K., 1955:

SCHNEIDER-JENA, 1947, 4. ... Auflage: Dante. Sein Leben und sein Werk. Weimar.

SCHOFIELD M, 1967: Variegation in Vitriol Manufacture. Chemistry in Britain, Volume 3, Number 6, June, S. 247 - 249.

SCHOFIELD, ROBERT E., 1970: s. KARGON, ROBERT H., 1970.

SCHOFELD, ROBERT E., 1975: Priestley, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 139 – 147, New York.

SCHOLL-LATOUR, PETER, 1990: Der Wahn vom Himmlischen Frieden. Chinas langes Erwachen. München, Berlin.

SCHOLL-LATOUR, PETER, 2003, 7. Auflage: Afrikanische Totenklage. München.

SCHÖNBEIN, C. F., 1862: Ueber die Erzeugung des salpetrigs. Ammoniaks aus Wasser und atmosphärischer Luft unter dem Einflusse der Wärme. Annalen der Chemie und Pharmacie, CXXIV. (124.) Band, S. 1 – 13.

SCHÖNBEIN, C. F., 1867: Ueber die Anwesenheit des Ozons in der atmosphärischen Luft. Journal für praktische Chemie, CL, 6, S. 321 - 333.

SCHÖNBEIN, C. F., 1868: Mittheilungen. I. Ueber das Vorkommen des thätigen Sauerstoffs in organischen Materien. Journal für Praktische Chemie, 105. Band, S. 198 – 208.

SCHOENEMANN, KARL, 1959: Der Beitrag Deutschlands zum heutigen Stand der chemischen Technik in der Welt. V. - VI. Chemiker-Zeitung, 83. Jahrgang, Nr. 13, S. 433 - 442.

SCHOENEMANN, KARL, 1958: Der Beitrag Deutschlands zum heutigen Stand der chemischen Technik. Chimia, Volumen 12, S. 315 – 323; Schluß: S. 351 – 362.

SCHOPENHAUER, JOHANNA, 1978: Ihr glücklichen Augen. Jugenderinnerungen, Tagebücher, Briefe. Berlin.

SCHÖPF, CLEMENS und HEINRICH WIELAND, 1926: Über das Leukopterin, das weiße Flügelpigment der Kohlweißlinge (Pieris brassicae und p. napi). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59. Jahrgang, S. 2067 – 2072.

SCHÖPF, CLEMENS und ERICH BECHER, 1933: Über das Vorkommen der Pterine in Wespen und Schmetterlingen und über einige neue Beobachtungen am

Leukopterin und Xanthopterin. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 507, S. 266 – 296.

SCHÖPF, CLEMENS und AUGUST KOTTLER, 1939: Zur Kenntnis des Xanthopterins. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 539, S. 128 – 135.

SCHOETENSACK, OTTO, 1908: Der Unterkiefer des Homo Heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg. Ein Beitrag zur Paläontologie des Menschen. Leipzig.

SCHÖTZ, FRANZ JOSEPH, 2005: Zur Geschichte der Botanik an der Universität Ingolstadt 1472 – 1800. Die Botanik als Teil der Medizin. Bayerische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftiche Klasse. Abhandlungen, Neue Folge, Heft 173. München.

SCHÖTZ, FRANZ JOSEPH, 2008: Zur Geschichte der Botanik an der Ludwig-Maximilians-Universität Landshut 1800 – 1826. Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, Band 69, S. 5 – 469.

SCHRADER, J. C. C., 1805: Ueber die erdigen Bestandtheile der Gewächse. Mit einer Vorerinnerung von Herrn A. F. GEHLEN in Berlin. Archiv für Agriculturchemie ..., 2. Band, 1. Heft, S. 189 -

SCHRAMM, G., 1959: Die Bedeutung der Nucleinsäuren für die Virus-Vermehrung. Angewandte Chemie, 71. Jahrgang, Nr. 2, 21. Januar, S. 53 – 57.

SCHRANK, FRANZ VON PAULA, 1793: Reise nach den südlichen Gebirgen von Baiern ... München.

SCHREIBER, HERMANN, 1978: Die Chinesen. Reich der Mitte im Morgenrot. Wien, Düsseldorf.

SCHREIBER, HERMANN, 1993: Auf den Spuren der Goten, Augsburg. - Original 1977.

SCHREIBER, HERMANN, 1993: Die Vandalen Siegeszug und Untergang eines germanischen Volke. Bindlach. - Original 1979 Bern und München.

SCHREIBERS, CARL von, 1820: Beyträge zur Geschichte und Kenntniß meteorischer Stein-und Metall-Massen, und der Erscheinungen, welche deren Niederfallen zu begleiten pflegen. Als Nachtrag zu Herrn D. Chladni's neuestem Werke über Feuer-Meteore und die mit denselben heragbgefallenen Massen. Wien.

SCHREINER, PETER, 1998: Schein und Sein. Überlegungen zu den Ursachen des Untergangs des byzantinischen Reiches. Historische Zeitschrift, Band 266, S. 625 - 647.

SCHRÖDER, E. und H. J. SCHUMACHER, 1941: Betrachtungen zur 'Katalyse' Die Naturwissenschaften, Heft 28, 11. Juli, S. 411 - 416.

SCHRÖDER, CASPAR, 1715: Der Wohlzugerichtete und profitable Feld-Bau. Franckfurt und Leipzig.

SCHRÖDER, MATHILDE, 1932: Die Assimilation des Luftstickstoffs durch einige Bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II, S. 177 - 212.

SCHRÖDER-LEMBKE, GERTRUD, 1985: Lembke, Hans. Neue Deutsche Biographie, Band 14, S. 185.

SCHRÖER, HEINZ, 1967: Carl Ludwig. Begründer der modernen Experimentalphysiologie.1816 – 1895. Reihe: Große Naturforscher, Band 33. Stuttgart.

SCHROTH, WERNER, 1993: Wahlverwandtschaften der Heterocyclenchemie. Leopoldina (R.3), Jahrbuch 1992 der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (Halle/Saale), 38, S. 131 - 150.

SCHROTH, WERNER und HORST REMANE, 2002: Die Chemie im Blickfeld der Leopoldina. - In: 350 Jahre Leopoldina - Anspruch und Wirklichkeit. Festschrift der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina 1652 - 2002. Herausgegeben von BENNO PARTHIER und DIETRICH von ENGELHARDT. Halle.

SCHUBART, J. CHR., 1784: Hofrats Schubart gutgemeinter Zuruf an alle Bauern, die Futtermangel leiden, besonders an die Kusächsischen. Nebst einer bewärten Anleitung, wie sie leicht und häufig dazu gelangen, folglich auch wolhabend werden können. Leipzig.

SCHUBART, J. CHR., 1786: Geheimen Raths Schubart von Kleefeld ökonomisch-kameralistische Schriften. Nebst seiner von der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1783 gekrönten Preisschrift über den vorteilhaftesten Anbau der Futterkräuter. Leipzig.

SCHUBERT, HELMUT, 1990: Meißner, Walther. Neue Deutsche Biographie, XVI. Band, S. 705 – 707.

SCHUBERT, WOLF-DIETER und BURGHARD ZEILER, 2006: Von der Laborkuriosität zum High-Tech-Produkt. Unterricht Chemie, 17, Nr. 93, S. 34 – 37.

SCHUCHARDT, CARL, 1944: Aus Leben und Arbeit. Berlin.

SCHUCHARDT, CARL, 1944 (5. = 4. Auflkage): Alteuropa. Die Entwicklung seiner Kulturen und Völker. Berlin.

SCHULTE, B. P. M., 1970: Berger, Hans. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 1 / 2, New York.

SCHULTZ, C. H., 1845: Ueber die Nahrungsstoffe, aus denen die Pflanzen im Lichte das Sauerstoffgas ausscheiden. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 3. Reihe, 4. Band, S. 125 - 153.

SCHULTZ, EUGEN, 1908: Über umkehrbare Entwickelungsprozesse und ihre Bedeutung für eine Theorie der Vererbung. – Vorträge und Aufsätze über Entwickelungsmechanik der Organismen, Heft IV. Leipzig.

SCHULTZ, HANS-DIETRICH, 2008; Klassische Geographie. Geschlossenes Paradigma oder variabler Denkstil? Ein Kritik von Ulrich Eisel und eine Replik von Hans-Dietrich Schultz. Berliner Geographische Arbeiten 111. Berlin.

SCHULZ, MATTHIAS, 2007: Das magische Mammut. Vor 35 000 Jahren geriet der Menschn in einen Schöpfungsrausch ... Der Spiegel, 27, S. 135 – 145.

SCHULZ, MATTHIAS, 2010: Im Reich der Milchbubis. Vor 2500 Jahren eroberten Rinderzüchter Zentraleuropa. ... Der Spiegel, 41, S. 178 - 182.

SCHULZ, RAIMUND, 1998: Roms Griff nach dem Meer. - In: Althistorisches Kolloquium aus Anlass des 70. Geburtstages von Jochen Bleicken 29. -30. November 1996 in Göttingen, S. 121 - 134. Stuttgart.

SCHULZ, RAIMUND, 2004: Der weiteWeg gen Westen. Maritime Expansion und geographische Horizonterweiterung in der Atike und die Möglichkeiten eines Vergleichs mit der frühneuzeitlichen Expansion. - In: BECK; THOMAS; MARILIA DOS SANTOS LOPES und CHRISTIAN RÖDEL (Hrsg.): Barrieren und Zugänge. Geschichte der europäischen Expansion. Festschrift für Eberhaadrd Schmitt zum 65. Geburtstag. S. 51 - 61. Wiesbaden 2004.

SCHULZ, RAIMUND, 2010: Strategischer Erfolg ... Schlacht von Salamis ... Damals, 6, S. 24 - 31.

SCHULZ, WERNER, 1985: Lilienthal, Otto. Neue Deutsche Biographie, 14, S. 560 - 562.

SCHULZE, E.D.; D. HESSENMÖLLER, C. SEELE, J. WÄLDCHEN, N. von LÜPLE, 2010: Eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte Die Buche. Biologie in Unserer Zeit, 3 (40), S. 171 - 183.

SCHULZE, FRANZ, 1857: Beitrag zur Kenntniss des Lignins. Chemisches Central-Blatt, Neue Folge, 2. Jahrg., Nr. 2, 20. Mai, S. 321 – 325.

SCHUMACHER, INGRID, 1979: Karl Friedrich Kielmeyer. ein Wegbereiter neuer

Ideen. Medizinhistorisches Journal, Band 14, Heft 1/2, S. 81 - 99.

SCHUMACHER, KARL, 1985: Leverkus, Carl. Neue Deutsche Biographie, 14, S. 389 - 391.

SCHUMPETER, JOSEPH A., 1946: Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie. Einleitung von EDGAR SALIN. Bern.

SCHÜTH, FERDI, 2006: Heterogene Katylyse. Chemie in unserer Zeit, 40, S. 92 – 103.

SCHÜTH, FERDI und EICHEL, RÜDIGER A., 2014: Energiespeicher für die Zukunft. Physik Journal 13, Nr. 10, S. 31 - 36.

SCHÜTT, HANS-WERNER, 1965: Zur Entdeckungsgeschichte des Apatits. Centaurus, Volume 19, No.4, S. 291 - 298.

SCHÜTT, HANS-WERNER, 1980: Körner, Wilhelm (Guglielmo). Neue Deutsche Biographie, 12, S. 391.

SCHÜTTMANN, WERNER, 1984: Henri Becquerels Weg zur Entdeckung eines Phänomens: Radioaktivität. wissenschaft und fortschritt, 37: 8 - 10.

SCHÜTZE, HANS J. R., 1951: Die Bedeutung der Adsorption in der chemischen Technik. Chimia, Volumen 5, Fasc. 6, S.117 ff.

SCHÜTZENHOFER, VIKTOR, 1982: Kremenezky, Johann. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 3 / 4.

SCHUVER, JUAN MARIA, 1883: Reisen im oberen Nilgebiet. Ergänzungsheft Nr. 72 zu "Petermanns Mitteilungrn.

SCHWAB, GEORG MARIA, 1937: Die chromatographische Adsorptionsmethode. Forschungen und Fortschritte, 13, 29, S. 345 / 346.

SCHWABE, SAMUEL HEINRICH, 1852: Ueber die Rotationsperiode der Sonne. Annalen der Physik und Chemie... J. C. POGGENDORFF. 3. Reihe, 25. Band: 166 - 168.

SCHWAGER, JOHANN MORITZ, 1804: Bemerkungen auf einer Reise durch Westphalen, bis an und über den Rhein. Leipzig, Elberfeld.

SCHWALB, MECHTHILD, 1953: Die Entwicklung der bäuerlichen Kulturlandschaft in Ostfriesland und Westoldenburg. Bonner Geographische Abhandlungen, Heft 12. Bonn.

SCHWALBE, CARL G., 1908: Probleme der Zellstoff- und Kunstseidenindustrien. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXI. Jahrgang, Heft 47, S. 2401 - 2405.

SCHWALBE, G., 1904: Die Vorgeschichte des Menschen. Braunschweig.

SCHWANN, TH., 1837: Vorläufige Mittheilung betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss. Annalen der Physik und Chemie... J. C. POGGENDORFF, 41, S. 184 - 193.

SCHWANN, TH., 1839: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin.

SCHWARTZ, EDUARD, 1943; Charakterköpfe aus der Antike, Herasgegeben von JOHANNES STROUX. 2. Auflage der Neuausgabe. Leipzig.

SCHWARTZ-COWAN, RUTH, 1970: Barthez, Paul-Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 478/479, New York.

SCHWARTZ-COWAN, RUTH, 2004: Galton, Sir Francis. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 346 – 349.

SCHWARZ, FRANZ v., 1893: Alexander des Grossen Fedlzüge in Turkestan. Kommentar zu den Geschichtswerken des Flavius Arrianus und Q. Curtius Rufus auf Grund vieljähriger Reisen im russischen Turkestan und den angrenzenden Ländern. München,

SCHWARZ, HOLM-DIETMAR, 1990a: Medicus, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 16. Band, S. 599.

SCHWARZ, HOLM-DIETMAR, 1990b: Meißner, Wilhelm Carl. Neue Deutsche Biographie, 16. Band, S. 707.

SCHWARZ, ROBERT, 1959: Zeitfolgen in der Chemie. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 21, S. 73 - 84.

SCHWARZBACH, MARTIN, 1957: Karl von Raumer (1783 - 1865) Breslaus erster Geologieprofessor. Kölner Geologische Hefte, Heft 6. Köln.

SCHWARZENFELD, GERTRUDE VON, 1979 (2. Auflage. 1. 1961): Rudolf II. Ein deutscher Kaiser am Vorabend des Dreißigjährigen Krieges. München.

SCHWEIDLER, E. von, 1915: Julius Elster und Hans Geitel als Forscher. Die Naturwissenschaften, 3. Jahrgang, Heft 29, S. 373 - 377.

SCHWEIGGER, ERWIN, 1958: Peru-Guano. Chemiker-Zeitung, 82. Jahrgang, Nr. 7, 10. April, S. 213 - 219.

SCHWEINFURTH, GEORG, neu 1986: Im Herzen von Afrika. Reisen und Entdeckungen im zentralen Äquitorial-Afrika während der Jahre 1868 - 1871. Ein

Beitrag zur Entdeckungsgeschichte von Afrika. Herausgegeben von REINHARD ESCHER. Leipzig. ab 1. Jh. v. Chr. MARIUS (

SCHWEIZER, CH. und E. JAAG, 1950: Neuerungen auf dem Gebiete der Industrie der Fette, Öle, Seifen und synthetischen Wasch-, Netz- und Dispergiermittel. Chimia, 4, November, S. 252 - 258.

SCHWENDENER, S., 1869: Die Algentypen der Flechtengonidien. Programm für die Rectoratsfeier der Universität. Basel.

SCHWERZ, J. N., 1816: Beschreibung der Landwirthschaft im Nieder-Elsaß. Berlin.

SCHWERZ, J. N., 1816 b: Beobachtungen über den Ackerbau der Pfälzer, Berlin.

SCHWILK, HEIMO, 2007 / 2010: Ernst Jünger. Ein Jahrhundertleben. München, Zürich.

SCOTT, A. IAN, 1993: Wie die Natur Vitamin B 12 synthetisiert - ein Überblick über die letzten vier Milliarden Jahre. Angewandte Chemie, 105. Jahrgang, Heft 9, S. 1281 - 1302.

SCOTT, ALEXANDER, 1917: The Atomic Theory , with Especial Reference to the Work of Stas and Prout's Hypothesis. Journal of the Chemical Society, Volume CXI (111), S. 288 - 312.

SCOTT, E. L., 1970: Anderson, Thomas. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 155 / 156, New York.

SCOTT, E. L., 1970: Blagden, Charles. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 186, New York.

SCOTT, E. L., 1970: Brownrigg, William. Dictionary of Scientific Biography. Volume II, S. 503 / 504, New York.

SCOTT, E. L., 1972: Hope, Thomas Charles. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 495 / 496, New York.

SCOTT, E. L., 19: Keir, James. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 277 / 278, New York.

SCOTT, E. L., 1976: Watson, Richard. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 191 / 192, New York.

SCOTT, E. L., 1976: Woulfe, Peter. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 508 / 509, New York.

SEABORG, GLENN T., 1968: Some Recollections of Early Nuclear Age Chemistry. Journal of Chemical Education, Volume 45, Number 5, May, S. 278 - 289.

SEABORG, GLENN T., 1985: The Transuranium Elements. Journal of Chemical Education, Volume 62, Number 6, June, S. 463 - 467.

SEDIVY, ROLAND, 2004: Carl Rokitansky und die Ambivalenz zwischen Naturphilosophie und Naturwissenschaft. Naturwissenschaftliche Rundschau, 57. Jahrgang, Heft 12, S. 661 – 669.

SEEBAß, GOTTFRIED, 1999: Osiander, Andreas. Neue Deutsche Biographie, 19. Band, S. 608 / 609.

SEEBECK, THOMAS, 1825: Magnetische Polarisation der Metalle und Erze nach Temperatur-Differenz. (Auszug aus vier Vorlesungen vor der Akademie... 1821, 1822). Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus den Jahren 1822 und 1823: Berlin 1825. S. 265 - 373.

SEECK, OTTO, 1895: Geschichte des Untergangs der antiken Welt. Erster Band. Berlin.

SEEGER, M., 1932: Joseph Friedrich Enderlin, Badischer Forst-und kammerrat. Ein Beitrag zur badischen Forstgeschichte. Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung, 108, S. 73 - 81.

SEEL, F., 1970: Grundlagen der Analytischen Chemie unter besonderer Berücksictigung der Chemie in wässrigen Systemen. Weinheim/Bergstraße.

SEEL, FRITZ; GISELA SCHÄFER, HANS-JOACHIM GÜTTLER und GEORG SIMON, 1974: Das Geheimnis des Lapis lazuli. Chemie in unserer Zeit, 8. Jahrgang, Nr. 3, S. 65 - 71.

SEELIG, WILHELM, 1895: Die innere Colonisation in Schleswig-Holstein vor hundert Jahren. Rede zum Antritt des Rektorates der Christian-Albrechts-Universität in Kiel am 5. März 1895. Kiel.

SEEWALD, BERTHOLD, 2007: Als das Abendland bis zum Hindukusch reichte. Der Hellenismus formte die Welt, ... Die Welt, Freitag, 21. Dezember 2007, S. 28.

SEGRÉ, E., 1959: Neue Atomarten und Antimaterie. Angewandte Chemie, 71. Jahrgang, Nr. 3, 7. März, S. 173 – 176.

SEGRÉ, EMILIO, 1971: Fermi, Enrico. Dictionary of Scientific Biography. Volume IV, S. 576 - 583. New York.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1974: Imbert, Georg. Neue Deutsche Biographie, 10, S. 143 7 144.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1977: Kammerer, Otto. Neue Deutsche Biographie, 11. Band, S. 85 / 86.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1977: Kautny, Theodor. Neue Deutsche Biographie, 11, S. 372 / 373.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1980: Knappich, Jacob. Neue Deutsche Biographie, 12, S. 157 / 158.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1986: Lindenberg, Richard. Neue Deutsche Biographie, 14, S. 595 / 596.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1990: Maybach. Neue Deutsche Biographie, 16, S. 523 - 528.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1999 a: Opel. Neue Deutsche Biographie, 19, S. 542 - 546.

SEHERR-THOß, HANS CHRISTOPH Graf von, 1999 b: Otto, Nicolaus. Neue Deutsche Biographie, 19, S. 700 - 702.

SEIBOLD, EUGEN: Geologie im Umbruch. – In: Zeugen des Wissens, herausgegeben von HEINZ MAIER-LEIBNITZ, S. 379 – 431.

SEIBT, FERDINAND, 1987: Glanz und Elend des Mittelalters. Eine endliche Geschichte. Berlin.

SEIBT, FERDINAND, 1994 (1978): Karl IV. Ein Kaiser in Europa 1346 - 1378. München.

SEIDE, JACOB, 1953: The Relationship of Garcia da Orta's and Cristobal Acosta's Botanical Works. Actes des Septie‘me Congre‘s International d' Histoire des Sciences, Jerusalem. S. 564 – 567.

SEIDLITZ, WILFRIED VON, 1920: Revolutionen in der Erdgeschichte. Eine akademische Rede gehalten am 24. Juli 1920 entsprechend den Bestimmungen der Paul von Ritterschen Stiftung für phylogenetische Zoologie. Jena.

SEIDLMAYER, MICHAEL, 1989: Geschichte Italiens. Vom Zusammenbruch des Römischen Reiches bis zum ersten Weltkrieg. Stuttgart 1989.

SEIFERT, ALWIN, 1962: Ein Leben für die Landschaft. Düsseldorf, Köln.

SEIFFERT, KARL, 1966: Grünzweig, Carl Otto. Neue Deutsche Biographie, 7. Band, S. 205 / 206.

SEILER, ROGER, 1990: Pest und bildende Kunst. Zur Beeinflussung der Kunst des 14. Jahrhunderts durch den Schwarzen Tod. Gesnerus, 47, S. 263 . 284.

SEITZ, FREDERICK, 2005: Henry Cavendish: The Catalyst for the Chemical Revolution. Reprinted von Proceedings American Philosophical Society 148, 2004 in: Notes & Records of the Royal Society, 59, 15 May, S. 175 – 199.

SELLA, ANDREA, 2007: Classic kit. Soxhlet extractor. Chemistry World, September, S. 77.

SELLA, ANDREA, 2008: Erlenmeyer flask. Chemistry World, July, S. 79.

SELLA, ANDREA, 2008: Classic kit. Dewar's flask. Chemistry World, August, S. 75.

SELLA, ANDREA, 2008: Classic kit. Raschig's rings. Chemistry World, September, S. 83.

SELLA, ANDREA, 2010: Classic kit. Petri dish. Chemistry World, February, S. 68.

SELLA, ANDREA, 2010: Classic kit. Bridgman's Seal. Chemistry World, November, S. 64.

SELLA, ANDREA, 2016: D'Alelio's resins. Chemistry World, January, S. 4.

SELLA, ANDREA, 2016: Gahn's blowpipe. Chemistry World, April, S. 39.

SEMERAU, ALFRED, 1925: Pietro Aretino. Ein Bild aus der Renaissance. Wien und Leipzig.

SENCHENKOVA, E. M., 1974: Navashin, Sergej Gavrilovich. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 1 / 2. New York.

SENCHENKOVA, E. M., 1976: Tsvet (Tswett), Mikhail Semenovich. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 486 – 488, New York.

SENG, MATTHIAS: Mordbrenner des Königs. Internet z. B. 2016.

SERTÜRNER, 1811 a: Ueber das Opium und dessen krystallisierbare Substanz. Journal der Pharmacie für Aerzte, Apotheker und Chemisten von ... TROMMSDORFF, 20, 1. Stück, S, 99 – 103.

SERTÜRNER, 1811 b: Ueber die wirksamen Stoffe verschiedener Arzneymittel des Thier- und Pflanzenreichs. Ebenda, S. 105 – 109.

SEUBERT, KARL, 1895 a: Lothar Meyer †. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 9. Band, S. 329 - 333.

SEUBERT, KARL, 1895 b: Zur Geschichte des periodischen Systems. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 9. Band, S. 334 - 338.

SEUBERT, KARL, 1896: Lothar Meyer. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 28. Jahrgang, Band IV, S. 1109 - 1139.

SEUME, JOHANN GOTTFRIED, in 1977 (orig. 1813): Mein Leben. - In: GOLDAMMER, PETER (Herausgegeben), 1977: Erlebtes und Erfahrenes. Autobiographien von Seume bis Keller. S. 9 - 97. Rostock.

SEXTON, CHRISTOPHER, 1991, 1999: Burnet: A Life. Oxford University Press.

SEYBOLD, SIEGMUND, 1987: Valerius Cordus (1515 – 1544), einer der frühesten Floristen in Südwestdeutschland. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 142. Jahrgang, S. 143 – 155.

SEYFARTH, WOLFGANG, 1968, 1970: Kommentar zu AMMIANUS MARCELLINUS (s.d.) Römische Geschichte.

SEYMOUR, RAYMOND B. and KAUFFMAN, GEORGE B., 1992: The Rise and Fall of Celluloid. Journal of Chemical Education, Volume 69, Number 4, April, S. 311 - 314.

SHAPIN, STEVEN, 1998: Die wissenschaftliche Revolution. Aus dem Amerikanischen von MICHAEL BISCHOFF. - Orginal: The Scientific Revolution The University of Chicago Presse 1996. Frankfurt am Main.

SHAPIN, STEVEN, 2001: Woher stammte das Wissen in der wissenschaftlichen Revolution? - In: HAGNER, MICHAEL (Herausgeber), 2001: Ansichten der Wissenschaftsgeschichte. S. 43 - 103. Frankfurt am Main..

SHAPIRO, MICHAEL D,: ZEV KRONENBERG, CAI LI und 15 weitere, 2013. Genomic Diversity and Evolution of the Head Crest in the Rock Pigeon. Science, Volume 339, 1 March, S. 163 - 167.

SHARPE, WILLIAM D., 1973: Isidore of Seville. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 27 / 28. New York.

SHAVY, SAMIHA, 2006: Bücher. Genialer Angeber. Francis Circk ... Der Spiegel, 45, S. 180.

SHECTMAN, JONATHAN, 2003: Groundbreaking Scientific Experiments, Inventions and Disvoveries of the 18th Century. Westport, Conn.; London.

SHEPARD, JONATHAN (ed.), 2008: The Cambridge History of the Byzantine Empire (500 - 1493). Cambridge University Press.

SHERMAN, PAUL W., 2009: The evolution of menopause. Nature, Volume 302, S. 759, 761.

SHERRINGTON, C. S., rev. MICHAEL BEVAN, 2004: Ferrier, Sir David. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 19, S. 438 / 439.

SHERRINGTON, Sir CHARLES, 1963 (Reprint second edition): Man on his Nature. The Gifford Lectures Edinburgh 1937 - 8. Cambridge at the University Press.

SHERRINGTON, CHARLES S., 1932 / 1965: Inhibition as a coordinative factor. Nobel Lecture, Dec. 12 1932. U. a. in: Physiology or Medicine 1922 - 1941, Nobel Lectures, 1965. S. 278 - 289.

SHERRINGTON, C. S., rev. CAROLINE OVERY, 2004: Langley, John Newport. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 32, S. 499 – 500.

SHERWOOD, MORGAN, 1974: Jones, Lewis Ralph. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 400 / 401.

SHIGA, K., 1898: Ueber den Dysenteriebacillus (Bacillus dysenteriae). Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten, 1. Abteilung, XXIV. Band, No. 22, S. 817 - 828 (Fortsetzung nicht berücksichtigt).

SHINEBERG, DOROTHY, 2008: The Sandalwood Trade in Melanesian Economics, 1841 - 65. - In: D'ARCY, PAUL, edited, 2008: Peoples of the Pacific. The History of Oceania to 1870. The Pacific World Lands, Peoples and History of the Pacific, 1500 - 1900, Volume 3, S. 359 - 376. Aldershot, Burlington.

SHULL, G. H., 1922: Über die Heterozygotie mit Rücksicht auf den praktischen Züchtungserfolg. Beträge zur Pflanzenzucht, 5, S. 134 - 152.

SHUMEYKO, LARISA und EKKEHARD HÖXTERMANN, 2007: Konstantin Sergeevic Merezkovskij (1855 – 1921). In: Evolution durch Kooperation und Integration. Zur Entstehung der Endosymbiosetheorie in der Zellbiologie. Faksimiles, Kommentare und Essays. Herausgegeben von ARMIN GEUSS und EKKEHARD HÖXTERMANN. S. 159 ff. Acta Biohistorica, Schriften aus dem Museum und Forschungsarchiv für die Geschichte der Biologie, 11. Marburg an der Lahn.

SICHLING, KONRAD, 1961: Friedrich, Ernst. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 447 / 448.

SIEBER, SIEGFRIED, 1964: Geitner, Ernst August. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 164 - 166.

SIEBERTZ, PAUL, 1940: Gottlieb Daimler. Ein Revolutionär der Technik. München,

Berlin.

SIEBOLD, CARL THEODOR von, 1838: Die Jungen der Medusa aurita. Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde ... FRORIEP, No. 166, Nr. 12 des VIII. Bandes, November, Spalte 177 - 180.

SIEBOLD, CARL THEODOR von, 1839: Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Ueber Medusen, Cyclops, Loligo, Gregarina und Xenos. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig.

SIEBOLD, C. TH., 1849: Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. Zeitschrift für wissenschacftliche Zoologie, 1. Band, S. 270 - 294.

SIEBS, BENNO EIDE, 1939: Friedrich Busse. Niedersächsische Lebensbilder, 1. Band, S. 40 - 48. Leipzig.

SIECKE, W., 1936: Kontakt- oder Bleikammerverfahren? Eine Zusammenfassung über Entwicklung und Stand der beiden Schwefelsäureprozesse. Angewandte Chemie, 49. Jahrgang, Nr. 29, S. 475 – 478.

SIEDLER, P., 1909: Über die künstlichen Zeolithe. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXII. Jahrgang, Heft 22, 28. Mai, S. 1019 - 1024.

SIEFERT, GERHARD und THOMAS STÖCKL, 1983: Die Entdeckung der Mastzellen durch den Freiburger Medizinstudenten Paul Ehrlich. Medizinhistorische Journal, Band 18, Heft 3, S. 227 - 237.

SIEFERT, HELMUT, 1980: Knaus, Hermann. Neue Deutsche Biographie, 12. Band, S. 163 / 164.

SIEG, BIRGIT, 2011: Heizen mit Orchideen. Biologie Unsere Zeit, 2 (41), S. 110 - 116.

SIEGBAHN, MANNE, 1917: Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. Die Naturwissenschaften, 5. Jahrgang, S. 513 - 519, S. 528 - 532.

SIEGFRIED, ROBERT, 1966: Sir Humphrey Davy on the Nature of the Diamond. Isis, Vol. 57, 3, No. 189: 325 - 335.

SIEGFRIED, ROBERT und BETTY JO DOBBS, 1968: Composition, a Neglected Aspect of the Chemical Revolution. Annals of Science, Vol. 24, No. 4: 275 - 293.

SIEGMUND-SCHULTZE, NICOLA, 2004: Zwölf Monate - die magische Grenze. Frankfurter Rundschau, Mittwoch, 29. Dezember, Nr. 304, S. 8.

SIEMENS, WERNER, 1886: Das naturwissenschaftliche Zeitalter. Tageblatt der

52. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin vom 18. bis 24. September 1886, S. 92 - 96.

SIETZ, HENNING, 1999: Eine perfekte Kopie. ... Am 29. August 1949 explodiert in der Steppe Kasachstans die erste sowjetische Atombombe. Die Zeit, Nr. 35, 26. August, S. 68.

SIETZ, HENNING, 2012: Das Deutsche passte nicht so gut. Nachrichten aus der Chemie, 60, Dezember.

SIGG, LAURA; WERNER STUMM, 1996 (4. Auflage): Aquatische Chemie: eine Einführung in die Chemie wässriger Lösungen und natürlicher Gewässer. Zürich, Stuttgart.

SIGNER, R., 1955: Probleme der Kunstfaserherstellung. Chemiker-Zeitung, 79. Jahrgang, Nr. 10, S. 332 ff.

SILLIMAN, ROBERT H., 1975: Fresnel, Augustin Jean. Dictionary of Scientific Biography, Volme XII, S. 165 - 171, New York.

SILVA, J. J. R. FRAU'STO da, and R. J. P. WILLIAMS, 1991/1994: The Biological Chemistry of the Elements. The Inoranic Chemistry of Life. Oxord.

SIMMONS, ALAN, 2012: Mediterranean Island Voyages. Science, Volume 338, 16 November S. 895 - 897.

SIMMS, BRENDAN, 2004: Butterfield, Sir Herbert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 9, S. 256 - 259.

SIMON, KATE, 1991: Die Gonzaga. Eine Herrscherfamilie der Renaissance. Aus dem Amerikanischen Übersetzt von EVELYN VOSS. Köln. - Original: A Renaissance Tapestry.

SIMONSFELD, H., 1904: Gregorovius, Ferdinand. Allgemeine Deutsche Biographie, 49. Band, S. 524 - 532.

SIMPKINS, DIANA M., 1976: Vaucher, Jean Pierre E´tienne. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 595 / 596. New York.

SIMPSON, GEORGE GAYLORD, 1960: The World into Which Darwin Led Us. Science, Vol. 131, 1April, S. 966 - 974.

SINGER, CHARLES, 1925: The Evolution of Anatomy. London.

SINGER, CHARLES L., 1985/1998: The Renaissance in Rome. Indiana University Press Bloomington.

SINGER, WOLF, 1999: Hoffnung für Querschnittsgelähmte. ... Wolf Singer im Gespräch mit Norbert Lossau. Die Welt, Mittwoch, 15. Dezember 1999, S. 33.

SINNOTT, EDMUND W., 1959: Albert Francis Blakeslee. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXIII (33), S. 1 - 38.

SINOR, DENIS (ed.), 1990: The Cambridge History of eaerly Inner Asia. Cambridge University Press.

SIOL. A.: N. POPPE, I. EILKS und B. JASTORFF, 2013: Strukutr-Wirkungsdenken als moderne Strategie in der Wirkstoffforschung. Chemie in der Schule, 62. Jahrgang, Heft 2, S. 24 - 28.

SITTE, PETER, 1982: Die Entwicklung der Zellforschung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 95, S. 561 - 580.

SKINNER, B. F., 1971: Erziehung als Verhaltensformung. Grundlagen einer Technologie des Lehrens. Herausgegeben und eingeleitet von WERNER CORRELL. New York.

SKINNER, B. F., 1973: Jenseits von Freiheit und Würde. Deutsch von EDWIN ORTMANN. Reinbeck b. Hamburg.

SKOTTSBERG, C., 1932: Oscar Juel. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, L, S. (138) – (148).

SKOTTSBERG, C., 1961: Nils Eberhard Svedelius. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 7, S. 295 – 312.

SKRAMLIK, EMIL von, 1936: I. P. Pawlow zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 24, 27, S. 417 - 423.

SKYLITZES, JOHANNES, 1983: Byzanz Wieder ein Weltreich. Das Zeitalter der Makedonischen Dynastie. Teil 1 Ende des Bilderstreites und Makedonische Renaissance (Anfang 9. bis Mitte 10. Jahrhundert). Nach dem Geschichtswerk des JOHANNES SKYLITZES. Übersetzt, eingeleitet und erklärt von HANS THURN. Graz, Wien, Köln.

SLEIGH, CHARLOTTE, 2012: Jan Swammderdam's Frogs. Notes & Records of the Royal Society, 66, S. 373 - 392.

SMAH, RICHARD, 2004: Loftus, William Kennett. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 34, S. 310 / 311.

SMAHEL, FRANTISEK, 2002: Die Hussitische Revolution. I. Aus dem Tschechischen übersetzt von THOMAS KRZENCK. Redaktion: ALEXANDER PAT-

SCHOVSKY. - Monumenta Germaniae Schriften, Band 43. Hannover. - II: dto.

SMART, R. N., 2004: Forbes, James David. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 20, S. 287 – 290.

SMEATON, W. A., 1972: Fourcroy, Antoine Francois de. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 89 – 93, New York.

SMEATON, WILLIAM A., 1986: Carl Wilhelm Scheele (1742 - 1786). Endeavour, New Series, Volume 10, No. 1, S. 28 - 30.

SMEATON, WILLIAM A., 1992: Carl Wilhelm Scheele (1742 - 1786): provincial Swedish pharmacist and world-famous chemist. Endeavour, New Series, Volume 16, No. 3, S. 128 - 131.

SMILLIE, CHRIS S., MARK B. SMITH JONATHAN FRIEDMAN, OTTO X. CORDERO;LAWRENCE A. DAVID;ERIC J: ALM; 2011: Ecolology drives a global network of gene exchange connecting the human microbiom. Nature, Volume 480, 8 December.

SMIT, P., (Sonderdruck o. J., 1973?): Antoni van Leeuwenhoek and his Ideas on Spontaneous Generation. - In: L. C. PALM & H.A.M. SNELDERS (edit.): Antoni van Leeuwenhoek 1632 - 1723.

SMIT, P. and J. HENIGER, 1975: Antoni van Leeuwenhoek (1632 - 1723) and the discovery of bacteria. Journal of Microbiology and Serology, Volume 41, No. 3, S. 217 - 228.

SMITH, CROSBIE, 1989: William Hopkins and the shaping of Dynamical Geology: 1830 - 1860. British Journal History of Science, 22, S. 27 . 52.

SMITH, CYRIL STANLEY, 1968: Matter versus Materials: A Historical View. Science, Volume 162, 8 November, S. 637 - 644.

SMITH, G. ELLIOT, 1932: In the Beginning The Origin of Civilzation. New Edition, revides and enlarged. London.

SMITH, HOMER W., 1957, 3. Auflage: Principles of Renal Physiology. Oxford University Press, New York.

SMITH, HOMER W., 1959: From Fish to Philosopher. The Story of Our Internal Environment. CIBA Edition.

SMITH, JOHN GRAHAM, 1979: S. JOHN J. BEER, 1980.

SMITH, JOHN K. and DAVID A. HOUNSHELL, 1985: Wallace H. Carothers and Fundamental Research at Du Pont. Science, Vol. 229, S. 436 - 442.

SMOCOVITS, VASSILIKI BETTY, 2004: Darlington, Cyril Dean. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S. 156 7 157.

SNEAEDER, WALTER, 2005: Drug discovery: a history. Chichester.

SNELDERS, H. A. H., 1970: Arrhenius, Svante August. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 296 - 302. New York.

SNELDERS, H. A. M., 1975: Richter, Jeremias Benjamin. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 434 - 438.

SNOBELEN, STEPHEN D., 2004: Whiston, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 58, S. 502 – 506.

SNORRASON, E., 1974: Müller, Otto Fredrick. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX. S. 574 – 576. New York.

SODDY, FREDERIC, 1919: The Conception of the Chemical Element as Enlarged by the Stuy of Radioacitive Changes. Journal of the Chemical Society, Vol. CXV (115), Part I, S. 1 - 26.

SÖDERBAUM, H. G., 1923: Würdigung der Nobelpreisverleihung an FRANCIS WILLIAM ASTON. - Lex Prix Nonel en 1921 - 1922. S. 84 - 87. Stockholm 1923.

SÖDERBAUM, H. G., 1929: Würdigung der Nobelpreisverleihung für Chemie an HEINRICH WIELAND 1927 und ADOLF WINDAUS 1928. In: Les Prix Nobel en 1928. Stockholm. S. 18 - 22.

SOE´NIUS, ULRICH S., 2005: Scheibler, Carl Johann Heinrich. Neue Deutsche Biographie, 22. Band, S. 628 / 629.

SOLARI, LUIGI, 1942: Marconi. Im Privatleben und bei der Arbeit. Leipzig.

SOLLA, RÜDIGER, 1938: Francesco Redi (1626 – 1697), der Naturforscher. Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Band 30, Heft 6, S. 352 – 363.

SOLMS-LAUBACH, Graf von, 1889: Anton de Bary. Botanische Zeitung, 47, Nr. 3, 18. Januar, S. 33 - 49.

SOMMER, OTTO AMBROSIUS, 1982: Kronacher, Carl. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 79.

SOMMERFELD, ARNOLD, 19191, Nachdruck der 8. Auflage von 1931, 1978: Atombau und Spektrallinien. I. Band. Frankfurt / M.

SÖMMERRING, S. TH., 1796: über das Organ der Seele. Königsberg.

SÖMMERRING, SAMUEL THOMAS, 1811: über den Saft, welcher aus den Nerven wieder eingesaugt wird, im gesunden und kranken Zustande des menschlichen Körpers. Eine Abhandlung, welche in Amsterdam den Preis der Monnikhof'schen Legats im Jahre 1810 erhielt. Landshut.

SÖMMERRING, SAMUEL THOMAS von, 1859: Auszüge aus dem Tagebuch von Samuel Thomas Sömmering; als Beitrag zur Geschichte der Erfindung des galvanischen Telegraphen. (Briefliche Mittheilung von dessen Sohne, Hrn. Dr. W. v. Sömmering in Frankfurt a. M., an Hrn. C. Ritter in Berlin). Annalen der Physik und Chemie. 4. Reihe. ... POGGENDOREFF. 17. Band. S. 644 - 647.

SOMMERLATTE, HERBERT W. A., 1981: Das Goldland Ophir, die Ruinen von Simbabwe und ihre Entdeckung durch Karl Mauch im Jahre 1871. Petermanns Geographische Mitteilungen, Heft 1, S. 11 - 20.

SONNEBORN, T. M., 1974: Jennings, Herbert Spencer. Dictionary of American Biography, Supplement Four, S. 424 – 428.

SOENTGEN, JENS, 2011: Das verrufene Gas. Lob des CO2. Chemie in unserer Zeit, 45, S. 48 - 55.

SOENTGEN, JENS; KLAUS HILBERT, 2012: Entdeckungen der indigenen Völker Südamerikas. Präkolumbianische Chemie. Chemie in unserer Zeit, 46, S. 322 - 334.

SORITSCH, I., 1990: "Mister Heliokopter" ... Sikorsky. Rezension in: Wissenschaft in der UdSSR, Nr. 5, S. 42 - 48.

SOUCEK, SVAT, 2000 (Reprinted 2001, 2002): A History of Inner Asia. Cambridge University Press.

SOULARD, ROBERT, 1974: Niepce, Joseph und Claude. Dictionary of Scientific Biography, Vol. X, New York, S. 118 / 119.

SOULE, BYRON A., 1958: Acheson, Edward Goodrich. Dictionary of American Biography, Volume XI, Supplement One, S. 4 / 5.

SPALLANZANI, 1769: Physicalische und Mathematische Abhandlungen. Leipzig.

SPALLANZANI, LAZZARO, so dtsch. 1786: Spallanzani's Versuche über die Erzeugung der Thiere und Pflanzen. Nebst des Herrn Johann Senebier's Entwurf einer Geschichte der organisirten Körper vor ihrer Befruchtung. Aus dem Französischen von Dr. CHRISTIAN FRIEDRICH MICHAELIS. Erste Abtheilung. Leipzig.

SPALLANZANI, LAZZARO, 1795: Reisen in beyde Sicilien und in einige Gegen-

den der Appenninen. Aus dem Italienischen mit Anmerkungen. Zweyter Theil. Leipzig.

SPECK, W. A., 2004: JAMES II. (für England) und VII. König von England und Schottland. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 29, S. 628 - 657.

SPEDDING, F. H. and A. H. DAANE (edit.), 1961: The Rare Earth. New York and London.

SPEE, FRIEDRICH von, 1631 / 1985: Cautio Criminalis oder Rechtliche Bedenken wegen der Hexenprozesse. ... Aus dem Lateinischen übertragen und eingeleitet von JOACHIM-FRIEDRICH RITTER. München. (Lizenzausgabe Hermann Böhlau Nachfolger).

SPEHL, HELMUT, 1998: Siegfried Flügge zum Gedenken. Freiburger Universitätsblätter, 37. Jahrgang, S. 159 - 162.

SPEICHER, STEPHAN, 2008: Viele Rechnungen, viele Sünden. Der Anfang der Kultur und die Erzählung von der Hurerei: Die große Babylon-Ausstellung in Berlin. Süddeutsche Zeitung, Freitag, 27. Juni, Nr. 148, S. 13.

SPEISER, AMBROS P., 2001: Die Ionosphäre. Naturwissenschaftliche Rundschau, 54. Jahrgang, Heft 11, S. 569 - 574.

SPEISER, PAUL, 1973: Landsteiner, Paul. Dictionary of Scientific Biography, Vol. VII, New York. S. 622 - 625.

SPEMANN, HANS, 1901: Entwicklungsbiologische Studien am Triton-Ei. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen ... ROUX, 12, 2, S. 224 - 264.

SPEMANN, HANS, 1905: Über Linsenbildung nach experimenteller Entfernung der primären Linsenbildungszellen. Zoologischer Anzeiger, 28, 11, S. 419 - 432.

SPEMANN, H. und HILDE MANGOLD, geb. PRÖSCHOLDT, 1924 a: Über Induktion von Embryonalanlagen durch Implantation artfremder Organisatoren. Archiv für Mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik ... ROUX, 100. Band, S. 599 - 638.

SPEMANN, HANS, 1924 b: Über Organisatoren in der tierischen Entwicklung. Die Naturwissenschaften, 12, 48, S. 1092 - 1094.

SPEMANN, HANS, 1936: Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Deutsche Ausgabe der Silliman Lectures, gehalten an der Yale-Universität Spätjahr 1933. Berlin.

SPENCE, JONATHAN D., 1991: The Search for Modern China. New York, London.

SPENCER, HERBERT, 1905: Eine Autobiographie. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. LUDWIG und HELENE STEIN. I, II. Stuttgart.

SPENGLER, OSWALD, 1923 (benutzt diese 33. bis 47. völlig ungestaltete Auflage): Der Untergang des Abendlandes. Umrisse einer Morphologie der Weltgeschichte. 1. Band. München. - 2. Band, München 1922.

SPERBER, MANE'S, 1983: Nur eine Brücke zwischen Gestern und Morgen. München. - Vorher: Wien 1980.

SPERLICH, WALTRAUD, 2009: Liman Tepe – Trojas unbekannte Schwester. Spektrum der Wissenschaft, Juni, S. 62 – 68.

SPIEGEL, ADOLF, 1892: Carl Schorlemmer. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 25, S. 1107 - 1123.

SPIEL, HILDE, 1994: Glanz und Untergang: Wien 1866 bis 1938. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen von HANNA NEVES. München. - Original 1987.

SPIELMANN, JO'ZSEF - MIHA'LY SEBESTYE'N, 1983: Michael Servetus' Physiologie im Lichte seiner Anthropologie. Clio Medica, Volume 18, Numbers 1/4, S. 43 - 68.

SPIEß, KARL-HEINZ, 2010: Innovation in der Energierzeugung und in der Technik des Mittelalters. - In: Aufbruch im Mittelater - ... Studien zu Ehren von RAINER C. SCHWINGES, S. 87 - 124. Ostfildern.

SPJELDNAES, NILS, 1975: Thomsen, Christian Jürgensen. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 357 / 358, New York.

SPRANGER, EDUARD, 1926: Die Kulturzyklentheorie und das Problem des Kulturverfalls. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften Jahrgang 1926. Philosophisch-Historische Klasse, S. XXXV - LIX.

SPRECHER,MARGRIT, 1998 Verboten und verteufelt, aber trotzdem unsterblich. ... Albert Hofmann, ..., Die Weltwoche, Nr. 3, 15. Januar, S. 57.

SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1793: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin.

SPULER, B., 1977: Die Goldene Horde und Russlands Schicksal. - In: NITSCHE, P..(hrsg.): Die Anfänge des Moskauer Staates. Wege der Forschung, Band CCCXI, S. 361 - 378. Darmstadt.

SQUARCIAPINO, MARIA FLORIANI, 1966: Leptis Magna. Reihe "Ruinenstädte Nordafrikas", 2. Band. Basel.

SREL, OTTO, 1972: zu TROGUS, POMPEIUS, s. dort.

STAAB, HEINZ A., 1985: Zur Entstehung des Neuen in den Naturwissenschaften - dargestellt an einem Beispiel der Chemiegeschichte. Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Januar 1985. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrgang 1985, 1. Abhandlung. S. 5 - 29.

STADTMANN, THRESSA C., 1971: Vitamin B 12. Science, Volume 171, 5 March, S. 859 - 867.

STACEY, M., 1994: Michael Heidelberger. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 39, S. 179 - 197.

STAEL, ANNE GERMAINE DE, 1814, neu 1985: Über Deutschland. Frankfurt am Main und Leipzig.

STÄGER, A., 1974: G. Marconi, Wegbereiter der drahtlosen Telegraphie. Zu seinem 100. Geburtstag am 25. April 1974. Physikalische Blätter, 30. Jahrgang, S. 232 - 235.

STAHL, E., 1883: Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 16 (Neue Folge 9), S. 162 – 193.

STAHL, E., 1900: Der Sinn de Mycorhizenbildung. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 34, S. 539 – 668.

STAHL, EGON, 1983: Ein Vierteljahrhundert Dünnschicht-Chromatographie - eine Zwischenbilanz. Angewandte Chemie, 91. Jahrgang, Heft 7, S. 515 - 523.

STAHL, W. H., 1974: Martianus, Capella. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 140 / 141, New York.

STAMS, WERNER, 1999: Öder, Matthias. Neue Deutsche Biographie, 19, S. 424 / 425.

STANNARD, JERRY, 1970 a: Alpini, Prospero. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 124 / 125, New York.

STANNARD, JERRY, 1970 b: Brunfels, Otto. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 535 – 538, New York.

STANLEY, W. M., 1947 / 1949: The Isolation and Properties of Crystalline Tobacco Mosaic Virus. Nobel Lecture delivered at Stockholm, December 12. Les Prix Nobel en 1947, S. 196 - 215. Stockholm 1949.

STANNARD, JERRY, 1970: Angström, Anders Jonas. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 166 / 167, New York.

STAPP, C und H. BORTELS, 1934: Mikrobiologische Untersuchungen über die Zersetzung von Waldstreu. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II, Band 90, S. 28 - 66.

STARK, JOHANNES, 1935: Zur Geschichte der Entdeckung der Röntgenstrahlen. Physikalische Zeitschrift, 36, 8, S. 280 - 283.

STARK, RODNEY, Kreuzzüge, s. KELLER, PETER 2013.

STARLING, ERNST H., 1906/1907: Die chemische Koordination der Körpertätigkeiten. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 78. Versammlung zu Stuttgart. 16. - 22. September 1906. S. 246 - 260. Leipzig 1907.

STARLING, ERNEST, 1923: The Wisdom of the Body. The Harveian Oration. The Lancet, Vol. CCV, 20. October, S. 864 – 870.

STAUDINGER, H., 1926: Die Chemie der hochmolekularen organischen Stoffe im Sinne der Kekuléschen Strukturlehre. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59. Jahrgang, S. 3019 - 3043.

STAUDINGER, H. und W. HEUER, 1934: Über hochpolymere Verbindungen. 94. Mitteil.: Über ein unlösliches Poly-styrol. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 67. Jahrgang, S. 1164 – 1172.

STAUDINGER, H. und E. HUSEMANN, 1935: Über hochpolymere Verbindungen. 116. Mitteil: Über das begrenzt quellbare Poly-styrol. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 68. Jahrgang, S. 1618 – 1634.

STAUDINGER, H. und E. HUSEMANN, 1937 a: Über hochpolymere Verbindungen. 150. Mitteilung. Über die Konstitution der Stärke. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 527, S. 195 – 236.

STAUDINGER, H. und G. DAUMILLER, 1937 b: Über hocpolymere Verbindungen. 154. Mitteilung. Untersuchung an Celluloseacetaten und Cellulosen. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 529, S. 219 – 265.

STAUDINGER, H. und E. HUSEMANN, 1937 c: Über hochpolymere Verbindungen. 155. Mitteilung. Über die Konstitution des Glycogens. Justus Liebigs Annalen der Chemie, 530. Band, S. 1 – 20.

STAUDINGER, H., 1940 a: Über makromolekulare Verbindungen. 238. Mitteilung. Über niedermolekulare und maktromolekulare Chemie. Journal für praktische Chemie, N. F., Band 155, S. 1 - 12.

STAUDINGER, H., 1940 b: Über makromolekulare Verbdingunen. 252. Mitteilung: Über den Molekülbegriff in der niedermolekularen und makromolekularen Chemie. Journal für praktische Chemie, Band 156, S. 11 – 26.

STAUDINGER, H. und B. LAUTZSCH, 1940 c: Über den makromolekularen Bau des Lichenins. 249. Mitteilung über makromolekulare Verbindungen. Journal für Praktische Chemie, Band 156, S. 65 – 94.

STAUFFER, ROBERT C., 1957: Speculation and Experiment in the Background of Oersted‘s Discovery of Electromagnetism. Isis, Vol. 48, Part I. No. 151: 33 - 50.

STAUM, MARTIN S. 1974: Marggraf, Andreas Sigismund. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 104 – 197, New York.

STAVENHAGEN, A., 1898: Zur Kenntniss der Gährungserscheinungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 2492 / 2423.

ST CLAIR, WILLIAM, 2004: Bruce, Thomas, seventh earl of Elgin. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 329 - 331.

STECK, JONATHAN M. W., 2011: Planarian Pluripotncy. Science, Vol. 332, 13 May, S. 799 /800.

STEGER, FLORIAN, 2011: Asklepiosmedizin. Medizinischer Alltag in der römischen Kaiserzeit. Vortrag Dienstag, 4. Oktober, Leopoldina Halle.

STEGMANN, CHRISTIAN, 2006: Kosmische Strahlung, Die Suche nach den Quellen. Sterne und Weltraum, März, S. 24 - 34.

STEIGER, HARTMUT, 1999: Der Aufstieg der Technischen Hochschulen. Ingenieur de (on-line).

STEIN, ELISABETH, 2006: Auf der Suche nach der verlorenen Antike. - In. - Herausgegeben von THOMAS MAISSEN und GERRIT WALTHER: Funktionen des Humanismus. Studien zum Nutzen des Neuen in der humanistischen Kultur. S. 76 - 102. Göttingen 2006.

STEIN, ERNST, 1928: Geschichte des Spätrömischen Reiches von 284 bis 476 n. Chr. Vom Römischen zum Byzantinischen Staate. Wien.

STEIN, W. D., 1986: Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 32, S. 116 - 135.

STEINBERGER, K. FRANZ, 1947: Rohstoffe für Acetylen und Aethylen. Angewandte Chemie B, 19. Jahrgang, Nr. 8, S. 211 - 214.

STEINBRÜCK, KARL, 19284: Handbuch der gesamten Landwirtschaft. 4. Auflage. Leipzig.

STEINBÜCHEL, THEODOR, 1935: Christliches Mittelalter. Leipzig.

STEINER, WALTER R., 1929: Dr. William Beaumont, An Apprecation. Science, Volume LXX, No. 1818, November 1, S. 413 - 416.

STEINMAURER, R., 1962: Fünfzig Jahre Kosmische Strahlung. Rückblick auf Entdeckung und Erforschung. Physikalische Blätter, 18. Jahrgang, S. 363 - 369.

STENT, GUNTHER S., 1975: Limits to the Scientific Understanding of Man. Science. Volume 187, March, S. 1052 - 1058.

STENT, GUNTHER S., 1997: André Michel Lwoff (8 May 1902 - 30 September 1994). Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 141, No. 1, March, S. 98 - 101.

STENT, GUNTHER S., 2002: Prematurity in Scientific Discovery. - In: HOOK, ERNEST B. (Edit.), 2002: Prematurity in scientific discovery: on resistance and neglect. University of California Press. S. 22 - 33.

STERN, CURT, 1968: Grundlagen der Humangenetik. Jena.

STERNBERG, KASPAR Graf VON, 1868: Leben des Grafen Kaspar Sternberg von ihm selbst beschrieben. Nebst einem akademischen Vortrag über der Grafen Kaspar und Franz Sternberg Leben und Wirken für Wissenschaft und Kunst in Böhmen. Zur fünfzigjährigen Feier der Gründung der Böhmischen Museums herausgegeben von FRANZ PALACKY´. Prag.

STETTLER, ANTOINETTE, 1979: Der ärztliche Pestbegriff in historischer Sicht. Gesnerus, Jg./Vol. 36, Heft/Fasc. 1/2, S. 127 - 139.

STEUDEL; JOHANNES, 1970: Auenbrugger, Joseph Leopold. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S, 332 / 333, New York.

STEVENSON, DAVID J., 2000: Pathways of Discovery: Planetary Science: A Space Odyssey. Science, Vol. 287, 11 February, S. 997 - 1005.

STEVERDING, DIETMAR, 2010: Vom Darmbewohner zum Bioreaktor. Die Geschichte der Kolibakterien. Biologie in Unserer Zeit, 3 (40), S. 194 - 201.

STICKER, B., 1964: Galilei und die dualistische Weltauffassung. Tratto da Atti

del Simposio su "Galileo Galilei nella storia e nella filosofia della scienza". Firenze.

STICKER, BERNHARD, 1970 a: Benzenberg, Johann Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 615 / 616, New York.

STICKER, BERNHARD, 1970 b: Bode, Johann Elert. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 220 / 221, New York.

STIEDA, L., Seebeck, Thomas Johann. Allgemeine Deutsche Biographie, 33, S. 564 / 565.

STIELDORF, ANDREA, 2012: Marken und Markgrafen. Studien zur Grenzsicherung durch die fränkisch-deutschen Herrscher. Monumenta Germaniae Historica Schriften Band 64. Hannover.

STIER, FRIEDRICH, 1959: Drude, Paul Karl Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 4, S.138 / 139.

STILLE, HANS, 1924: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin.

STOCK, ALFRED, 1907: Henri Moissan. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 40. Jg., Bd. IV, S. 5099 - 5130.

STOCKINGER, GÜNTHER, 2004: See der Angst, ... muslimische Sklavenhändler im Mittelmeer ... Der Spiegel, 19, S. 216 - 219.

STÖGER, ALEXANDER, 2019: Vom Versuch zum Kosmos. Alexander von Humboldt und die Experimentalwissenschaften, Physik Journal 18, Nr. 11, S. 27 - 31.

STOHMANN, F., 1858: s. HENNEBERG, W., 1858.

STOHMANN, F., 1862: Ueber einige Bedingungen der Vegetation der Pflanzen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXI (121), S. 285 – 338.

STOHMANN, 1864: Vegetationsversuche. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXX (130), S. 305 – 324.

STOHMANN, 1874: Liebig's Beziehungen zur Landwirthschaft. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 8, S. 458 - 476.

STOKER, DAVID, 2004: Wotton, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 60, S. 386 / 387.

STOKSTAD, ERIK, 2009: The Famine Fighter's Last Battle.Science, Volume 324, 8 May. S. 710 - 712.

STÖLK, GÜNTHER, 1997 (6. erweiterte Auflage): Russische Geschichte. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. Stuttgart.

STOKLASA, JULIUS und F. CZERNY, 1903: Isolirung des die anaerobe Athmung der Zelle der höher organisirten Pflanzen und Thiere bewirkenden Enzyme. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 36. Jahrgang, S. 622 – 634.

STOLTZENBERG, DIETRICH, 1994: Fritz Haber. Chemiker, Nobelpreisträger, Deutscher, Jude. Weinheim, New York, Basel ...

STOLTZENBERG, DIETRICH, 1999: Fritz Haber, Carl Bosch und Friedrich Bergius - Protagonisten der Hochdrucksynthese. Chemie in unserer Zeit, 33. Jahrgang, Nr. 6, S. 359 - 364.

STOLZ, ROLF, 2009: Die kulturellen Schutzwälle verstärken. Junge Freiheit, Nr. 4209, 9. Oktober, S. 22.

STONEY, G. JOHNSTONE, 1895: Argon - A Suggestion. The Chemical News, Vol. LXXI, No. 1837, S, 67 / 68.

STORB, RAINER, 2012: Edward Donnall Thomas (1920 - 2012). Nature, Vol. 491, 15 November, S. 334.

STORM, ELFRIEDE, 1975: Palmyra. Die Entwicklung der Oase Tadmor zur "Königin de Wüste". Die Alte Welt. Band 21, Heft 4, S. 213 - 224.

STORM; THEODOR, 1928 Sämtliche Werke 1. Band, mit S. 239 - 274 Abseits. Berlin.

STÖTZNER, MICHAEL und WALTER THIRRING, 1994: Entstehen neuer Gesetze in der Evolution der Welt. Naturwissenschaften, 81, S. 243 - 249.

STRABO, 1. Jh. v. Chr., 1. Jh. n. Chr., deutsch 1855-1885: Erdbeschreibung. Übersetzt und durch Anmerkungen erläutert von Dr. A. FORBIGER. 4 Bände. Stuttgart.

STRAHLMANN, BEREND, 1964: Goppelsroeder, Christoph Friedrich. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 645 / 646.

STRAHLMANN, BEREND, 1972: Heumann, Karl. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 44.

STRAHLMANN, BEREND, 1974: Imhausen, Arthur. Neue Deutsche Biographie, 10, S. 145 / 146.

STRASBURGER, ED., 1880 a, 3. Völlig umgearbeitete Auflage: Zellbildung und Zelltheilung. Jena.

STRASBURGER, EDUARD, 1880 b: Die Geschichte und der jetzige Stand der Zellenlehre. Tageblatt der 53. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Danzig vom 18. – 24. September 1880, S. 61 – 68. Danzig.

STRASSL, H., 1946: Die erste Bestimmung einer Fixternentfernung. (Zum hundertsten Todestag von F. W. Bessel). Die Naturwissenschaften, 23, 3, S. 65 - 71.

STRASSMANN, F., 1941: Über die Spaltung schwerer Kerne. Angewandte Chemie, 54. Jahrgang, Nr. 21 / 22, 24. Mai, S. 249 - 252.

STRASSMANN, FRITZ, 1941 b: Die Auffüllung und die Erweiterung des periodischen Systems. Die Naturwissenschaften, 54. Jahrgang, Heft 32/33, 8. August, S. 492 - 496.

STRAUB, H., 1949 u. a.

STRAUMANN, NORBERT, 2015: Das Universum nach Einstein. Physik Journal 14, Nr. 3, S. 45 - 49.

STRAUS, FRITZ, 1927: Johannes Thiele. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LX, A, Nr. 6, 15. Juni, S. 74 – 132.

STRAUß, DAVID FRIEDRICH, original 1872, neu u. a. etwa um 1925: Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntnis. Leipzig.

STRAUß, DAVID FRIEDRICH, 1906 Neuausgabe: Voltaire. Sechs Vorträge ... Neu herausgegeben und mit Anmerkungen versehen von Dr. HANS LANDSBERG. Volksausgabe. Leipzig.

STRECKER, ADOLPH, 1850 a: Ueber ein Zersetzungsproduct des Tyrosins. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, LXXIII, S. 70 - 79.

STRECKER, ADOLPH, 1850 b: Uber die künstliche Bildung der Milchsäure und einen neuen, dem Glycocoll homologen Körper. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band LXXV (75), S. 27 – 45.

STRECKER, ADOLPH, 1854: Künstliche Bildung von Taurin. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band XCI (91), S. 97 – 101.

STRECKER, A., 1858: Ueber das Arbutin und seine Verwandlungen. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Neue Reihe Band XXXI (31), S. 228 – 235.

STRELLER, SABINE und KLAUS ROTH, 2011: 50 Jahre Pille in Deutschland. Chemie in unserer Zeit, 45, S. 270 - 291.

STRELLER, SABINE und KLAUS ROTH, 2012: Eine Rinde erobert die Welt. Chemie in unserer Zeit, 46, S. 228 - 247.

STRELLER, SABINE und KLAUS ROTH, 2013: Unsere Last und Lust mit der Zigarette. Starker Tabak. Chemie in Unserer Zeit, 47, S. 248 - 268.

STREITWIESER, A. jr. und C. H. HEATHCOCK, 1980, 1990: Organische Chemie. Übers. von SIGRID DEHMLOW. Weinheim, Basel, Cambridge.

STREMINGER, GERHARD, 2004: Vater der modernen Philosophie. ... David Hume. Weltwoche, Nr. 7, S. 56 - 62 + 63.

STRESEMANN, ERWIN, 1951: Die Entwicklung der Ornithologie von Aristoteles bis zur Gegenwart. Berlin.

STREYER, LUBERT, 1996/1999 / 4. Auflage: Biochemie. Aus dem Engl. von GÜNTHER STOLL. Heidelberg, Berlin, Oxford. - Original: Biochemistry.

STRIEBEL, 2009: Alte und neue Aufgaben der Akademien und gelehrten Gesellschaften. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel, Volume 11, S. 199 - 213.

STRÖKER, E., 1968: Element und Verbindung. Zur Wissenschaftsgeschichte zweier chemischer Grundbegriffe. Angewandte Chemie, 80. Jahrgang, Nr. 18, S. 747 – 753.

STRÖKER. ELISABETH, 2000: Georg Ernst Stahls Beitrag zur Grundlegung der chemischen Wissenschaft. Acta historica Leopoldina, Nr. 30, S. 145 - 160.

STROMAIER, GOTTHARD, 2001: Al-Biruni Ein Gelehrter, den das Abendland übersah. Spektrum der Wissenschaft, Mai, S. 74 - 81.

STROMAIER, GOTTHARD, 2003: Ein Muslim im Kirchenfenster. Der Arzt und Philosoph Avicenna ... Spektrum der Wissenschaft, Januar, S. 84 - 91.

STROMER, WOLFGANG von, 1977: Innovation und Wachstum im Spätmittelalter: Die Erfindung der Drahtmühle als Stimulator. Technikgeschichte, Band 44, Nr. 2, S. 89 - 120.

STROMER, WOLFGANG von, 1995: Die Saigerhütten-Industrie des Spätmittelalters. Entwicklung der Kupfer-Silber-Scheidekünste zur "ars conflatoria separantia argentum a cupro cum plumbo", Technikgeschichte, Band 62, Nr. 3, S. 187 - 219.

STROMEYER, FRIEDRICH, 1808: Grundriss der theoretischen Chemie. Zum Behuf seiner Vorlesungen entworfen ..., Erster Theil, Göttingen.

STROMEYER. 1817: Ein neu entdecktes Metall und Analyse eines neuen Minerals. Journal für Chemie und Physik... SCHWEIGGER. XXI. Band. S. 297 - 306.

STROMEYER, G. F. L., 1875: Erinnerungen eines deutschen Arztes. Hannover.

STROMGAARD, KRISTIAN und ANDERS S. KRISTENSEN, 2012: Ein heteromeres Schlangengift und die molekularen Details der Schmerzempfindung. Angewandte Chemie, 124, S. 4082 - 4084.

STRONG, LAWRENCE E., 1971: Chemistry and the Liberal Arts. Journal of Chemical Education, Volume 48, Number 9, September, S. 562 - 565.

STRÜMPELL; ADOLF, 1905: Zur Erinnerung an Carl Weigert. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 31, 9. Februar, Nr. 6, S. 230 – 232.

STRUVE, TILMAN, 1982: Lampert von Hersfeld. Neue Deutsche Biographie, Band 13, S. 461/462.

STUBBE; HANS, 1963: Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungeregeln Gregor Mendels. Jena.

STÜBLER, E., 1928: Leonhart Fuchs ... München.

STUCHTEY, BEBEDIKT, 2ßß2: World Power and World History: Writing the British Empire, 1885 - 1945. - In: STUCHTEY, BENEDIKt and ECKHARDT FUCHS, 2003: Writing World History 1800 - 2000. Studies of the Gernab Historical Institute London. S. 213 - 254. Oxford University Press.

STUMM, W. und E. STUMM-ZOLLINGER, 1968: Chemische Prozesse in natürlichen Gewässern. Chimia, Volumen 22, Fasc. 8, S. 325 - 537.

STUMM, WERNER, RENE´SCHWARZENBACH und LAURA SIGG, 1983: Von der Umweltanalytik zur Ökotoxikologie - ein Plädoyer für mehr Konzepte und Routinemessungen. Angewandte Chemie, 96. Jahrgang, Heft 5, S. 345 -355.

STÜRNER, WOLFGANG, 2003 (verbesserte Sonderausgabe): Friedrich II. Teil 1 Die Königsherrschaft in Sizilien und Deutschland 1194 - 1220. Darmstadt.

STURTEVANT, A. H., 1959: Thomas Hunt Morgan. Biographical Memoirs of the National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXIII (33), S. 283 - 325.

STURZ, HELFRICH PETER, 1976: Die Reise nach dem Deister. Prosa und Briefe. Herausgegeben von KARL WOLFGANG BECKER. Berlin.

STUTZER, OTTO und W. WETZEL, 1932: Die wichtigsten Lagerstätten der "Nicht-Erze", 4. Band: Phosphat – Nitrat. Berlin.

STUTZER, 1914: Heinrich Ritthausen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXXVII, S. 4 – 7.

STUTZER, O., 1933: Die wichtigsten Lagerstätten der "Nichterze". Band V: STUTZER, O., W. WETZEL, A. HIMMELBAUER, 1933: Schwefel – Graphit – Jod – Bor – Magnesit – Talk. Berlin.

STUEWER, ROGER H., 1981: Compton, Arthur Holly. Dictionary of American Biography, Supplement Seven, S. 132 – 135.

SUCHOMEL, CHRISTIAN & KONOLD, WERNER, 2008: Niederwald als Energiequelle - Chancen und Grenzen aus Sicht des Naturschutzes. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br., 98, S. 61 - 120.

SUDHOFF, KARL, 1752 / 1922: s. HALLER, ALBRECHT 1752 / 1922.

SUETON/C. SUETONIUS TRANQUILLIS, 2. Jh. n. Chr., 2000: Die Kaiserviten de Vita Caesarum. Berühmte Männer de Viris Illustribus. Lateinisch-deutsch. Herausgegeben und übersetzt von HANS MARTINET. Düsseldorf, Zürich.

SUHLING, LOTHAR, 1991: Walther Nernst. - In: Die Grossen, IX / 2. S. 601 - 613. Zürich.

SUMNER, JAMES B., 1926: The Isolation and Crystallization of the Enzyme Urease. The Journal of biological Chemistry, LXIX, S. 435 - 441.

SUMNER, JAMES BATCHELLER, 1948: The Chemical Nature of Enzymes. Nobel Laureate Lecture. Les Prix Nobel en 1946. S. 185 - 192. Stockholm.

SUPF, P.: Das Buch der deutschen Fluggeschichte. Berlin.

SUESS, HANS E., 1981: Willard F. Libby. Naturwissenschaften, 68, S. 435 / 436.

SÜß-FINK, GEORG, 1986: Vom Enfant Terrible zum Musterknaben: Die Borane. Chemie in unserer Zeit, 20. Jahrgang, Nr. 3, S. 90 - 100-

SÜSSKIND, CHARLES, 1973: Langmuir, Irving. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 22 – 25, New York.

SÜSSKIND, CHARLES, 1973: Lodge, Oliver Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S, 443 / 444, New York.

SÜSSKIND, CHARLES, 1974: Tesla, Nikola. Dictionary of American Biography, Supplement Three, S. 767 – 770.

SUTHERLAND, Earl WILBUR, 1972: Studies on the Mechanism of Hormone Action. Nobel Lecture, December 11, 1971. Les Prix Nobel en 1971. Stockholm. S. 240 - 257. - Auch deutsch: Untersuchungen zur Wirkungsweise der Hormone. Angewandte Chemie, 84. Jahrgang, Heft 23, S. 1117 - 1125.

SUTTER, BERTHOLD, 1984 (2. Auflage): Der Hexenprozeß gegen Katharina Kepler. Weil der Stadt.

SUTTHOFF, W., 1930: J. König zum Gedächtnis. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43, 24, S. 495 / 496.

SUTTNER, BERTHA VON, viele Ausgaben, benutzt 1914 Volksausgabe: Die Waffen nieder! Eine Lebensgeschichte ... Mit einem Nachwort von ADELE SCHREIBER. Berlin.

SUTTON, MIKE, 2006: Transmutations and Isotopes. Frederick Soddy's work mit Ernest Rutherford ... Chemistry World, May, S. 50 - 53.

SUTTON, MIKE, 2007: Chemistry for the common good. ... Marcellin Berthelot. Chemistry World, March, S. 58 - 61.

SUTTON, MIKE, 2008: Chemists without borders. Frederick Sanger ... Chemistry World, October, S. 57/58.

SUTTON, MIKE, 2008 b : A clash of symbols. Chemistry World, November, S. 56 - 60.

SUTTON, MIKE, 2009: Wealth from Greenland, honour from London. Chemistry World, September, S. 56 - 58.

SUTTON, MIKE, 2010: Cracking crystal codes. Chemistry World, July, S. 63 - 65.

SUTTON, MIKE, 2010 b: Airs and graces. .. Henry Cavendish. Chemistry World, October, S. 50 - 53.

SUTTON, MIKE, 2011: Doubts and paradoxes. Robert Boyle's *The sceptical chymist* ... Chemistry World, April, S. 46 - 49.

SUTTON, MIKE, 2011: Blazing a trail. Robert Bunsen's explosive career ... Chemistry World, July, S. 46 - 49.

SUTTON, MIKE, 2012: A reluctant chemist. ... Victor Grignard. Chemistry World, June, S. 56 - 59.

SUTTON; MIKE, 2015: The green molecule ... chlorophyll. Chemistry World, February, S. 50 - 53.

SVEDBERG, THE, 1914: Die Materie. Ein Forschungsproblem in Vergangenheit und Gegenwart. Leipzig.

SVEDBERG, THE, 1937: The Ultra-Centrifuge and the Study of High-Molecular Compounds. Nature, Supplement, Vol. 139, No. 3529, Saturday, June 19, S. 1051 - 1062.

SWAN, WILLIAM, 1857: Ueber die prismatischen Spectra der Flammen von Kohlenwasserstoffverbindungen. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, N.F. 100 (ganze Folge 176), 2: S. 306 - 335.

SWANN, W. F. G., 1931: Michael Faraday. Science, Vol. 73, No. 1895: S. 433 - 439; 1896: S. 462 - 468.

SWAZER, JUDITH P., 1975: Sherrington, Charles Scott. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, New York, S, 395 - 403.

SWINNE, RICHARD, 1920: Das periodische System der chemischen Elemente im Lichte der jüngsten Kanalstrahlenforschung. Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 3. September, Heft 36, S. 727 - 734.

SYKES, A. H., 2004: Waller, Augustus Volney. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 56, S. 968 – 970.

SYNGE, RICHARD L. M., 1952 / 1953: Applications of Partition Chromatography. Nobel Lecture, December 12. Les Prix Nobel en 1952, S. 122 – 135, Stockholm 1953.

SZABADVÁRY, FERENC, 1966: Geschichte der analytischen Chemie. Deutsche Bearbeitung GÜNTHER GERSTEIN. Budapest.

SZABADVÁRY, FERENC, 1972: Fresenius, Carl Remigius. Dictionary of Scientific Biography, S. 163 – 165, New York.

SZABADVÁRY, FERENC, 1974 a: Mitscherlich, Eilhard. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 423 - 426. New York.

SZABADVÁRY, FERENC, 1974 b: Mohr, Carl Friedrich. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 445 / 446, New York.

SZABADVÁRY, FERENC, 1974 c: Müller, Franz (Ferenc), Baron de Reichenstein. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 559, New York.

SZABADVÁRY, F., 1989a: Professor Jacquin und die Bergakademie in Schemnitz. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 226 – 228.

SZABADVÁRY, F., 1989: Treffjahr zweier Revolutionen. Teil I: Revolution der Chemie und des Volks. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 371 / 372.

SZABADVÁRY, F. 1990a: Treffjahr zweier Revolutionen. Teil II: Ruhm, Reichtum, Schafott. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 9 / 10.

SZABADVÁRY, F., 1990b: Zwei fast parallele Laufbahnen – aber nur ein Nobel-Preis. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 231 / 232.

SZABADVÁRY, F., 1991: Der Chemiker Faraday. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 294 / 295.

SZABADVÁRY, F., 1993a: Die Organiker I. Von der Tierchemie zur organischen Chemie. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 118 / 119.

SZABADVÁRY, F., 1993b: Die Organiker II. Adolf Lieben. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 180 / 181.

SZENT-GYÖRGYI, ALBERT, 1958: Muscle Research. Science, Volume 128, 28 September, S. 699 - 702.

TACITUS, Ausgabe 2012: Agricola und Germania. Übersetzt, eingeleitet und erläutert von LENELOTTE MÖLLER. Wiesbaden.

TACKE, BR., 1887: Ueber die Entwicklung von Stickstoff bei Fäulniss. Landwirthschaftliche Jahrbücher, 16. Band, S. 917 - 939.

TACKE, BR., 1889: Ueber den Stickstoffverlust bei der Nitrifikation und den Stickstoffgewinn im vegetationsfreien Erdboden. Landwirthschaftliche Jahrbücher, 18. Band, S. 439 ff.

TAMM, CHRISTOPH, 1977: Organische Chemie: Gegenwart und Zukunft. Rektoratsrede gehalten an der Jahresfeier der Universität Basel am 25. November 1977. Basel.

TAMMANN, G., 1923: Zur Analyse des Erdinneren. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 131. Band, S. 96 - 100, 269 - 276.

TAMMANN, G., 1932: Zur Entwicklung der Metallkunde. Die Naturwissenschaften, 20. Jahrgang, Heft 1, S. 1 – 6.

TAMMANN, G., 1936: Henry Louis Le Chatelier. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrgang, 4. Dezember, Heft 49, S. 769 / 770.

TANGL, EDUARD, 1884: Zur Lehre von der Continuität des Protoplasmas im Pflanzengewebe. (Vorgelegt in der Sitzung am 13. 6. 1884). Sitzungsberichte der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, XC. Band, I. Abtheilung, 1 – 5, S. 10 – 38.

TARDENT, P., 1977: Nekrolog: Ernst Hadorn. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 122, S. 313/314.

TARLING, NICHOLAS, 1992: The Cambridge History of Southeast Asia. Cambridge University Press.

TARN, WILLIAM (edited), 1966: Die Kultur der Hellenistischen Welt. 3., vom Verfasser unter Mitarbeit vin G. T. GRIFFITH durchgesehene Auflage. Darmstadt.

TASCHWER, KLAUS; FÖGER, BENEDIKT, 2009: Konrad Lorenz. Biographie. München.

TAUBE, ERIKA und MANFRED, 1983: Schamanen und Rhapsoden. Die geistige Kultur der alten Mongolei. Leipzig.

TAUBÖCK, KARL, 1942: Über physiologische Rassen mit verschiedenem Boranspruch. Botanisches Archiv, Band 44, S. 52 - 69.

TAYLOR, GEORGE, 1970: Berkeley, Miles Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 18 / 19. New York.

TAYLOR, HUGH, 1958: Irving Langmuir. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 4, S. 166 – 184.

TAYLOR, K. L., 1973:

TEICHMANN, JÜRGEN, 2014: From William Hyde Wollaston to Alexander von Humboldt - Star Spectra and Celestial Landscape. Annals of Science, Volume 71, No. 1, S. 27 - 60.

TEICHMANN, JÜRGEN, 2017: Eine neue "Landschaft' des Unsichtbaren. ... Joseph Fraunhofer. Physik Journal 16, Nr. 10, S. 53 - 57.

TELLER, EDWARD, 1984: Technik, Krieg und Kriegsverhütung. Naturwissenschaften, 71, S. 109 - 114.

TELLER, EDWARD, 2001: Memoirs. A Twentieth-Century Journey in Science and Politics. With JUDITH L. SHOOLERY. The Perseus Press.

TENNANT, SMITHSON, 1804: On two Metal, found in the black Powder remaining after the Solution of Platina. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Part II, S. 411 - 418.

TERMER, FRANZ, 1953, Die Hochkultur der Maya und ihre Erforschung durch die moderne Amerikanistik. Universitas, 8. Jahrgang, Heft 2, Februar, S.149 - 160.

TERNES, WALDEMAR, 2013: Biochemie der Elemente. Anorganische Chemie biologischer Prozesse(Nachlaß Professor ALFONFS SCHÖBERL, Tierärztliche Hochschule Hannover) Berlin, Heidelberg.

TERRES, ERNST, 1950: Zum 100. Geburtstag von Hans Bunte. Festrede anläßlich der Feierstunde der Karlsruher Chemischen Gesellschaft am 18. Dezember 1948. Karlsruher Akademische Reden, Neue Folge. Karlsruhe.

TETZLAFF, FRANK, 2006: Max Weger Der Vater der Bakelite Gesellschaft. Freundkreis Chemie-Museum Erkner e. V. Im Internet.

TETZLAFF, FRANK, 2011: e-mail-Mitteilung an ZIRNSTEIN über die Bakelit-Produktion ab 1910 in den Rütgers-Werken in Erkner.

THACKRAY, ARNOLD W., 1966: The Origin of Dalton‘s Chemical Atomic Theory: Daltonian Doubts Resolved. Isis, Vol. 57, 1, No. 187, S. 35 - 55.

THACKRAY, ARNOLD, 1971: Carlisle, Anthony. Dictionary of Scientific Biography. Vol.III. New York. S. 67/68.

THACKRAY, ARNOLD, 1971: Dalton, John. Dictionary of Scientific Biography. Volume III, S. 537 – 547, New York.

THADEUSZ, FRANK, 2009. Am Anfang war der Sud. Der Spiegel, 52, S. 132 / 133.

THADEUSZ, FRANK, 2018: ’Bar erkauftes Eigentum’ ... Afrikaner nach Deutschland. Der Spiegel, Nr. 24, 4. 8., S. 102 - 104.

THAER, ALBRECHT DANIEL, 1831: Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. 1. - 4. Band. Berlin.

THAUER, RUDOLF K., 1983: Leben ohne Licht und Sauerstoff. Umschau, 83, Heft 2, S. 53 - 57.

THEILE, FR. WILH., 1846: Fernel (Jean). Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künste ... J. S. ERSCH und J. G. GRUBER, 1, Section, 43. Theil, S. 161 - 163.

THEIS, ERICH, 1937: Döbereiners katalytische Sendung. Angewandte Chemie, 50. Jahrgang, Nr. 1, S. 46 – 50.

THEISS, GERMANUS, 1982: Neues Glas und alter Glaube. Lebenserinnerungen des Glasmachers Germanus Theiss. Bearbeitet und ergänzt von KONRAD THEISS. Leipzig.

THÉODORIDÈS, JEAN, 1971: Davaine, Casimir Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 587 – 589, New York.

THÉODORIDÈS, JEAN, 1972: Hérelle, Félix d'. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 297 – 299, New York.

THEOPHANES, 9. Jh., deutsch 1957: Das 8. Jahrhundert (717 - 813) aus der Weltchronik des Theophanes übersetzt, eingeleitet und erklärt von LEOPOLD BREYER. Byzantinische Geschichtsschreiber ... BAND VI, Bilderstreit und Arabersturm in Byzanz, Graz, Wien, Köln.

THEORELL, HUGO, 1935: Das gelbe Oxydationsferment. Biochemische Zeitschrift, 278, 3 - 4, S. 263 - 290.

THESING, JAN, 1979: Clemens Schöpf. Chemische Berichte. In Fortsetzung der Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 112. Jahrgang, Nr. 1, S. I – XIX.

THESS, ANDRE'. FRANZ TRIEB; ANTJE WÖRNER und STEFAN ZUNFT, 2015: Herausforderung Wärmespeicher. Physik Journal 14, , Nr. 2, S. 33 - 39.

THIELE, JOACHIM, 19: Zur Wirkungsgeschichte des Dopplerprinzips im neunzehnten Jahrhundert. Annals of Science, Vol. 27, No. 4, S. 393 – 407

THIELE, JOACHIM, 1971: Dalton, John, Dictionary of Scientific Biography, Volume III, S. 537 – 547, New York.

THIELE, JOHANNES, 1899: Zur Kenntnis der ungesättigten Verbindungen. I. Theorie der ungesättigten und aromatischen Verbindungen. Annalen der Chemie, Justus Liebig's ... Band 306, S. 87 – 142.

THIELE, KARL-HEINZ; CLAUDIA MÄRTENS, THOMAS SCHÖNEBURG, 1969: Über die Entdeckung des Cadmiums vor 150 Jahren. Zeitschrift für Chemie, 9. Jahrgang, Heft 2, S. 55 - 57.

THIES, PETER W., 1985: Colchicum. Pharmazie in unserer Zeit, 14. Jahrgang, Nr. 5, S. 149 - 152.

THIESS, FRANK, 1992: Die griechischen Kaiser. Die Geburt Europas. Augsburg.

THIETMAR von MERSEBURG, 1966: Chronik. Neu übertragen und erläuert von WERNER TRILLMICH. Darmstadt.

THILO, ERICH, 1965: Die anorganische Chemie heute. Ein kurzer Überblick. - In: Zum gegenwärtigen Stand von Naturwissenschaft und Medizin, in Übersichten gegeben von Mitgliedern der Leopoldina aus Anlaß der 65. Wiederkehr des Geburtstages des XXII. Prsäsidenten KURT MOTHES. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nummer 173, Band 30, S. 67 - 76.

THIEME, HARTMUT, 1997: Lower Palaeolitihic hunting spears from Germany. Nature, Volume 385, 27 February, S. 807 - 810.

THIENEMANN, F. A. L. 1827 a: Reise im Norden Europas vorzüglich in Island in den Jahren 1820 bis 1821 angestellt von F. A. L. Thienemann ... und G. B. Günther. Leipzig. -

THIRRING, HANS; OTTO PAUL FUCHS, 1939: Photowiderstände. Leipzig.

THOMAS, HEINZ, 1983: Deutsche Geschichte im Spätmittelalter 1250 - 1500. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz.

THOMAS, HEINZ, 1993: Ludwig der Bayer: (1282 - 1347; Kaiser und Ketzer. Regensburg; Graz, Wien, Köln.

THOMAS, HUGH, 1990 (1984): Geschichte der Welt. Aus dem Englischen übertragen von ULRICH und URSEL BRACHER. Stuttgart. - Original: An Unfinished History of the World. London 1979.

THOMAS, JOHN MEURIG, 2008: Lord Rutherford (1871 - 1937): Der Newton des Atoms und Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 1908. Übersetzt von Dr. VOLKER JACOB, ... Angewandte Chemie, 120, S. 9532 - 9541.

THOMAS, JOHN MEURIG, 2012 a: The birth of X.ray crystallography. Nature, Volume 491. 8 November, S. 186/187.

THOMAS, JOHN MEURIG, 2012 b: William Lawrence Bragg: der Wegbereiter der Röntgenkristallographie und sein tiefgreifender Einfluss. Angewandte Chemie, 124, S. 13120 - 13132.

THOMAS, PHILIP DRENNON, 1976: Varro, Marcus Terentius. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 588 / 589, New York.

THOMASIUS, HARALD, 2011: Heinrich Cotta - Zum Jubiläum eines Klassikers der deutschen Forstwirtschaft. Sächsische Heimatblätter, 4, S. 366 -380.

THOMPSON, Sir HAROLD, 1973: Cyril Norman Hinshelwood. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 19, S. 374 – 431.

THOMPSON; JASON, 2004: Wilkinson, Sir John Gardner. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 58, S. 1013 - 1015.

THOMSON, ELIZABETH H., 1975: Silliman, Benjamin jr. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XII, New York, S. 434 - 437.

THOMSON, J. J., 1905 ( -1907): The Structure of the Atom. Notices of the Proceedings at the Meetings of the members of the Royal Institution of Great Britain ... Volume XVIII, 1905 - 1907, S. 49 - 63.

THOMSON, J. J., (1905 -) 1907: Rays of Positive Electricity. Notices of the Proceedings at the Meetings of the members of the Royal Institution of Great Britain ... Volume XVIII, 1905 - 1907, S. 577 - 592.

THOMSON, Sir J. J., 1909: Address ... President. Report of the Seventy-Ninth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Winnipeg 1909, August 25 - September 1. London 1910.

THOMSON; R.,M., 2004; Malmesbury, William of. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 36, S. 348 - 351.

THOMSON, Sir WILLIAM, 1872: President Address. Report of the Forty-First Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Edinburgh in August 1871. S. IXXXIV - CV.

THORPE, W. H., 1974: Animal Nature dn Human Nature. London.

THUNBERG, TORSTEN, 1920: Zur Kenntnis des intermediären Stoffwechsels und der dabei wirksamen Enzyme. Skandinavisches Archiv für Physiologie, 40, S. 1 - 91.

THURN, HANS, 1983: s. SKYLITZES, JOHANNES.

TIBURTIUS, FRANZISKA, 1923: Erinnerungen einer Achtzigjährigen. Berlin.

TICHY, FRANZ, 1960: Die vom Menschen gestaltete Erde. Auffassung und Darstellung im 19. Jahrhundert. Als öffentliche Antrittsvorlesung in der Philosophischen Fakultät, Universität Heidelberg, 24. 2. 1960. In: Die Erde, 91 (4), S. 241 - 257..

TIEDEMANN, FRIEDRICH, 1837: Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Outangs verglichen. Heidelberg.

TIEMANN, FERD. und WILH. HAARMANN, 1874: Ueber das Coniferin und seine Umwandlung in das aromatische Princip der Vanille. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 7. Jahrgang, S. 608 – 623.

TIEMANN, FERD., 1892: Ueber die Beschlüsse des internationalen, in Genf vom 19. bis 22. April 1892 versammelten Congresses zur Regelung der chemischen Nomenclatur. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 26, S. 1595

- 1631.

TIETZE, LUTZ-F., 1983: Secologanin, eine biogenetische Schlüsselverbindung - Synthese und Biogenese der Iridol- und Secoiridoidglykoside. Angewandte Chemie, 95, S. 840 - 853.

TIGERSTEDT, ROBERT, 1895: Denkrede auf C. Ludwig. Biographische Blätter, 1. Band, S. 271 - 279.

TILDEN, A., 1909: Mendeléeff Memorial Lecture. Journal of the Chemical Society, Vol. XCV (95), Part II, S. 2077 - 2105.

TIPSON, B. STUART, 1945: The Chemistry of the Nucleic Acids. Advances in Carbohydrate Chemistry, Volume 1, S.193 - 245.

TISCHLER, G., 19xx: Eduard Strasburger. Ein Nachruf ... Archiv für Zellforschung, S. 1 - 40.

TISELIUS, ARNE, 1948: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Chemie an SUMNER, NORTHROP, STANLEY. Les Prix Nobel en 1946. Stockholm. S. 29 - 32.

TISELIUS, ARNE, 1948: Electrophoresis and Adsorption Analysis as Aids in Investigations of large molecular weight Substances and their breakdown Products. Nobel Lecture, December 13, 1948. Les Prxi Nobel en 1948. Stockholm.

TISELIUS, ARNE, 1953: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Chemie an MARTIN und SYNGE. Les Prix Nobel en 1952. Stockholm. S. 30 - 32.

TISELIUS, ARNE, 1959: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Chemie an F. SANGER. Les Prix Nobel en 1958. Stockholm. S. 25 - 27.

TISELIUS, ARNE, 1968: Reflections from both Sides of the Counter. Annual Review Biochemistry, 37, S. 1 - 24.

TITEL, VOLKER/FRANK WAGNER, 1998: Angeklagt Reclam & Consorten. Der Zensur- und Kriminalall "Das Zeitalter der Vernunft" 1846 - 1848. Beucha.

TOBIEN, H., 1974: Orbigny

TOBIN, WILLIAM, 1999: Léon Foucault. Spektrum der Wissenschaft, Oktober, S. 78 - 86.

TOBLER, HANS WERNER, 1992 (vorher 1984): Die mexikanische Revolution. Gesellschaftlicher Wandel und politischer Umbruch 1876 - 1940. Frankfurt am Main.

TODD, LORD, 1965: Science, Industry and Government. Chemistry in Britain, Volume 1, Number 1, January, S. 3 - 8.

TOFTLUND, HANS, 1978: Lorenz Crell und das erste chemische Periodicum 1778. Chemie in unserer Zeit, 12. Jahrgang, Nr. 6, S. 199 / 200.

TOLLENS, BERNHARD und RUDOLPH FITTIG, 1864: Ueber die Synthese der Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXXI (131), S. 303 – 323.

TOELLNER, RICHARD, 1976: Staatsidee, aufgeklärter Absolutismus und Wissenschaft bei Albrecht von Haller. Medizinhistorisches Journal, Band 11, Hefct 3/4, S. 206 - 219.

TÖLTE'NYI, STANISLAUS, 1838: Versuch einer Kritik der wissenschaftlichen Grundlage der Medicin. Wien.

TONEGAWA, SUSUMU, 1988: Die somatische Entstehung der Antikörperdiversität. Nobel-Vortrag. Dtsch. Angewandte Chemie, 100, S. 1060 - 1071.

TÖNNIES,FEDINAND / PAULSEN, FRIEDRICH, 1961: Briefwechsel 1876 - 1908. Hrsg. von OLAF KLOSE, EDUARD GEORG JACOBI, IRMA FISCHER. Kiel.

TÖNNIES, FERDINAND, 1924: Begriff und Gesetz des menschlichen Fortschrittes. (Referat 5. Kongreß des italienischen Instituts für Soziologie ... Rom 22./29. April. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 53, S. 1 - 10.

TÖNNIES, FERDINAND, 1926: Fortschritt und soziale Entwicklung. Geschichtsphilosophische Ansichten. Karlsruhe.

TOOMER, G. J., 1975: Ptolemy. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI,, S. 186 - 206, New York.

TOOMER, G. J., 1978: Vitruvius Pollio. Dictionary of Scientific Biography, Volume XV (15) - Supplement I, S. 514 - 521. New York.

TÖPFER, BERNHARD/EVAMARIA ENGEL, 1976: Vom staufischen Imperium zum Hausmachtkönigtum. Deutsche Geschichte vom Wormser Konkordat 1122 bis zur Doppelwahl von 1314. Weimar.

TORNOW, SIEGFRIED, 2011: Handbuch der Text- und Sozialgeschichte Osteuropas. Von der Spätantike bis zum Nationalstaat. 2., überarbeitete Auflage. Slavistische Studienbücher, Neue Folge, Band 16. Wiesbaden.

TOULMIN, STEPHEN / JUNE GOODFIELD, 1985: Entdeckung der Zeit. Aus dem Englischen von URSULA HERMANN. Frankfurt am Main. - Original: The

Discovery of Time. London 1965.

TOURNEUR, ST. LE, 1965: Desmarest, Nicolas. Dictionnaire de Biographie Francaise, Tom Dixie‘me, Spalte 1439 / 1440.

TOYNBEE, ARNOLD J., 1959: Hellenism. The History of a Civilisation. Oxford University Press. London, New York, Toronto.

TOYNBEE, ARNOLD J., 1979, 1988: Menschheit und Mutter Erde. Die Geschichte der großen Zivilisationen. Düsseldorf.

TRABANT, JÜRGEN, 2009: "Ha, du bist das Blöckende!" Vom tierhaften zum menschlichen Menschen: Herders Betrachtungen über die Evolution der Sprache bedeuteten auch eine Abkehr von der Bibel. Der Tagesspiegel, Nr. 20 321, Donnerstag, 16. Juli, S. 28.

TRAUB, RAINER, 2013, im Spiegel 29. 1.

TREIBS, ALFRED, 1948: Vinylacetylen. Angewandte Chemie, 60. Jahrgang, Nr. 11/12, Nov./Dez., S. 289 - 297.

TREIBS, ALFRED, 1967: Hans Fischer. 1881 - 1945. Chemie in unserer Zeit, 1, S. 58 - 61.

TREIBS, WILHELM, 1957: Entwicklungslinien der organischen Chemie. Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Band 102, Heft 7.

TREMBLEY, ABRAHAM, 1744: Me´moires pour servir a‘l'historie d'un genre de polypes d'eau douce. Leiden.

TREMMEL, MARKUS, 2005: Schiltberger, Hans (Johann). Neue Deutsche Biographie, Band 22, S. 773 / 774.

TRENDELENBURG, FRIEDRICH, 1924: Aus heiteren Jugendtagen. Berlin.

TRENDELENBURG, WILHELM, 1937: I. P. Pawlows Lehre von den Verrichtungen des Großhirns. Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-mathematische Klasse, S. 3 - 66.

TRENGOVE, LEONARD, 1972: William Gregor (1761 - 1817). Discoverer of Titanium. Annals of Science, Vol. 29, December, No. 4: 361 - 395.

TRENN, THADDEUS J., 1972 a: Geiger, Hans (Johannes) Wilhelm. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, New York, S. 330 - 333.

TRENN, THADDEUS J., 1972 b: Giesel, Friedrich Oskar. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII (12), New York, S. 394 – 395.

TRENN, THADDEUS, 1975: Soddy, Frederich. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 504 – 509, New York.

TRENN, THADDEUS, 1976: Travers, Morris William. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 453 – 455. New York.

TREVIRANUS, GOTTFRIED REINHOLD, 1802: Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte. 1. Band. Göttingen.

TREVOR-ROPER, HUGH REDWALD, 1967: Religion, Reformation und sozialer Umbruch. Die Krise des 17. Jahrhunderts. Frankfurt a. M., Berlin, Wien. - Orginal: Religion, the Reformation and Social Change. London (u. a.).

TRIEPEL, HEINRICH, 1943: Die Hegemonie. Ein Buch von führenden Staaten. Zweite Auflage. Stuttgart.

TRINIUS, C. B., 1828: Ueber den gegenwärtigen wissenschaftlichen Standpunct der Natruforschung. Vorgelesen in der öffentlichen Sitzung der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften am 29. December 1828. St. Petersburg.

TRIPP, G. MATTHIAS, 1989: s. DESCARTES, RENE´1989.

TROGUS, POMPEIUS, Zeit des AUGUSTUS: dtsch. 1972: Weltgeschichte von den Anfängen bis zu Augustus. Im Auszug des JUSTIN. Eingeleitet, übersetzt und erläutert von OTTO SREL. Zürich und München.

TROMMSDORFF, ERNST, 1976: Otto Röhm zum 100. Geburtstag. Chemiker-Zeitung, 100. Jahrgang, Nr. 4, S. 192 - 194.

Der Briefewechsel von JOHANN BARTHOLOMÄUS TROMMSDORF (1770 – 1837), Bearbeitet von CHRISTOPH FRIEDRICH, HARTMUT BETTIN, WOLFGANG GÖTZ u. a. . Lieferung 3, Halle 2000; Lieferung 7, Halle 2002.

TROMMSDORFF, JOHANN BARTHOLOMÄ(US), 1800: Systematisches Handbuch der gesammten Chemie. 1. Band: Reine Chemie. Erfurt.

TROMSDORF (= der obige in anderer Schreibweise), 1793: Hrn. Tromsdorfs letzte Erklärung wegen der phlogistischen und antiphlogistischen Systeme. Chemische Annalen ... CRELL, S. 335 - 341.

TROUNSON, ALAN, 2012: Keith H. Campbell. Nature, Volume 491, 8 November, S. 193.

TROYAT, HENRI, 1991: Zar Alexander II. Aus dem Französischen CHRISTIANE LANDGREBE. Frankfurt am Main. - Original: Alexandre II., Le Tsar libe'rateur. 1990.

TRÜMPY, RUDOLF, 1955: Wechselbeziehungen zwischen Palaeogeographie und Deckenbau. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 100, Heft 4, 31. Dezember, S. 216 – 231.

TRURAN, J. W., 1973: Theories of Nucelosynthesis. - In: CAMERON, A. G. W., (Editor) 1973: Cosmochemestry, Dordrecht, Boston.

TSCHERMAK-SEYSENEGG, ERICH VON, 1958: Leben und Wirken. Berlin und Hamburg.

TSCHUGAEFF, L., 1905: Ueber ein neues, empfindliches Reagens auf Nickel. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 38. Jahrgang, S. 2520 - 2522.

TSUTSUI, WILLIAM M. (edited), 2006: A companion to Japanese history. Chichester.

TSWETT, M., 1906 a: Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 24, S. 316 - 323.

TSWETT, M., 1906 b: Adsoptionsanalyse und chromatographische Methode. Anwendung auf die Chemie des Chlorophylls. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 24, S. 384 - 393.

TUCHMAN, BARBARA, 1982: Der ferne Spiegel. Das dramatische 14. Jahrhundert. Aus dem Amerikanischen von ULRICH LESCHAK und MALTE FRIEDRICH. München. – Original: A Distant Mirrot. – The Calamitous 14th Century. New York.

TUCHMAN, BARBARA, 1997: Die Torheit der Regierenden. Von Troja bis Vietnam. Aus dem Amerikanischen von REINHARD KAISER.- Original: The March of Folly. From Troy to Vietnam. New York 1984.

TURCHETTI, SIMONE, 2013: Die Affäre Pontecorvo. Physik Jornal 12, Nr. 10. S. 43 . 46.

TURNER, G. L'E., 1976: Wilson, Charles Thomson Rees. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 420 - 423, New York.

TURNER, R. STEVEN, 2005: After the famine: Plant pathology, Phytophthora infestans, and the late blight of potatoes, 1845 – 1960. hsps, Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, Volume 35, Part 2, S. 341 – 370.

TYLOR, EDWARD B., 1873: Die Anfänge der Cultur. Untersuchungen über die Entwickelung der Mythologie, Philosophie, Religion, Kunst und Sitte. Ins Deutsche von J. W. SPENGEL und FR. POSKE. Leipzig.

TYLOR, EDWARD B., 1883: Einleitung in das Studium der Anthropologie und Civilisation. Deutsche autorisirte Ausgabe von G. SIEBERRT, Oberlehrer ... Braunschweig.

TYNDALL, JOHN, 1869 / 1997: On the Blue Colour of the Sky, the Polarization of Skylight, and on the Polarization of Light by Clouds matter generally. – Faksimile in: DAVIS, E. A. (edited), 1997: Science in the Making. Scientific Development as chronicled by historic Papers in the Philosophical Magazine – with Commentaries and Illustrations, Volume 2: 1850 – 199l, S. 76 – 86. London.

TYNDALL, JOHN,1875: President Address.Report of the 44th Meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Belfast, August 1874. London. S. IXVI - XCVIITYNDALL, JOHN, 1948: Faraday und seine Entdeckungen. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. A. SOMMERFELD. Forschung und Humanität, Vision und Experiment. 5. Band. Ulm/Donau.

TYRRELL, D. A. J., 1987: John Franklin Enders. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 33, S. 212 - 233.

TYSON, EDWARD, 1751: The Anatomy of the Pygmy ... Second Edition. London.

UHLENHUTH, PAUL, 1900: Neuer Beitrag zum spezifischen Nachweis von Eiweissen auf biologischem Wege. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 26, 46, S. 731 - 735.

UHLENHUTH, PAUL, 1901 a: Eine Methode zur Unterscheidung der verschiedenen Blutarten, im besonderen zum differentialdiagnostischen Nachweise des Menschenblutes. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 27, 6, S. 82 / 83.

UHLENHUTH, PAUL, 1901 b: Weitere Mittheilungen über meine Methode zum Nachweis von Menschenblut. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 27, 17, S. 260 / 261.

UHLENHUTH, PAUL, 1901 c: Weitere Mittheilungen über die praktische Anwendung meiner forensischen Methode zum Nachweis von Menschen- und Thierblut. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 27, 30, S. 499 - 501.

UHLENHUTH, PAUL, 1901 d: Die Unterscheidung des Fleisches verschiedener Thiere mit Hilfe spezifischer Sera und die praktische Anwendung der Methode in der Fleischbeschau. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 27, 45, S. 780 / 781.

UHLENHUTH, PAUL, 1932: Das Lebenswerk und Charakterbild von Friedrich Loeffler ... (Gedenkworte zu seinem 80. Gebuetrstage). Zentralblatt für Bakteriologie,

Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 125. Band, S. I - XX.

UHLENHUTH, PAUL, 1955 / 1956: Betrachtungen über die von mir in Greifswald begründete „biologische Eiweißdifferenzierung“ und ihren weiteren Ausbau - mit neuen Beiträgen zur Frage der Blutsverwandtschaft unter den Tieren. Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst Moritz Arndt-Universität Greifswald. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, 5, 3/4, S. 175 - 184.

ULBER, ROLAND / KONRAD SOYEZ, 2004: Vom Wein zum Penicillin. 5000 Jahre Biotechnologie. Chemie in unserer Zeit, 38, S. 172 - 180.

ULMER, SIMONE, 2006: Der grosse Paradigmenwechsel in der Geologie. Von der statischen Erdoberfläche zum dynamischen Modell der Plattentektonik. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 4. Oktober, Nr. 230, S. 31.

ULRICH, B., 1996; Die historische Entwicklung des Beziehungsgefüges Wald - Mensch - Umwelt in ökosystemarer Sicht. Naturwissenschaften 83, S. 49 - 60.

UELSMANN, H., 1860: Ueber einige den Sulfiden und Schwefelbasen analoge Selenverbindungen. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXVI (116), S, 122 ff.

UNGER, CHRISTIAN, 2009: Der böhmische Traum. Die Zeit, 2. Juli, Nr. 28 (online).

UNGER, FRANZ, 1831: Ueber den rothen Schnee der Alpen und der Polarländer. Aus 'Bote für Tirol', wieder in HABERLANDT, G., 1899: Briefwechsel zwischen Franz Unger und Stephan Endlicher. Berlin.

UNGER, FRANZ, 1832: Ueber den rothen und grünen Schnee. In: Flora, wieder in HABERLANDT, G., 1899: Briefwechsel zwischen Franz Unger und Stephan Endlicher. Berlin.

UNGER, FRANZ, 1833: Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse pathogenetisch und nosographisch dargestellt. Wien.

UNGER, 1838: über die Samenthiere der Pflanzen. Protokolle der botanischen Section bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Prag, im Herbst 1837. Allgemeine botnaische Zeitung, Nro. 25, 7. Juli, S. 393 - 399.

UNGER, F., 1840: Beiträge zur vergleichenden Pathologie. Sendschreiben an Herrn Professor Schönlein. Wien.

UNGER, F., 1843: Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien.

UNGER 1899: s. HABERLANDT, G.

UNSÖLD, ALBRECHT, 1957: Walther Kossel Die Naturwissenschaften, 44. Jahrgang, Heft 10 (Zweites Maihaft), S. 293 / 294.

UNTERMANN, MATTHIAS, 1997: Erscheinungsformen der Stadtbefestigung. - In: ISENBERG, GABRIELE und BARBARA SCHOLMANN (herausgegeben): Die Befestigung der mittelalterlichen Stadt, S. 1 - 25, Köln, Weimar, Wien.

URE, ANDREW, 1835: The Philosophy of Manufactures: or, an Exposition of the Scientific, Moral, and Commercial Economy of the Factory System of Great Britain. London.

UREY, HAROLD C., F. G. BRICKWEDDE, G. M. MURPHY, 1932 a: Thw Physical Reviwe, Volume 39, Second Series, January – March, S. 164 / 165.

UREY, HAROLD C., F. G. BRICKWEDDE, and G. M. MURPHY, 1932 b: A Hydrogen Isotope of Mass 2 and ist Concentration. The Physical Review, Second Series, Volume 40, April 1, No. 1, S. 1 – 15.

UREY, HAROLD C. 1935: Einige thermodynamische Eigenschaften von Wasserstoff und Deuterium. Nobelvortrag. Angewandte Chemie, 48. Jahrgang, Nr. 22, 1. Juni, S. 315 – 320.

UREY, HAROLD C., 1938: Chemistry and the Future. Science, Vol. 88, Friday, August 12, No. 2276, S. 133 – 139.

UREY, H. C., 1953: On the concentration of certain elements at the earth's surface. Proceedings of the Royal Society, Series A, Vol. 219, No. 1138, 22 September, S. 281 – 292.

UEXKÜLL, J. v., 1920: Theoretische Biologie. Berlin.

UEXKÜLL, J. v., 1937: Umweltforschung. Zeitschrift für Tierpsychologie, 1, 1, S. 33 / 34.

UEXKÜLL, J. v., 1940: Bedeutungslehre. Bios, Band X. Leipzig.

UEXKÜLL, T. von, 1976: Uuxküll, Jakob Johann von. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 503 / 504, New York

VALENTIN, JOHANNES, 1949: Friedrich Wöhler. Grosse Naturforscher Band 7. Stuttgart.

VALLERIANI, MATTEO,2014: Der Weg zu den "neuen Wissenschaften", ... Galilei... Physik Journal 13, Nr. 11. S. 43 - 46.

VALLERIANI, MATTEO, 2015: Vortrag im Wissenschaftshistorischen Seminar der Leopoldina am 3. Februar 2015: Galilei als Ingenieur.

VALLISNERI, ANTONIO, 1739: Historie Von der Erzeugung Der Menschen und Thiere Nebst einer Untersuchung: Ob solche durch die Saamen-Würmer oder durch die Eyer geschehe; ... Aus dem Italiänischen in das Teutsche übersetzet ... D. CHRISTIAN PHILIPP BERGER ... Lemgo.

VALLOTTON, HENRY, 1978 (2. Aufl.): Peter der Grosse. München.

VANDERWOOD, PAUL J., 1981/1992: Disorder and Progress. Bandits, Police, and Mexicam Development. Wilmington, Delaware.

VANE, JOHN R., 1983: Bioassay-Abenteuer auf dem Weg zum Prostacyclin (Nobel-Vortrag). Deutsch in: Angewandte Chemie, 95, S. 782 - 794.

VAN HOUTEN, J., 2002 b: A Century of Chemical Dynamics Traced through the Nobel Prizes. 1943: George de Hevesy. Journal of Chemical Education, Vol. 79, No. 3, March, S. 301 - 304.

VAN HOUTEN, J., 2002 b: A Century of Chemical Dynamics Traced through the Nobel Prizes. 1956: Hinshelwood and Semenov. Journal of Chemical Education, Vol. 79, No. 4, April, S. 414 - 416.

VAN'T HOFF, J. H., 1886: Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen. Zeitschrift für Physikalische Chemie, Band I, S. 481 - 508.

VARDIMAN, E. E., 1977: Nomaden. Schöpfer einer neuen Kultur im Vorderen Orient. München.

VARWIG, CORNELIA, 2009: Ein echter Knochenjob. Forscher suchen im Vorderen Orient nach den Vorfahren unserer Haustiere ... bild der wissenschaft, 9, S. 68 – 75.

VASOLD, MANFRED, 1995: Wandelnde Misthaufen und verarmte Adlige. Damals, 2, S. 74 - 79.

VAUPEL, ELISABETH, 2006: Ersatzstoffe, Surrogate, Imitate. Napoleons Kontinentalsperre und die Chemie. Kultur und Technik, 03, S. 50 – 55.

VAUPEL, ELISABETH, 2012: Wilhelm von Miller und das Antinonnin. Vom Teerfarbstoff zum Insektizid. Chemie in Unserer Zeit, 46, S. 388 - 400.

VAUQUELIN, B., 1798: Zerlegung des Aquamarin's oder Beril's und Entdeckung einer neuen Erde in diesem Steine. Chemische Annalen...CRELL, 2. Band, S. 422 - 440.

VEAZEY, MATTHEW V., 2005: 1600 Years Young. Thanks to its Enduring Corrosion Resistance, an Indian Historical Artefact's Appearance Belies its Age. Che-

mistry International, November - December, S. 10 - 12.

VEIT, OTTO, 1935: Die Tragik des Technischen Zeitalters. Mensch und Maschine im 19. Jahrhundert. Berlin.

VENABLE, F. P., 1899: The Nature of Valence, Part I. Journal of the American Chemical Society, S.192 - 200.

VERNADSKY, W. J., 1930: Geochemie in ausgewählten Kapiteln. Leipzig.

VERWORN, MAX, 1892: Die physiologische Bedeutung des Zeellkerns. Archiv für die gesammte Physiologie, 51, S. 1 – 118.

VERWORN, MAX, 1903: Die Biogenhypothese. Eine kritisch-experimentelle Studie über die Vorgänge in der lebendigen Substanz. Jena.

VERWORN, MAX, 1905: Prinzipienfragen der Naturwissenschaft. Vortrag, gehalten in der allgemeinen Sitzung des X. Nederlandich Natuur- en Geneeskundig Congres zu Arnheim am 29. April 1905. – Als Separat: Jena.

VERWORN, MAX, 1912, 2. Auflage: Die Entwicklung des mnschlichen Geistes. Ein Vortrag. Jena.

VERWORN, MAX, 19: Biologische Richtlinien der staatlichen Organisation. Vortrag.

VEYNE, PAUL, 2006: Rezension zu VEYNE, P. :L' empire greco-roman 2005. Weltwoche, Nr. 30, S. 56, 58.

VIAN, ALSAGER, rev. G. E. MINGAY, 2004: Ellman, John. Oxford Dictionary of National biography, Volume 18, S. 280 / 281.

VIAN, ALSAGER, rev. K. D. REYNOLDS, 2004 b: Frobisher, Sir Martin. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 52 – 56.

VIENNE, FLORENCE, 2009: Vom Samentier zur Samenzelle: Die Neudeutung der Zeugung im 19. Jahrhundert. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 32, S. 215 - 229.

VIERKANDT, ALFRED, 1928/1929: Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik, 11, N. F. II, S. 225 - 239.

VIOLANTE, CINZIO, 2004: Das Ende der "großen Illusion". Ein europäischer Historiker im Spannunsfeld von Krieg und Nachkriegszeit, Henri Pirenne (1914 - 1923) - Zu einer Neulesung der "Geschichte Europas". - Herausgegeben von GERHARD DILCHER. Mit einem Vorwort von GIORGIO CRACCO. - Schriften des Italienisch-Deutschen Historischen Instituts in Trient, Band 18. Berlin.

VIRCHOW, R., 1849: Mitteilungen über die in Oberschlesien herrschende Typhus-Epidemie.

VIRCHOW, R., 1855: Cellular-Pathologie. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für die klinische Medicin ...

VIRCHOW, 8. Band, S. 3 - 39.

VIRCHOW, RUDOLF, 1858: Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin.

VIRCHOW, R., 1859 (1962): Atome und Individuen. Vortrag, gehalten im wissenschaftlichen Vereine der Singakademie zu Berlin, am 12. Februar 1859. - In: VIRCHOW, R.: Vier Reden über Leben und Kranksein. S. 35 - 76. Berlin.

VIRTANEN, ARTTURI I.; SYNNÖVE VON HAUSEN, H. KARSTRÖM, 1933: Untersuchungen über die Leguminose-Bakterien und –Pflanzen. XII. Mitteilung: Die Ausnutzung der aus den Wurzelknöllchen der Leguminosen herausdiffundierten Stickstoffverbindungen durch Nichtleguminosen. Biochemische Zeitschrift, 258. Band, S. 106 – 117.

VIRTANEN, ARTTURI I.; A. A. ARHIMO, 1943: Vorkommen und Bedeutung der Oxalessigsäure in grünen Pflanzen. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 162, S. 71 – 90.

VIRTANEN, ATUTRI (wohl Schreibfehler für ARTTURI) I., 1953: Atmosphärischer Stickstoff als Aufrechterhalter des Lebens auf der Erde. Angewandte Chemie, 65. Jahrgang, Nr. 1, 7. Januar, S. 1 - 11.

VIRTANEN, REINO, 1965: Marcelin Berthelot. A Study of a Scientist's Public Role. university of nebraska studies: new series no. 13. University of Lincoln.

VITRUV(IUS), 1. Jh. n. Chr., dtsch. 1865: Zehn Bücher über Architektur. Uebersetzt und durch Anmerkungen und Risse erläutert von Dr. FRANZ REBER. Langenscheidtsche Bibliothek sämtlicher griechischen und römischen Klassiker in neueren deutschen Muster - Übersetzungen, 110. Band. Stuttgart.

VITOUSEK, P. M.; R. NAYLOR, T. CREWS und zahlreiche andere, 2009: Nutrient Imbalances in Agricultural Development. Science, Volume 324, 19 June, S. 1519 / 1520.

VOCELKA, KARL, 2013: Ein Kaiser mit Blick für den Alltag, Ein Monarch, der von Effizienz träume. Damals, 45. Jahrgang, 1, S. 15 - 23.

VÖCHTING, HERMANN, 1877: Ueber Theilbarkeit im Pflanzenreich und die Wirkung innerer und äusserer Kräfte auf Organbildung an Pflanzentheilen. Archiv

für die gesammte Physiologie ... PFLÜGER, 15, S. 153 – 190.

VÖCHTING, HERMANN, 1893: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 25.

VÖCHTING, HERMANN, 1898a: Über Blüthen-Anomalien. Statistische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 31, S. 391 – 510.

VÖCHTING, HERMANN, 1898b: Ueber den Einfluss niedriger Temperatur auf die Sprossrichtung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XVI, S. 37 – 52.

VÖCHTING, HERMANN, 1906: Über Regeneration und Polarität bei höhern Pflanzen. Botanische Zeitung, 64. Jahrgang, Erste Abteilung, S. 101 – 147.

VOET, DONALD; JUDITH G. VOET, CHARLOTTE W. PRATT, 2002: Lehrbuch der Biochchemie. Übersetzung herausgegeben von ANNETTE G. BECK_SICKINGER und ULRICH HAHN. Weinheim. - Original: Fundamentals of Biochemistry, 2002.

VOGEL, A. und W. C. WITTWER, 1851: Ueber den Einfluss der Vegetation auf die Atmosphäre. Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 6. Band, 1. Abtheilung, S. 267 - 344.

VOGEL, HERMANN W., 1875: Ueber die chemische Wirkung des Lichts auf reines und gefärbtes Bromsilber. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 8, S. 1635 / 1636.

VOGEL, HERMANN W., 1884: Ueber die Hilfsmittel, photographische Schichten für grüne, gelbe und rothe Strahlen empfindlich zu machen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XVII, S. 1196 - 1203.

VOGEL, RUDOLF, 1918: Über die Beziehungen der seltenen Erden zum periodischen System. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 102. Band, S. 177 - 200.

VOGEL, WERNER, 1979: Glaschemie. Leipzig.

VOGELSANG, T. M., 1972: Hansen, Gerhard Henrik Armauer. Dictionary of Scienrific Biography, Volume VI, S. 101 / 102, New York.

VOGLER, HERBERT, 2013: Wettstreit um die Polyamidfasern. Chemie Unserer Zeit, 47, S. 62/63.

VOGLER, HERBERT, 2016: Die Entdeckung der Mercerisation. Chemie Unserer Zeit, , 15, S. 374 - 376.

VOGT, DIETER, 2008: "Wir sind geschlagen! Wir existieren überhaupt nicht!" ... Wilbur und Orville Wright ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 193, Dienstag, 19. August, S. T 1.

VOGT, DIETER, 2009: Der Wellblechpionier. Hugo Junkers ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 26, Samstag, 31. Januar, S. 7.

VOGT, DIETER, 2009: Seitdem ist England keine Insel mehr. ... Louis Ble´riot ... Frankfurter Allgemeine Zeitung, Freitag, 24. Juli, Nr. 169, S. 8.

VOGT, H., 1964: Die Erfindung des Lichttonfilms. Deutsches Museum Abhandlungen und Berichte.

VOGT, J. G., 1903

VOGT, JOSEPH, 1976/1983: Die Spätantike. Der Niedergang Roms – Metamorphose der antiken Kultur. Kindlers Kulturgeschichte Europas, Band 1. München.

VOGT, CARL, 1855: Köhlerglaube und Wissenschaft. Eine Streitschrift gegen Hofrath Rudolph Wagner in Göttingen. Gießen.

VOGT, EMIL, 1977: Keller, Ferdinand. Neue Deutsche Biographie, 11. Band, S. 430/431. (on-line).

VOGT, MARTHE, 1972: Geoffrey Wingsfield Harris. Biograpical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 18, S. 308 - 329.

VOHL, H., 1855, 1856, 1857: Ueber die Producte der trockenen Destillation des rheinischen Blätterschiefers (Schiste bitumineux), der sächsischen so wie der thüringischen Braunkohle, und die Anwendung derselben als Beleuchtungsmaterialien. Annalen der Chemie und Phamracie, 1855, Band XCVII, S. 9 – 18. - Fortsetzung: ... 1856: Band XCVII, S. 181 – 188; ... 1857: Band CIII, S.283 – 308.

VOIT, CARL, 1900: Nachruf WILLY KUEHNE gewidmet. Zeitschrift für Biologie. Neue Folge: 22. Band. Der ganzen Reihe: 40. Band. S. I - VIII.

VÖLCKEL, C., 1854: Ueber die Producte der Destillation der Weinsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXXIX, S. 57 – 75.

VOLHARD, JACOB und EMIL FISCHER, 1902: August Wilhelm von Hofmann. Ein Lebensbild, im Auftrage der Deutschen chemischen Gesellschaft. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 35. Jahrgang, Sonderheft. Berlin.

VOLKE, KLAUS, im Internet z. B. 2017: Clemens Winkler und der Umweltschutz . Zum 100. Todestag des bedeutendsten Freiberger Chemikers.

VOLKE, KLAUS, 2006: Chemisches bei Caesar. Chemie in unserer Zeit, 40, S. 20 – 31.

VOLKMANN, HANS, in 1975: Die Waffentechnik in ihrem Einfluss auf das soziale Leben der Antike. - In; VOLKMANN, HANS: Endoxos Duleia. Kleine Schriften zur Alten Geschichte. S. 252 - 313. Berlin, New York.

VOLKMANN, JOHANN JACOB, 1783: Neueste Reise durch die Vereinigten Niederlande ... Leipzig.

VOLLKOMMER, RAINER, 2003: Sternstunden der Archäologie. Von Tut-anch-Amun bis zur Titanic. München.

VOLTA, ALEXANDER, 1800: On the Electricity excited by the mere Contact of conducting Substances of different kinds. In a Letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S., Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year MDCCC, Part I, London: 403 - 431.

VOLTAIRE, Ausgabe 1981: Erzählungen, Dialoge, Streitschriften, Herausgegeben von MARTIN FONTIUS. - 1: Erzählungen. Berlin. - Vorwort MARTIN FONTTIUS. Darin: S. 47 - 65: Mikromegas, 1751. - S. 66 -81: Die Welt, wie sie ist, 1739? - S. 297 - 370: Das Naturkind. Original: L'Ingenious, 1767. Übersetzt von BERNHARD WILDENHAHN.

VOLTAIRE, Ausgabe 1981: 2. Dialoge. Berlin. - Darin: S. 27 - 40: Dialoge zwischen Lukrez und Poseidonios. 1756. - S. 41 - 53: Christliche Dialoge oder Vorkehrung gegen die Enzyklopädie. 1760. - S. 122 - 154: Das Diner beim Grafen Boulainvilliers.1767. - S. 160 - 253: Das ABC oder Dialoge zwischen A, B und C. Aus dem Englischen von M. HUET. 1768. - S. 257 - 330: Dialoge des Euhemeros, 1777.

VOLTAIRE, Ausgabe 1981: 3: Streitschriften. Berlin. - Darin: S. 5 - 185: Philosophische Briefe, 1733/1732, zuerst als 'Letters Concerning the English Nation, 1733. - S. 280 - 339: Der unwissende Philosoph. 1765. - S. 340 - 355: Bericht über den Tod des Chavaliers de la Barre, 1767.

VOELTZKOW, ALFRED, 1923: Reise in Ostafrika in den Jahren 1903 - 1905 mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel - Stiftung ... Wissenschaftliche Ergebnisse. 1. Band, 1. Abteilung. Reisebericht. 2. Teil. Witu - Inseln und Zanzibar - Archipel. Stuttgart.

VONEIDA, ROGER WOLCOTT, 1997: Roger Wolcott Sperry. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 71, S. 314 - 331.

VORLÄNDER, D., 1919: Die Lehre von den innermolekularen Gegensätzen und die Theorie des Benzols. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 52. Jahrgang, B, S. 263 – 283.

VORLÄNDER, D. und WERNER GOHDES, 1931: Die Allgegenwart von Stickoxyden. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 64. Jahrgang, S. 1776 - 1784.

VOSS, 1972: Werke in einem Band. Berlin und Weimar.

VOSWINKEL, PETER, 2001: Paschen, Enrique. Neue Deutsche Biographie, Band 20, S. 82 (on-line).

VRIES, HUGO DE, 1889 / 1920; Intracellulare Pangenesis. Jena 1889. Neu in DE VRIES, H., 1920: Opera e periodices collata, Vol. V.

VUCINICH, ALEXANDER, 1970: Science in Russian Culture 1861 - 1917. Stanford University Press. (Online).

W. A., 1961: Mahan, Alfred Thayer. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 206 - 208.

W.W.; X., 1910: Descartes, Rene. The Encyclopaedia Britannica ... Volume VIII, Cambridge.

WAAS, ADOLF, 2007 (1956): Geschichte der Kreuzzüge. Freiburg im Breisgau.

WADDINGTON, C. H., J. NEEDHAM und D. M. NEEDHAM, 1933: Beobachtungen über die physikalisch-chemische Natur des Organisators. Die Naturwissenschaften, Heft 43, S. 771 / 772.

WADDINGTON, C. H., 1975: Spemann, Hans. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 567 - 569, New York.

WADE, NICHOLAS, 1975: Discovery of Pulsars: A Graduate Student's Story. Science, Volume 189, 1 August, S. 338 - 364.

WADE, NICHOLAS, 1978: Guillemin and Schally: The Years in the Wilderness. Science, Vol. 200. 21. April, S. 279 ff. - ...: The Three-Lap Race to Stockholm. Science, Vol. 200, 28. April, S. 411 - 415. - ...: A Race Spurred by Rivalry. Science, Vol. 200, 5 May, S. 510 - 513.

WADIS, ALFRED, 2005: Robert Fultons "Clermont". Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 9. November, Nr. 263, S. 43.

WAGENBRETH, OTFRIED, 1967 c: Abraham Gottlob Werner und seine Bedeutung für die Entwicklung der geologischen Landesaufnahme und des geologischen

Kartenwesens. Zeitschrift für Angewandte Geologie, Band 13, Heft 7, Juli, S. 372 - 384.

WAGENBRETH, OTFRIED, 1970: Wo begann der Freiberger Bergbau? Ein Beitrag zum Gedenken an 800 Jahre Freiberger Bergbau. Sächsische Heimatblätter, 16. Jahrgang, Heft 1, S. 1 - 5.

WAGENBRETH, OTFRIED: Die bergmännischen Pferdegöpel und ihre historische, architektonische und denkmalpflegerische Bedeutung. Sächsische Heimatblätter.

WAGENBRETH, OTFRIED, 1979: Leopold von Buch (1774 - 1853) und die Entwicklung der Geologie im 19. Jahrhundert. Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Band 29, S. 41 - 57.

WAGENBRETH, OTFRIED, 1987: Der Freiberger Oberbergmeister Martin Planer (1510 - 1582) und seine Bedeutung für den Bergbau und das Salinenwersen in Sachsen. Sächsische Heimatblätter, 84. Jahrgang, Heft 1, S. 24 - 36.

WAGENER, OLAF, 2010: Die Burg im Kampf. Damals, 7, S. 54 - 59.

WAGENSEIL, FERDINAND, 1962: Vesal beim Tode Heinrichs II. von Frankreich. Sudhoffs Archiv, 46. Band, S. 333 - 349.

WAGNER, MAX, 1895: Das Zeidelwesen und seine Ordnung im Mittelalter und in der neueren Zeit. München.

WAGNER, FRITZ, 1979: Die Anfänge der modernen Geschichtswissenschaft im 17, Jahrhundert. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse. Sitzungsberichte Jahrgang 1979, Heft 2, S. 3 - 32.

WAGNER, MICHAEL, 1987: Kreuzzug oder Klassenkampf. Zur Sozialgeschichte der französischen Religionskriege im späten 16. Jahrhundert. Zeitschrift für Historische Forschung, 24. Band, Heft 4, S. 85 - 102.

WAGNER, RICHARD, 1843 / wieder 1982: (Autobiographische Skizze). - In: WAGNER, RICHARD, 1982: Ausgewählte Schriften, S.79 - 94, Leipzig.

WAGNER, RICHARD, 1849 / wieder 1982: Der Mensch und die bestehende Gesellschaft. - In: WAGNER, RICHARD, 1982: Ausgewählte Schriften, S. 139 - 143, Leipzig. -

WAGNER, RICHARD, 1878 / wieder 1982. Was ist Deutsch? - In: WAGNER, RICHARD, 1982: Ausgewählte Schriften, S. 231 - 248, Leipzig.

WAGNER, RUDOLPH, 1854 / 1855: Begründung meiner von Professor C. Ludwig in Zürich abgelehnten sogenannten "Anmuthungen". Zeitschrift für rationelle

Medizin, N. F. 5, 1 / 2: S. 307 - 323.

WAGNER, RUDOLPH, 1860 a: Vorstudien zu einer künftigen wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des menschlichen Gehirns, als Seelenorgan mit besonderer Rücksicht auf die Hirnbildung intelligenter Männer. Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 9, S. 59 - 152. 1861.

WAGNER, RUDOLPH, 1860 b: Die Forschungen über Hirn- und Schädelbildung des Menschen in ihrer Anwendung auf einige Probleme der allgemeinen Natur- und Geschichtswissenschaft. Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 9, S. 153 - 204.

WAGNER, RUDOLPH, 1862: Ueber zwei interessante Schädel, welche der anthropologischen Sammlung des physiologischen Instituts zugekommen sind und über das Hirngewicht intelligenter Männer mit Bezug auf das neue craniologische Werk von Prof. Welcker in Halle ... Nachrichten von der G. A. Universität und der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, November 12, No. 24, 1862, S. 473 - 483.

WAGNER-JAUREGG, THEODOR, 1985: Mein Lebensweg als bioorganischer Chemiker. Grosse Naturforscher, Band 46. Stuttgart.

WAHL, RUDOLPH, 2005: Heinrich IV. München, Erftstadt.

WAHLE, ERNST, 1966: Hahn, Eduard. Neue Deutsche Biographie, Band 7, S. 504/505.

WAHNSCHAFFE, 1912: Ferdinand Zirkel. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. B. Monatsberichte. Nr. 7: 352 - 363.

WAIBEL, LEO, 1933: Probleme der Landwirtschaftsgeographie. Breslau.

WAKSMAN, BYRON H.und HUBERT A. LECHEVALIER, 1981: Waksman, Selman Abraham. Dictionary of Scientific Biography, Vol. 18, Supplement II, New York, S. 970 - 974.

WALBANK, FRANK W., 1994 (4. Auflage) / 1. 1983: Die hellenistische Welt. die Geschichte der Antike. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen von CHRISTIAN M. BARTH, Textdurchsicht und Übersetzung der Quellenzitate von KAI BRODERSEN: München. - Original: The Hellenistic World. Glasgow 1981.

WALBINER, RUDOLF, Herausgeber, 1979: Reisebriefe deutscher Romantiker. Berlin.

WALD, GEORGE, 1935: Pigments of the Bull Frog Retina. Nature, November 23, S. 832/833.

WALD, GEORGE 1960 s. HUBBARD RUTH.

WALD, GEORGE, 1968: Molecular Basis of Visual Excitation. Nobel-Lecture Stockholm 12 December 1967. Science, Volume 162, 11 October, S. 230 - 239.

WALDEN, P. und M. CENTNERSZWER, 1902: Flüssiges Schwefeldioxyd als Lösungsmittel. Zeitschrift für physikalische Chemie, Band XXXIX (39), S. 513 - 596.

WALDEN, P., 1905: Ueber das Drehungsvermögen optisch-activer Körper. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXVIII, S. 345 - 409.

WALDEN, P., 1906: Über organische Lösungs- und Ionisierungsmittel. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 55. Band, S. 683 - 720.

WALDEN, P., 1909: Dmitri Iwanowitsch Mendelejeff. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XLI (41), S. 4719 - 4800.

WALDEN, PAUL, 1910: Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeianderfolge. - In: Sammlung Chemischer und chemisch-technischer Vorträge. XV. Band. Stuttgart. S. 277 - 454.

WALDEN, PAUL, 1925: Stereochemie und Technik. Zeitschrift für angewandte Chemie, 38. Jahrgang, 14. Mai, Nr. 20, S. 429 - 439.

WALDEN, PAUL, 1926 a: "100 Jahre Benzol". Zeitschrift für angewandte Chemie, 39. Jahrgang, Nr. 5, S. 125 - 132.

WALDEN, PAUL, 1926 b: Aus der Lebensgeschichte einiger organischer Radikale. Zeitschrift für angewandte Chemie, 39. Jahrgang, Nr. 20, S. 601 - 606.

WALDEN, PAUL, 1927: Von der Iatrochemie zur "Organischen Chemie". Historisches über Entstehung und Namenbildung der "organischen Chemie". Zeitschrift für angewandte Chemie, 40 (6. 1.), Nr. 1, S. 1 - 16.

WALDEN, P., 1930 a: Rob. Boyle und der "skeptische Chemiker". Zeitschrift für angewandte Chemie, 43. Jahrgang, S. 199 / 200.

WALDEN, P., 1930 b: Goethe und die Chemie. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43. Jahrgang, S. 792 – 797, 847 – 850, 864 – 868.

WALDEN, PAUL, 1931: Maß, Zahl und Gewicht in der Chemie der Vergangenheit. Ein Kapitel aus der Vorgeschichte des sogenannten quantitativen Zeitalters der Chemie. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Stuttgart.

WALDEN, PAUL, 1932: Wilhelm Ostwald. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, A, S. 101 - 141.

WALDEN, PAUL, 1939: Aus der Frühzeit der Chemie und Alchemie. (Zur Entwicklungsgeschichte des Chemikers). Chemiker-Zeitung, 63 (12. August) 64, S. 545 - 547.

WALDEN, PAUL, 1940: Die Überwindung der Antike in der Chemie. I. Chemiker-Zeitung, 64 (20. März), 23 / 24, S. 109 - 112.

WALDEN, PAUL, 1941: Paracelsus und seine Bedeutung für die Chemie. Angewandte Chemie, 54. Jahrgang, Nr. 39 / 40, September, S. 421 - 427.

WALDEN, PAUL, 1942 / 1943: Carl Wilhelm Scheele. ... Ein Gedenkblatt zu seinem 200. Geburtstage. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Band 250, S. 230 - 235.

WALDEN, PAUL, 1953: J. B. van Helmont und Angelus Sala, zwei chemische Antipoden und Zeitgenossen. Die Naturwissenschaften, Jahrgang 40, Heft 14, S. 374 – 379.

WALDEN, PAUL, 1974: Wege und Herbergen. Mein Leben. Herausgegeben von GÜNTER KERSTEIN. Wiesbaden.

WALDEYER-HARTZ, WILHELM (von), 1920: Lebenserinnerungen. Berlin.

WALDIS, ALFRED, 2005: Robert Fultons "Clermont". Der weltweit erste Dampfer im fahrplanmässigen Einsatz. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 9. November, Nr. 263, S. 63.

WALDIS, ALFRED, 2006: Der Balkentelegraf von Claude Chappe. Ein Meilenstein in der Geschichte der Nachrichtenübermittlung. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 15. November, Nr. 266, S. 7.

WALES, A. E., 1961: Smithson Tennant. Nature, Volume 192, No. 4809, December 30, S. 1224 - 1226.

WALKER, D. A., 1974: Some Characteristics of a Primary Carboxylating Mechanism. - In: PRIDHAM, J. B. (edited), 1974: Plant Carbohydrate Biochemistry. Proceedings of the Phytochemical Society Symposium Heriot-Watt University Edinburgh, Scotland, April, 1973. S. 7 -26. London and New York.

WALKER, P. L. JR.; FRANK RUSINKO, JR., and L. G. AUSTIN, 1959: Gas Reactions of Carbon. Advances in Catalysis .. Volume XI, S. 133 - 221.

WALKER, MARK, 2018: Bombe oder Reaktor? Physikalische und wissenschaftshistorische Perspektiven auf die 'deutsche Atombombe' Physik Journal 17, Nr. 3,

S. 55 - 59.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1894: Menschheitsfortschritt. - Deutsch in: Die Zukunft, 8.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, o. J.: Des Menschen Stellung im Weltall. Berlin.

WALLACH, O., 1918 a: Carl Liebermann. I. Persönlicher Teil. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LI (51), S. 1135 - 1160.

WALLACH, O., 1918 b: Bernhard Tollens. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LI (51), S. 1539 - 1555.

WALLERSTEIN, GEORGE, 1968: Astronomical Evidence for Nucleosynthesis in Stars. Science, Volume 162, 8 November, S. 625 - 631.

WALTER, HANS-HENNING, 2003: Reich, Ferdinand. Neue Deutsche Biographie, 21, S. 268 / 269.

WALTER, HEINZ, 1977: Kellner, Carl. Neue Deutsche Biographie, Band 11, S. 476 / 477.

WALTER, HEINZ, 1980: Kossel, Albrecht. Neue Deutsche Biographie, Band 12, S. 615/616. (Online-Fassung).

WALTER, HUBERT, 1961: Fritsch, Gustav. Neue Deutsche Biographie, 5, S. 628.

WALTER, W.; B. EISTERT, 1975: Fritz Arndt. Chemische Berichte, 108. Jahrgang, S. I - XLIV.

WALTER, TILMAN, 2018: 'Ärztebriefe' als Wissenschaftskommunikation. Briefe Johann Jakob Scheuchzers (1672 - 1733) und die Leopoldina. Vortrag bei der Leopoldina am 10. April 2018.

WALTHER, GERRIT, 1993: Niebuhrs Forschung. Stuttgart.

WALTHER, RUDOLF, 2006: Das Gesetz der Toleranz. ... Pierre Bayle ... Die Zeit, Nr. 50, 7. Dezember, S. 110.

WALTHER, RUDOLF, 2007: Weder Gott noch Zufall.Das wilde Denken des Julien Offray de la Mettrie ... Die Zeit, 19. November, Nr. 48, S.92.

WANKMÜLLER, ARMIN, 1974: Jobst. Neue Deutsche Biographie, 10, S. 444 – 446.

WANNAGAT, ULRICH, 1967: Alfred Werner. 1866 - 1919. Chemie in unserer Zeit, 1, S. 25 - 27.

WANNER, ALEXANDER, 2004: Wundermetall Titan. Werkstoff des Raumzeitalters. Kultur und Technik, 01, S. 16 – 20.

WARD-PERKINS, JOHN, 1978: Vitriuvius Pollio. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XV - Supplement I, New York, S. 514 - 518.

WARMINGTON, E. H., 1975: Posidonius. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 83 - 86, New York.

WARMINGTIN, E. H., 1976: Strabo. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 103 - 106, New York.

WARMUTH, VERA et al., 2012: Solving the riddel of horse domestication. PNAS, Volume 109, No. 21, May 22.

WARTNABY, JOHN, 2004: Milne, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 38, S. 299 / 300.

WAESER, BRUNO, 1922: Die Luftstickstoff-Industrie. Mit besonderer Berücksichtigung der Gewinnung von Ammoniak und Salpetersäure. Leipzig.

WAESER, BRUNO, 1957: Caro, Nikodem. Neue Deutsche Biographie, 3, S. 153.

WASER, PETER G., 1982: Walter Rudolf Hess. Aus seinem Leben und seiner Tätigkeit an der Medizinischen Fakultät der Universität Zürich (100-Jahr-Feier seines Geburtstages: 14. März 1981). Gesnerus, 39, S. 279 - 286.

WATERBOLK, H. T., 1968: Food Production in Prehistoric Europe. The spread of farming from the Aegean to the North Sea between 8000 and 3000 B. C. is discussed. Science, Volume 162, 6 December, S. 1093 - 1102.

WATKINSON, C. D., 2004: Richardson, Thomas. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 46, S. 859 / 860.

WATSON, J. D. und F. H. CRICK, 1953: Molecular Structure of Nucleic Acids. Nature, Vol. 171, No. 4356, April 25, S. 737 / 738.

WATSON, J. D.. 1963: Involvement of RNA in the Synthesis of Proteins. Science, Volume 140, Number 3562, 5 April, S. 17 - 26. - Deutsch: 1968 konnte KORNBERG auch biologisch aktive DNA reproduzieren. Die Beteiligung der Ribonucleinsäure an der Proteinsynthese. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1962. Angewandte Chemie, S. 439 - 449.

WATSON, JAMES D., 1969: Die Doppel-Helix. Ein persönlicher Bericht über die Enteckung der DNS-Struktur. Reinbeck bei Hamburg.

WATSON, JOHN B., 1924: Psychology. From the Standpoint of a Behaviorist. Philadelphia and London.

WATSON, K. D., 2004: Cruickshank, William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 14, S. 519 / 520.

WATSON, K. D., 2004: Travers, Morris William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 55, S. 235 – 236.

WATT, W. MONTGOMERY, 1989: Der Einfluß des Islam auf das europäische Mittelalter. Aus dem Englischen von HOLGER FLIEßBACH und mit einem Vorwort von ULRICH HAARMANNN. Berlin: Verlag Klaus Wagenbach.

WATTENBACH, 1877: Ekkehard. Allgemeine Deutsche Biographe, Band 5, S. 793/794.

WATTERSON, RAY L., 1973: Lillie, Frank Rattray. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 354 - 360, New York.

WATTS, JOHN I., 1918: Ludwig Mond. Journal of the Chemical Society, Vol. CXIII (113), S. 318 - 334.

WATZKA, MAXIMILIAN, 1955: Brieger, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 612.

WEART, SPENCER R., 1981: Kowarski, Lew. Dictionary of Scientific Biography, Volume 17 (Supplement II), S. 494 / 495, New York.

WEBB, GEORGE E., 1988: Slipher, Vesto Melvin. Dictionary of American Biography, Supplement Eight, S. 597 / 598.

WEBB, K R, 1965: Sprengel and the Vacuum Pump (1865). Chemistry in Britain, Volume 1, Number 12, December, S. 569 - 571.

WEBER, ALFRED, 1927: Ideen zur Staats- und Kultursoziogie. Karlsruhe.

WEBER, CARL OTTO, 1900: Ueber die Natur des Kautschuks. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, S. 779 -796.

WEBER, GERLIND und GUNTER, 1997: Viktor Kaplan (1876 - 1934). - In: HELMUTH GRÖSSING / GERHARD HEINDL (Hrsg.): Heimat großer Söhne ...: exemplarische Leistungen österreichischer Naturforscher, Techniker und Mediziner. Frankfurt am Main, Berlin, Bern ... S. 95 - 115.

WEBER, H. H., 1952: Nachruf auf Otto Meyerhof. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 77, 9, 29. Februar, S. 281.

WEBER, MAX, 1920: Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie. Tübingen.

WEBER, MAX, 1921: Gesammelte Politische Schriften. 1921.

WEBER, WOLFHARD, 1978: Quellenprobleme der historischen Innovationsforschung für das 18. und 19. Jahrhundert. Technikgeschichte, Band 45. Nr. 2, S. 162 - 172.

WECKHERLIN, A. v., 1865: Die landwirthschaftliche Thierprodukktion. Stuttgart. - 1. Auflage 1845.

WEDEKIND, E., 1907: Henri Moissan †. Zeitschrift für angewandte Chemie, XX. Jahrgang, Heft 13, S. 515 - 517.

WEDEL, JOHANN ADOLPH, 1695: s. OLBRICH, H. 1979.

WEDEPOHL, K. HANS, 1996: The Importance of the Pioneering Work by V. M. Goldschmidt for Modern Geochemistry. Naturwissenschaften, 83, S. 165 - 171.

WEGELE, 1878: Gatterer, Johann Christoph. Allgemeine Deutsche Biographie, 8. Band, S. 410 - 413.

WEGENER, NARTIN, 2007: Zum 150. Geburtstag von Heinrich Hertz. Wenn Funken Wellen schlagen. Physik in unserer Zeit, 38, 3, S. 149 – 151.

WEGSCHEIDER, R., 1890: Karl Etti. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 23, IV, S. 910 - 913.

WEHLER, HANS-ULRICH, 1975; Modernisierungstheorie und Geschichte. Göttingen.

WEHLER, HANS-ULRICH, 1989: Aus der Geschichte lernen? Essays. München.

WEHMANN, JENS, 2010: Die Ausgrabungen des David Sigismund Büttner. Ein Beispiel für die Interpretation archäologischer und paläontologischer Funde in der Frühen Neuzeit. - In: HAKELBERG, DIETRICH und INGO WIWJORRA (Herausgeber), 2010: Vorwelten und Vorzeiten. Archäologie als Spiegel historischen Bewußtseins in der Frühen Neuzeit. Wolfenbütteler Forschungen, Band 124.

WEIDEL, H., 1873: Zur Kenntnis des Nicotins. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CLXI, S. 329 – 349.

WEIDEL, H. 1879: Studien über Verbindungen aus dem animalischen Theer. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 12. Jahrgang, S. 1989 – 2012.

WEIDNER, HERBERT, 1990: Meigen, Johann Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 16. Band, S. 652 / 653.

WEIGEL, CHRISTOFF, 1698: Abbildung Der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände Von denen Regenten Biss auf alle Künstler Und Handwercker...Regensburg.

WEIGEL, FRITZ, 1977: Radium. Chemiker-Zeitung, 101. Jahrgang, Nr. 11, S. 486 - 499.

WEIGEL, FRITZ, 1978: Radon. Chemiker-Zeitung, 102. Jahrgang, Nr. 9, S. 287 - 299.

WEIGERT, CARL, 1906: 7. Versuch einer allgemeinen pathologischen Morphologie auf Grundlage der normalen. - In: Gesammelte Abhandlungen, 1. Band, S. 166 - 351. Berlin.

WEIHE, CARL, 1936: Max Eyth. Zum 6. Mai 1936, dem hundertsten Geburtstag des Dichter.Ingenieurs. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrgang, Heft 19, S. 289 /290.

WEIHER, SIGFRID von, 1955: Boulton, Werner. Neue Deutsche Biographie, 2, S. 435.

WEIHER, SIGFRID von, 1959: Engelhardt, Victor Josef Karl. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 513 / 514.

WEINBERG, PAUL, 1916: Paul Ehrlich. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 49, I.

WEINDLING, PAUL, 2004: Mellanby, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 37, S. 745 – 747.

WEINER, OTTO, 1925: Johann Gotfried Tulla. In: Die Neue Schule, 5, S. 133 - 137.

WEINERT, HANS, 1941: Die Rassen der Menschheit. Leipzig und Berlin.

WEINFURTER, STEFAN, 2002 (3. Auflage): Heinrich II. (1002 - 1024). Herrscher am Ende der Zeiten. Regensburg.

WEINRICH, LORENZ, 1988: Der Slawenaufstand von 983 in der Darstellung des Bischofs Thietmar von Merseburg. - In: Historiographia Mediaevalis. Studien zur Geschichtsschreibung und Quellenkunde des Mittelalters. Festschrift für Franz-Josef Schmale zum 65. Geburtstag. S. 77 - 87. Darmstadt.

WEIS, 1782: Des Doctoris Weis Versuch und Anweisung den Tartuffelbau zu verbessern, wozu die Abhandlung des Herrn Professoris Gleditsch im ersten Theile

der vermischten physicalisch-botanischen Abhandlungen Anleitung gegeben, und aus welcher auch einiges entlehnt ist. Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde. Dritter Band. S. 206 - 215. Berlin.

WEISKOPF, A., 1904: Die Stellung der deutschen Eisenindustrie auf dem Weltmarkt. Vortrag ... Zeitschrift für angewandte Chemie, XVII. Jahrgang, Heft 35, S. 1233 - 1246.

WEISMANN, AUGUST, 1857: Ueber den Ursprung der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser. Eine von der medicinischen Facultät der Georgia Augusta am 13. Juni 1857 gekrönte Preisschrift. Göttingen.

WEISMANN, AUGUST, 1883: Ueber die Vererbung. Ein Vortrag. Jena. - Auch in: WEISMANN, A., 1892: Aufsätze über Vererbung ... S. 75 - 121. Jena.

WEISS, L., 1910: Über das Wolframmetall. Zeitschrift für Anorganische Chemie, 65. Band, S. 279 – 340.

WEISS, LUDWIG und HANS KAISER, 1910: Über metallisches Titan. Zeitschrift für anorganische Chemie, 65. Band, S. 345 ff.

WEISS, LUDWIG und EUGEN NEUMANN, 1910: Darstellung und Untersuchung regulinischen Zirkoniums. Zeitschrift für anorganische Chemie, 65. Band, S. 248 – 278.

WEISSER, URSULA, 1983: Ibn Sina und die Medizin des arabisch-islamischen Mittelalters - Alte und neue Urteil und Vorteile. Medizinhistorisches Journal, Band 18, Heft 4, S. 283 - 305.

WEIßKOPF, VICTOR F., 1983: Noch gibt es Hoffnung auf Hoffnung! Physikalische Blätter, 39, Nr. 8, S. 279 – 282.

WEISSKOPF, VICTOR, 1991: Mein Leben. Bern. Ein Physiker, Zeitzeuge und Humanist erinnert sich an unser Jahrhundert. Aus dem Amerikanischen von LISELOTTE JULIUS. München, Wien.

WEITHMANN, MICHAEL W., 1994. Griechenland. Vom Frühmittelalter bis zur Gegenwart. Regensburg.

WEITHMANN, MICHAEL W., 1996: Der Kolumbus der Antike ... Pytheas aus Massalia ... Damals, 6, S. 46 - 48.

WEITHMANN, MICHAEL W., 2000: Balkan-Chronik. 2000 Jahre zwischen Orient und Okzident. Regenburg; Graz, Wien, Köln.

WEITZE, MARC-DENIS, 1999: Wie Chemiker das Leben erforschen. Proteine, Nukleinsäuren, Kohlenhydrate - zentrale Akteure der Mokekularbiologie. Neue

Zürcher Zeitung, Nr. 202, Mittwoch 1. September, S. 37.

WEITZE, MARC-DENIS, 2008: Kohlenstoffquellen im Wandel. Die Rückbesinnung auf nachwachsende Rohstoffe und deren Grenzen. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 3. September, Nr. 205, S. 32.

WEIZSÄCKER, CARL FRIEDRICH Freiherr von, 1944, 2. Erweiterte Auflage: Zum Weltbild der Physik. Leipzig.

WEIZSÄCKER, CARL FRIEDRICH von; 1970 (105. - 114. Tausend). Die Geschichte der Natur. Zwölf Vorlesungen. Göttingen.

WEIZSÄCKER, C. F. v., 1985: Niels Bohr. Physikalische Blätter, 41. Jahrgang, S. 308 - 314.

WEIZSÄCKER, CARL FRIEDRICH von, 2004 / 1999: Große Physiker. Von Aristoteles bis Werner Heisenberg. Herausgegeben von HELMUT RECHENBERG. Wiesbaden.

WELBOURN, RICHARD B., 1992: The emergence of endocrinology. Gesnerus, 49, S. 137 - 150.

WELFERS, EGI, 1976: Grundrohstoffe für die Herstellung von synthetischen Fasern - Eine Übersicht. Chemiker-Zeitung, 100. Jahrgang, Nr. 6, S. 267 - 275.

WELLS, H. G., 1926 (1948): Die Geschichte unserer Welt. - Originaltitel: A shor History of the World. Berlin, Wien, Leipzig.

WELTE, ERWIN, 1968: Die Bedeutung der Mineralischen Düngung und die Düngemittelindustrie in den letzten 100 Jahren. Technikgeschichte, Band 35, Nr. 1, S. 37 - 55.

WELTER, KIRA, 2012. Nobelpreis für Chemie. GPCRs: Die molekularen Antennen des Körpers. Chemie in Unserer Zeit, 46, S. 346 - 350:

WENDE, PETER, 1995 (2., überarb. und erw. Auflage): Geschichte Englands. Stuttgart, Berlin, Köln .

WENDISCH, MANFRED und JOACHIM CURTIUS, 2017; Die wundersame Welt der Wolken. Physik Journal, 16, Nr. 7, S. 43 - 47.

WENDORF, FRED; RUSHDI SAID, ROMUALD SCHILD, 1970: Egyptian Prehistory: Some New Concepts. Science, Volume 169, Number 3951, 18 September, S. 1161 - 1171.

WENDT, REINHARD, 1999: Globalisierung von Pflanzen und neue Nahrungsgewohnheiten: zur Funktion botanischer Gärten bei der Erschließung natürlicher Ressourcen der überseeischen Welt. - In: BECK, THOMAS; HORST GRÜNDER,

HORST PIETSCHMANN und RODERICH PLAK (Hrsg.): Überseegeschichte. Beiträge der jüngeren Forschung. Festschrift anläßlich der Gründung der Forschungsstiftung für vergleichende europäische Überseegeschichte 1999 in Bamberg. S. 206 - 220. Stuttgart.

WENDT, ROLF, 1977: Das Waldglas. Volkskundliche Sammlungen Bauernkultur in Mecklenburg. Band IV. Historisches Museum Schwerin. Schwerin.

WERNER, A. und A, MIOLATTI, 1893: Beiträge zur Konstitution anorganischer Verbindungen. Zeitschrift für Physikalische Chemie ..., 12. Band, S. 35 - 55.

WERNER, A., 1902: Ueber Haupt- und Nebenvalenzen und die Constitution der Ammoniumverbindungen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 322, S. 261 - 296.

WERNER, ANDREA, 1981: Edward Lee Thorndike, John Broadus Watson, Burrhus Frederic Skinner. – In: Die Großen, X / 2, S. 538 – 559, Zürich.

WERNHOFF; E. W., 1996: The Curiously Intettwined Histories of Benzene and Cyclohexane. Journal of Chemical Education, Volume 73, Number 6, June, S. 494 - 497.

WERTH, E., 1928: Neues zur Geographie und Geschichte der Getreidearten. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 56, S. 425 - 436.

WESSEL, JAMES und MORT HANTMAN, 1987: Getreidefieber. US-Agrarkrise, Konzernmacht und Welternährung. Vorwort von ASIT DATTA. Aus dem Amerikanischen von HELMUT HAGEMANN und KARL-HEINZ SCHUSTER. München. – Original: Trading the Future – Farm Exports and the Concentration 0f Economic Power in Our Food System. San Francisco 1983.

WESTENDORF, WOLFHART, 1991; Jean Francois Champollion. In: Die Großen, VII / 2, S. 504 – 515. Zürich.

WESTFALL, RICHARD S., 1981: Pemberton, Henry. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 500/501, New York.

WESTMAN, ROBERT S., 2003: Competing Disciplines. The Copernicans and the Churches. - In: HELLYER, MARCUS (Edit.): The sientific revolution: the essential readings, S. 44 - 71. Malden (USA) et al.

WESTPHAL, OTTO, 1968: Richard Kuhn zum Gedächtnis. Angewandte Chemie, 80, 13, S. 501 - 519.

WESTPHAL, WILHELM, 1950: Zu Eugen Goldsteins 100. Geburtstag. Physikalische Blätter, 6. Jahrgang, S. 410 - 412.

WETZEL, JOHANNES, 2008: Der Westen hat den Islam nicht gebraucht. Die Welt, Freitag, 2. Mai, S. 23.

WEULE, KARL, 1921 (9. Auflage): Die Anfänge der Natrubeherrschung. 1. Frühformen der Mechanik. Stuttgart.

WEYGAND, CONRAD, 1943: Daniel Vorländer. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 76. Jahrgang, A, S. 41 – 58.

WEYRAUCH, JACOB J., 1893: Kleinere Schriften und Briefe von Robert Mayer. Nebst Mittheilungen aus seinem Leben. Stuttgart.

WHEELER, ALWYNE, 1976: Thompson, John Vaughan. Dictionary of scientific Biography, Volume XIII, S. 353 – 356. New York.

WHEELER, JOHN ARCHIBALD, 1979: Einstein und was er wollte. Physikalische Blätter, 35. Jahrgang, S. 385 - 397.

WHEELER, MORTIMER, rev. JANE McINTOSH, 2004: Marshall, Sir John Hubert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 36, S. 854 – 856.

WHEWELL, WILLIAM, 1841:

WHITE, D. M., 2004: Wood, Robert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 60, S. 135 – 137.

WHITE, JACK R., 2013: Herschel und das Rätsel der strahlenden Wärme. Spektrum der Wissenschaft, März, S. 44 - 51.

WHITROW, MAGDA, 2001: Julius Wagner-Jauregg (1857 - 1940). Aus dem Englischen übersetzt von Mag. IRIS THEYER. Wien.

WIBERG, EGON, 1950: Alfred Stock. Chemische Berichte, 83: XIX - LXXVI.

WICHERS, EDWARD, 1953: Report of the Committee on Atomic Weights of the American Chemical Society. Journal of the American Chemical Society, Volume 74, May 24, Number 10, S. 2447 - 2450.

WICK, HANNA, 2006: Auf der Suche nach dem perfekten Rad. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 5. April, Nr. 80, S. 31.

WICKE, WILHELM, 1853: Ueber das Vorkommen der Fumarsäure in Corydalis bulbosa. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, LXXXVIII (87). Band, S. 225 – 227.

WICKE, W., 1862: Beobachtungen an Chenopodium Vulvaria über die Ausscheidung von Trimethylamin. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXXIV (124), S. 338 – 340.

WICKLER, WOLFGANG, 1959: Die ökologische Anpasssung als ökologisches Problem. Die Naturwissenschaften, 46, 17, S. 505 - 509.

WICKLER, WOLFGANG/UTA SEIBT, 1977: Das Prinzip Eigennutz. Ursachen und Konsequenzen sozialen Verhaltens. Hamburg.

WIDUKIND (von Corvey), 1977: Quellen zur Geschichte der Sächsischen Kaiserzeit. Widukinds Sachsengeschichte Adalberts Fortsetzung der Chronik Reginos, Liudprands Werke. Unter Benutzung von Übersetzungen von PAUL HIRSCH, MAX BÜDINGER und WILHELM WATTENBACH neu bearbeitet von ALBERT BAUER und REINHOLD RAU. 2., durchgesehene und berichtigte Azflage. Darmstadt.

WIECHERT, RUDOLF, 1970: Moderne Probleme der Steroide. Angewandte Chemie, 82. Jahrgang, Heft 9, S. 331 - 342.

WIECHERT, RUDOLF, 1977: Fertilitätskontrolle als Beitrag zum Überleben der Menschheit. Angewandte Chemie, Jahrgang 89, S. 513 - 520.

WIEDEMANN, E., 1916: Zu Alexander Mitscherlichs 80. Geburtstag. Zeitschrift für angewandte Chemie, Jahrgang 29, I, S. 229.

WIEDEMANN, E., 1948: Methodik und Anwendungen der Elektrophorese. Chimia, Volumen 2, Fasc. 2, S. 25 - 35.

WIEDERKEHR, K. H., 1967: Wilhelm Eduard Weber Erforscher der Wellenbewegung und der Elektrizität 1804 - 1891. Grosse Naturforscher Band 12, Stuttgart.

WIEDERKEHR, KARL HEINRICH, 1990: Oersteds "Ansicht der chemischen Naturgesetze" (1812) und seine naturphilosophischen Betrachtungen über Elektrizität und Magnetismus. Gesnerus 47, S. 161 - 183.

WIEGMANN, A. F. und L. POLSTORFF, 1842: Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen, oder Beantwortung der Frage: Sind die anorganischen Elemente, welche sich in der Asche der Pflanzen finden, so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus, dass dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedarf, und werden sie den Gewächsen von Aussen dargeboten? eine in Göttingen im Jahre 1842 gekrönte Preisschrift nebst einem Anhange über die fragliche Assimilation des Humusextractes. Braunschweig.

WIEGNER, GEORG, 1921: Zu Wilhelm Fleischmanns Gedächtnis. Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, band XCVII, S. 261 - 292.

WIELAND, HEINRICH und CLEMENS SCHÖPF, 1925: Über den gelben Flügelfarbstoff

des Citronenfalters (Gonepteryx rhamni). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 58. Jahrgang, S. 2178 – 2183.

WIELAND, H. 1926: s. CLEMENS SCHÖPF.

WIELAND, HEINRICH; HERMANN METZGER, CLEMENS SCHÖPF und MARGARETE BÜLOW, 1933: Über Leukopterin, das Flügelpigment der Kohlweißlinge (Pteriden), II. Justus Liebigs Annalen der Chemie, Band 507, S. 226 – 296.

WIELAND, HEINRICH, 1934: Die Konstitution der Gallensäuren. Zusammenfassender Vortrag ... Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Nr. 4, S. 27 - 39.

WIELAND, THEODOR, 1943: Neuere Methoden der präparativen organischen Chemie II. 1. Die chromatischen Methoden zur Trennung von Aminosäuren. Die Chemie (Angewandte Chemie, Neue Folge, 56. Jahrgang, Nr. 31 / 32, 7. August, S. 213 – 215.

WIELAND, THEODOR, 1987: 50 Jahre Phalloidin. Naturwissenschaften, 74, S. 367 - 373.

WIEMERS, GERALD, 2003: Ein Leipziger von Weltruf. Nachruf auf Ehrendoktor Sir Bernard Katz. journal Universität Leipzig, Heft 4, S. 30.

WIEMERS, GERALD, 2005: Neisseria gonorrhoeae. Albert Neisser entdeckte den Tripper-Erreger ... journal Universität Leipzig, Heft 4, S. 37.

WIENER, OTTO, 1922: Nachruf auf Wilhelm Hallwachs. Gesprochen in der öffentlichen Gesamtsitzung beider Klassen am 18. November 1922. Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-Physische Klasse, 74. Band, S. 293 - 316.

WIES, ERNST W., 1992 (3. Auflage): Karl der Grosse Kaiser und Heiliger. München.

WIESEHÖFER, JOSEF, 1999: Das frühe Persien: Geschichte eine antiken Weltreichs. München.

WIESEL, TORSTEN N., 1981: The postnatal Development of the visual Cortex and the Influence of Environment. Nobel lecture, 8 December 1981. - Lex Prix Nobel. Stickholm.

WIESFLECKER, HERMANN, 1986: Kaiser Maximilian I. Das Reich, Österreich und Europa an der Wende zur Neuzeit. Band V. München.

WIESNER, J., 1894: Über den vorherrschend ombrophilen Charakter des Laubes der Tropengewächse. Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg (III.).

Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, CIII. Band, Abtheilung I, S. 169 – 191. Wien.

WIESNER, JULIUS, 1902: Franz Unger. Gedenkrede (1901). Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. WIESNER, JULIUS, 1905: Jan Ingen-Housz. Sein Leben und sein Wirken als Naturforscher und Arzt. Unter Mitwirkung von ... Wien.

WIGGLESWORTH, V. B., 1940 a: Local and General Factors in the Development of "Pattern" in Rhodnius prolixus (Hemiptera). The Journal of Experimental Biology, Volume XVII, S. 180 - 200.

WIGGLESWORTH, V. B., 1940 b: The Determination of Characters at Metamorphosis in Rhodnius prolixus (Hemiptera). Journal of Experimental Biology, Volume XVII, S. 201 -222.

WIGGLESWORTH, V. B., 1947 - 1948: The insect as a medium for the study of physiology. Croonian Lecture. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. 135, S. 430 - 446.

WIKSTRÖM, ANDREAS, 1758: Erfahrung wegen der Störung der Magnetnadel, durch die Electricität. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 20. Band, S. 157 / 158.

WILAMOWITZ-MOELLENDORFF, ULRICH VON in 1926: Der Untergang des Altertums. In: W.-M. Reden und Vorträge, S. 127 - 147.

WILD, CHR. G., 1809: Interessante Wanderungen durch das Sächsische Ober-Erzgebirge. Zur Belehrung und Unterhaltung herausgegeben. Freyberg.

zu WILDE, MANFRED, 2003. Rezension in H-Net Reviews in Humanities & Social Sciences zu: M. WILDE, 2003: Die Zauberei- und Hexenprozesse in Kursachen. Köln.

WILHELMI, LUDWIG, 1850: Ueber das Gesetz, nach welchem die Einwirkung der Säuren auf den Rohrzucker stattfindet. Annalen der Physik und Chemie ... POGGENDORFF, 81. Band (ganze Folge 157. Band), S. 413 - 425.

WILKE, GÜNTHER, 1988: Beiträge zur nickelorganischen Chemie. Angewandte Chemie, 100, S. 189 - 211.

WILKE, JOHANN CARL, 1758: Electrische Versuche und Untersuchungen, wie die electrische Ladung und Schlag durch mehr Körper, als Glas und Porzellan,

erhalten werden können. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 20. Band, S. 241 - 268.

WILL, HEIKE, 2011: "Sei naiv und mach' ein Experiment" Feodor Lynen Biographie des Münchner Biochemikers und Nobelpreisträgers. Weinheim.

WILL, W., 1904: Der Fortschritt der Sprengtechnik seit der Entwickelung der organischen Chemie. Vortrag, gehalten vor der Deutschen chem. Gesellschaft am 28. Novbr. 1903. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 37. Jahrgang, S. 268 - 298.

WILL, W., 1910: Über Sprengmittel. Zeitschrift für angewandte Chemie, XXIII. Jahrgang, Heft 18, S. 842 / 843.

WILLEFORD, BENNETT R., 1979: Das Portrait: Joseph Priestley (1733 - 1804). Chemie in unserer Zeit, 13. Jahrgang, Nr. 4, S. 111 - 117.

WILLHARM, GOTTFRIED, 2008: DVA-Austausch über Artgrenzen hinweg. Horizontaler Gentransfer. Biologie in unserer Zeit, 5, S. 294 – 303.

WILLIAMS, L. PEARCE, 1974: Oersted, Hans Christian. Dictionary of Scineitfic Biography, Volume X, S. 182 - 186. New York,

WILLIAMS, TREVOR I., 1993: Aluminium: latecomer to the metal industry. Endeavour, New Series, Volume 17, No. 2, S. 89 - 93.

WILLIAMS, TREVOR I., 2004: Wollaston, William Hyde. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 59, S. 991 - 993.

WILLEMOES-SUHM, RUDOLF von, 1984: Die Challenger-Expedition. Zum tiefsten Punkt der Weltmeere 1872 - 1876. Rudolf von Willemoes-Suhms Briefe von der Challenger-Expedition mit Auszügen aus dem Reisebericht des Schiffsingenieurs W. J. J. Spry. Herausgegeben, bearbeitet und eingeleitet von GERHARD MÜLLER. Stuttgart.

WILLIER, B. H., 1957: Frank Rattray Lillie. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences oft eh United States of America, Volume XXX, S. 180 - 236.

WILLKOMM, MORITZ, 1847: Zwei Jahre in Spanien und Portugal. Reiseerinnerungen ... Dritter Band. Dresden und Leipzig.

WILLMOTH, FRANCES, 2012: Römer, Flamsteed, Cassini and the Speed of Light. Centaurus, vol. 54, S. 39 - 57.

WILLSTÄTTER, RICHARD und ARTHUR STOLL, 1913: Untersuchungen über

Chlorophyll, Methoden und Ergebnisse. Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie. Berlin.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1915 a: Über Pflanzenfarbstoffe. Vortrag ... Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 47. Jahrgang, S. 2831 – 2874.

WILLSTÄTTER, R., 1915 b: Adolf von Baeyer. Die Naturwissenschaften, 3. Jahrgang, Heft 44, 29. 10., S. 559 – 563.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1917: Zum Gedächtnis Adolf von Baeyers. Zeitschrift für angewandte Chemie, 30. Jahrgang, 2. Oktober, S. 229 – 232.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1926: Über Fortschritte in der Enzym-Isolierung. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang LIX, Nr. 1, 13. Januar, S. 1 - 12.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1931: Franz Oppenheim. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 64, A, 8/9, S. 133 - 149.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1928: Fritz Haber zum sechzigsten Geburtstag. Die Naturwissenschaften, 16. Jahrgang, Heft 50, S. 1053 - 1060.

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1958: Aus meinem Leben. Weinheim / Bergstraße.

WILMUT, JAN, 2012: Keith Campbell (1954 - 2012). Science, Volume 338, 21 December,

WILSDORF, H.,

WILSING, H., 1922: Ernest Solvay. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 55, 7, S. 119 / 120.

WILSON, C. T. R., 1927: On the Cloud Method of Making visible Ions and the Tracks of ionising Particles. Nobel Lecture delivered at Stockholm, 12th December 1927. Les Prix Nobel en 1927. Stockholm 1928.

WILSON; DAVID B., 2004: Stokes, Sir George Gabriel. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 52, S. 860 - 665.

WILSON, EDWARD O., 1999: Des Lebens ganze Fülle. Eine Liebeserklärung an die Wunder der Welt. Aus dem Englischen von THORSTEN SCHMIDT. München. - Original: Naturalist. Washinton 1994.

WILSON, GEORGE, 1849: Wollaston's Argument from the Limitation of the Atmosphere, as to the Finite Divisibility of Matter. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Volume XVI, S. 79 - 86.

WILSON, H. V., 1911: The Behavior of the Dissociated Cells in Hydroids, Alcyonaria, and Asterias. The Journal of Experimental Zoology, Volume 11, S. 281 – 338.

WILSON, H. V. and J. T. PENNEY, 1930: The Regeneration of Sponges (Microciona) from dissociated Cells. The Journal of Experimental Zoology, Volume 56, S. 73 – 133.

WILSON, LEONARD G., 1972: Galen: Anatomy and Physiology. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, S. 233 - 233 / 237, New York.

WILSON, LEONARD G., 1984: Internal Secretions in Disease: The Historical relations of Clinical Medicine and Scientific Physiology. Journal of the History of Medicine... Vol. 39, July, S. 263 - 302.

WILSON, MITCHELL, 19: Count Rumford.

WINCHESTER, SIMON, 2001: Eine Karte verändert die Welt. William Smith und die Geburt der modernen Geologie. Aus dem Englischen von REINER PFLEIDERER. München. - Original: The Map that Changed the World. William Smith and the Birth of Modern Geology. New York.

WINCKEL, F., 1885: Michaelis, Gustav Adolph. Allgemeine Deutsche Biographie, 21. Band, S. 679 – 681.

WINKER, ELSA, 1977 (2, Auflage, 1. Auflage 1966): Margarete von Österreich. München.

WINKLER, CLEMENS, 1873: Ueber technisch-chemische Gasanalyse. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band, S. 301 - 333.

WINKLER, CLEMENS, 1886: Germanium, Ge, ein neues, nichtmetallisches Element. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 19. Jahrgang, I, S. 210 / 211.

WINKLER, CLEMENS, 1891: Ueber die Reduction von Sauerstoffverbindungen durch Magnesium. (Vierte Abhandlung, Fortsetzung). Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 24. Jahrgang, S. 873 – 899.

WINKLER, CLEMENS, 1897: Ueber die Entdeckung neuer Elemente im Verlaufe der letzten fünfundzwanzig Jahre und damit zusammenhängende Fragen. Vortrag, gehalten vor der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin am 11. Januar 1897. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 30. Jahrgang, S. 6 – 21.

WINKLER, CLEMENS, 1890: Die Frage nach dem Wesen der chemischen Elemente. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 68.

Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 15. - 20. September 1890. Leipzig. S. 146 - 155.

WINKLER, HANS, 1907: Über Pfropfbastarde und pflanzliche Chimären. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 24, 10.

WINKLER, HANS, 1911: Über Pfropfbastarde. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 83, Versammlung in Karlsruhe, vom 24- - 29. September 1911, S. 61 – 79. Leipzig.

WINKLER, HANS, 1913: Die Chimärenforschung als Methode der experimentellen Biologie. Sitzungsberichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, 6, S. 95 / 96.

WINKLER, HANS, 1916: Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. Zeitschrift für Botanik, 8.

WINKLER, HANS, 1935: Chimären und Burdonen. Forschungen und Fortschritte, 11, 35 / 36, S. 454 / 455.

WINKLER, HEINRICH AUGUST, 2009: Geschichte des Westens. Von den Anfängen in der Antike bis zum 20. Jahrhundert. München.

WINKLES, 1855: Über das Vorkommen von Trimethylamin in der Lake eingesalzener Heringe. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band XCIII (93), S. 321 – 329.

WINNACKER, ERNST-LUDWIG, 1995: Die biologische Aufrüstung des Menschen findet nicht statt. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Dienstag, 11. Juli, Nr. 158, S. 31.

WINNEWISSER, MANFRED und GISBERT WINNEWISSER, 1983: Zur Physik und Chemie der interstellaren Materie. Physikalische Blätter, 39. Jahrgang, S. 9 - 15, S. 289 - 295.

WINOGRADSKY, SERGIUS, 1887: Ueber Schwefelbacterien. Botanische Zeitung, 45. Jahrgang, Spalte 489 - 511, 513 - 526, 529 - 543, 545 - 559, 569 - 576, 585 - 594, 606 - 610.

WINOGRADSKY, S., 1888: Ueber Eisenbacterien. Botanische Zeitung, 46. Jahrgang, Nr. 17, Spalte 261 - 270.

WINOGRADSKY, S., 1922: Eisenbakterien als Anorgoxydanten. Centralblatt für Bakteriologie ..., II, Band 57, No. 1/3, S.1 – 21.

WINSOR, MARY P., 1971-1972: A Historical Consideration of the Siphonophores. Proceedings of the Royaö Society of Edinburgh, Section B (Biology), Vol. 73, S.

315 – 323.

WINSOR, MARY P., 1976: Swammerdam, Jan. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 168 - 175. New York.

WIRTZ, K., 1960: Zur Entwicklung der Molekularphysik. Peter Debye zum 75. Geburtstag. Angewandte Chemie, 72. Jahrgang, Nr. 1, 7. Januar, S. 1 - 4.

WISLICENUS, JOHANNES, 1888a: Untersuchungen zur Bestimmung der räumlichen Atomlagerung. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 246, S. 53 – 95.

WISLICENUS, JOHANNES, 1888b: Ueber die Lage der Atome im Raume. – Antwort auf W. Lossen's Frage. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 21. Jahrgang, S. 581 – 585.

WISLICENUS, JOHANNES, 1892 im Bericht über die am 12. November 1892 zur Erinnerung an das fünfundzwanzigjährige Bestehen der Deutschen chemischen Gesellschaft und an ihren ersten Präsidenten A. W. von HOFMANN veranstalteten Gedächtnisfeier. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 25, S. 398 - 3410.

WISLICENUS, JOHANNES, 1893: Die Chemie und das Problem von der Materie. Rede des antretenden Rectors. (Rectoratswechsel an der Universität Leipzig 31. Oktober 1893). Leipzig. S. 17 - 43.

WISLICENUS, JOHANNES, 1901: Sir Edward Frankland. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIII, Band III; S. 3846 - 3874.

WISSELMANN, HEINRICH, 1961: Feit, Wilhelm Friedrich August. Neue Deutsche Biographie, 5. Band, S. 64/65.

WISSMANN, VOLKER, 2012: Johannes Reinke. Leben und Werk eines lutherischen Botanikers. Religion, Theologie und Naturwissenschaft ... Band 26. Göttingen.

WISWESSER, W. J., 1990: Johann Joseph Loschmidt (1821 – 1895): Ein vergessenes Genie. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 47 / 48.

WIßNER, ADOLF, 1959: Dolivo-Dobrowolsky, Michail Josipowitsch. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 60.

WIßNER, ADOLF, 1972: Hülsmeyer, Christian. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 739.

WIßNER, ADOLF, 1964 a: Goebel, Johann Heinrich ... Neue Deutsche Biographie, 6, S. 503 / 504.

WIßNER, ADOLF, 1964 b: Gralath, Daniel d. Ä. Neue Deutsche Biographie, 6, S. 736 / 737.

WITHERING, WILLIAM, 1929: Bericht über den Fingerhut und seine medizinische Anwendung mit praktischen Bemerkungen über Wassersucht und andere Krankheiten. Nach der englischen Ausgabe von 1785 ins Deutsche übertragen. Mannheim.

WITKOP, BERHARD, 1977: Heinrich Wieland hundert Jahre: Sein Werk und Vermächtnis heute. Angewandte Chemie, 89. Jahrgang, Heft 9, S. 575 - 589.

WITT, OTTO N., 1876: Zur Kenntniss des Baues und der Bildung färbender Kohlenstoffverbindungen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 9. Jahrgang, S. 522 – 527.

WITT, OTTO N., 1894: Friedlieb Ferdinand Runge. Die Chemische Rundschau, XVII. Jahrgang, 15. 3., Nr. 6, S. 145 - 149.

W. O. (muß sein: WITT, OTTO), 1903: Dr. Eugen Lucius. Zeitschrift für angewandte Chemie, XVI. Jahrgang, Heft 28, S. 687 - 688.

WITT, OTTO N., 1907: Die Entwicklung der technischen Chemie. - In: Vier Vorträge über die wichtigsten Fortschritte der chemischen Disziplinen in den letzten 40 Jahren. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XXXX, S. 4644 - 4652.

WITT, OTTO N., 1914: Hermann Frasch gestorben. Chemiker-Zeitung, Jg. XXXVIII, Nr. 68, S. 721 - 723.

WITTCOFF, HAROLD and W. CONARD FERNELIUS, 1979: The Chemical Industry: What is it? Journal of Chemical Education, Volume 56, Number 4, April, S. 253 - 256.

WITTENBERG, PATRICK, 2014, Der Wandel der Stromnetze. Physik Journal 13, Nr. 4, S. 45 - 49.

WITTFOGEL; KARL A. 1962: Die orientalische Despotie. Eine vergleichende Untersuchung totaler Macht. Köln, Berlin..

WITTMAN, TIBOR, 1975: Das Goldene Zeitalter der Niederlande. Leipzig.

WITTMANN, H., 1990: Richard Zsigmondy – ein Pionier der Kolloidchemie. Österreichische Chemiezeitschrift, S. 160 / 161.

WITTSCHELL, LEO, 1925: Die völkischen Verhältnisse in Masuren und dem südlichen Ermland. Veröffentlichungen des Geographischen Instituts der Albertus-Universität zu Königsberg, Heft V. Hamburg.

WLOKA, K., 2006: Eine welt voller Metalle. Und wie es dazu kam. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 55. Jahrgang, S. 21 – 24.

WÖHLER, F., 1827: Ueber das Aluminium. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von J. C. POGGENDORFF. 11. Band. S. 146 - 161.

WÖHLER, F., 1828: Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 12. Band, S. 253 - 256.

WÖHLER, F. und J. LIEBIG, 1832 / 1891: Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure. Herausgegeben von H. KOPP. Ostwalds Klassiker ... Leipzig 1891.

WÖHLER, F. und J. LIEBIG, 1838: Untersuchungen über die Natur der Harnsäure. Annalen der Pharmacie, Band XXVI; S. 341 – 340.

WÖHLER, F., 1840: Grundriß der Chemie. Erster Theil. Unorganische Chemie. 1840. WÖHLER, F., 1845: Zur Kenntnis des Aluminiums. Annalen der Physik und Chemie... J. C. POGGENDORFF, 3. Reihe, 1. Band, S. 447 - 451.

WÖHLER, 1855: Notiz über das Aluminium. (Briefliche Mittheilung von Professor Wöhler). Annalen der Chemie und Pharmacie, Band XCIII (93), S. 365 / 366.

W., muß sein WÖHLER, 1860: Ueber eine organische Base in der Coca. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band CXIV, S. 213 – 216.

W., muß sein: WÖHLER, 1862: Bildung des Acetylens durch Kohlenstoffcalcium. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXIV, S. 220.

WÖHLER, F., 1863: Ueber Verbindungen des Siliciums mit Sauerstoff und Wasserstoff. Annalen der Chemie und Pharmacie ... LIEBIG, Band CXXVII, S. 257 - 274.

WÖHLER, 1875: Jugend-Erinnerungen eines Chemikers. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 8, S. 838 - 852.

WÖHLKE, WILHELM; 1965: Hans Mortensen und die deutsche geographische Ostforschung. - In: Hans-Mortensen-Gedenksitzung am 25. Mai 1965. Göttinger Geographische Abhandlungen Heft 34, S. 25 - 29.

WOHLWILL, EMIL, 1909: Galilei und sein Kampf für die copernicanische Lehre. 1. Band. Hamburg und Leipzig.

WOLDSTEDT, PAUL, 1949 / 1951: Konrad Keilhack. Geologisches Jahrbuch für das Jahr 1949, Band 65, S. IX – XXV, Hannover 1951.

WOLF, FRANZ, 1962 a: Philipp Lenard zum 100. Geburtstag. Physikalische Blätter, 18, 6, S. 271 - 275.

WOLF, FRANZ, 1962 b: Zur 100. Wiederkehr des Geburtstages von Philipp Lenard. Die Naturwissenschaften, 49. Jahrgang, Heft 11, S. 245 - 247.

WOLF, FRANZ, 1968: Aus der Geschichte der Physik in Karlsruhe. Physikalische Blätter, 24. Jahrgang, S. 388 - 400.

WOLF, HUBERT, 2010: Du wirst in der Hölle brennen, Leser! Ein Gespräch mit Hubert Wolf über vierhundert Jahre Buchzensur, über die Probleme der Zesnoren, und warum Darwin nicht auf dem Index stand. Interview: ARNO WIDMANN. Frankfurter Rundschau, 66. Jahrgang, Freitag, 8. Oktober, Nr. 234, S. 34.

WOLF, HERBERT, 1955: Zum hundersten Geburtstag von Rudolf Knietsch. Chemiker-Zeitung, 79. Jahrgang, Nr. 8, 20. April, S. 239 - 243.

WOLF, K. LOTHAR, 1954: Theoretische Chemie. Eine Einführung vom Standpunkt einer gestalthaften Atomlehre. 3., umgearbeitete Auflage. Leipzig.

WOLF, SABINE; BERNHARD SEEHAUS, KLAUS MINOL, HANS GÜNTER GASSEN, 1996: Die Blut-Hirn-Schranke: Eine Besonderheit des cerebralen Mikrozirkulationssystems. Naturwissenschaften, 83, S. 302 - 311.

WOLF, STEPHANIE, 2005: Erfurt im 13. Jahrhundert. Städtische Gesellschaft zwischen Mainzer Erzbischof, Adel und Reich. Köln, Weimar, Wien.

WOLFF, CASPAR FRIEDRICH, 1759, Neuausgabe 1896: Theoria Generationis. Übersetzt und herausgegeben PAUL SAMASSA. 1. Teil, 2. Teil.

WOLFF, EMIL, 1848: Vergleichende chemische Untersuchung der in den verschiedenen Theilen des Rosskastanienbaums (*Aesculus Hippocastannum*) enthaltenen mineralischen Stoffe. Journal für Praktische Chemie, 44. Band, S. 385 - 487.

WOLFF, EMIL, 1851: Begründung und Entwickelung der Naturwissenschaft des Ackerbaues. Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues nebst Bedeutung für die Praxis. Erster Band. Leipzig.

WOLFF, EMIL, 1854: Die Bedeutung der Naturwissenschaft für die Praxis des Ackerbaues. Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues nebst Bedeutung für die Praxis. Zweiter Band. Leipzig.

WOLFF, STEFAN L.,2016: Zwischen reiner und technischer Physik. ... Max Wien ... Physik Journal, 15, Nr. 12, S. 39 - 43.

WOLFF, STEFAN L., 2018: Als Chemiker unter Physikern. Der Chemiker Fritz Haber ... Physik Journal, 17, Nr. 12, S. 30 - 34.

WOLLASTON, WILLIAM HYDE, 1804: On a new Metal, found in crude Platina. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, S. 419 - 430.

WOLLASTON, WILLIAM HYDE, 1805: On the Discovery of Palladium; with Observations on other Substances found with Platina. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Part II, S. 316 - 330.

WOLLENBERG, R., 1931: Erinnerungen eines alten Psychiaters. Stuttgart.

WOLTER, HELMUT, 1958: Friedrich Wöhlers Schaffen in Berlin (1825 - 1831). Chemiker-Zeitung, 82. Jahrgang, Nr. 12, 25. Juni, S. 419 - 422.

WONG, M., 1970: Belon, Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 595/596. New York.

WOOD, ALAN MUIR, 2004: Brunel, Sir (Marc) Isambard. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 8, S. 356 – 358.

WOOD, H C S, 1966: The Birth of a Vitamin. Chemistry in Britain, Volume 2, S. 536 - 541.

WOOD, H. T., rev. ANITA McCONNELL 2004: Foster, Sir Michael. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 20, S. 520 – 523.

WOODS, D. D., 1957: Albert Jan Kluyver. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 3, S. 109 - 128.

WOODWARD, B. B., rev. TERRIE M. ROMANO, 2004: Moseley, Henry Nottidge. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 39, S. 456 – 458.

WOODWARD, B. B., rev. ALEXANDER M. LORD, 2004: Rutherford, Daniel. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 48, S. 379 – 381.

WOODWARD, R. B., 1979: Synthetic Vitamin B12. In: B. ZAGALAK, W. FRIEDRICH (Herausgeber). Vitamin B12. Berlin, New York.

WOOLF, GREG, 2015: Rom. Die Biographie eines Weltreichs. Aus dem Englischen von ANDREAS WITTENBURG. Stuttgart. - Original: Rome: An Empire's Story. Oxford University Press.

WOOLLEY, C. LEONARD, 1930: Ur und die Sintflut. Sieben Jahre Ausgrabungen in Chaldäa, der Heimat Abrahams. Leipzig.

WORMALD, JENNY, 2004: JAMES VI. und I. (für England), 1566 - 1625, König von Schottland und England. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 29, S. 628 - 657.

WORMALD, PATRICK, 2004: Alfred. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 1, S. 716 - 725.

WORMER, HOLGER, 2002: Nobelpreis für Medizin: ... Vom Wurm zum Menschen. Süddeutsche Zeitung, Dienstag 8. Oktober, Nr. 233, S. 6.

WOESE, C. R.: s. FOX, G. E.

WOESE, CARL R., 1981: Archaebacteria. Scientific American, Volume 244, Number 6, June 1981, S. 94 - 106.

WRIGHT, H. E., 1976: The Environmental Setting for Plant Domestication in the Near East. Science, Volume 194, Number 4263, 22 October, S. 385 - 389.

WRIGHT, JONATHAN, 2005 / 2006: Die Jesuiten. Mythos Macht Mission. Aus dem Englischen von MIRA CHRISTINE ARORA. Essen. - Original: The Jesuits. Missions, Myths and Histories. London.

WRÓBLEWSKI, A. 1901: Ueber den Buchner'schen Hefepresssaft. ... eine gekürzte Uebersetzung der in den polnischen Abhandlungen der Ak. d. Wiss. in Krakau veröffentlichten Arbeit ... Journal für praktische Chemie, Band 64, S. 1 - 70.

WROBLEWSKI, S. v. und K. OLSZEWSKI, 1883: Ueber die Verflüssigung des Sauerstoffs und die Erstarrung des Schwefelkohlenstoffs und Alkohols. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 28, S. 57 – 59. – Aus: "Anzeiger" der Wien. Akad. der Wiss., No. IX, 1883.

WROBLEWSKI, S. v. und K. OLSZEWSKI, 1883: Uber die Verflüssigung des Stickstoffs und des Kohlenoxyds. Journal für Praktische Chemie, Neue Folge, Band 28, S, 59 / 60. – Aus: "Anzeiger" der Wien. Akad. d. Wiss. vom 4. Mai 1883, No. XI.

WÜBBEKE-PFLÜGER, BRIGITTE, 1997: Stadtbefestigung und Stadtbewachung. Grundstrukturen städtischer Sicherheitsorganisation im späten Mittelalter. In: ISENBERG, GABRIELE und BARBARA SCHOLKMANN (hrg.; 1997: Die Befestigung der mittelalterlichen Stadt. Städteforschung A/45. Köln, Weimar, Berlin.

WULF, STEFAN, 1999: Nocht, Bernhard. Neue Deutsche Biographie, 19. Band, S. 305 - 307.

WUNDERLICH, HANS GEORG, 2007: Wohin der Stier Europa trug. Kretas Geheimnis und das Erwachen des Abendlandes. Köln.

WUNDSCH, H. H. (Herausgeber), 1963: Fischereikunde. Eine Einführung für die Praxis. Radebeul und Berlin.

WUNSCHMANN, E. 1885 a: Meyen, Franz Julius Ferdinand. Allgemeine Deutsche Biographie, 21. Band, S. 549 – 553.

WUNSCHMANN, E., 1885 b: Milde, Karl August Julius. Allgemeine Deutsche Biographie, 21. Band, S. 729 – 733.

WUNSCHMANN, E., 1890: Schacht, Hermann. Allgemeine Deutsche Biographie, 30. Band, S. 482 – 486.

WUNSCHMANN, E., 1892: Schultz, Karl Heinrich, gen. Schultzenstein. Allgemeine Deutsche Biographie, 32. Band, S. 723 - 725.

WUNSCHMANN, E., 1894: Trew, Christoph Jacob. Allgemeine Deutsche Biographie, 38. Band, S. 593 – 595.

WUNSCHMANN, ERNST, 1908: Schmitz, Friedrich. Allgemeine Deutsche Biographie, 54. Band, S. 126 - 128. (Online-Version).

WURTZ, ADOLPH, 1849: Ueber die Verbindungen der Cyanursäure und Cyansäure mit Aethyloxyd, Methyloxyd, Amyloxyd und die daraus entstehenden Producte: Acetyl- und Metacetylharnstoff, Methylamin, Aethylamin. Annalen der Chemie und Pharmacie, Band LXXI, S. 326 – 342. – Mit Anhang: Bericht des Hrn. Dumas, über die Abhandlung des Herrn Wurtz, in Betreff der neuen, dem Ammoniak analogen Verbindungen. S. 342 – 348.

WÜTHRICH, LUCAS, 1994: Merian, Maria Sibylla. Neue Deutsche Biographie, 17. Band, S. 138 / 139.

WUTTKE, DIETER, 1991: Humanismus in den deutschsprachigen Ländern und Entdeckungsgeschichte 1493 - 1534. - In: BITTERLI, URS und EBERHARD SCHMITT (hrsg,), 1991: Die Kenntnis beider "Indien" im frühneuzeitlichen Europa: Akten der zweiten Sektion des 32. Deutschen Historikertages in Bamberg 1988, S. 1 - 35. München.

WYNNE-EDWARDS, V. C., 1962: Animal Dispersion in relation to Social Behaviour. Edin burgh and London.

YARSHATER, EHSAN (edited), 1983 / reprinted 1993: The Cambridge History of Iran. Volume 3 (1)) The Seleucid, Parthian and Sasanian Periods. Cambridge Universitx Press. Cambridge, London, New York ...

YARSHATER, EHSAN (edited), 1983 / reprinted 1993: The Cambridge History of Iran. Volume 3 (2) The Seleucid, Parthian and Sasanian Periods. Cambridge Universitx Press. Cambridge, London, New York ...

YOUNG, Sir FRANK, 1974: Bernardo Alberto Houssay. Biographical Memoirs of

Fellows of the Royal Society, Volume 20, S. 246 - 270.

YOUNG, ROBERT M., 1972: Gall, Franz Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume V, New York, S. 250 - 256.

ZAGALAK, BOLESLAW, 1982: Vitamin B12 als biologisch aktive Modellsubstanz. Naturwissenschaften, 69, S. 63 - 74.

ZAKARIA, FAREED, 2008: Der Aufstieg der Anderen. Das postamerikanische Zeitalter. Aus dem Amerikanischen von THORSTEN SCHMIDT. München. - Original: The Post-American World. New York.

ZANDEN, JAN LUITEN VAN, 2006: Die mittelalterlichen Ursprünge des "europäischen Wunders'. Übersetzung UTE MAREIK. - In: ROBINSON; JAMES A. und KLAUS WIEGANDT (Herausgeber), (2003) 2008: Die Ursprunge der modernen Welt. Geschichte im wissenschaftlichen Vergleich. Frankfurt am Main. S. 475 - 515.

ZANGERL, CORINNA, 2014: Wenn Wissenschaft Lebensgrenzen setzt. Die Aufzeichnungen des Innsbrucker Physiologen Ludwig Haberlandt (1885 - 1932). Innsbruck.

ZANKER, PAUL, 2013: Die römische Stadt. Eine kurze Geschichte. München.

ZAPPERI, ROBERTO, 2006: Grausamkeit, Geldgier und Verlogenheit des Eroberers. ... Taten des Kolumbus auf Santo Domingo. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Mittwoch, 6. Dezember, Nr. 284, S. N3.

ZARTL, ALEXANDER, 1997: Erwin Schrödinger (1887 - 1961): Die Anschaulichkeit der Naturgesetze. - In: HELMUTH GRÖSSING / GERHARD HEINDL (Hrsg.): Heimat großer Söhne ... exemplarische Leistungen österreichischer Naturforscher, Techniker und Mediziner. Frankfurt am Main, Berlin, Bern ... 1997, S. 129 - 150.

ZAUNICK, RUDOLPH, 1915: Fragmente der ältesten sächsischen Fischfauna des Dr. Johannes Kentmann (1518 - 1574). Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden, Heft 1, S. 15 – 36.

ZAUNICK, RUDOLPH, 1959: Döbereiner, Johann Wolfgang. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 11/12.

ZBARSKI, ILYA, 1994: Lenin und andere Leichen. Mein Leben im Schatten des Mausoleums. Stuttgart.

ZEDELMAIER, HELMUT, 2011: Anfänge der Geschichte. - In. MARCO, LUCAS und WOLFGANG ROTHER (hrsg.): Isaak Iselin und die Geschichtsphilosophie

der europäischen Aufklärung. Studien zur Geschichte der Wissenschaften in Basel, Neue Folge 6, S. 17 - 28.

ZEDLER (Verleger), 18. Jh.: Grosses vollständiges UniversalLexikon Aller Wossenschaften und Künster ... Halle und Leipzig.

ZEEMANN, P., 1917: Johannes Diederich van der Waals. Die Naturwissenschaften, 5. Jahrgang, Heft 17, 23. November, S. 701 – 703.

ZEERLEDER, A. von, 1948: Die schweizerische Aluminiumerzeugung. Chimia, Volume 2, Fasc.4, S. 69 - 75.

ZEKERT, OTTO, 1963: Carl Wilhelm Scheele. Apotheker - Chemiker - Entdecker. Große Naturforscher, Band 27. Stuttgart.

ZEKRI, SONJA, 2004: Schere im Kopf. Siebzig Jahre nach ihrer Erfindung wird die Lobotomie historisch aufgearbeitet. Süddeutsche Zeitung, Nr. 182, Montag, 9. August, S. 13.

ZENKER, F. A., 1860: Ueber die Trichinen-Krankheit des Menschen. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin ... VIRCHOW, 18. Band, Neue Folge 8. Band, S. 561 - 572.

ZENZE'N, NILS, 1952: Johan Gottschalk Wallerius 1709 - 1785 Axel Fredrik Cronstedt 1722 - 1765. - In: STEN LINDROTH, edit.: Swedish Men of Science 1650 - 1950. S. 92 - 104. Stockholm.

ZERNACK, KLAUS, 2004: Dorpat - Helsinki - St. Petersburg, Brennpunkte europäischen Geistes im Zarenreich. Frühe Neuzeit. Festschrift für Ernst Hinrichs. Studien zur Regionalgeschichte, Band 17, S.

Z'GRAGGEN, ANDREAS, 2009: Einig Volk von Herren und Knechten. Weltwoche, Nr. 10, S. 44 - 47.

ZHOU SHI DE, 1987: Classical Chinese contributions to shipbuilding. Endeavour, New Series, Volume 11, No. 1, S. 2 - 4.

ZIEGELMAYER, GERFRIED, 2007: Schoetensack, Otto Karl Friedrich: Neue Deutsche Biographie, 23. Band, S. 436/437 (on-line).

ZIEGLER, KARL, 1964: Folgen und Werdegang einer Erfindung. Nobel-Vortag am 12. Dezember 1963. Angewandte Chemie, 76. Jahrgang, Nr. 13, 7. Juli, s. 545 - 553

ZIEGLER, WALTER, 1990: Territorium und Reformation. Überlegungen und Fragen. Historisches Jahrbuch, 110. Jahrgang, Erster Halbband. S. 52 - 75.

ZIEGLER, UWE, 1996: Die Hanse Aufstieg, Blütezeit und Niedergang der ersten europäischen Wirtschaftsgemeinschaft Eine Kulturgeschichte von Handel und Wandel zwischen 13. und 17. Jahrhundert. Bern, München, Wien.

ZIJLSTRA, ALBERT A. and RICHARD J. DAVIS, 2012: Sir Bernard Lovell (1913 - 2012). Science, Volume 337, 14 September.

ZILLMER, HANS-JOACHIM, 2008 (5. Auflage): Irrtümer der Erdgeschichte. München.

ZIMMER, DIETER E., 1993: Die späte Tragödie. Die Zeit, Nr. 23, 4. Juni, S. 29/30.

ZIMMER, ERNST, 1942: Umsturz im Weltbild der Physik. Mit einem Geleitwort von Dr. MAX PLANCK. München.

ZIMMERMANN, A., 1922. Simon Schwendener. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 40, S. (53) – (76).

ZIMMERMANN, E. A. W., 1778: Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüßigen Thiere, nebst einer hieher gehörigen Zoologischen Weltcharte. Leipzig.

ZIMMERMANN, EBERH. AUGUST WILH. von, 1810: Australien in Hinsicht der Erd-, Menschen- und Produktenkunde nebst einer allgemeinen Darstellung des großen Oceans gewöhnlich das Südmeer genannt ... 1. Band. Hamburg.

ZIMMERMANN, WALTER, 1938: Vererbung "erworbener Eigenschaften" und Auslese. Jena.

ZINNER, ERNST, 1951: Astronomie - Geschichte ihrer Probleme. Freiburg, München.

ZINNER, ERNST, 1903: Argelander, Friedrich Wilhelm August. Neue Deutsche Biographie, 1. Band, S. 350.

ZINSSER, HANS, 1936: Theobald Smith. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences USA, Vol. XVI, S. 261 – 303, Washington.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1972: Richard Willstätter – Leistungen und Tragödie eines bürgerlichen Wissenschaftlers. wissenschaft und fortschritt, 22, 8, S. 373 – 376.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1974: Zur Geschichte der Beziehungen von Pflanzenzüchtung und Biologie von den Anfängen bis in die dreißiger Jahre des 20. Jh. Ungedruckte Dissertation.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1977: William Harvey. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler , Techniker und Mediziner. Band 28. Leipzig.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1977 b: James Hutton und sein Wirken als Geologe. Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 5, 3, S. 349 – 360.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1980: Charles Lyell. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Band 48. Leipzig.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1982: Charles Darwin. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Band 13. 4., erweiterte Auflage. Leipzig.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1991: Friedrich Althoffs Wirken für die Biologie in der Zeit des Umbruchs der biologischen Disziplinen in Deutschland, ... In: BERNHARD VOM BROCKE (Hrsg.): Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftspolitik im Industriezeitalter. Das "System Althoff" in historischer Perspektive. S. 355 - 373. Hildesheim.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1996 (2. Auflage): Ökologie und Umwelt in der Geschichte. Marburg.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1999: Carl Ludwig. Sächsische Lebensbilder, Band 4, S. 187 – 210. Leipzig, Stuttgart.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 2002: Karl von Linne´(1707 – 1778), Erfasser der Organismenwelt der Erde. – In: Europa in der Frühen Neuzeit. Festschrift für Günter Mühlpfordt, Band 6. Herausgegeben von ERICH DONNERT. S. 437 – 441. Köln, Weimar, Wien.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 2003: Rudolf Leuckart (1822 - 1898). Sächsische Lebensbilder, Band 5, S.367 - 393. Leipzig, Stuttgart.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 2004: Bedeutende Chemiker und chemische Forschung bei der Erschließung und Verwertung nichtmetallischer Rohstoffe im 19. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. – In: Historia in Museo. Festschrift für Frank-Dietrich Jacob zum sechszigsten Geburtstag. Herausgegeben von VOLKER SCHIMPFF und WIELAND FÜHR. S. 515 – 538. Langenweissbach.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 2009: Carl Chun (1852 - 1914). Sächsische Lebensbilder, Band 6, S. 137 - 166.

ZISCHKA, ANTON, 1941: Ölkrieg. Wandlung der Weltmacht Öl. Leipzig.

ZISCHKA, ANTON, z. b. 1974: Die Welt bleibt reich. Eine optimistische Bestandsaufnahme. Bern.

ZOHARY, DANIEL and PINHAS SPIEGEL-ROY, 1975: Beginnings of Fruit Gro-

wing in the Old World. Science, Volume 187, 31 January, S. 319 - 327.

ZORZI, ALVISE, 1990: Österreichs Venedig. Das letzte Kapitel der Fremdherrschaft 1798 - 1866. Aus dem Italienischen von HANS-GEORG HELD und CLAUDIA PIRAS. Düsseldorf.

ZOTZ, THOMAS, 2004: Ludwig der Deutsche und seine Pfalzen. Königliche Herrschaftspraxis in der Formierungsphase des Ostfränkischen Reiches, - In: HARTMANN, WILFRIED (Hrsg.); 2004: Ludwig der Deutsche und seine Zeit, S. 27 - 46. Darmstadt.

ZVELEBIL, MAREK, 1986: Postglacial Foraging in the Forests of Europa. Scientific America, Volume 254, Number 5, S. 86 - 93.

ZWEIG, STEFAN, Ausgabe 1981 (Original 1938): Triumph und Tragik des Erasmus von Rotterdam. Frankfurt am Main.

ZWINK, EBERHARD, 2008: Text zu: David Friedrich Strauß 1808 - 1874 Zerstörer unhaltbarer Lösungen und Prophet einer kommenden Wissenschaft (Albert Schweitzer). Ausstellung zum 200. Geburtstag des Ludwigsburger Theologen und Philosophen am 27. Januar 2008 in der Württembergischen Landesbibliothek Stuttgart ... vom 21. Januar bis 29. März 2008 (on-line).

1

# Personenverzeichnis

AARONSOHN, AARON, 1876 - 1919, Landwirt, Botaniker

ABBAS = Schah A.

ABBE, ERNST, 1840 - 1905, Mathematiker und Physiker, Optik

ABD AL-MALIK, 646 n. Chr. - 705, 685 - 705 Kalif, Damaskus

ABDERHALDEN, EMIL, 1877 – 1950, Physiologe

ABDURRAHMAˆN IBN MARWAˆN, regierte 756 - 788 Cordoba

ABDURRAHMAˆN III., regierte 912 - 929 Cordoba

ABEGG, RICHARD, 1869 – 1910, Chemiker

ABEL, WILHELM, 1904 - 1985, Wirtschaftshistoriker

ABELSON, PHILIP HAUGE, 1913 - , Physiker, Chemiker

ABI BAKR, 573 n. Chr. - 634. erster Kalif

ABNEY, Sir WILLIAM de WIVELESLIE, 1843 – 1920, Chemiker

ABRAHAM SANTA CLARA, 1644 – 1709, Prediger

ABSALON, 1128 - 1201, Bischof von Roskilde, Erzbischof von Lund

ABSOLON, KAREL, 1887 – 1960, Archäologe

ABULAFIA, DAVID SAMUEL HARVARD, geb. 1949, Historiker

ACEMOGLU, DARON, Historiker

ACHARD, FRANZ KARL, 1753 – 1821, Erfinder

ACHESON, EDWARD GOODRICH, 1856 – 1931, Erfinder

ACOSTA, CRISTOBAL, 1515 - etwa 1594, Botaniker

ACOSTA, JOSE DE, 1539 - 1600, Reisender

ADALBERT VON BREMEN, um 1000 - 1072, Erzbischof

ADALBERT VON MAGEBURG, auch Historiker

ADALBERT VON PRAG - 997, Missionar, Märtyrer

ADAM von BREMEN, wohl vor 1050 - 1081/1085, auch Historiograph

ADAM, ROBERT, 1728 - 1782, Architekt

ADAMS, BASIL ALBERT, 20. Jh., Chemiker

ADAMS, JOHN COUCH, 1819 - 1892, Astronom

ADAMS, JOSEPH, 1755 / 1757 – 1818, Mediziner

ADDISON, THOMAS, 1793 - 1860, Mediziner

ADENAUER

ADLER, ALFRED, 1870 – 1937, Psychologe

ADLER, FRIEDRICH, 1827 - 1908, Architekt, klassischer Archäologe

ADLER, LEO, Mediziner

ADLER, LUDWIG, 1879 - 1958, Mediziner, Gynäkologe

ADOLF VON NASSAU

ADRIAN, EDGAR DOUGLAS, 1889 - , Physiologe

AELIAN / AELIANUS TACTICUS, 2. Jh. n. Chr., Militärschriftsteller

AELIUS GALLUS, römischer Feldherr

AETTIUS, spät-römischer Feldherr

AFZELIUS, AWID JOHAN, 1753 - 1834, Chemiker

AGASSIZ, LOUIS, 1807 – 1873, Naturforscher

AGARTHARCHIDES, 2. Jh. v. Chr., vor allem auch Geograph

AGATHAKLOS, 317 - 289 Tyrann von Syrakus

AGATHIAS, oströmischer Schriftsteller

AGILULF, gest. 615, ab 590 König der Langobarden

AGOL, GRIGORI LEVITSKII ISAAC, - 1938, Genetiker

AGRICOLA, 40 n. Chr. - 93, römischer Feldherr, Schwiegervater des TACITUS

AGRICOLA, GEORG(IUS), 1494 - 1555, Arzt, Bergbau-Schriftsteller

AGRICOLA, MICHAEL, 1509 - 1557, Reformator/Finnland

AGRIPPA von NETTESHEIM, gest. 1535, auch Okkultist

AHLBORN, Unternehmer für Landwirtschaftsmaschinen

AHMOSE I.. um 1560 v. Chr. - 1525 v. Chr., 1. Pharao 18. Dynastie, Neues Reich

AILLY, PIERRE D', 1350/51 - 1420, hoher Theologe

AIRY, Sir GEORGE BIDDELL; 1801 – 1892, Astronom, Physiker

AISCHYLOS, 525 - 456 v. Chr., Tragödiendichter

AKBAR, 1542 - 1605, ab 1556 Mogul-Kaiser

AKERBLAD, JOHAN DAVID, Orientalist

AKERS, Sir WALLACE ALAN, 1888 - 1954, Chemiker

ALARICH, König der Westgoten

ALBA = Don FERNANDO ALVAREZ DE TOLEDO; 3. Herzog von ALBA, 1507 - 1582, Militär

ALBERT, Prinz

ALBERT von MONACO, auch Meeresforscher

ALBERT, WILHELM AAUGUST JULIUS, 1787 - 1846, Bergingenieur

ALBERTI, FRIEDRICH VON, 1795 . 1878, Geologe

ALBERTI, LEON BATTISTA, 1404 - 1472, Künstler-Ingenieur u. a.

ALBERTUS MAGNUS, 1200 - 1280

ALBINUS, PETRUS, 1543 - 1598, Professor, Autor

Al-BIRUNI

ALBIZZI, PIERO DEGLI ALBIZZI, hingerichtet 1378, Machthaber in Florenz

ALBRECHT I., DER BÄR. um 1100 - 1170, zuletztt Markgraf von Brandenburg

ALBRECHT III., Herzog von Bayern

ALBRECHT II., Graf von REGENSTEIN, 1310 - 1349

ALBRECHT Graf VON MANSFELD

ALBRECHT der BEHERZTE von WETTIN, 1443 - 1500, Herzog Sachsen, östliche Teile

ALBRECHT ACHILLES, 1414 - 1486, 1440 Markgraf Ansbach, 1470 Kurfürst von Brandenburg

ALBRECHT VON BRANDENBURG-ANSBACH-HOHENZOLLERN, 1499 - 1568

ALBRECHT VON BRANDENBURG, 1490 - 1545, dann Bischof von Magdeburg, Halberstadt, Erzbischof von Mainz

ALBRECHT IV., der Weise, 1447 - 1508, 1485 Herzog von Bayern

ALBUIN/ALBOIN, vor 526 - 572/573 n. Chr., König der Langobarden

ALCMAEON

ALCUIN, etwa 732 (735) - 804,Geistlicher, Gelehrter

ALDER, KURT, 1903 - 1958, Chemiker

ALDRICH, THOMAS BELL

ALDROVANDI, ULYSSES, 1522 oder 1527 - 1605 oder 1607, Mediziner, Zoologe

ALEMBERT, JEAN LE ROND D', 1717 - 1783, Philosoph

ALESSANDRO FARNESE, 1468 - 1549, seit 1534 Papst PAUL III.

ALESSANDRO FARNESE, 1520 - 1589

ALEXANDER der Große

ALEXANDER JAROSLAWITSCH NEWSKI, etwa 1220 - 1263, russischer Großfürst

ALEXANDER BORGIA, 1431 - 1503, ab 1492 Papst

ALEXANDER II., 1815 - 1881, ab 1855 Zar von Rußland

ALEXANDER III., 1845 - 1894, ab 1881 Zar von Rußland

ALEXIOS KOMNENOS I., 1056 - 1118, ab 1081 Kaiser von Byzanz

ALEXIOS III. ANGELOS, um 1160 - 1211, ab 1195 Kaiser von Byzanz

ALFONSO I. HENRIQUES, 1. König von Portugal

ALFONS I., gestorben 758, 739 König von Asturien

ALFONS II. der Keusche, zwischen 761 und 768 - 842, 791 König von Asturien

ALFONS III. der GROSSE, 848 - 910, ab 866 König von Asturien, dann a, Leon

ALFONS VI., der Tapfere, 1037 - 1109, 1072 König von Kastilien u. a.

ALFONS(O) X., der "Weise", 1221 - 1284, ab 1252 König von Kastilien/Leon u. a.

ALFONS V. von ARAGON, 1306 - 1458

ALFRED der GROSSE, 848/849 - 899, König von Wessex / England

ALGAROTTI, FRANCESCO, 1712 - 1764, Schriftsteller der Aufklärung

AHLQUIST, RAYMOND P. (= PERRY), 1914 - 1983, USA, Biochemiker

al-HAKAM, 961 - 976, Kalif von Cordoba

ALI IBN IBN TALIB, 601 - 661, Nachfolger MOHAMMEDs

al-IDRISI, auch: EDRISI, etwa 1100 - 1164 (1166), arabischer Geograph

al-KHWARAZMI, Geograph

al-MA'MUN, Kalif

al-MANSURE, 'ALMANZOR', Cordoba

ALI PASCHA, 1740 - 1822, Aufstandsführer gegen die Türken, in Janina

ALKIBIADES, um 450 v. Chr. - 404 v. Chr.

ALLARD, HARRY ARDELL, 1880 – 1963, (Agro-)Botaniker

ALLEN, EDGAR

ALLIONI, CARLO, 1728 – 1804, Arzt, Botaniker

ALLISON, V. D.

ALLMAN, GEORGE J., 1812 – 1898, Biologe

ALMQUIST

ALONSO FERNANDEZ DE LUGO, 1456 - 1525, Eroberer auf den Kanaren

ALPINI, PROSPERO, 1553 – 1616 oder 1617, Mediziner, Botaniker

al-TABARI, Historiker, Geograph

ALT, GEORG, um 1450 - 1510, Übersetzer, Historiograph

ALTHOFF, FRIEDRICH, Bildungspolitiker

ALTMANN, GEORGE JAMES, Anatom

ALTMANN, RICHARD, 1852 - 1900, Histologe

ALTUM, BERNHARD, 1824 - 1900, Forstzoologe

ALVAREZ, LUIS WALTER (= W.), 1911 - 1988, Physiker

ALVERDES, FRIEDRICH, 1889 - 1952, Zoologe

ALZHEIMER, ALOIS, 1864 - 1915, Psychiater

AMAGAT, E. H., Physiker

AMALASUNTHA, gest. 535, Tochter des Ostgotenkönigs THEODERICH

AMALDI

AMAURY DE BE‘NES. Philosoph, um 1200

AMBROSIUS, 339 - 397, Bischof von Mailand

AMENHOTEP III., um etwa1388 - etwa 1351 regierender Pharao

AMENHOTEP IV, = ECHNATON, Pharao, vielleicht etwa 1351 - um 1324 v. Chr.

AMICI, GIOVANNI BATTISTA, 1786 – 1863, Astronom, Optiker

AMIN, al-, Kalif

AMINORI, VINCENZO, 19. Jh., Physiker

AMMAN, JOST, 1539 - 1591, Zeichner

AMMIANUS MARCELLINUS, 4. Jh., spätrömischer Historiker

AMO, ANTON WILHELM, 1703 - 1759, Philosoph aftikanische Herkunft

AMPÈRE, ANDRÉ MARIE, 1775 – 1836, Physiker

AMPÈRE, JEAN-JACQUES, 1800 - 1864, Historiker, Sohn des vorigen

AMUNDSEN, ROALD, 1872 - 1928, Polarforscher

ANAXAGORAS

ANAXIMANDER

ANAXIMENES

ANCKARSTRÖM, JACOB JOHAN, 1762 - 1792, schwedischer Adliger

ANDERSAG

ANDERSEN, CHRISTIAN, 1805 - 1875, dänischer Dichter

ANDERSON, CARL DAVID, 1905 - 1991, Physiker

ANDERSON, THOMAS, 1819 - 1874, Chemiker

ANDRAL, GABRIEL, 1797 - 1876, Mediziner

ANDRASSY, GYULA, 1823 - 1890, ungarischer Politiker

ANDREAS/ANDRAS II.,um 1177 - 1235, ab 1205 König von Ungarn

ANDRESEN, MOMME, 1857 – 1951. Chemiker (Fotografie)

ANDREWS, THOMAS, 1813 – 1885

ANDROMACHUS, 1. Jh. n. Chr., Leibarzt bei Kaiser NERO

ANDRONIKOS von Kyrrhos, 2./1. Jh. v. Chr., Uhrenspezialiste, Wetterforscher

ANDRONICUS von Rhodos, 1. Jh. v. Chr.

ANDROSTHENES von THASOS, 4. Jh. v. Chr., ein Admiral ALEXANDER des Grossen

"ANEAEAS", legendäre Gestalt aus der Trojasage

ANGSTRÖM, ANDERS JONAS, 1814 – 1874, Physiker

ANNA (ANNE) von der BRETAGNE, 1477 - 1514, Herzogin der Bretagne, in Ehe mit KARL VIII. auch Königin von Frankreich

ANNA BOLEYN, 1501 oder 1507 - 1536, 2 Ehefrau von HEINRICH XIII.

ANNA VON ÖSTERREICH, 1601 - 1666, Gemahlin LUDWIG XIII. von Frankr.

ANNA, Königin von England

ANSCHÜTZ, CARL PHILIPP NOE, RICHARD, 1852 - 1937, Chemiker, Chemie-Historiker

ANSELM von CANTERBURY, auch von BEC genannt, 1033 - 1109, Philosoph

ANTHEMIUS VON TRALLES, Architekt

ANTIOCHUS III., Seleukidenherrscher

ANTIOCHUS I., König von Kommagene, 1. Jh. v. Chr.

ANTON, ADOLF PAULSEN KARL GOTTLOB von, 1751 - 1818

ANTON ULRICH, Herzog von BRAUNSCHWEIG-WOLFENBÜTTEL, 1633 - 1714

ANTONIUS

ANTONINUS PIUS, 86 n. Chr. - 187n. Chr., ab 138 römischer Kaiser

APER, gest. 284 n. Chr., Prätorianerpräfekt

AEPINUS, FRANZ ULRICH THEODOSIUS, 1724 - 1802, Physiker

APOLLODOROS von DAMASCUS, 50 n. Chr,. - 130 n. Chr., u. a. Baumeister

APPERT, NICOLAS, 1748 - 1841, Erfinder zur Lebensmittelkonservierung

APPIAN, um 95 n Chr. - nach 160 n. Chr., griechisch-römischer Historike

APPIUS CLAUDIUS CAECUS, 4. Jh. v. Chr.

APPLETON, Sir EDWARD VICTOR, 1892 - 1965, Physiker

APULEIUS von MADAURA, 125 n. Chr. - 170 n. Chr.

ARAGO, DOMINIQUE FRANÇOIS JEAN, 1786 - 1853, Physiker

ARAMON(T), GABRIEL DE LUETZ ...D' ..., gest. 1553, Diplomat

ARANDA, PEDRO PABLO ABARCA DE BOLEA, conde/Graf von ..., 1719 - 1798, Staatsmann

ARBENZ, WILHELM ULRICH, 1868 - , Bergrat, Techniker

ARBOGAST der Ältere, gest. 394 n. Chr., Feldherr, Statthalter in Gallien

ARCADIUS, FLAVIUS A., um 377 n. Chr, - 408, ab 396 Kaiser der Osthälfte

ARCHIGENES von APAMEIA, 2. Jh. n. Chr., Mediziner

ARCHIMEDES, um 287 - 212 v. Chr.

ARDENNE, MANFRED von, Erfinder, Physiker

ARDUINO, GIOVANNI, 1714 - 1795, Geologe

ARETAEUS von Kappadokien, 2. Jh.n. Chr., Mediziner

ARETINO, PIETRO, 1492 - 1556, Dichter, Satiriker

ARGELANDER, FRIEDRICH WILHELM AUGUST, 1799 – 1875, Astronom

ARGYLL, GEORGE JOHN DOUGLAS-CAMPBELL,Duke of, 1823 - 1900, u. a. Anthropologe

ARGYROPULOS, JOHANNES, 1416 - 1486, Humanist

ARIAN, 250 - 336 n. Chr., Presbyter, Alexandria

ARIOST, 1474 - 1533, Dichter

ARISTARCH von SAMOS, Astronom

ARISTOPHANES, zwischen 450 undf 444 - etwa 380 v. Chr., Komödiendichter

ARISTOTELES, Philosoph, Naturforscher

ARKEL, VON

ARKWRIGHT, RICHARD, 1732 - 1792, Erfinder und Unternehmer

ARMINIUS = HERMANN, der Führer der Cherusker

ARMINIUS, JACOBUS = HERMANN, JACOB, 1560 - 1609, Theologe

ARMSTRONG, HENRY E. (= EDWARD), 1848 - 1937, Chemiker

ARMSTRONG, NEIL ALDER, 1930 - 2012, Astronaut

ARNAULD, ANGELIQUE, 1581 - 1661, Äbtissin von Port Royal

ARNDT, ERNST MORITZ, 1769 - 1860, Dichter, Publizist

ARNDT, FRITZ, 1885 - 1969, Chemiker

ARNIM, VON, preußisches Forstdepartement

ARNOLD, GOTTFRIED, 1666 - 1714, Theologe, Aufklärer;

ARNOLD(US) von VILLANOVA, etwa 1240 - 1311

ARNOLFO DI CAMBIO, etwa 1240/1245 - 1302/1310, Architekt, Bildhauer

ARNOLD VON LÜBECK, gest. 1211/14, Benediktinerabt, Chronist

ARONHEIM, B., gest. 1881, Chemiker

ARP, HALTON CHRISTIAN, 1927 - 2013, , Astronom

ARRHENIUS, SVANTE, 1859 – 1927, Chemiker, Physikochemiker

ARRIAN (FLAVIUS ARRIANUS), etwa 96 n. Chr. – um 180 n. , Historiker

ARSINOE, zwischen 68 und 65 v. Chr. - 41 v. Ch., Ptolemäer-Königin

ARUNDEL and SURREY, THOMAS Lord HOWARD Earl(e) of ...

ASCHEIM/ASCHHEIM, SELMAR, 1876 - 1965, Gynäkologe

ASCHOFF, LUDWIG, 1866 - 1942, Mediziner, Pathologe

ASELLI, GASPARO, 1581 - 1625, Chirurg, Anatom

ASHMOLE, ELIAS, 1617 - 1692, Wissenschaftler, Museologe

ASHOKA, 304 v. Chr. - 232 v. Chr., indischer Herrscher, ab 258.

ASPDIN, JOSEPH, 1779 - 1855, Erfinder, Zement

ASSEN = IWAN ASSEN I., gest. 1196, 1186 Begründer des 2. Bulgerenreiches und Zar

ASTON, FRANCIS WILLIAM, 1877 - 1945, Physiker

ASSURBANIPAL, bis um 631/ 627 v. Chr. assyrischer Herrscher

ASSURNAS(S)IRPAL II. assyrischer Herrschen 883 - 859 v. Chr.

ASTBURY, WILLIAM THOMAS, 1898 - 1961, Physiker

ASTRUC, JEAN, 1684 – 1766, Mediziner, theologischer Schriftsteller

Aßmann, RICHARD, 1845 - 1918, Atmosphärenforscher

ATAHUALPA, um 1500 - 1533, Herrscher des Inkareichs

ATATÜRK, MUSTAFA KEMAL, 1881 - 1936, 1923 1. Präsident der Türkei

ATHANARICH, gest. 381 n. Chr., Westgotenherrscher

ATKINSON, ROBERT D'ESCOURT, 1898 - 1982, Physiker

ATLASSOW, WLADIMIR, 1661 - 1711, russischer Expeditionsleiter

ATTILA, gest. 453 n. Chr., Hunnen-Herrscher

ATWATER, WILBUR OLIN, 1844 – 1907

AUBER, DANIEL-FRANCOIS-ESPRIT, 1782 - 1871, Komponist

AUBREY, JOHN, 1626 - 1697, Biograph

AUENBRUGGER, JOSEPH LEOPOLD, 1722 – 1809, Medziner

AUER von WELSBACH, CARL, 1858 - 1929, Chemiker

AUERBACH, CHARLOTTE, 1899 - 1994, Genetikerin

AUERBACH, LEOPOLD, 1828 - 1897, Anatom, Physiologe

AUGER, PIERRE VICTOR, 1899 - 1993, PhysikerAUGUST, 1526 - 1586, Kurfürst von Sachsen

AUGUST II. der STARKE, 1670 - 1733, 1694 Kurfürst von Sachsen, 1697 auch König von Polen

AUGUST III. FRIEDRICH, 1696 - 1763, Kurfürst von Sachsen, als AUGUST III. König von Polen

AUGUSTUS, römischer Kaiser, hieß vorher OCTAVIAN

AUGUSTINUS von Hippo, 354 - 430 n. Chr., Kirchenvater

AUGUSTINUS, gestorben 604 oder 605, 1. Erzbischof von Canterbury

AURANZEB/MUHAMMAD AURANZEB ALAMGIR, 1618 - 1707, ab 1658 Großmogul

AURELIAN(US), LUCIUS DOMITIUS AU., 214 - 275, ab 270 römischer Kaiser

AURISPA, GIOVANNI, 1376 - 1459, Humanist

AUSONIUS, 310 - 393 / 394 n. Chr., spätrömischer u. a. Dichter

AUTHARI(S), um 540 - 590 n. Chr., ab 584 König der Langbarden

AVERDONK, SEVERIN ANTON, 1768 - 1817, Dichter, röm.-kathol. Geistlicher

AVERROES, = IBN RUSHD, 1126 - 1198, arabischer Philosoph

AVERY AMOS G.

AVERY, OSWALD THEODORE, 1877 - 1955, Biochemiker

AVICENNA, arabisch: ABU ALI al-HUSAIN ibn ABDALLAH ibn al-HASAN ibn Ali ibn SINA, um 980 - 1037

AVOGADRO, LORENZO ROMANO AMEDEO AVOGADRO DI QUAREGNA, 1776 - 1846, Chemiker

ASAWA, CHARLES, 20. Jh., genannt als Assistent bei MAIMAN

AYMARD, MAURICE, Historiker

AYOLAS, PEDRO de, Entdecker

BAADE, FRITZ, 1893 - 1974, Wirtschaftswissenschaftler, Wirtschaftshistoriker

BAADER, Naturphilosoph

BABÁK, EDUARD, 1873 - 1926, Physiologe

BABBAGE, CHARLES, 1791 - 1871, Mathematiker, Erfinder/Rechenmaschine

BABEUF, FRANCOIS NOEL, 1768 - 1797, Revolutionär

BABKIN, B. P. Physiologe

BABUR, s. ZAHIR al-DIN BABUR

BACHOFEN, JOHANN JAKOB, 1815 - 1887, Jurist, Historiker

BACON, ROGER, etwa 1214 /1220) - 1292/1294, Franziskaner, Gelehrter

BADASH, L.

BAFFIN, WILLIAM, 1584? – 1621, Seefahrer

BAGGESEN, JENS, 1764 - 1826, dänischer Schriftsteller und Dicher

BAGLIVI, GIORGIO, 1668 – 1707, Mediziner

BAIBAR, Mamelukenherrscher

BAILLY, JEAN-SYLVAIN, 1736 - 1793, Astronom, Bürgermeister von Paris

BAILY, FRANCIS, 1774 - 1844, Bankier, Astronom

BAIRD, JOHN LOGIE, 1888 – 1946, Physiker

BAEKELAND, LEO HENDRIK, 1863 - 1944, Chemie-Erfinder und –unternehmer

BAKER, HENRY, 1698 – 1774, Zoologe

BAKER, LORENZO DOW, 1840 – 1908, Unternehmer

BAKEWELL, ROBERT, 1725 – 1795, Landwirt, Tierzüchter

BAKUNIN, MICHAIL ALEXANDROWITSCH, 1814 - 1876

BALARD, ANTOINE JEROME, 1802 - 1876, Chemiker

BALBIANI, Biologe

BALBOA, VASCO NUÑEZ, um 1475 – 1517

BALIANI, GIOVAN BATTISTA, 1582 - 1666, Senator in Genua(G. GALILEI dtsch. 1987, S. 41)

BALMER, Gymnasiallehrer, Physiker

BALMIS, 18. Jahrhundert, Chirurg

BALFOUR, JOHN HUTTON, 1808 - 1884, Botaniker

BANDINELLI, BACCIO, 1488 oder 1493 - 1560, Künstler

BANG, OLUF, Pathologe, Mikrobiologe

BANKS, JOSEPH, 1743 - 1820, Botaniker

BAENSCH, OTTO FRIEDRICH BERNHARD, 1825 - 1898, Ingenieur

BANTING, FREDERICK GRANT, 1899 - 1978, Mediziner

BAER, KARL ERNST, 1792 - 1876, Zoologe, Naturforscher

BARBERINI (BARBERINO), FRANCESCO, 1597 - 1679, Kardinal in Rom

BARBERINI, MAFFEO = URBAN VIII.

BARBIERI, JOHANN, 1852 – 1926, Chemiker

BARCLAY, ARTHUR, Botaniker

BARCROFT, JOSEPH, 1872 - 1947, Physiologe

BARDEEN, JOHN, 1908 - 1991. Physiker

BARDELEBEN, KARL von, 1849 – 1918, Anatom

BARENTS (BARENDSZ), WILLIAM, um 1550 – 1597, Seefahrer

BARGER, GEORGE

BARKER, HORACE ALBERT, 1907 - 2000, Bakteriologe, Biochemiker

BAR KOCHBA, SIMON, jüdischer Auftstandsführer von 132 - 135 n. Chr.

BARKLA, CHARLES GLOVER, 1877 - 1944, Physiker

BAERMANN, Mediziner

BARNACK, OSKAR, 1879 – 1936, Erfinder

BARNARD, CHRISTIAAN (NEETHLING), 1922 -

BARNARD, EDWARD EMERSON, 1857 - 1923, Astronom

BARRE, JEAN-FRANCOIS LE FEVRE, Chevalier DE LA BARRE; - 1766

BARTH, HEINRICH, 1821 - 1865, Afrikaforscher

BARRY, MARTIN, 1802 – 1855, Mediziner, Embryologe

BARTHEZ, PAUL-JOSEPH, 1734 - 1806, Mediziner

BARTHOLIN, CASPAR, 1585 - 1629, Mediziner

BARTHOLIN, THOMAS, 1616 - 1680, Anatom

BARTHOLOMAEUS ANGLICUS, 13. Jahrhundert

BARTLETT, ROBERT, geb. 1950, Historiker

BARUS, Geologe

BARWICH, HEINZ, 1911 - 1966, Physiker

BARY, ANTON DE, 1831 - 1888, Botaniker

BASEDOW, CARL ADOLPH von, 1799 - 1854, Mediziner

BASEDOW, JOHANN BERNHARD, 1724 - 1790, Pädagoge

BASILEIOS II, 958 - 1025, ab 976 byzantinischer Kaiser

BASILIOS der GROSSE, Kirchenvater

BASILIUS VALENTINUS, Pseudonym für JOHANN THOELDE, s. d.

BASSAM TIBI, geb.1944, Politikwissenschaftler, syrischer Herkunft

BASSHAM, ANDREW, 20. Jh., Biochemiker

BASSI, AGOSTINO, 1773 - 1856, Botaniker

BASSI, LAURA MARIA CATERINA, 1711 - 1778, Naturforscherin

BASTIAN, PHILIPP WILHELM ADOLF, 1826 - 1905, Ethnologe

BAT(T)ELLI, FREDERICO, Biochemiker

BATESON, WILLIAM, 1861 - 1926, Zoologe, Genetiker

BATHORY, ELISABETH, 1560 - 1614, Machthaberin in Transsylvanien

BATHORY, STEFAN, 1533 - 1586, Woiwode von Transsylvanien, 1575 König von Polen

BATHURST, GEORGE

BATHURST, RALPH, 1620 – 1704, Arzt, "Chemiker"

BATU, 1205 - 1255, Teil-Khan der Mongolen, Enkel von DSCHINGIS KHAN

BAUER, ANDREAS FRIEDRICH, 1783 - 1833, Erfinder

BAUER, BRUNO, 1809 - 1882

BAUER, HANS, 1878 – 1937, Sprachforscher für semitische Sprachen

BAUER, HANS, 1904 - 1988, Genetiker

BAUHIN, GASPARD, 1560 - 1624, Botaniker

BAUHIN, JEAN, 1541 - 1613, Botaniker

BAUMANN, EUGEN, 1846 - 1896, Chemiker

BAUMANN, HANS, 1914 - 1988, in vielem übler Lyriker

BAUME, ANTOINE, 1728 -1804, Chemiker, Pharmazeut

BAUMEISTER, WALTER, 1912 – 1982, Botaniker

BAUR, ERWIN, 1875 - 1933, Genetiker, Pflanzenzüchter

BAUR, FERDINAND CHRISTIAN, 1792 – 1860, Theologe

BAURENFEIND, GEORG WILHELM, gest. 1763, Maler, Kupferstecher

BAUSCH, JOHANN LAURENTIUS, 1605 - 1665, Arzt

BAWDEN, FREDERICK CHARLES, 1908 - 1972, Virologe

BAYEN, PIERRE, 1725 - 1798, Pharmazeut, Chemiker

BAYEZID I., 1360 - 1403, ab 1389 Sultan

BAYEZID II., 1447/48 - 1512, ab 1481 Sultan

BAYLE, PIERRE, 1647 - 1706, Philosoph, Aufklärer

BAYLISS, WILLIAM MADDOCK, 1860 - 1924, Physiologe

BAEYER, ADOLF (von), 1835 - 1917, Chemiker

BAYER, FRIEDRICH

BAZIN, GILLES AUGUSTIN, gest. 1754, Arzt

BEADLE, GEORGE WELLS, 1903 - 1989, Biochemiker

BEARLEY, HARRY, 1871 - 1948, Stahlmetallurg

BEATUS RHENANUS, 1485 - 1547, Humanist

BEAUFORT, Sir FRANCIS, 1774 - 1857, Hydrograph

BEAUMARCHAIS, PIERRE-AUGUSTIN CARON DE, 1732 - 1799, u. a. Komödiendichter, Unternehmer

BEAUMONT, ELIE de, 1798 - 1874, Geologe, Montanist

BEAUMONT, WILLIAM, 1785 - 1853, Arzt

BEAUNIER, LOUIS-ANTOINE, 1779 - 1835, Ingenieur, Bergwesen

BEBEL, AUGUST, 1840 - 1913, Politker, SPD

BECCARIA - BONESANA, CESARE, 1735 - 1794, Ökonom, Jurist

BÉCHAMP, J.-A.-B., 1816 - , Chemiker

BECHER, JOHANN JOACHIM, 1635 – 1682, u. a. Chemiker

BECKER, ERICH

BECKER, HERBERT, Physiker

BECKET(T), THOMAS, 1118 - 1170, ab 1162 Erzbischof von Canterbury

BECKMANN, JOHANN, 1739 - 1811, Kameralist, Technologe

BECKMANN, JOHANNES, 1853 - 1923, Chemiker

BECQUEREL, ANTOINE CESAR, 1788 - 1878, Physiker

BECQUEREL, ANTOINE HENRI, 1852 - 1908, Physiker

BECQUEREL, EDMOND, 1820 - 1891, Physiker

BEDE 'VENERABILIS', etwa 672 - 735, Theologe, Historiker

BEER, Sir GAVIN R%YLANDS DE, 1899 – 1972, Zoologe

BEERMANN, WOLFGANG, 1921 - 2000

BEETHOVEN, LUDWIG van, 1770 - 1827, Komponist

BÉGUIN, JEAN, etwa 1615

BEHAIM, MARTIN, 1459 - 1506, Handelsmann, Kartograph

BEHM, ALEXANDER KARL FRIEDRICH FRANZ, 1880 . 1952, Physiker

BEHRING, EMIL von, 1854 - 1917, Bakteriologe

BEHRINGER, WOLFGANG, geb. 1956, Historiker

BEIJERINCK, MARTINUS WILLEM, 1851 - 1931, Bakteriologe

BEILSTEIN, FRIEDRICH KONRAD, 1838 - 1906, Chemiker

BEISSENHIRTZ

BEKETOW, PETER, 1. Hälfte 17. Jahhrundert, Kosak

BEKKER, BALTHASAR, 1634 - 1698, Theologe

BELA IV., 1206 - 1270, seit 1235 König von Ungarn, dann auch von Kroatien

BELISAR, 505 - 566, byzantinischer Feldherr

BELL, ALEXANDER GRAHAM, 1874 - 1922, Erfinder: Telefon

BELL, Sir CHARLES, 1774 - 1842, Mediziner, Physiologe

BELL, verh. BURNELL, SUSAN, JOCELYN, geb. 1943, Astronomin

BELL, PATRICK, 1801 – 1869

BELL, RUDOLF MANGA, 1873 - 1914, Chef der Duala in Kamerun

BELLARMIN, ROBERT, 1542 – 1621, Kardinal

BELLENGHI, ALBERTO, 1757 - 1839

BELLAVAL, PIERRE RICHER DE, etwa 1564 - 1632, Mediziner, Botaniker

BELLINI, LORENZO, 1643 - 1704, Mediziner, Anatom

BELZONI, GIOVANNI BATTISTA, 1778 - 1823, u. a. Archäologe

BEMBO, PIETRO, 1470 - 1547, vielseitiger Humanist, Kardinal

BÉMONT, G.

BENDA, CARL, 1857 - 1932, Anatom, auch Zellforscher

BENDA, LOUIS, 1873 - 1945, Chemiker

BENDER, AUGUST, 1847 - 1926, Erfinder, Ingenieur

BENEDEN, EDOUARD VAN, 1846 - 1910, Zoologe

BENEDEN, PIERRE-JOSEPH VAN, 1809 - 1894, Zoologe

BENEDIKT, um 480 – 543?. Klostergründer

BENEDIKT XIII., 1342/43 - 1423, ab 1394 Gegenpapst

BENEDIKT XIV. 1675 - 1758, ab 1740 Papst

BENEDIKT XVI., geb. 1927, 2005 - 2013 Papst

BENEDIX, MORITZ, Mediziner

BENNDORF, OTTO, 1838 - 1907, Archäologe, so f. Ephesos

BENSLEY, ROBERT RUSSELL, 1867 - 1956, Feinanatom

BENSLEY, THOMAS, 1750 - 1835, Drucker und Verleger

BENTLEY, 17. Jh., Bischof, England

BENZ, CARL, 1844 - 1929, Techniker

BENZENBERG, JOHANN FRIEDRICH, 1777 - 1846, auch Astronom

BE´RARD, VICTOR, 1864 - 1931, Althistoriker

BERENDT, GOTTLIEB, 1836 - 1920, Glazial-Geologe

BERG, GEORG, 1876 - 1946, Geologe

BERG, PAUL, geb. 1926, Molekularbiologe

BERBLINGER, ALBRECHT LUDWIG, 1770 - 1829, Schneider, Erfinder

BERGENGRUEN, WERNER MAX OSKAR PAUL, 1892 - 1964, Dichter

BERGER, HANS, 1873 – 1941, Neurologe

BERGER, JOHANN GOTTFRIED, 1659 - 1736, Mediziner, Physiologe

BERGIER

BERGIUS, FRIEDRICH, 1884 - 1949, Chemiker

BERGMANN, MAX, 1886 - 1944, Chemiker

BERGMANN, SIGMUND, 1851 - 1927

BERGMANN, OLOF TORBERN, 1735 - 1784, Chemiker

BERGSTRÖM, SUNE

BERING, VITUS, 1681 - 1741, Seefahrer

BERKEFELD, WILHELM, 1836 – 1897, Erfinder

BERKELEY, GEORGE, 1685 . 1763, Bischof, Philosoph

BERKELEY, MILES JOSEPH, 1803 – 1889, Botaniker, Mycologe

BERKNER, J. F., Chemiker

BERL, ERNST, 1877 – 1946, technischer Chemiker

BERLEPSCH, AUGUST SITTICH EUGEN HEINRICH Freiherr von, 1815 - 1877, u. a. Bienenhalter

BERLINER, EMIL(E), 1851 – 1929, Erfinder

BERLIOZ, HECTOR, 1803 - 1869, Komponist

BERNAL, JOHN DESMOND, 1901 - 1971

BERNARD, CLAUDE, 1813 - 1878, Physiologe

BERNARD, NOËL, 1874 – 1911, Botaniker

BERNAYS, Anatom

BERNHARD von CLAIRVAUX, etwa 1090 - 1153, Prediger, Abt

BERNHARDI, AUGUST FERDINAND, 1769 - 1820, Gymnasiallehre, Pädagoge

BERNHARDI, JOHANN JACOB, 1774 - 1850, Botaniker

BERNHARDT, JOHANN CHRISTIAN, Arzt, Chemiker

BERNIER, FRANCOIS, 1625 - 1688, Arzt, Indien-Reisender

BERNOULLI, DANIEL; 1700 - 1782, Physiker

BERNOULLI, JOHANN, 1687 -1748, Mathematiker, V. des vor.

BERNOULLI, JOHANN III, 1744 - 1807, u. a. Astronom

BERNSTEIN, B. A.

BERNSTORFF, ANDREAS PETER Graf VON, 1725 - 1797, Minister in Dänemark

BERNSTORFF, JOHANN HARTWIG ERNST Graf VON, 1712 - 1772, Diplomat, Minister in Dänemark

BEROSSUS

BERRY, Duc de

BERT, PAUL, 1833 – 1886, Physiologe, Politiker

BERTALANFFY, LUDWIG VON, 1901 - 1972, Biologe, Systemtheoretiker

BERT(H)A, 775 - nach Januar 828, Tochter von KARL DER GROSSE

BERTHELOT, PIERRE EUGENE MARCELLIN, 1827 - 1907, Chemiker

BERTHELOT, SOPHIE CAROLINE geb. NIANDER, 1837 -1907, Ehefrau d. vor.

BERTHOLD, ARNOLD ADOLPH, 1803 - 1861, Physiologe

BERTHOLLET, CLAUDE LOUIS, 1748 - 1822, Chemiker

BERTI, CASPAR

BERTSCH, KARL, 1878 - 1965, Botaniker

BERZELIUS, JÖNS JACOB, 1779 - 1848, Chemiker

BESSARION, BASILIUS oder JOHANNES, 1403 - 1472

BESSEL, FRIEDRICH WILHELM, 1784 – 1846, Astronom

BESSEMER, ANTHONY, Vater des folgenden

BESSEMER, HENRI, 1813 - 1898, Erfinder

BESSERER, KONRAD, - 1388, Ulmer Stadthauptmann

BESSLER, JOHANN ERNST ELIAS, 1681 - 1745, betrügerischer Konstrukteur

BESSON, JACQUES, geb. um 1540, Ingenieur

BEST, CHARLES HERBERT, 1899 – 1978, Mediziner

BETHE, ALBRECHT, 1872 - 1954, Physiologe

BETHE, HANS, 1906 - 2005, Physiker

BETTENCOURT

BEUDANT, FRANCOIS SULPICE, 1787 - 1850, Mineraloge, Geologe

BEUMER, OTTO, 1849 - 1918, Mediziner

BEVAN, EDWARD J., Chemiker

BEYRICH, HEINRICH, 1815 - 1896, Geologe

BEZA, THE´ODORE DE, 1519 - 1605, Reformator

BEZOLD, ALBERT von, Physiologe

BICHAT, XAVIER, 1771 - 1802, Anatom, Mediziner

BICKFORD, WILLIAM, 1774 - 1834, Erfinder

BIDDER, GEORG FRIEDRICH KARL HEINRICH, 1810 - 1894, Physiologe

BIEBESHEIMER

BIEBL, RICHARD, 1908 – 1974, Botaniker

BIEDL, ARTUR, 1869 - 1933, Endokrinologe

BIER, AUGUST, 1861 - 1949, Mediziner

BIFFEN, Sir ROWLAND HARRY, 1874 - 1949, Pflanzenzüchter

BILLROTH, THEODOR, 1829 - 1894, Chirurg

BILLWILLER, JOHN, Chemiker

BILTZ, WILHELM, 1877 - 1943, Chemiker

BINZ, A., Chemiker

BIONDO, FLAVIO, 15. Jh., Landesbeschreibung

BIOT. JEAN-BAPTISTE, 1774 - 1862, Physiker

BIRCHER, E., Mediziner, Schweiz

BIRKELAND, KRISTIAN OLAF BERNHARD, 1867 - 1917, Chemiker

BIRINGUCCIO, VANUCCIO, 1480 – 1539

BIRUNI, al, 973 – nach 1050

BISCHOF, KARL LUDWIG, 1792 – 1870, Chemiker, Physiker, Geologe

BISCHOFF, THEODOR LUDWIG WILHELM, seit 1870 von, 1807 - 1882, Embryologe, Physiologe, manchmal THEODOR ... B.

BISMARCK, OTTO, Fürst VON, 1815 - 1898, Politiker

BIZZOZERO, GIOLIO, 1846 – 1901, Mediziner

BJERKNES, VILHELM FRIMAN KOREN, 1862 - 1951, Meteorologe

BJÖRKLUND, CHRISTIAN, 18. Jh.

BJÖRKMANN

BLACK, Sir JAMES WHYTE, 1924 - 2010, Mediziner

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1874 - 1954, Genetiker

BLACK, JOSEPH, 1728 - 1799, Chemiker, Mediziner

BLACKETT, PATRICK MAYNARD STUART

BLACKMANN

BLAGDEN, CHARLES

BLAIBERG, PHILIP, Patient

BLANCHARD, Ballonfahrer

BLASCHKE, KARLHEINZ, geb. 1927, Historiker

BLASIUS, niederländisch BLAES, etwa 1625 – 1692, Mediziner

BLÁTHY, OTTÓ TITUSZ, 1860 - 1939

BLENKINSOP, JOHN, 1783 - 1831, früher Lokomotivbauer

BLÉRIOT, LOUIS, 1872 - 1936, Flugpionier

BLEULER, EUGEN, 1857 – 1939, Psychiater

BLIGH, WILLIAM, 1753 - 1817, Kapitän

BLOBEL, GÜNTER, 1936 - 2018, Zellforscher. Molekularbiologe, Biochemiker

BLOCH, FELIX, 1905 - 1983, Physiker

BLOCH, KONRAD E. = EMIL., 1912 - 2000, Biochemiker

BLOCH, MARC, 1886 - 1944, Historiker

BLOMBERG, BARBARA, 1527 - 1597, Geliebte von Kaiser KARL V.

BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1752 - 1840, Naturforscher

BLUMENHAGEN, PHILIPP GEORG AUGUST WILHELM, 1781 - 1839, Autor

BLYTH, 19. Jh., Chemiker

BOAS, FRANZ, 1858 - 1942, Ethnologe

BOCCACCIO, GIOVANNI, 1313 - 1375, Dichter

BOCK, HIERONYMUS (TRAGUS), 1498 – 1554, Botaniker

BÖCKLER, GEORG ANDREAS, zweite Hälfte 17. Jh., Technikbeschreiber

BODE, JOHANN ELERT, 1747 - 1826, Astronom

BODENHEIMER, MAX, 1871 – 1942, Chemiker

BODMER, JOHANN KARL, 1809 - 1893, Maler

BODIN, JEAN, 1530 – 1596, Gelehrter, Philosoph

BOETHIUS, ANICIUS MANILUS SEVERINUS B.,, um 475, 480 - 488 – 525 - 528, Staatsmann, Philosoph

BOETIUS VON DACIEN (Schweden), gest. vermutlich um 1284, Philosoph

BOHN, JOHANNES, 1640 - 1718, Physiologe

BOHR, NIELS, 1885 - 1962, Physiker

BOISBAUDRAN, LECOQ DE, 1838 – 1912, Chemiker

BOLESLAV CHOBRY, Polenherzog

BOLESLAV I., um 815 - 972, Herzog von Böhmen

BOLESLAV II., Böhmen

BOLEYN, ANNE, 1501 oder 1507 - 1536, 2. Gattin von HEINRICH VIII.

BOLIVAR, SIMON, 1783 - 1830, General, Befreiungskämpfer

BÖLSCHE, WILHELM, 1861 - 1939, Wissenschafts-Popularisator, Dichter

BOLTON, WERNER von, 1868 - 1912, Industriephysiker

BOLTWOOD, BERTRAM BORDEN, 1870 - 1927, Physiker

BONAPARTE, CARLO/B.,CHARLES LUCIEN JULES LAURENT, 1803 - 1857

BONAPARTE, LUCIEN, 1775 - 1840, Brüder von NAPOLEON BONAPARTE

BONIFATIUS, zwischen 672 - 675 - 754 / 755, christlicher Missionar

BONIFATIUS VIII., um 1235 - 1303, ab 1294 Papst

BONIVARD, FRANCOIS, 1496 - 1570, Bürger von Genf

BONNET, CHARLES DE, 1720 - 1793, Naturforscher

BONOMO, GIOVAN-COSIMO, Mediziner

BONPLAND, H. AIMÉ GOUJARD, 1778 – 1858, Botaniker

BOPP, FRIEDRICH, 1824 – 1849, Chemiker

BORDEU, THEOPHILE DE, 1722 - 1776, Mediziner

BOREL, JEAN-FRANCOIS, geb 1933, Pharmakologe

BORELLI, GIOVANNI ALFONSO, 1608 - 1679, Mediziner

BORGIA, CESARE

BORGIA, 17. Jh., Kardinal

BOERHAAVE, HERMANN, 1668 - 1738, Mediziner, Naturforscher

BORIS I., erste Hälfte 9. Jh. . 907, Fürst der Bulgaren

BORIS GODUNOW, 1552 - 1605,1598 russischer Zar

BORKENAU, FRANZ, 1900 – 1957, Historiker

BORLACH, JOHANN GOTTFRIED, 1687 – 1768, Salinendirektor

BORLAUG, NORMAN E., 1914 - 2009, Pflanzenzüchter. Ernährungspolitiker

BORN, GUSTAV, 1851 - 1900, Embryologe

BORN, IGNAZ Edler VON, 1742 - 1791, Mineraloge, Geologe, Freimaurer

BORN, MAX, 1882 - 1970, Physiker

BÖRNE, LUDWIG, 1786 – 1837, Journalist

BORROMEO, Contessa CLELIA GRILLO

BORROMÄUS, KARL, der Pestheilige

BORSIG Unternehmer

BORST, ARNO, Historiker

BORTELS, HERMANN, 1902 - 1979, Mikrobiologe

BOSCH, CARL, 1874 – 1940, Chemotechniker

BOSCH, ROBERT, 1861 - 1942, Erfinder, Industrieller

BOSE, I. C.

BOSSUET, JACQUES-BE´NIGNE, 1627 - 1704, Bischof von Meaux

BOTERO, GIOVANNI, etwa 1544 - 1617, Statustiker

BOTHE, WALTHER WILHELM GEORG, 1891 – 1957, Physiker

BOTKIN, SERGEJ PETROWITSCH, 1832 - 1889, Physiologe

BOTTA, PAUL-E'MILE, 1802 - 1870, Arzt, Politiker, Archäologe

BOTTAZZI, FILIPPO, 1867 - 1941, Physiologe

BÖTTGER (BÖTTCHER), JOHANN FRIEDRICH, 1682 – 1719, Erfinder

BOETTGER, RUDOLPH CHRISTIAN, 1806 - 1881, Erfinder, Physiker

BOTTICELLI, SANDRO, 1445 - 1510, Florentiner Maler

BOUCHARDAT, GUSTAVE, 1842 - 1918, Chemiker

BOUCHER De CRE'VECOEUR de PERTHES, JACQUES, 1788 - 1868, (Amateur-)Archäologe

BOUGAINVILLE, LOUIS ANTOINE DE, 1729 – 1811, Seereisender

BOUGUER, PIERRE, 1698 - 1758, Astronom

BOULTON, MATTHEW, 1728 – 1809, Industrieller

BOUCH, THOMAS, 1822 - 1880, Brückenbau-Ingenieur

BOURDELOT, PIERRE-MICHON, 17. Jh.

BOURIGNON, ANTOINETTE de, 1616 – 1680, religiöse Schwärmerin

BOUSSINGAULT, JEAN BAPTISTE, 1802 - 1887, Chemiker

BOUSSINGAULT, geb. LE BEL, Ehefrau, 19. Jh.

BOVERI, THEODOR, 1862 - 1915, Zoologe, Biologe

BOWDITCH, CHARLES PICKERING, 1842 - 1921, u. a. Archäologe

BOWMAN, Sir WILLIAM; 1816 – 1892, Anatom, Mediziner

BOYD ORR, JOHN, Baron BOYD ORR OF BRECHIN MEARNS, Lord, 1880 – 1971, Ernährungsforscher

BOYLE, ROBERT, 1627 - 1691, Naturforscher

BOYSEN-JENSEN, PETER, 1883 - 1959, Botaniker

BRACCIOLOINI, FRANCESCO POGGIO, 1380 – 1459, Humanist

BRACHET, JEAN LOUIS AUGUSTE, 1909 - 1988, Embryologe, Biochemiker, Genetiker

BRACONNOT, HENRI, 1781 - 1855, Chemiker

BRADLEY, RICHARD, gest. 1732, Botaniker

BRAGG, WILLIAM HENRY, 1862 – 1942, Physiker

BRAGG, WILLIAM LAWRENCE, Sohn des vor.

BRAIDWOOD, LINDA, Ehefrau von folg.

BRAIDWOOD, ROBERT J., = JOHN, 1907 - 2003, Anthropologe, Archäologe

BRAMAH, JOSEPH, 1748 – 1814, Techniker

BRAMANTE, DONATO, 1544 - 1514, Baumeister

BRANCA, GIOVANNI, 1571 – 1645, Technikbeschreiber

BRANCA, WILHELM (von), 1844 - 1928, Geologe, Paläontologe

BRANDE, WILLIAM THOMAS, 1788 - 1866, Chemiker

BRANDES, RUDOLPH, 1795 - 1842, Apotheker

BRANDT, ANDREAS HEINRICH CARL, 1854 – 1931, (Meeres-)Zoologe

BRANDT, ENEVOLD, 1738 - 1772, dänischer Kammerherr

BRANDT, GEORG, 1694 - 1768, (Bergbau-)Chemiker

BRANLY, EDOUARD, 1844 - 1940, Physiker

BRATTAIN, WALTER HOUSER, 1902 - 1987, Physiker

BRAUDEL, FERNAND, 1902 - 1985, Historiker

BRAUN, KARL FERDINAND, 1850 - 1918, Physiker

BRAUN, WERNHER MAGNUS MAXIMILIAN Freiherr von, 1912 - 1977, Raketentechniker

BRAUNER, BOHUSLAV, 1855 - 1935, Chemiker

BRAVAIS, AUGUSTE, 1811 – 1863, Kristallograph

BRAZZA, PIERRE SAVORGNAN DE, 1852 - 1905, Afrikareisender und Politiker

BREASTED, JAMES HENRY, 1865 - 1935, Ägyptologe

BRECHT, BERTOLT, eigentlich: EUGEN BERTHOLD FRIEDRICH, 1898 - 1956, Dichter

BREDIG, GEORG, 1868 – 1944, Chemiker

BREHM CHRISTIAN LUDWIG, 1787 – 1864, Pastor, Ornithologe

BREITHAUPT, FRIEDRICH AUGUST, 1771 – 1873, Montanwissenschaftler

BREITKOPF & HÄRTEL, Verlagshaus

BREMSER, JOHANN GOTTFRIED, 1767 - 1827, Mediziner, Zoologe

BRENDAN, irischer Heiliger

BRENNER, SYDNEY, geb. 1927, Biologe

BRENZ, JOHANNES, 1499 - 1540, Reformator

BRESLOW, RONALD, geb. 1931, Chemiker

BRETONNEAU, P., 1778 - 1862, Mediziner

BRETSCHNEIDER, ANDREAS

BREUER, JOSEF, 1842 - 1925, Psychiater

BREUIL, HENRI E´DOUARD PROSPER, 1877 - 1961, Prähistoriker

BREWSTER, Sir DAVID, 1781 – 1868, Physiker

BREYSIG. KURT, 1866 - 1940, Historiker

BRIDGES, CALVIN B. (BLACKMAN), 1889 - 1938, Genetiker

BRIDGEWATER, FRANCIS EGERTON, 3rd Duke of ..., 1736 - 1803

BRIDGMAN, PERCY WILLIAMS, 1882 - 1961, Physiker

BRIEGER, LUDWIG, 1849 - 1918, Chemiker, Mediziner, Bakteriologe

BRIGHT, RICHARD, 1789 - 1858, Mediziner

BRINDLEY, JAMES, 1716 - 1772, Ingenieur

BROCA, PAUL, 1824 – 1880, Anthropologe, Neurologe

BROCHE

BROCKMANN, HANS, 1903 - 1988, Chemiker

BROGLIE, LOUIS-VICTOR PIERRE RAYMOND duc de, 1892 - 1987, Physiker

BRONGNIART, ADOLPHE THÉODORE, 1801 – 1876, Paläobotaniker

BROOKE, JAMES, 1803 - 1868, Abenteurer, Gründer des Privatreiches Sarawak

BROWN, ALEXANDER CRUM, 1838 - 1922, Chemiker

BROWN, CH. E. L.

BROWN, FORD MADOX, 1821 - 1893, englischer Maler

BROWN, JOHN, - 1788, Mediziner

BROWN, LOUISE JOY, geb 1978, 1. Retortenbaby

BROWN, ROBERT, 1773 - 1858, Botaniker

BROWN-SÉQUARD, CHARLES ÉDOUARD, 1817 - 1894, Physiologe

BROWNE, C. A., Mikrobiologe

BROWNE, Sir THOMAS, 1605 - 1682, Mediziner

BROWNRIGG, WILLIAM, 1711 - 1800, Mediziner

BRUCE, DAVID Sir, 1855 - 1931, Mediziner

BRUCE, MARY ELIZABETH geb. SISSON; 1849 - 1931, Gattin von vorigem

BRUCE, THOMAS, 7. Earl of ELGIN, 1766 - 1841, Diplomat, Offizier

BRUCH, RÜDIGER VON, geb. 1944, s. GIARDINI, C. 1986

BRUGMANS, ANTON, 1732 - 1789, Physiker

BRÜHL, HEINRICH Graf VON, 1700 - 1763, 1746 - 1751 sächsisch-polnischer Premierminister

BRÜHL, JULIUS WILHELM, 1850 - 1911, Chemiker

BRUNCK, HEINRICH, 1847 - 1911, Industrie-Chemiker

BRUNEL, ISAMBARD KINGDOM, 1806 - 1859, Schiffbauer, Tunnelbauer

BRUNEL, Sir (MARC) ISAMBARD, 1769 – 1849, Ingenieur

BRUNELLESCHI, FILIPPO, 1377 - 1446, Architekt, Ingenieur

BRUNFELS, OTTO, etwa 1489 - 1534, Botaniker

BRÜNING, JOHANN ADOLF, 1837 – 1884, Unternehmer

BRUNLEES, Sir JAMES, 1816 - 1892, Ingenieur, Eienbahn

BRUNNER, JOHANN CONRAD, 1653 – 1717, Mediziner

BRUNNER, Sir JOHN TOMLINSON, 1842 – 1919, Chemie-Unternehmer

BRUNO von Querfurt, - 1009, Missionar, Märtyrer

BRUNO, GIORDANO (eigentlich FILIPPO), 1548 - 1600, Priester, Philosoph

BRUNSCHWIG, HIERONYMUS, vor 1450 – vor 1512, Wundarzt

BUCER, MARTIN, 1491 - 1551, Reformator

BUCHANAN, JOHN YOUNG, 1844 – 1925, Chemiker

BUCHARIN, NIKOLAI IWANOWITSCH, 1888 - 1936

BÜCHER, KARL, 1847 - , Nationalökonom, Zeitungswissenschaftler

BUCHNER, EDUARD, 1860 - 1917, Chemiker

BÜCHNER, GEORG, 1813 – 1837, Dichter

BUCHNER, JOHANN ANDREAS, 1783 - 1852, Pharmakologe

BÜCHNER, LUDWIG, 1824 – 1899, Philosoph

BUCHNER, PAUL, 1886 - 1978, Zoologe

BUCHOLZ, WILHELM HEINRICH SEBASTIAN, 1734 - 1798, Apotheker

BUCHWALD, FRIEDRICH von, 1747 - 1814 (?), Beamter

BUCK, Mikrobiologe

BUCKLAND, WILLIAM, 1784 - 1856, Geologe, Thologe

BÜCKLING, CARL FRIEDRICH, 1756 - 1812, Ingenieur

BUDDHA

BUFFON, GEORG-LOUIS-LECLERC DE, 1707 - 1788, Zoologe, Naturforscher

BUISSON, HENRI, 1873 - 1944, Atmosphärenforscher

BUEKER, ELMER

BULLINGER, HEINRICH, 1504 - 1575, Schweizer Reformator

BUNGE, GUSTAV von, 1844 – 1920, Physiologe

BÜNNING, ERWIN, 1906 – 1999, Botaniker, Pflanzenphysiologe

BUNSEN, ROBERT WILHELM, 1811 - 1899, Chemiker, Naturforscher

BUNTE, HANS HUGO, 1848 - 1925, Chemiker

BURCKHARDT, JACOB, 1818 - 1897, Historiker

BURCKHARDT, JEAN LOUIS, 1784 - 1817, Orientreisender

BURDACH, KARL FRIEDRICH, 1776 . 1847, Anatom, Physiologe

BURGEFF, HANS, 1883 - 1976, Botaniker

BÜRGEL, BRUNO H. 1875 - 1948, Wissenschaftspopularisator in Astronomie

BURGER, JOHANN, 1773 - 1842, Landwirtschaftsschriftsteller

BURGER, REINHOLD, 1866 - 1954, Glasbläser, Glasgefäßerfinder

BÜRGI, JOST, 1552 - 1632, Uhrmacher, Instrumentenmacher, Mathematiker

BURGKMAIR, HANS, 1473 - 1531, Maler, Zeichner, Holzschneider

BURGSDORFF, FRIEDRICH AUGUST LUDWIG von, 1747 - 1802, Forstmann

BURHARD/BURCHARD, um 965 - 1025, um ab 1000 Bischof von Worms

BURNET, FRANK MACFARLANE, 1899 - 1985, Biologe

BURNET, THOMAS, 1637 - 1715, Naturphilosoph

BURRITT, THOMAS JONATHAN, 1839 – 1916, Botaniker, Pflanzenpathologe

BUSBECK/BUSBEQ (BUSQUECQ, BUYSBECCHE), OGIER (ANGERIUS) GHISLAN DE, 1522 – 1592, Gesandter, Diplomat

BUSSE (eigtl. WOLTER), JOHANN FRIEDRICH CHRISTOPH, 1835 - 1898, Reeder

BÜSSING, JOHANN HEINRICH FRIEDRICH WILHELM, 1843 - 1929, Ingenieur, Unternehmer

BUSSY, ANTOINE ALEXANDRE BRUTUS, 1794 - 1882, Chemiker

BUTENANDT, ADOLF, 1903 - 1995, Biochemiker

BUTLEROW, ALEXANDER MICHAILOVICH, 1828 - 1886, Chemiker

BÜTSCHLI, OTTO, 1848 –1920, Biologe

BUTTERFIELD, Sir HERBERT, 1900 - 1979, Historiker, Wissenschaftshistoriker

BUYS-BALLOT, CHRISTOPH HENDRIK DIDERICUS, 1817 - 1890, Meteorologe

BYKOW, KONSTANTIN, Gehirnforscher

BYRON, GEORGE GORDON, Lord, 1788 - 1824, englischer Dichter

CABEO, NICCOLÒ, 1596 - 1650

CABOTO, GIOVANNI, um 1450 - 1498, Seefahrer

CABOTO, SEBASTIAN, 1472 - 1557, Seefahrer

CABRAL, PEDRO ALVAREZ, um 1460 - um 1526, Seefahrer

CADAMOSTO, ALVISE, 1432 - 1488, Seefahrer

CAGLIOSTRO, ALESSANDRO Graf, alias GIUSEPPE BALSAMO, 1743 – 1795, Abenteurer

CAGNIARD DE LA TOUR, 1777 – 1853, Chemiker, Physiker

CAHOURS, AUGUSTE-ANDRE´-THOMAS, 1813 – 1891, Chemiker

CAILLETET, LOUIS PAUL, 1832 - 1913, Physiker

CAINE, ROY YORKE, geb 1930, Chirurg

CAJETAN, THOMAS, eigentl. THOMAS DE VIO, 1469 - 1514, Kardinal

CALDERON DE LA BARCA, PEDRO, 1600 - 1681, Dichter

CALIGULA, römischer Kaiser

CALIXT(US) II., 1065 - 1124, ab 1119 Papst

CALLISTHENES = KALLISTHENES

CALMETTE, ALBERT, 1863 - 1933, Immunologe, Bakterioge

CALVIN, MELVIN, 1911 – 1997, Biochemiker

CAMBACE‘RES, JULES DE, 1. Hälfte 19. Jh., Erfinder/Kerzendochte

CAMDEN, WILLIAM, 1551 - 1623, Historiker

CAMERARIUS d. Jüngere, JOACHIM, 1534 - 1598, Arzt und Naturforscher

CAMERARIUS, RUDOLF JAKOB, 1665 – 1721, Botaniker

CAMPANELLA, TOMASIO, 1568 - 1639, u. a. Philosoph, Utopist, Dominikaner

CAMPE, JOACHIM HEINRICH, 1746 - 1818, Schriftsteller, Pädagoge

CAMPBELL, DONALD THOMAS, 1916 - 1996, Pschologe, Soziologe

CAMPBELL, JOHN, 18. Jh., Publizist, Historiker

CAMPBELL. KEITH HENRY (= H.) STOCKMAN., 1954 - 2012, Phyiologe

CAMPBELL, NORMAN ROBERT, 1880 – 1949, Physiker, Wissenschaftsphilosoph

CAMPE, JOACHIM HEINRICH von, 1746 – 1818, Pädagoge

CAMPER, PETER (PETRUS), 1722 – 1789, Anatom

CANALETTO, eigentlich BERNARDO BELLOTTO, 1722 - 1780, Maler

CANDOLLE, AUGUSTIN-PYRAME DE, 1778 - 1841, Botaniker

CANIZZARO, STANISLAO, 1826 - 1910, Chemiker

CANNON, WALTER BEADFORD, 1871 - 1945, Physiologe

CANTOR, MATTHIAS, 1861 - 1916, Physiker

CÃO, DIOGO, gestorben wahrscheinlich um 1486

CARACALLA, 188 - 217 n. Chr., ab 211 alleiniger römischer Kaiser

CARANGEOT, ARNOULD, 1742 - 1806, Mineraloge

CARDENAS, GARCIA LOPEZ DE, um 1500 - bis ?

CARIUS, GEORG LUDWIG, 1829 – 1875, Chemiker

CARL: s.immer auch KARL

CARL ALEXANDER, 1818 - 1901, ab 1853 Großherzog von Sachsen-Weimar-Eisenach

CARLILE, RICHARD, 1790 - 1843, englischer Verleger

CARLISLE, Sir ANTHONY, 1768 - 1840, Mediziner

CARLOS, Don

CARLOWITZ, JOHANN (HANS) CARL VON, 1645 – 1714, Bergbaubeamter

CARLSBERG

CARLSON, CHESTER FLOYD, 1906 - 1968, Erfinder, Xerographie

CARLSSON, ARVID, geb. 1923

CARO, HEINRICH, 1834 - 1910

CARO, NIKODEM, 1871 - 1935

CAROLINE MATHILDE, 1751 - 1775, 1766 - 1772 Königin von Dänemark

CAROLSFELD, VEIT HANS SCHNORR von, 1644 - 1715, Unternehmer

CARON, MARC G. 20./21. Jh., Biochemiker

CAROTHERS, WALLACE HUME, 1896 - 1937, Industriechemiker

CARPINI, JOHANN von PIANO, um 1185 - 1252, Franziskaner

CARRE´, FERDINAND, 1824 – 1900, Erfinder

CARREL, ALEXIS, 1873 - 1944, Chirurg

CARRIER, JEAN-BAPTISTE, 1756 - 1794, Revolutionär

CARRINGTON, RICHARD CHRISTOPHER, 1826 - 1875, Astronom/Sonne

CARSON, RACHEL LOUISE, 1907 - 196$, Zoologin

CARTAILHAC, E´MILE, 1845 - 1921, Prähistoriker

CARTIER, JACQUES, 1491 - 1557, Seefahrer

CARTWRIGHT, EDMUND, 1743 – 1823

CARUS, CARL GUSTAV, 1789 - 1869, Mediziner, Naturphilosoph

CARVAJAL, GASPAR DE, 1500 - 1584, Entdeckungschronist

CARVER, GEORGE WASHINGTON, 1861 - 1943, Agrarförderer USA

CAESALPINO(US), ANDREA, 1519 - 1603, Botaniker

CAESALPINO(US), ANDREA, 1519 - 1603, Botaniker

CÄSAR

CASCARIOLO, VICENZO

CASELLA, LEOPOLD, Chemieunternehmer

CASPARY, ROBERT, 1818 - 1887, Botaniker

CASPERSSON, TORBJÖRN, 1910 - 1997, Zellbiologe

CASSEL, Sir ERNST

CASSERI (CASSERIO), GIULIO, etwa 1552 - 1616, Anatom

CASSINI, GIAN (GIOVANNI) DOMENICO, 1625 - 1712, Astronom

CASSIODOR(US), etwa 485 - etwa 580 n. Chr., spätrömsicher Staatsmann,Gelehrter

CASSIUS DIO, um 163 - nach 220 n. Chr,, römischer Senator, Konsul, Historiker

CASTELLIO, SEBASTIAN, 1515 - 1563, Bürger, Gelehrter in Basel

CAETANO, Don DOMINICIO EMANUELE, um 1670 - 1709, Alchemist, "Goldmacher"

CATHERWOOD, FREDERICK, 1799 - 1854, Maler, Archäologe/Mayas

CATO der Ältere

CAUS (oder: CAULS), SALOMON de, 1576 – 1626, Ingenieur-Schriftsteller

CAUSSE, H. V., Chemiker

CAVAIGNAC, LOUIS-EUGE'NE, 1802 - 1857, General

CAVENDISH, HENRY, 1731 - 1810, Chemiker

CAVOUR, CAMILLO BENSO Graf von ..., 1810 - 1861, Staatsmann in Piemont-Sardinien

CAVENTOU, JOSEPH-BIENAIMÉ, 1795 - 1877, Chemiker

CAXTON, WILLIAM, 1415/24 - 1492, Handelsagent, Buchdrucker

CELLI, ANGELO, 1857 - 1914, Mediziner, Links-Abgeordneter

CELLARIUS, CHRISTOPH, 1638 - 1707, Professor für Rhetorik und Geschichte

CELSUS, antiker Schriftsteller

CELSIUS, ANDERS, 1701 – 1744, Physiker

CELTIS, eigentlich KONRAD PICKEL; 1459 - 1508, Humanist

CENNINI, CENNINO, 1370 - 1440

CENTNERSZWER, MIECZYSLAW, 1874 – 1944, Chemiker

CERNAN, EUGENE, 1934 - 2017, Kosmonaut, auf dem Mond

CERVANTES, MIGUEL DE, 1547 - 1616, Dichter, spanischer

CESARE CREMONINI, Humanist

CESTONI, GIACINTO, 1637 - 1718, Mediziner

CHABAROW, JEROFEY PAWLOWITSCH, etwa 1610 – nach 1667, Kosak

CHABRY, LAURENT, 1855 - 1894, Zoologe

CHADWICK, JAMES, 1891 - 1974, Physiker

CHAGAS. CARLOS RIBEIRO JUSTINIANO, 1879 - 1934, Mediziner

CHAIN, ERNST BORIS, 1906 - 1979, Biochemiker

CHALLIS, JAMES, 1803 - 1882, Astronom

CHALMERS, THOMAS, 1780 - 1848, u. a. naturtheologischer Autor

CHAMBERLAIN, OWEN

CHAMBERS, EPHRAIM, etwa 1680 – 1740

CHAMBERS, WILLIAM, 1723 - 1796, Architekt, Landschaftsgestalter

CHAMISSO, ADELBERT, 1781 - 1838, Dichter, Forscher

CHAMPION, NEHEMIAH, 1678 - 1747, Metallurgie-Unternehmer

CHAMPION, WILLIAM, 1710 - 1789, Metallurgie-Unternehmer

CHAMPLAIN, SAMUEL DE, etwa 1567 - 1635, Canada-Pionier

CHAMPOLLION, JEAN FRANCOIS, 1790 – 1832, Orientalist, Ägyptologe

CHANCE, ALEXANDER

CHANCEL,

CHANCOURTOIS, A. E. BEGUYER DE, Chemiker

CHANG, H. C., Biochemiker

CHANUTE, OCTAVE, 1832 - 1910, Ingenieur

CHAPPE, CLAUDE, 1763 - 1805, Erfinder

CHAPTAL, JEAN ANTOINE, 1756 – 1832, Chemiker

CHARCOT, JEAN-MARIE, 1825 - 1893, Mediziner

CHARDONNET, Graf LOUIS-MARIE-HILAIRE BERNIGAUD, 1839 – 1924, Chemie-Unternehmer

CHARGAFF, ERWIN, 1905 - 2002, Biochemiker

CHARLES II., König von England

CHARLES DE BOURBON-MONTPENSIER, 1490 - 1527, u. a. Söldnerführer

CHARPENTIER, JOHANN FRIEDRICH WILHELM, 1738 - 1805

CHASE, MARTHA COWLES, , 1927 - 2003, Virologin

CHATEAUBRIAND, FRANCOIS RENE' DE, 1768 - 1848, Autor

CHATELET, Marquise du: GABRIELLE E´MILIE LE TONNELLER de BRETEUIL, Marquise de CHATELET-LAUMONT, 1709 - 1749

CHATELIER = LE CHATELIER

CHATTON, EDOUARD PIERRE LEON, 1883 – 1947, Zoologe

CHAULIAC, GUY DE, um 1298 - 1368, Mediziner

CHAUVET

CHAVEZ, GEO, Flieger

CHEVREUL, MICHEL EUGENE, 1786 – 1889, Chemiker

CHIBNALL; ALBERT CHARLES, 1894 - 1988 Biochemiker

CHILD, CHARLES MANNING, 1869 - 1954, Zoologe

CHILDE, (VERE) GORDON, 1892 - 1957, Archäologe, Frühgeschichtler

CHILDERICH, von Tournai, gest. 481/482, 1. historisch nachweisbarer fränkischer Kleimkönig der Merowinger

CHILDERICH III., um 720 bis 737 - 750, 743 - 751 letzter Frankenkönig der Merowinger

CHLADNI, ERNST FLORENZ (FLORENS) FRIEDRICH, 1756 - 1827, Physiker, Astronom

CHLODWIG I., - 511, König der Franken

CHLOTHAR II., 584 - 629, Merowinger, 584, schon Kind, König der Franken

CHOSROES I., geb. wann? - 579, ab 531 Großkönig von Persien

CHOSROES II., geb. wann? - 626, ab 531 Großkönig von Persien

CHRIST, K., Althistoriker

CHRISTIAN I., Kurfürst von Sachsen, 1560 - 1591, Kurfürst seit 1588

CHRISTIAN II., König von Dänemark

CHRISTIAN VII., 1749 - 1808, ab 1766 König von Dänemark und Norwegen

CHRISTIAN, Chemiker

CHRISTIANSEN, JENS ANTON, 1888 - , Chemiker

CHRISTIE, SAMUEL, Mathematiker

CHRISTINA, 1626 - 1689, 1644 - 1654 Königin von Schweden

CHRISTINE von LOTHRINGEN, 1565 - 1636, als Gattin Großherzogin von Florenz

CHRISTINE DE PISAN, 1365 - nach 1430, Autorin

CHRISTISON

CHRISTY, HENRY, 1810 - 1865, Archäologe, Ethnologe

CHRUSTSCHOW, sowjetischer Staatsmann

CHRYSOLORAS, MANUEL, 1355? - 1415

CHU, STEVEN. geb. 1048. Physiker

CHUN, CARL, 1852 - 1914, Zoologe

CHURCHILL, GEORGE CHEETHAM. u. a. Alpenreisender

CICERO, Rhetor in der Römischen Republik

CIENSSEAU, CHARLES-LOUIS, 1721 - 1820

CIEZA DE LEÓN, PEDRO, 1521 – 1554

CLAISEN, Chemiker

CLARKE, FRANK WIGGLESWORTH, 1847 - 1931, Chemiker

CLARKE, WILLIAM, geographischer Forscher

CLAUDE, ALBERT, 1899 - 1983, Zellbiologe

CLAUDE, GEORGES, 1870 – 1960, Chemiker, Ingenieur

CLAUDIUS, 10 v. Chr. - 54 n. Chr., seit 41 n. Chr. römischer Kaiser

CLAUDIUS CLAUDIANUS, 370 n. Chr. - 404, Dichter

CLAUDIUS, MATTHIAS, 1740 - 1815, Dichter

CLAUS von GOTHA, 15. Jh., Konstrukteur

CLAUS, CARL (KARLOVICH) ERNST, 1796 – 1864, Chemiker

CLAUS, CARL FRIEDRICH

CLAUSIUS, RUDOLF, 1822 - 1896, Physiker

CLAVIJERO, FRANCISCO JAVIER, 1731 - 1787, Jesuit, Autor

CLAVIJO Y FAJARDO, JOSE´, 1730 - 1806, u. a. Naturforscher

CLAVIUS, CHRISTOPH, 1537 – 1612, Mathematiker

CLEGG, SAMUEL, 1781 - 1861, Chemotechniker

CLEMENS IV., etwa 1200 - 1268, ab 1265 Papst

CLEMENS V., zw. 1250 und 1265, ab 1305 Papst, 1309 nach Avignon

CLEMENS VI., um 1290 - 1352, ab 1342 Papst, in Avignon

CLEMENS VII., 1342 - 1394, 1378 Gegenpapst

CLEMENS VII,, 1478 - 1534, seit 1523 Papst

CLEMENS XI., 1649 - 1721, seit 1700 Papst

CLEMENS XIV., 1705 - 2774, seit 1769 Papst

CLEMENT, JACQUES, 1567 - 1589, Dominikaner, Attentäter

CLEMENT-DESORMES, NICOLAS, 1779 – 1842, Chemiker

CLEMM, AUGUST

CLEVE, PER THEODOR, 1840 – 1905, Chemiker

CLIFFORD, GEORG, 1685 - 1760, Bankier

CLINE, ERIC H., geb. 1960, Archäologe, Althistoriker

CLITIAS, Keramikmeister im alten Athen

CLOETTA, M., 20. Jh., Pharmakologe

CLOUET, LOUIS, 1751 – 1801, Chemiker, Mechaniker

CLUSIUS, KLAUS, 1903 – 1963, Physiker

CLUTTER, Mikrobiologe

CLUTTERBUCK

CLÜVER, PHILIPP, 1580 - 1622, Begründer der 'Hisorischen Geogaphie'

CNUT, s. KNUT

COATES, J. E., Chemiker

COCHLÄUS, Humanist

COCKERELL, CHARLES ROBERT, 1788 - 1863, Architekt, Archäologe

COCKROFT, JOHN DOUGLAS, 1897 - 1967, Physiker

COEN, JAN PIETERSZOON, 1587 - 1629, Governeur von SO-Asien

COER, JACQUES, Handelsmann

COGROSSI, CARLO FRANCESCO, 1682 - 1769

COHEN, STANLEY, geb. 1922, Biochemiker, Biologe

COHN, EMIL, Physiker

COHN, FERDINAND JULIUS, 1828 – 1898, Botaniker

COHNHEIM, JULIUS 1839 - 1884, Mediziner

COHNHEIM, OTTO, Mediziner

COITER, VOLCHER, 1543 - 1576, Anatom, Embryologe

COKE, THOMAS WILLIAM, Earl von Leicester of Holkham, 1752 - 1842

COLBERT, JEAN-BAPTISTE, MARQUIS DE SEIGNELAY, 1619 - 1683, Staatsmann

COLBURN, IRVING WIGHTMAN, 1861 - 1917, Erfinder, Flachglas

COLE, SYDNEY WILLIAM, 1877 - 1951

COLER(US), JOHANN, Ende 16. Jh. – 1639, Agrarschriftsteller

COLERIDGE, SAMUEL TAYLOR, 1772 - 1834, Dichter

COLIGNY II, GASPARD DE, 1519 - 1572, Hugenottenführer, Admiral

COLIN, J. J., Chemiker

COLLET-DESCOTILS, HYPOLYTE-VICTOR s. DESCOTILS

COLLIP, JAMES BERTRAM, 1892 - 1965, Biochemiker

COLLOREDO-MANSFELD, Graf, 19. Jh., österreichischer Adliger

COLOMBO, REALDO, 1516? - 1559, Anatom

COLUCCI, V. S.

COLUMBAN, 6. Jh., irischer Missionar

COLUMBAN VON LUXEUIL, 540 - 615, irischer Heiliger

COLUMELLA, LUCIUS IUNIUS MODERATUS COLUMELLA, gest. um 70 n. Chr., römischer Landwirtschaftsschriftsteller

COMENIUS / KOMENSKY, JOHANN AMOS, 1592 - 1670, Pädagoge, Didaktiker

COMMERSON (oder: COMMERCON), PHILIBERT, 1727 - 1773, Botaniker

COMMINES, PHILIPPE DE, 1440 - 1511, Geschichtsschreiber

COMMODUS, 161 n. Chr. - 192 ermordet, seit 180 römischer Kaiser

COMPTON, ARTHUR HOLLY, 1892 – 1962, Physiker

CONARD, NICHOLAS J. = JOHN, geb 1961, Archäologe

CONDAMINE, CHARLES MARIE DE, 1701 – 1774, Naturfoscher

COEN, JAN PIETERSZ, 1587 - 1629, niederländischer Kolonialgouverneur

CONDE´, LOUIS II de, der "Große Conde´", 1621 - 1686, Schloßherr u. a.

CONDILLAC, E´TIENNE BONNOT, Abbe DE, 1714 - 1780, Philosoph

CONDORCET, MARIE JEAN ANTOINE NICOLAS CARITAT, 1743 - 1794, Mathematiker, AufklärerCONKLIN, EDWIN GRANT, 1863 - 1952, Biologe

CONKLIN, EDWIN GRANT, 1863 - 1952, Biologe

CONRING, HERMANN, 1606 - 1681, u. a. Mediziner

CONSDEN, R., 20. Jahrhundert, Chemiker

CONSTANTIN AFRICANUS, Mediziner

CONSTANT, BENJAMIN, 1767 - 1830, politischer Autor

CONSTANTIUS CHLORUS, etwa 2050 - 306 n. Chr., Mitkaiser, Kaiser

CONSTANTIUS II.

CONSTANZE, 1154 - 1198, Königin auf Sizilien, deutsche Kaiserin

CONTARINI, GIACOMO, 1536 - 1595

CONTARINI, NICOLO, 1552 - 1631, ab 1631 Doge von Venedig

CONZE, ALEXANDER, 1831 . 1914, Altertumsforscher

CONZE, WERNER, 1910 - 1986, Historiker

COOK, JAMES, 1728 - 1779, Seefahrer, Entdecker

COOLODGE, WILLIAM DAVID, 1873 – 1975, Chemiker, Metallurg

COOPER, EDWARD ALFRED, 1819 – 1893, Chemiker

COP(P)ERNICUS, NICOLAUS/NIKOLAUS KOPERNIKUS, NIKLAS KOPERNIGK, 1473 - 1543, Astronom, Domherr

CORBECHON, JE(H)AN

CORBINO, ORSO MARIO, 1876 - 1937, Physiker

CORDOBA, FRANCISCO HERNANDEZ DE, gest. 1517, Entdecker Yukatans

CORDOBA, FRANCISCO FERNANDEZ DE, 1475? - 1526, Konquistador, Nikaragua

CORDUS, VALERIUS, 1515 – 1544, Botaniker

COREY, ROBERT BRAINARD, 1897 - 1971, Biologe, Chemiker

CORI, CARL FERDINAND, 1896 – 1984, Biochemiker

CORI, erste Ehefrau von vor.

CORNEILLE, PIERRE, 1606 - 1684, Dichter, Dramatiker

CORONADO, FRANCISCO VASQUEZ DE. 1510 - 1554, Konquistador

CORRENS, CARL ERICH FRANZ JOSEPH, 1864 - 1933, Biologe, Genetiker

CORRENS, CARL WILHELM, 1893 - 1980, Mineraloge, Petrograph

CORT, HENRY, 1740 - 1800, Eisen-Unternehmer

CORTEZ, HERNAN, 1485 - 1547. Konquistador

CORTI, ALFONSO GIACOMO GASPARE, 1822 – 1876, Anatom, Mikrospkopischer ...

CORVISART, JEAN-NICOLAS, 1755 – 1821, Mediziner

COSIMO der Alte, MEDICI, 1389 - 1464, Bankier, Stadtpolitiker in Florenz

COSIMO I. MEDICI, 1519 - 1574, 1537 erster Herzog von Florenz, Toskana

COSIMO II., Großherzog von Toskana

COSMAS VON ALEXANDRIA, INDICOPLEUSTES, 6. Jahrhundert, Reisender

COSMAS (KOSMAS) VON PRAG, etwa 1045 - 1125, Chronist

COSQUER, HENRI, Höhlenentdecker

COSTER, DIRK, 1889 – 1950, Physiker

COSTER, LAURENS JANSZOON, um 1370 - um 1440, Buchdruckerfinder?

COTHENIUS, CHRISTIAN ANDREAS, (von), 1708 - 1789, Mediziner

COTTA, HEINRICH, 1763 - 1844, Forstwirtschaftler, Forstwissenschaftler

COULOMB, CHARLES-AUGUSTIN DE, 1736 - 1806, Ingenieur, Physiker

COUPER, ARCHIBALD SCOTT, 1831 - 1892, Chemiker

COURNAND, ANDRE´ FREDERIC, 1895 - 1988, Mediziner, Chirurg

COURTOIS, BERNARD, 1777 – 1838, Chemiker

COUSIN.DESPRE'AUX, LOUIS, 1743 - 1818, Historiker, alte Geschichte

COVILHÃO, PEDRO DE, etwa 1460 – etwa 1526, portgiesischer Landreisender

COWPER, EDWARD ALFRED, 1819 - 1893, Metallurg

CRAFTS, JAMES MASON, 1839 – 1917, Chemiker

CRACOW, GEORG, 1525 - 1575, kursächsischer Kanzler

CRAIG, WALLACE, 1876 - 1964, Verhaltensforscher

CRAMER, CARL EDUARD, 1831 - 1901, Botaniker

CRAMER, EMIL, Chemiker

CRANMER, THOMAS, 1489 - 1556, anglikanischer Erzbischof

CRANSTON, J. A., Chemiker

CRAWFORD, ADAIR, 1748 - 1795, Physiker, Chemiker

CREDE´, CARL SIEGMUND FRANZ, 1819 - 1892, Mediziner, Gynäkologe

CREDNER, HERMANN, 1841 - 1913, Geologe

CREDNER, WILHELM GEORG RUDOLF, 1892 - 1948, Geograph

CRELL, LORENZ FRIEDRICH von, 1745 – 1816, Naturforscher

CRELL, NIKOLAUS, etwa 1550 - 1601, Staatskanzler in Kursachsen

CRESQUES, ABRAHAM, um 1325 - 1387, jüdischer Kartograph, für Portolan

CRESQUES, JEHUDA, um 1350 . um 1427, Jüd. Kartograph, Sohn des vor.

CREUTZFELD, HANS-GERHARD, 1885 - 1964, Neurologe

CRICK, FRANCIS HARRY COMPTON, 1916 - 2004, Biologe

CHRISTIAN I. von Anhalt-Dessau

CHRISTIAN, W.

CRIGINGER (GRIGINGER), JOHANN, u. a. Kartograph

CROMBIE, Historiker

CROMPTON, SAMUEL, 1753 - 1827, Erfinder

CROMWELL, OLIVER, 1599 - 1658, Staatsmann

CROMWELL, THOMAS, etwa 1485 - 1540, Staatskanzler unter HEINRICH VIII.

CRONSTEDT, AXEL FREDRIK VON, 1722 - 1765, Mineraloge, Chemiker

CROOKES, WILLIAM, 1832 - 1919, Chemiker, Physiker

CROONE, WILLIAM, 1633 - 1684, Mediziner

CROSS, CHARLES FREDERICK, 1855 - 1935, Chemiker

CROTUS RUBEANUS, Humanist

CRUICKSHANK, WILLIAM, 1740er-1750-er-Jahre – 1810 / 1811, Militärarzt, Chemiker

CRUSIUS, HEINRICH WILHELM LEBERECHT, 1790 - 1858, Gutsbesitzer

CRUTZEN, PAUL J. = JOSEPH, geb. 1933, Chemiker

CTESIBIOS

CUENOT, LUCIEN, 1866 - 1951, Genetiker

CUGNOT, NICOLAS-JOSEPH, 1725 - 1804, Konstrukteur

CULLEN, WILLIAM , Mediziner

CUNAEUS, ANDREAS, 1712 - 1788, physikalischer Experimentator, Jurist

CURIE, PAUL JACQUES, 1855 - 1941, Physiker

CURIE, MARIE, geborene SKLODOWSKA, 1867 - 1934

CURIE, PIERRE, 1859 – 1906, Physiker

CURTIUS, ERNST, 1814 1896, klassischer Archäologe

CURTIUS, FRIEDRICH WILHELM, 1782 - 1862

CURTIUS, JULIUS WILHELM THEODOR, 1857 - 1928, Chemiker

CUSPINIAN, Humanist

CUSTER, GEORGE ARMSTRONG, 1839 - 1876, USA-General

CUVIER, GEORGE, 1769 – 1832, Anatom, Zoologe, Geologe

CUZA, ALEXANDRU IOAN, 1820 - 1873, 1859 - 1869 Fürst von Rumänien

CYON, ELIE DE, 1842 – 1912, Physiologe

CYPRIAN, um 200 oder 210 n. Chr., ab 249 Bischof von Karthago

CYRIL s. KYRIL

CYRUS = KYROS II., Perserkönig

CZERNY, F., Pflanzenphysiologe

DAGOBERT I. um 608 oder 610, Merowinger, 629 König der Franken

D'AGOSTINO

DAGUERRE, LOUIS JACQUES MANDÉ, 1787 - 1851, Erfinder

DAHN, FELIX, 1834 - 1912, Jura-Professor, Historiker, Schriftsteller

DAIMLER, GOTTLIEB, 1834 - 1900, Konstrukteur

DAKIN, HENRY DRYSDALE, 1880 - 1952, Chemiker

DALE, HENRY HALLETT, 1875 - 1968, Physiologe

D'ALELIO, GAETANO FRANK, 1909 - 1981, Chemiker

DALECHAMPS, JACQUES, 1513 - 1588, Botaniker

DALTON, JOHN, 1766 - 1844, Chemiker

DAM, HENRIK, 1895 - 1976, Biochemiker

DAMASC(K)IUS, 458 n. Chr. - 550 n. Ch., Philosoph

DAMIENS, ROBERT-FRANCOIS, 1715 - 1757, Attentäter

DANA,

DÄNECKE, ERICH VON, geb. 1935, Utopist, Schriftsteller

DANIELL, JOHN FREDRIC, 1790 - 1845, Chemiker

DANIELLI, JAMES FREDERIC, 1911 - 1984, Biologe

DALIBARD, THOMAS FRANCOIS, 1703 - 1779, Naturforscher

DANNENBERG, HEINZ, Chemiker

DANTE ALIGHIERI, 1265 - 1321, Dichter

DANTON, GEORGES JACQUES, 1759 - 1794, Revolutionspolitiker

DARBY, ABRAHAM, Eisenmatellurg

DAREIOS I., König der Perser

DARLINGTON, CYRIL DEAN, 1903 – 1981, Botaniker, Genetiker

D'ARRIGO, ANGELO, gest. 2006, Flugsportler

DART, RAYMOND ARTHUR, 1893 - 1988, Archäologe

DARTHE, AUGUSTIN ALEXANDRE JOSEPH, 1769 - 1797, Revolutionär

DARWIN, CHARLES, 1809 - 1882, Biologe

DARWIN, Sir CHARLES GALTON, 1887 - 1962, Physiker

DARWIN, ERASMUS, 1731 - 1802, Arzt, Naturforscher

DARWIN, JOHN GARETH, geb. 1948, Historiker

DARWIN, ROBERT WARING, 1766 - 1848, Arzt, Vater von CHARLES D.

DATH

DAUBRE'E, 1814 – 1896, Geologe, Chemiker

DAUMIER, HONORE´, 1808 - 1879, Maler, Grafiker

DAUN, LEOPOLD JOSEPH VON, 1708 - 1766, österreichischer Heerführer

DAVAINE, CASIMIR JOSEPH, 1812 - 1882, Arzt

DAVENPORT, CHARLES BENEDICT, 1866 – 1944, Genetiker

DAVID, irischer Heiliger

DAVIS, JOHN, etwa 1550 – 1605, Seefahrer

DAVIS, ROBERT C. = CHARLES, geb. 1948, Historiker, USA

DAVISSON, CLINTON JOSEPH, 1881 - 1958, Physiker

DAVY, EDMUND, 1785 - 1857, Chemiker

DAVY, HUMPHREY, 1778 - 1829, Chemiker

DAWKINS, JAMES, Reisender

DE BARY: s. BARY

DEACON, HENRY, 1822 - 1876, Chemiker

DEBIERNE, ANDRÉ LOUIS, 1874 - 1949, Chemiker

DE BROGLIE: s. BROGLIE

DEBYE, PETER J. W., = PETRUS JOSEPHUS WILHELMUS, 1884 - 1966, Physikochemiker

DECAISNE, JOSEPH, 1807 – 1882, Botaniker

DE CANDOLLE, AUGUSTINE, 1778 - 1841, Botaniker

DECASTELLO

DECEBAL(US), letzter König der Daker

DECKEN, CARL CLAUS von der, 1833 - 1865, Afrikaforscher

DECIUS, um 190 oder 200/201 - 251, ab 249 römischer Kaiser

DEFOE, DANIEL; vermutlich 1660 - 1731, Dichter, Schriftsteller

DE FOREST, LEE, 1873 – 1961, Erfinder

DE GEER, 17. Jahrhundert, Unternehmer

DEIMAN, JOHAN RUDOLF, 1753 - 1808, Mediziner, Chemiker

DE LA BECHE, HENRY THOMAS, 1796 - 1855, Geologe

DE LA HIRE, 1670 - 1718

DELAMATHERIE, JEAN CLAUDE, 1743 - 1817

DELBRÜCK, HANS GOTTLOB LEOPOLD.1848 - 1929. Historiker, Politiker

DELBRÜCK, MAX, 1850 - 1920, Chemiker

DELISLE, DE LA CROYÈRE, LOUIS, 1690 - 1741, Astronom

DELLA TORRE, P., Anatom

DELPINO, FEDERICO, 1833 - 1905, Botaniker

DELRIO, MARTIN, 1551 - 1608, Jesuit

DEMACHY, JACQUES FRANÇOIS, 1728 – 1803, Pharmazeut

DEMANDT, ALEXANDER, geb. 1937, Historiker

DEMARÇAY, EUGÈNE ANATOLE, 1852 - 1903, Chemiker

DEMETRIUS von PHALERON (DEMETRIUS PHALEREUS), etwa 350 v. Chr. - etwa 280 v. Chr.

DEMETRIUS I., m 1580 - 1606, angeblich geretteter Zarensohn, falscher Zar 1605/06

DEMETRIUS II., ? - 1610, angeblich geretteter DEMETRIUS I., zeitweilig Zar

DEMIDOW, russische Unternehmer-Familie

DEMOKRIT

DEMOSTHENES, Rhetoriker und Politiker in Athen

DENIS, JEAN-BAPTISTE, um 1640 - 1704, Mediziner

DINOCRATES = DEINOKRATES / DEINOCRATES, 4. Jh. v. Chr., Architekt

DE LUC s. LUC

DENG XIAO PING

DENSO, JOHANN DANIEL, 17ß8 - 1795, Gelehrter

DERHAM, WILLIAM, 1657 - 1735, Physikotheologe

DÉRI, MIKSA (MAX), 1854 - 1938, Elektro-Techniker

DESAGULIERS, JOHN THEOPHILUS, 1683 – 1744, Naturforscher

DESCARTES, RENÉ, 1596 - 1650, Philosoph

DESCHNER, KARLHEINZ, 1924 - 2014, Schriftsteller, Historiker

DESCOTILS = COLLET-DESCOTILS, HYPOLYTE-VICTOR, 1773 - 1815

DESCROIZILLES, HENRI, 1751 - 1825, Chemiker

DESHNEW, SEMEN IWANONITSCH, etwa 1605 – 1673, Kosak

DESMAREST, NICOLAS, 1725 – 1815, Geologe

DESMOULINS, CAMILLE, 1760 - 1794, Revolutionspropagandist

DESORMES, CHARLES-BERNARD, 1777 – 1862, Chemiker

DESPRETZ, CE'SAR-MANSUE'TE, 1789 – 1863, Physiker

D'ESTAMPES, ROBINET

DETMAR, 2. Hälfte 14. Jh., Chronist in Lübeck

DEVILLE, SAINT-CLAIRE, 1818 - 1881, Chemiker

DEWAR, JAMES, 1842 - 1923. Physiker

D'HÉRELLE, FÉLIX, 1873 - 1949, Mikrobiologe

DIAMOND, JARES, geb. 1937, USA-Historiker, Anthropologe, Ökologe

DIAZ (Dias), BARTHOLOMËU, 1450 - 1500, Seefahrer

DIAZ DEL CASTILLO, BERNAL, 1492 - 1564, Conquistador, Historiograph

DIAZ, PORFIRIO, 1830 - 1915, ab 1876 langjähriger Präsident von Mexico

DICKENS, CHARLES, 1812 - 1870, Dichter, auch Reiseschriftsteller

DICKINSON, Chemiker

DIDEROT, DENIS, 1713 - 1784, Philosoph

DIDIUS JULIANUS, 137 n. Chr. - 193 n. Chr., 66 Tage römischer Kaiser

DIELS, LUDWIG, 1874 – 1945, Botaniker

DIELS, OTTO, 1876 - 1954, Chemiker

DIEMEN, ANTON(IO) VAN, 1593 . 1645

DIENTZENHOFER, JOHANN, 1663 - 1726, Architekt

DIESEL, EUGEN, 1889 – 1970, Schriftsteller

DIESEL, RUDOLF, 1858 - 1913, Erfinder, Ingenieur

DIESENHOFER, JOHANN, geb. 1943, Biophysiker

DIETRICH VON VELEN, 1591 - 1657, Landbesitzer

DIETZELL, B. E., Agrarchemiker

DILLENIUS, JOHANN JACOB, 1687 – 1747, Botaniker

DINNENDAHL, FRANZ, 1775 – 1826, Erfinder

DIODORUS SICULUS (von Tauromenion/Taormina), um 80 – 29 v. Chr., Historiker

DIODOTUS, Satrap der Seleukiden

DIOGENES LAERTIUS, 3. Jh. n. Chr.

DIOGO DE SILVES, erste Hälfte 15. Jh., Seefahrer

DIOKLETIAN, römischer Kaiser

DIONYSIOS von Syrakus, 405 - 367 v. Chr. Herrscher

DIOPHANTO(U)S, nach 150 n. Chr. - und Tod wann?, Mathematiker, Algebra

DIOSKORIDES

DIODATI, ELIA, 1576 - 1661, Advokat, GALILEI-Freund

DIPPEL, JOHANN CONRAD, 1673 – 1734, Chemiker

DISRAELI, BENJAMIN, 1804 - 1881, britischer Staatsmann

DIVERS, EDWARD, 1837 - 1912, Chemiker

DIXON, Chemiker

DIXON, NICOLAS E., Biochemiker

DJANBEK, Khan/ KHAN DJAM BEK, 1342 Khan der Goldenen Horde

DJERASSI, CARL, 1923 - 2015, Biochemiker

DÖBEREINER, JOHANN WOLFGANG, 1780 - 1849, Chemiker

DOBO, ISTVAN, 1502 - 1572, Burghauptmann von Eger(Ungarn

DOBROLJUBOW, NIKOLAI ALEXANDROWITSCH, 1836 - 1861, polit. Autor

DOBSON, GORDON MILLER BOURNE, 1889 - 1976, Physiker, Meteorologe

DOBZHANSKY, THEODOSIUS, 1900 - 1975, Biologe

DODDS, EDWARD CHARLES, 1899 - 1973

DODGE, BERNARD OGILVIE, 1872 - 1960. Biologe

DODOENS, REMBERT, 1516 - 1585, Botaniker

DOHRN,ANTON, 1840 - 1909, Zoologe

DOISY, EDWARD ADELBERT, 1893 - 1986, Biochemiker.

DOKUTSCHAJEW, VASILY V., 1846 - 1903, Bodenkundler

DOLE, MALCOLM, 1903 - 1990, Physiker

DOLJ(I)OWO-DOBROWOLSKI, MICHAIL OSSIPOWITSCH, 1862 - 1919, Elektroingenieur

DOLGURUHIJ, KATHARINA MICHAILOWNA DOLGORUJKOWA, 1847 - 1922, 2. Gattin von Zar ALEXANDER II.

DÖLLINGER, IGNAZ, 1770 - 1841, Embryologe

DOLOMIEU, DÉODAT GUY SILVAIN TANCRÈDE GRATET DE, 1750 - 1801, Mineraloge, Geologe

DOMAGK, GERHARD, 1895 - 1964, Mediziner

DOMINIKUS, etwa 1170 - 1221, Ordensgründer/Dominikaner

DOMITIAN, 51 - 90 n. Chr., ab 81 römischer Kaiser

DOMITZER, JOHANN

DONALD, IAN, 1910 1987, Gynäkologe, vorgeburtsliche Diagnostik

DONATH, W. P.

DONATELLO, um 1386 - 1466, Bildhauer, Metallgießer

DONATO, LEONARDO, 1536 - 1612, seit 1606 Doge von Venedig

DONATUS. 4. Jh. n. Chr.,, Bischof von Karthago

DONIZETTI, GAETANO, 1797 - 1848, Komponist

DONNÉ, ALFRED, 1801 - 1878, Mediziner

DONOVAN, CHARLES, 1863 - 1951, Mediziner

DÖPEL. ROBERT, 1895 - 1982, Physiker

DOPPLER, CHRISTIAN, 1803 - 1853, Physiker

DOPSCH, ALFONS, 1868 - 1953, Historiker

DÖRELL, GEORG LUDWIG, 1793 - 1854, Ingenieur

DORN, FRIEDRICH AUGUST

DORN, FRIEDRICH ERNST, 1848 - 1916, Physiker

DORNER, HERMANN, 1882 - 1963, Flugzeugkonstrukteur

DORNO, CARL WILHELM MAX, 1865 - 1942, Bioklimatologe

DÖRPFELD, WILHELM, 1853 - 1940, Archäologe, in Griechenland

DOVE, HEINRICH WILHELM, 1803 - 1879, Meteorologe

DRACH d. J., PETER

DRAIS, KARL von

DRAKE, EDWIN LAURENTINE, 1819 - 1880, Colonel, Unternehmer

DRAKE, FRANCIS, etwa 1540 - 1596, englischer Freibeuter, Weltumsegler

DRAPER, JOHN WILLIAM, 1811 - 1882, Fotochemiker, Historiker

DRECHSEL, HEINRICH FERDINAND EDMUND, 1843 – 1897, phyiologischer Chemiker

DRECHSLER, GUSTAV ADOLPH WILLIBALD, 1833 - 1890, Agrarwissenschaftler

DRESER, HEINRICH, 1860 - 1924, Chemiker

DRESSEL, OSKAR, 1865 1941, Chemiker

DREWS, ROBERT, (Alt-)Historiker

DRIESCH, HANS, 1867 - 1941, Biologe, Philosoph

DROYSEN, JOHANN GUSTAV, 1808 - 1884, Historiker

DRUDE, PAUL KARL LUDWIG, 1863 – 1906, Physiker

DRUMMOND, THOMAS, 1797 - 1840, u.a. Ingenieur

DRUSUS, römischer Feldherr

DRYANDER, JOHANNES, 1500 - 1560, Arzt, Anatom, Astronom

DSCHINGIS-KHAN, gestorben 1227

DU BARRY, comtesse, eigentlich BE´CU, MARIE-JEANNE, 1743 - 1793

DUBINI

DUBOIS, EUGEN, 1858n - 1940, Mediziner, Paläanthroploge

DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1818 - 1896

DUBOS, RENÉ JULES, 1901 - 1982, Miktobiologe

DUBRAVIUS, JANUS, 1486 - 1553, Bischof von Olmütz, schrieb a. über Teiche

DUBY, GEORGES, 1919 - 1996, Historiker

DUCHESNE, RICARDO, 20. Jh., Historiker

DUCLAUX, M. E.

DUCOS, PIERRE ROGER, 1747 - 1816, Politiker

DUDEN, KONRAD ALEXANDER FRIEDRICH, 1829 - 1911

DUDLEY, DUD, 1599 – 1684, u. a. Eisenhersteller

DUDLEY, HAROLD, Physiologe

DU FAY, CHARLES-FRANÇOIS DE CISTERNAL, 1698 - 1739, Physiker

DUFOUR, JEAN-MARIE LÉON, 1780 - 1865, Entomologe

DU HAMEL DU MONCEAU, HENRI-LOUIS, 1700 - 1782, Naturforscher, Agrarwissenschaftler, Botaniker

DUHEM, PIERRE MAURICE MARIE, 1861 - 1916, Physiker, Wissenschaftstheoretiker und - historiker

DUISBERG,

DUJARDIN, FE'LIX, 1801 - 1862, Zoologe

DULONG, PIERRE-LOUIS, 1785 - 1838, Chemiker

DUMAS, JEAN BAPTISTE, 1800 - 1884, Chemiker

DUMONT D'URVILLE, JULES SEBASTIAN CESAR, 1790 - 1842, Seefahrer

DUMOURIEZ, CHARLES-FRANCOIS, 1739 - 1823, französischer General

DUNANT, HENRY, 1828 - 1910, Kaufmann, Philanthrop

DUNGERN, EMIL Freiherr von, 1867 - 1961, Intenist

DUNLOP, JOHN BOYD, 1840 - 1921, Erfinder, Unternehmer

DUNNING, JOHN R., 1907 - 1975, Physiker

DUNS SCOTUS, JOHN, 1265/1266 - 1308, mittelalterlicher Philosoph

DUPONT, ELEUTHÈRE IRÉNÉE, 1771 - 1834, Firmengründer

DU PONT, PIERRE-SAMUEL De NEMOURS, 1739 - 1817, Volkswirt

DURAN, DIEGO, etwa 1537 - um 1588, Historiograph in Mexico

DÜRER, ALBRECHT, 1471 - 1528. Maler

DURRIEU, LOUIS

DUTROCHET, HENRI RENE' JOACHIM, 1776 - 1847, Botaniker

DUTTON, JOSEPH EVERETT, 1874 - 1907, Mediziner

DUVE, CHRISTIAN de, 1917 - 2013, Zellbiologe

DYSON, Sir FRANK WATSON, 1868 - 1939, Astronom

DZIERZON, JOHANNES, 1811 - 1906, Pfarrer, Bienenzüchter

EAST, EDWARD MURRAY, 1879 - 1938, Genetiker

EASTMAN, GEORGE, 1854 - 1932, (Foto-)Unternehmer

EBERHARD II. von Württemberg

EBERHARD LUDWIG, 1676 - 1733, ab 1693 10. Herzog von Württemberg

EBERTH, KARL JOSEPH, 1835 - 1926, Mediziner

ECHNATON, = AMENHOTEP IV., um 1350 v. Chr., Pharao

ECHTER VON MESPELBRUNN; JULIUS, 1545 - 1617, ab 1573 Fürstbischof von Würzburg

ECK, JOHANNES, 1486 - 1543, katholischer Theologe

ECKENER, HUGO, 1868 - 1954, Luftschiffpionier

ECKERMANN, PETER, 1792 – 1854, Sekretär bei GOETHE

ECKERT, HEINRICH FERDINAND, 1819 - 1875, Agrartechniker

ECONOMO v. SAN SERFF, CONSTANTIN ALEXANDER Freiherr, 1876 - 1931, Hirnforscher

EKKEHARD VON AURA, gest. 1125, Geschichtsschreiber

EDDINGTON, ARTHUR STANLEY, 1882 - 1944, Astronom, Physiker

EDELMANN, GERALD MAURICE, 1929 - 2014, Biochemiker, Immunologe

EDINGER, LUDWIG, 1855 - 1918, Neuroanatom

EDISON, THOMAS ALVA, 1847 - 1931, Erfinder

EDLBACHER, SIEGFRIED, 1886 - 1946, Biochemiker

EDLEFSEN, NIELS E., 1893 - 1971, Physiker

EDGERTON, ROBERT B., geb. 1931, Anthropologe, Psychologe

EDUARD/EDWARD der BEKENNER/Confessor, etwa 1004 - 1066, seit 1042 König von England

EDUARD III., 1327 – 1377, König von England, ab 1340

EDWARDS, ROBERT GEOFFROY, geb. 1925, Reproduktions-Mediziner

EGMONT = Graf LAMORAL VON EGMOND/EGMONT, 1522 . 1568, Politiker

EHLERS, WILHELM, s. LUCANUS 1973.

EHRENBERG, ALEXANDER

EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1795 – 1876, Biologe

EHRLICH, FELIX, 1877 - 1942, Chemiker

EHRLICH, PAUL, 1854 - 1915, Biologe, Physiologe

EHRLICH PAUL R. = RALPH, geb. 1932, Entomologe, Bevölkerunswissenschaftler

EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, geb. 1928, Zoologe, Ethologe

EICHENGRÜN, ARTHUR, 1867 - 1949, Chemiker

EICHHORN, ALFRED, wirkte um 1900, Chemiker

EICHHORN, JOHANN CONRAD, 1718 - 1790, Pastor und Amateurbiologe

EIJKMAN, CHRISTIAAN, 1855 - 1930, Mediziner

EINHARD/EGINHARD, 770 - 840, u. a. Chronist

EINSIEDEL, um 1809 sächischer Minister

EINSTEIN, ALBERT, 1879 - 1955, Physiker

EINTHOVEN, WILLEM, 1860 - 1927, Mediziner, Physiologe

EIRENE = IRENE, byzantnische Kaiserin

EISTERT, BERND, 1902 - 1978, Chemiker

EITNER, WILHELM, 1843 – 1921, Erfinder

EKEBERG, A. G., 1767 – 1813, Chemiker

EKHOLM, NILS (NIELS), 1848 - 1923, Meteorologe

EKKEHARD I, ,910 - 973, Dichter, Lehrer in St. Gallen

EKKEHARD II, / EKKEHARDUS PALATINUS, gest. 990, Lehrer in St. Gallen

EKKEHARD/EKKEHART VON AURA, , nach 1125, Chronist

ELCANO, JUAN SEBASTIAN, 1486/1487 - 1526, Schiffskapitän

ELEONORE von AQUITANIEN, um 1122 - 1204

ELGIN, s. BRUCE; THOMAS

ELHUYAR (Y DE SUVISA), FAUSTO (d'), 1755 – 1833, Chemiker, Mineraloge

ELHUYAR (Y DE SUVISA, JUAN JOSE'

ELIAS, NORBERT, 1897 - 1990. Soziologe

ÉLIE DE BEAUMONT, JEAN-BAPTISTE-ARMAND-LOUIS-LÉONCE, 1798 – 1874, Geologe

ELION, GERTRUDE B.(= BELIE), 1918 - 1999, pharmakol. Biochemikerin

ELIOT, THOMAS STEARNS = T. S., 1898 - 1965, Dichter

ELISABETH I., 1533 - 1603, 1558 Königin von England

ELISABETH VON VALOIS, Gattin des Königs PHILIPP II

ELISABETH CHARLOTTE (LISELOTTE) von der Pfalz, 1652 - 1722

ELLENBERG, HEINZ, 1913 - 1997, Botaniker, Landschaftsökologe

ELLERBECK, ERNST LEOPOLD, 1872 - 1945, Bauingenieur

ELISABETH, 'SISSI', 1837 - 1898, Kaiserin von Österreich-Ungarn

ELLERMANN, VILHELM, 1871 - 1924, Pathologe, Mikrobiologe

ELLIOT, THOMAS RENTON, 1877 - 1961, Physiologe

ELLIOTSON, JOHN, 1791 - 1868, Mediziner

ELLIS, JOHN, etwa 1710 – 1776, Zoologe, Botaniker

ELLMANN, JOHN, 1753 – 1832, Landwirt, Viehzüchter

ELSTER, JULIUS, 1854 - 1920, Physiker, Lehrer

ELTON, CHARLES SUTHERLAND, 1900 - 1991

ELZEVIER, LOUIS, 1540 - 1617, Verleger

EMBDEN, GUSTAV, 1874 - 1933, Biohemiker

EMMINGHAUS, HERMANN, 1845 - 1904

EMPEDOKLES

ENCKE, JOHANN FRANZ, 1791 - 1865, Astronom

ENDERLIN, JOSEPH FRIEDRICH, 1732 - 1808

ENDERS, JOHN FRANKLIN, 1897 - 1985, Virologe

ENDLICHER, STEPHAN, 1804 – 1849, Botaniker

ENGELBACH, THEOPHIL, 1828 – 1872, Chemiker

ENGELHORN, FRIEDRICH, 1821 - 1902, Chemie-Unternehmer

ENGELHARDT, V. A., Biochemiker

ENGELHARDT, VICTOR JOSEPH, 1866 - 1944

ENGELMANN, GEORG THEODOR, 1809 - 1884, Arzt, Botaniker

ENGELMANN, THEODOR WILHELM, 1843 - 1909, Botaniker, Physiologe

ENGELS, FRIEDRICH, 1820 - 1895

ENGL, JOSEPH, Erfinder

ENGLER, ADOLF, 1844 – 1930, Botaniker

ENGLER, CARL, 1842 - 1925, Chemiker

ENOCH von ASCOLI, 15. Jahrhundert, Humanist

ENRIQUE (HEINRICH) II. de TRASTAMARA, 1334 - 1379, 1369 König von Kastilien/Leon

EPHRUSSI, BORIS, 1901 - 1979, Biologe

EPIK(C)UR(OS), 344 – 270 v. Chr., Philosoph

ERASISTRATUS, etwa 304 v. Chr. Mediziner

ERATOSTHENES von CYRENE, 275 - 194 v. Chr.

ERCKER, LAZARUS, vor 1530 – 1594, Berg- und Hüttenmann, Chemiker

ERCKLENTZ, WILHELM

ERDMANN, OTTO LINNÉ, Chemiker

ERDMANN

ERGOTIMUS, Keramikmeister im alten Athen

ERICSSON, JOHN, 1803 – 1889, Ingenieur, Erfinder

ERISPOE, regierte 830 - 858 die Bretagne, ab 851 mit dem Königstitel

ERLACH, JOHANN BERNHARD FISCHER von ERLACH, Architekt

ERLACH, JOSEPH EMANUEL von, 1693 - 1742

ERLENMEYER, EMIL, 1825 - 1909, Chemiker

ERMAN, PAUL, 1764 - 1851, Physiker

ERMENGEN, EMILE PIERRE MARIE VAN, 1851 - 1932, Mikrobiologe

ERNST von WETTIN, 1441 - 1486, Kurfürst von Sachsen, westlicher Teil

ERNST, 1553 - 1595, österreichischer Erzherzog

ERNST I., 1601 . 1675, Herzog von Sachsen-Gotha

ERNST AUGUST I., 1688 - 1748, Herzog Sachsen-Weimar und. Sachsen-Eisnach

ERNST AUGUST, König von Hannover

ERWIN VON STEINBACH, um 1244 - 1318, Architekt

ESSEX, Graf VON

ESTE, italienisches Fürstengeschlecht

ESTERHA'ZY, NIKOLAUS I JOSEPH, 1714 - 1790

ESTIENNE, ROBERT, 1499 oder 1503 - 1559

ETTI, KARL, 1825 - 1890

EUGEN IV., Papst

EUGEN, PRINZ ... von SAVOYEN, 1663 - 1736

EUGENIUS von SIZILIEN

EUGENIUS/FLAVIUS EUGENIUS, gest. 394 n. Chr. - römischer Gegenkaiser

EUHEMEROS, etwa 340 v. Chr. - etwa 260 v. Chr., Philosoph

EULER-CHELPIN, HANS von, 1873 - 1964, Biochemiker

EULER, LEONHARD, 1707 - 1783

EULER, ULF SVANTE von, 1905 - 1983, Biochemiker

EUPALINUS von MEGARA

EUPHRONIOS, um 520 - 470 v. Chr., Vasenmaler

EURICH, König der Westgoten

EURIPIDES, 489 – 406 v. Chr., Tragödiendichter

EURYSACES, Bäcker(unternehmer) im alten Rom

EUSEBIUS von CAESAREA, 260/264 - 339/340, Bischof, Kirchenhistoriker

EUSTACHIO, BARTOLOMEO, 1520 - 1574,Mediziner, Anatom

EUTHYMIDES, 6. Jh. v. Chr., Vasenmaler

EVANS, Sir ARTHUR JOHN, 1851 – 1941, Archäologe

EVANS, HERBERT MC LEAN, 1882 - 1971

EVERDING, HANS, 1876 - 1914, Bildhauer

EVERSON, CARRIE J.

EVERSON, Mr.

EXEKIAS, 6. Jh. v. Chr., Vasenmaler

EXNER, FRANZ

EYCK, JAN VAN, etwa 1390 - 1441, Maler

EYDE, SAMUEL (Sam), 1866 – 1940, Chemie-Ingenieur

EYTH, MAX, vollständig: EDUARD FRIEDRICH MAXIMILIAN von, 1836 - 1906, Landmaschinentechniker

FABER DU FAUR, ACHILLES CHRISTIAN WILHELM FRIEDRICH VON, 1786 - 1855, Eisenhütten-Fachmann

FABRE, JEAN HENRI, 1823 - 1915, Insektenforscher

FABRI, FELIX, um 1438/39 - wohl 1502, Dominikaner, Reiseschriftsteller

FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, 1537 - 1619, Anatom

FABRICIUS de PRIVESA, Anatom

FABRICIUS, DAVID, 1564 - 1617, Pfarrer, Astronom

FARBRICIUS, JOHANN, 1587 - 1617, Sohn des vor, Pfarrer, Astronom

FABRICIUS, JOHANN CHRISTIAN, 1745 – 1808, Zoologe, Entomologe

FABRY, CHARLES, 1867 - 1945, Atmosphärenforscher

FAHLBERG, CONSTANTINE, 1850 – 1910, Chemiker

FAHRENHEIT, GABRIEL DANIEL, 1686 – 1736, Naturforscher

FAIRBANK, JOHN KING, 1907 - 1991, Sinologe

FAIRCHILD, THOMAS, 1667 – 1729, Botaniker

FAJANS, KASIMIR, 1887 - 1975, Chemiker, Physiker

FALLACI, ORIANA, 1929 - 2006, Journalistin

FALLOPPIO, GABRIELE, 1523 - 1562, Anatom

FAMINTSYN, ANDREJ SERGEJEWITSCH, 1835 - 1918, Botaniker

FANKUCHEN

FARADAY, MICHAEL, 1791 - 1867, Physiker, auch Chemiker

FARMAN, HENRI, 1874 - 1958, Flugpionier

FARNESE, PIER LUIGI, 1503 - 1547, Dynastiebegründer

FAST, HOWARD, 1914 - 2003, Schriftsteller

FAUVEL, LOUIS-FRANCOIS-SE'BASTIAN, 1753 - 1838, Diplomat, Archäologe

FEBVRE, LUCIEN, 1878 - 1956, Historiker

FEBVRIER-DESPOINTES, AUGUSTE, 1796 - 1855, französischer Seeoffizier

FECHNER, GUSTAV THEODOR, 1801- 1887, Mediziner, Psychologe u. a.

FEDDERSEN, WILHELM, 1832 - 1918, Physiker

FEDERICO DA MONTEFELTRO, 1422 - 1482, ab 1444 Herzog von Urbino

FEDERMANN, NIKOLAUS, 1506 - 1541, Konquistador

FEHLEISEN

FEIN, WILHELM EMIL, 1842 - 1898, Konstrukteur

FEIT, WILHELM FRIEDRICh AUGUST, 1867 - 1956, Chemiker

FELBER, HANS der Ältere, gest. vor 1438, Stückgießer, Baumeister u. a.

FELDBERG, W., Physiologe

FELDHAUS, FRANZ MARIA, 1874 - 1957, Technikhistoriker

FELS, EDWIN, 1888 - 1983, Geograph, Wirtschaftsgeographie

FENELON, FRANCOIS de SALIGNAC de LA MOTHE, 1651 - 1715, Bischof und Aufklärer

FENNER, F. J.

FERDINAND I., 1503 - 1564, 1556 Kaiser

FERDINAND II., 1578 - 1637, ab 1619 Kaiser

FERDINAND II., 1529 - 1595, Erzherzog

FERDINANDO II., Medici, 1610 – 1670, Großherzog der Toskana

FERDINAND VI., 1713 - 1759, ab 1746 König von Spanien

FERDINAND IV., 1751 1825, 1759 König von Neapel

FERDINAND I., 1793 - 1875, 1835 - 1848 Kaiser von Österreich, König von Böhmen, von Ungarn und Kroatien

FERDINAND von PARMA

FERNANDO III., 1199 - 1252, 1230 König von Kastilien und Leon u. a.

FERDINAND III., 1769 - 1824, habsburgischer Großherog der Toskana

FERGUSON, ADAM, 1723 - 1816, Historiker

FERGUSSON, JAMES, 1808 - 1886, Architektur-Historiker

FERMI, ENRICO, 1901 - 1954, Physiker

FERNANDEZ, DINIZ, portugiesischer Seefahrer

FERNEL, JEAN, 1497 - 1558, Mediziner

FERNER, BENGT, 1724 - 1802, Physiker

FERRANTI, SEBASTIAN ZIANI de, 1864 - 1930, Elektroingenieur

FERRIER, Sir DAVID, 1843 – 1928, Neurophysiologe

FERSEN, HANS AXEL VON, 1755 - 1810, schwedischer Adliger

FEUERBACH, LUDWIG ANDREAS, 1804 - 1872, Philosoph, Religionskritiker

FEULGEN, JOACHIM WILHELM ROBERT, 1884 - 1955, Biochemiker

FEWSTER, Ende 18. Jh., englischer Landarzt

FICK, ADOLF, 1829 - 1901, Physiologe

FICK, FRANZ LUDWIG, 1813 – 1858, Anatom

FICINO, MARSILIO, 1433 – 1499

FIELD, CYRUS WEST, 1819 - 1892, Ingenieur

FIERZ-DAVID, H. E., Chemiker, Chemie-Historiker

FIESER, LOUIS FREDERICK, 1899 - 1977, Chemiker

FILDES, P., Mediziner

FILENE, WILHELM, 1844 – 1927, Pharmakologe

FINCK, JOHANN HEINRICH, 1728 - 1807, Landwirt

FINCKE, THOMAS, 1561 - 1656, Mediziner

FINLAY, CARLOS JUAN, 1833 - 1915, Mediziner

FISCHER, EMIL, 1852 - 1919, Chemiker

FISCHER, ERNST OTTO, 1918 - 2007, Chemiker

FISCHER, FRANZ, 1877 - 1947, Chemiker

FISCHER, HANS, 1881 - 1945, Chemiker

FISCHER, JOSEPH, 20. Jh., Pater, Bücherfreund

FITCH, JOHN, 1743 – 1798, Erfinder

FITTIG, RUDOLF, 1835 - 1910, Chemiker

FITTING, JOHANNES (HANS), 1877 - 1970, Botaniker

FITZHERBERT, ANTHONY

FITZHUGH, GEORGE, 1806 - 1881, Soziologe

FITZROY (FITZ-ROY), ROBERT, 1805 – 1865, Kapitän, Meteorologe, Kolonialbeamter

FIZEAU, ARMAND HIPPOLYTE LOUIS, 1819 - 1896, Physiker

FJODOR IWANOWITSCH, 1557 - 1598, ab 1584 Zar von Rußland

FJODOROW, IWAN, zwischen 1510 und 1525 - 1583, Drucker

FLADE, DIETRICH, 1534 - 1589, Rektor Universität Trier, Jurist, verbrannt

FLAGLER, HEBRY MORRISON, 1830 - 1913

FLAMSTEED, JOHN, 1646 – 1719, Astronom

FLAVIUS JOSEPHUS, 37 oder 38 n. Chr. - nach 100 n. Chr., jüfisch-römischer, vor allem in Griechisch schreibender Geschichtsschreiber

FLECHSIG, PAUL, 1847 – 1929, Hirnforscher

FLEISCHER, MORITZ ANTON HERMANN, 1843 - 1927, Agrikulturchemiker

FLEISCHMANN, Gustav FRIEDRICH WILHELM, 1837 - 1920, Agrarwissenschaftler

FLEMING, 18. Jh., sächssicher Botschafter in Wien

FLEMING, ALEXANDER, 1881 - 1955, Bakteriologe

FLEMING, JOHN AMBROSE, 1849 – 1945, Elektroingenieur, Erfinder

FLEMMING, WALTHER, 1843 – 1905, Zytologe

FLETCHER, Sir WALTER MORLEY, 1873 – 1933, Physiologe, Mediziner

FLETTNER, ANTON, 1885 - 1961, Ingenieur, Erfinder

FLEXNER, SIMON, 1863 - 1946, Mediziner

FLICKER, FRITZ, 15. Jh., hingerichtet 1408, Bürgermeister von Bautzen

FLINDERS, MATTHEW F., 1774 – 1814, Seefahrer

FLINDERS, PETRIE, Sir WILLIAM MATTHEW, 1853 - 1942, Archäologe

FLJOROW, GEORGI NIKOLAJEWITSCH, 1913 - 1990, Physiker

FLOREY, HOWARD WALTER, Baron FLOREY of ADELAIDE and MARSTON, 1898 - 1968

FLORINUS, FRANCISCUS PHILIPPUS, 18. Jh.

FLOURENS, MARIE JEAN PIERRE, 1794 - 1887, Physiologe

FLÜGGE, CARL GEORG FRIEDRICH WILHELM, 1847 - 1923, Mediziner, Bakteriologe

FLÜGGE, SIEGFRIED, 1912 - 1997, Physiker

FOL, HERMANN, 1845 – 1892, Zoologe

FOLKERS, K.

FÖLLING, IVAR ASBJÖRN, 1888 - 1973, Mediziner

FONTAINE, HIPPOLYTE, 1833 – 1917, Ingenieur, Elektrotechniker

FONTANA, JOANES, 15. Jahrhundert, Ingenieur

FONTANA, FELICE, 1730 – 1805, Arzt, Naturfoscher

FONTANE, THEODOR, 1819 – 1898, Journalist, Dichter

FONTENELLE, BERNARD LE BOVYER DE, 1657 - 1757, Gelehrter

FORBES, JAMES DAVID, 1809 - 1868, Naturforscher

FORD, HENRY, 1863 – 1947, Autofabrikant

FOREL, AUGUSTE HENRI, 1848 – 1931, Psychiater

FOREST, LE DE, 1873 – 1961, Erfinder

FORS(S)KÅL, PEHR (PETRUS), 1732 - 1763, Botaniker

FORSTER, GEORG, 1754 – 1794, Schriftsteller

FORSTER, JOHANN REINHOLD, 1729 – 1798, Naturforscher

FOERSTER, WILHELM JULIUS, 1832 - 1921, Astronom

FORßMANN, WERNER THEODOR OTTO, 1904 - 1979, Chirurg

FOSTER, Sir MICHAEL, 1836 – 1907, Physiologe

FOSCARINI, PAOLO ANTONIO, um 1580 - 1616, Geistlicher

FOUCOULT, JEAN BERNARD LEON, 1819 - 1868, Physiker

FOURCROY, ANTOINE FRANCOIS Comte DE, 1755 – 1809, Chemiker

FOURIER, JEAN BAPTISTE JOSEPH, Baron, 1763 - 1830, Physiker, Mathematiker

FOURNEYRON, BENOIT, 1802 - 1867, IngenieurFOUVEL, LOUIS, Konsul

FOWLER, JOHN, 1826 – 1864, Agrartechniker

FOWNES, GEORGE, 1815 – 1849, Chemiker

FOYN, SVEND, 1809 - 1894, Walfängerkapitän

FRAAS, CARL, 1810 - 1875, Botaniker, Landwirtschaftswissenschaftler

FRACASTORO, GIROLAMO; etwa 1478 - 1553, Arzt, Gelehrter, Dichter

FRANCÉ (FRANZÉ), RAOUL HEINRICH, 1874 - 1943

FRANCÉ-HARRAR, ANNIE, 1886 - 1971

FRANCIS, JAMES BICHENO, 1815 - 1892, Ingenieur

FRANCK, BURCHARD, Chemiker

FRANCKE, AUGUST HERMANN, 1663 - 1727, Gründer eines Pädagogigums

FRANK, ADOLF, 1834 - 1916, Chemiker

FRANK, ALBERT BERNHARD, 1839 - 1900, Botaniker

FRANK, ALBERT RUDOLF, 1872 - 1965, Chemiker, Sohn von vor.

FRANK, FRITZ, Archäologe

FRANK, JOHANN PETER, 1745 - 1821, Mediziner

FRANKE, JOHANNES, 1545 - 1617, Arzt, Botaniker

FRAENKEL, ALBERT, 1848 - 1916, Mediziner, Internist

FRAENKEL, K.

FRAENKEL- CONRAT, HEINZ LUDWIG, 1910 - 1999, Virologe

FRÄNKL

FRANKLAND, EDWARD, 1825 - 1899, Chemiker

FRANKLIN, BENJAMIN, 1706 - 1790, Naturforscher, Physiker, Staatsmann

FRANKLIN, ROSALIND ELSIE, 1920 - 1958, Physikerin

FRANZ I., König von Frankreich

FRANZ II., König von Frankreich

FRANZ II., 1768 - 1835, 1792 - 1806 Kaiser des Hl. Röm. Reiches Deutscher Nation, als FRANZ 1. ab 1804 Kaiser von Österreich

FRANZ STEPHAN, 1708 - 1765, Herzog von Lothringen, Gatte MARIA THERESIAs, 1745 deutscher Kaiser

FRANZ JOSEPH, 1830 - 1916, ab 1848 Kaiser der Habsburger Monarchie

FRANZ XAVER, Jesuit

FRANZ(ISKUS) von ASSISI, 1181/1182 - 1226, Ordensgründer

FRASCH, HERMANN, 1851 - 1914, Chemiker

FRASER

FRAUNHOFER, JOSEPH, 1787 - 1826, Optiker

FREIESLEBEN, JOHANN CARL, 1774 - 1846, Geologe, Oberberghauptmann

FREMERY, MAX, 1859 - 1932, Chemieingenieur

FRE´MY, EDMOND, 1814 – 1894, Chemiker

FRERICHS, FRIEDRICH THEODOR, 1819 - 1885, Mediziner

FRESNEAU DE LA GATAUDIERE, FRANCOISE, 1703 - 1770, Forscher

FRESNEL, AUGUSTIN JEAN, 1788 - 1827, Physiker

FRESNEL, FULGENCE, 1799 - 1855, Altorientalist

FRESENIUS, CARL REMIGIUS, 1818 – 1897, Chemiker

FREUD, SIGMUND, 1856 – 1939, Psychologe, Mediziner

FREUDENBERG, KARL, 1886 – 1983, Chemiker

FREUNDLICH, ERWIN FINLAY, 1885 - 1964, Astronom

FREYER, HANS, 1887 - 1969, Soziologe, Historiker

FRIEDEL, CHARLES, 1832 - 1899, Chemiker

FRIEDELL, EGON, 1878 - 1938, u. a. Historiker

FRIEDERICH, ERNST, 1883 - 1951, Physikochemiker

FRIEDLÄNDER, PAUL, 1857 - 1923, Chemiker

FRIEDMANN, ALEXANDER A., 1888 – 1925, Physiker, Mathematiker

FRIEDMANN, ERNST JOSEF, 1877 - 1956

FRIEDMANN, HERBERT, 1919 - 2000, Astrophysiker

FRIEDRICH BARBAROSSA, 1123 - 1190, 1152 deutscher König, 1155 Kaiser

FRIEDRICH II. von HOHENSTAUFEN, 1194 - 1250, 1198 König von Sizilien, 1212 von Deutschland, 1220 Kaiser

FRIEDRICH III., Kaiser

FRIEDRICH DER WEISE, 1463 - 1525, ab 1486 Kurfürst von Sachsen

FRIEDRICH III., 1515 - 1576, 1559 Kurfürst von der Pfalz

FRIEDRICH IV., 1574 - 1610, ab 1583 Kurfürste von der Pfalz

FRIEDRICH V., 1596 - 1632, 1610 Kürfürst von der Pfalz

FRIEDRICH II., Landgraf von Hessen-Kassel

FRIEDRICH, 1471 - 1533, 1490 Herzog von Schleswig u. Holstein, 1523 König von Dänemark, Norwegen, Schweden

FRIEDRICH III. von Schleswig-Holstein-Gottorf, 1597 - 1659, Regent ab 1616

FRIEDRICH I., 1667 – 1713, als FRIEDRICH III. Kurfürst in Brandenburg seit 1688, krönte sich als König in Preußen seit 1701

FRIEDRICH II., genannt der 'GROSSE", 1712 – 1786, ab 1713 König von Preußen

FRIEDRICH V., 1723 - 1766, ab 1746 König von Dänemark, Norwegen ...

FRIEDRICH VI., 1768 - 1839, 1808 König von Dänemark und Norwegen

FRIEDRICH AUGUST III., 1750 - 1827, 1806 König von Sachsen FRIEDRCH AUGUST I.

FRIEDRICH CHRISTIAN, 1737 - 1763, ab 5. Oktober 1763 Kurfürst von Sachsen

FRIEDRICH WILHELM, 1620 - 1688, seit 1640 Kurfürst, der 'Große Kurfürst. von Brandenburg

FRIEDRICH WILHELM I., 1688 - 1740, ab 1719 König in Preußen

FRIEDRICH WILHELM II., 1744 - 1797, 1786 König von Preußen

FRIEDRICH WILHELM III., 1770 - 1840, 1797 König von Preußen

FRIEDRICH WILHELM KARL, 1754 - 1816, 1806 König von Württemberg

FRIEDRICH, CASPAR DAVID, 1774 1840, Maler

FRIEDRICH, WALTHER, 1883 - 1968, Biophysiker

FRIEDRICHSTHAL, Baron EMANUEL, 1809 - 1842, u. a. Forschungsreisender

FRIES, ELIAS (MAGNUS), 1794 - 1878, Botaniker, Mycologe

FRIES, JAKOB FRIEDRICH, 1773 - 1843, Lesender f. Math.u. Physik, Philosoph

FRISCH, KARL von, 1886 - 1982, Zoologe

FRISCH, OTTO ROBERT, 1904 - 1979, (Atom-)Physiker

FRITSCH, GUSTAV, 1838 - 1927, Anatom, Anthropologe

FRITZ, JOST, um 1470 - um 1525, Bauernführer

FRITZSCHE, CARL JULIUS, 1808 – 1871, Chemiker

FRITSCHI, JAKOB, 1896 - 1983

FROBEN, JOHANN, etwa 1480 - 1527, Buchdrucker

FROBISHER, Sir MARTIN, 1535? – 1594, Seefahrer

FROISSART, JEAN, um 1337 - um 1405, Geschichtsschreiber

FRÖHLICH, JOSEPH, 1694 - 1757, Hofnarr bei AUGUST dem STARKEN und danach

FRÖLICH, DAVID, 17. Jh. Bei GUERICKE erwähnter Beobachter

FROELICH, JOHN, 1849 - 1933, Traktorenkonstrukteur

FROMM, ERICH, 1900 – 1980, Psychologe, Soziologe

FRONTINUS, SEXTUS JULIUS, römischer Ingenieur

FROSCH, PAUL, 1860 - 1928, Mikrobiologe

FRUMENTIUS, gest. um 383 n. Chr,, Apostel im Königreich Aksum, N-Äthiopien

FRUNDSBERG, GEORG VON, 1473 - 1528, Landsknechtführer

FUCHS, ALBERT, 1905 - 1946, Kulturhistoriker

FUCHS, LEONHART, 1501 - 1566, Mediziner, Botaniker

FÜCHSEL, GEORG CHRISTIAN, 1722 - 1773, Geologe

FUGGER, JOHANN (HANS) JAKOB, 1516 - 1575, Großunternehmer

FUHLROTT, JOHANN CARL, 1803 - 1877, Naturforscher, Lehrer, Paläoanthropologe

FUKUDA, S., Insekten-Endokrinologe, Biologe

FUKUYAMA, FRANCIS, geb. 1952, Historiker

FULRAD, um 710 - 784, Abt von Saint-Quentin

FULTON, ROBERT, 1765 - 1815, Ingenieur

FUNK, CASIMIR, 1884 – 1967, Biochemiker

FUNKE, OTTO, 1828 - 1879, Physiologe

FÜRSTENBERG, FRANZ FRIEDRICH WILHELM Freiherr, 1729 - 1810, Staatsmann

FUST, JOHANN, gest. 1466, Drucker

GADDUM, JOHN HENRY, 1900 - 1965, Pharmakologe, Biochemiker

GAEDE, WOLFGANG MAX PAUL, 1878 - 1945, Ingenieur

GAFFKY, GEORG THEODOR AUGUST, 1850 - 1918, Mikrobiologe.

GAHN, JOHAN GOTTLIEB, 1745 - 1818, Chemiker, Metallurg

GAIDUSEK, DANIEL CARLETON, geb. 1923. Mediziner

GAIUS GRACCHUS

GALBA, 3 v. Chr. - 69 n- Chr., vom 8. 6. 68 - 69 n

GALEAZZO di SANTA SOFIA, gest. 1427, Mediziner

GALEN(OS), etwa 129 - 216 n. Chr., antiker Mediziner

GALILEI, GALILEO, 1564 - 1642, Mathematiker, Naturforscher

GALILEI, VINCENZIO, etwa 1500 - 1591, Vater des vorigen

GALL, FRANZ JOSEPH, 1758 - 1828

GALLAS, MATTHIAS, 1588 - 1647, kaiserlicher General

GALLE, JOHANN GOTTFRIED, 1812 - 1910, Astronom

GALLIENUS, um 218 n. Chr., - 268, ab 253 römisher Kaiser

GALTON, Sir FRANCIS, 1822 – 1911, Naturforscher, Biologe

GALVANI, LUIGI, 1737 - 1798, Anatom, Physiker

GAMBA, MARINA, etwa 1570 - 1612, Lebensgefährtin GALILEIs

GAMBETTA, LEON, 1838 - 1882, französischer Politiker

GANS, ROBERT, 1843 - 1935, Chemiker

GARDENER, Chemiker

GARIBALDI, GUISEPPE, 1807 - 1882

GARNER, WIGHTMAN WELLS, geb. 1875, (Agro-)Botaniker

GARNERIN, ANDRE´-JACQUES, 1769 - 1823, Konstrukteur, Fallschirm

GARNERIN, JEAN-BAPTISTE-OLIVIER, 1766 - 1849, auch Ballonbauer

GARNIER, FRANCIS, 1839 - 1873, Kolonialmilitär, Reisender

GARROT Sir ARCHIBALD E., 1857 - 1936, Mediziner

GARROT, DOROTHY ANNE ELIZABETH, 1892 - 1908, Vorgeschichtlerin

GARSTANG, JOHN BURGES EUSTACE, 1876 – 1956, Archäologe

GAERTNER, AUGUST ANTON HIERONYMUS, 1848 - 1934

GÄRTNER, JOSEPH. 1732 – 1791, Botaniker

GÄRTNER, KARL FRIEDRICH, 1772 – 1850, Botaniker

GASKELL, WALTER HOLBROOK, 1847 – 1914, Physiologe

GASPERIS, ANNIBALE DE, 1819 - 1892, Astronom

GASSENDI, PIERRE, 1592 - 1655, Physiker, Naturphilosoph

GASSER(IUS), ACHILLES PIRMINIUS, 1505 - 1577, Historiker, Mediziner, Astrologe

GASSNER, JOHANN GUSTAV, 1881 – 1955, Botaniker

GATES, REGINALD RUGGLES, 1882 – 1962, Botaniker

GÄTKE, HEINRICH, 1814 - 1897, Maler, (Privat-)Ornithologe

GATTAMELATA, 1370 - 1443, Söldnerführer

GATTERER, JOHANN CHRISTOPH, 1727 - 1799, Historiker

GAULARD, LUCIEN H.

GAUß, KARL FRIEDRICH, 1777 - 1855, Mathematiker

GAVARET, 1816 - 1890, Chemiker

GAY, PETER, geb. 1923, Historiker

GAYER, KARL, 1822 - 1907, Forstwissenschaftler

GAYLORD, um 1930, USA-Carcinom-Forscher

GAY-LUSSAC, JOSEPH LOUIS, 1778 - 1850, Chemiker, Physiker

GEER, CHARLES DE, 1720 – 1778, Entomologe

GEER, LOUIS DE, 1587 - 1652, Frühindustrialisierer

GEGENBAUR, CARL, 1826 - 1903, Anatom

GE´HIN, 19. Jh., auch Flußfischer

GEHLEN, ADOLF FERDINAND, 1775 – 1815, Chemiker

GEHLEN, ARNOLD, 1904 - 1976, Philosoph, Soziologe

GEIGER, HANS, 1882 - 1945, Physiker, Bruder des folg.

GEIGER, RUDOLF OSKAR ROBERT WILLIAM, 1894 - 1981, Meteorologe

GEIGER, PHILIPP LORENZ, 1785 – 1836, Pharmazeut, Chemiker

GEILER VON KAYSERSBERG, 1445 - 1510), Prediger

GEINITZ, BRUNO, 1814 - 1900, Zoologe

GEISA/GEZA II., 1130 - 1162, ab 1141 König von Ungarn

GEISERICH, um 389 - 477, ab 428 König der Wandalen

GEIßlER (GEISSLER), HEINRICH, 1814 - 1879, Glasbläser

GEITEL, HANS, 1855 - 1928, Physiker, Lehrer

GEITLER, LOTHAR, 1899 - 1990, Botaniker, Zytologe

GEITNER, ERNST AUGUST, 1783 - 1852, Metallurgie-Unternehmer

GELIMER, 480 n. Chr. - 553 , 530 - 534 6. und letzter König der Wandalen

GELL-MANN, MURRAY, geb. 1929, Physiker

GELLERT, CHRISTIAN FÜRCHTEGOTT, 1715 - 1769, Dichter

GELLERT, CHRISTLIEB EHREGOTT, 1713 – 1793, Bergbeamter

GEOFFROY, CLAUDE JOSEPH, 1683 - 1752, Chemiker

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, ÉTIENNE, 1782 – 1844, Zoologe

GEORG, Herzog von Sachsen

GEORG von Brandenburg, Markgraf Ansbach

GEORG III., 1738 - 1820, 1760 König von England und Kurfürst von Hannover

GEORG TRUCHSEß VON WALDBURG, 1488 - 1531, Söldnerführer

GERBERT VON AURILLAC, etwa 946/950 - 1003, ab 999 Papst SILVESTER II.

GERHARD von CREMONA, 1114 - 1187

GERHARDT, CHARLES FREDERIC, 1816 – 1856, Chemiker

GERHARD, KARL CHRISTIAN ADOLPH JACOB, 1833 - 1902, Mediziner

GERLACH, JOSEPH von, 1820 – 1896, Mediziner

GERLACH, WALTHER, 1889 – 1979, Physiker, auch Physikhistoriker

GERLAND, GEORG CORNELIUS KARL, 1833 - 1919, Geograph

GERMER, LESTER HALBERT, 1896 - 1971, Physiker

GERMERSHAUSEN, CHRISTIAN FRIEDRICH, 1725 – 1810

GERNEZ, DE´SIRE´-JEAN-BAPTISTE, 1834 – 1910, Chemiker

GERO, Markgraf

GERSDORFF, ADOLF TRAUGOTT von, 1744 - 1807

GERSDORFF, JOHANN RUDOLF NEPOMUK SEBASTIAN, 1781 - 1849, Metallurg, Unternehmer Wien

GERSON, LEVI BEN, 14. Jh.

GESNER, CONRAD (KONRAD), 1516 - 1565, Zoologe, Polyhistor

GETA, 189 - 211 n. Chr., 211 kurz römischer Kaiser resp. Mitkaiser

GEYER, FLORIAN, um 1490 - 1525, Ritter und Bauernführer

GEZA, um 940 - 997, ab 971 Großfürst von Ungarn

GHIBERTI, LORENZO, etwa 1378 - 1455, Künstler, Bronzegießer

GIAUQUE, WILLIAM FRANCIS, 1895 – 1982, Chemiker, Physiker

GIBBON, EDWARD, 1737 - 1790, Historiker

GIBBS, JOHN D.

GIBBS, JOSIAH WILLARD, 1839 - 1903, Physiker, Mathematiker

GIEBERT, Ingenieur, Unternehmer

GIERER, ALFRED, geb. 1929, Virologe

GIESE, TIEDEMANN BARTHOLOMÄUS, 1480 - 1550, Bischof von Kulm und Ermland, 1549 Erzbischof Ermland

GIESECKE, KARL LUDWIG, 1761 – 1833, Mineraloge, Dichter

GIESEL, FRIEDRICH (FRITZ) OSKAR, 1852 - 1927, Chemiker

GILBERT, Chemiker, Halle

GILBERT, Sir JOSEPH HENRY, 1817 - 1901, Agrikulturchemiker

GILBERT, JOSIAH, 1814 - 1892, u. a. Alpenreisender

GILBERT, WALTER, geb. 1932, Physiker, Biochemiker

GILBERT, WILLIAM, 1544 - 1603. Mediziner, Naturforscher

GILCHRIST, PERCY CARLYLE, 1851 - 1935, Metallurg

GILLES, PIERRE, 1489 - 1556, Orientreisender, Natur- und Kulturforscher

GIMINGHALL, Assistent, Glasbläser

GINGERICH, OWEN, geb. 1930, Astromom, Wissenschaftshistoriker

GIOIA, FLAVIO, 13./14. Jh., Seefahrer, als Erfinder des Kompaß genannt

GIORGIONE, 1478 - 1510, Maler

GIOTTO DI BONDONE, um 1266 - 1337, Maler

GIRARDIN, E´MILE de, 1806 - 1881, Zeitungsmacher

GIRARDIN, Marquis RENE'-LOUIS DE, 1735 - 1808, Landbesitzer

GIRTANNER, CHRISTOPH, 1760 – 1800, Chemiker

GLANVILL, JOSEPH, 1636 - 1680, Geistlicher

GLASER, DONALD A. = ARTHUR., 1926 - 2013, Physiker

GLASER, EDUARD, 1855 – 1908, Orientalist

GLAUBER, JOHANN RUDOLF, 1603 – 1668, Chemiker

GLEDITSCH, JOHANN GOTTLIEB, 1714 – 1786, Botaniker, Naturforscher

GLEICHEN-RUßWURM, WILHELM FRIEDRICH, 1717 – 1783, (privat)Naturforscher

GLEY, EUGÈNE, 1857 - 1930

GLINKA, KONSTANTIN DMITIEJEWITSCH, 1867 - 1927, Bodenkundler

GLISSON, FRANCIS, 1597 - 1677, Mediziner

GLOGER, CONSTANTIN WILHELM LAMBERT, 1803 – 1863, Zoologe

GLUCK, CHRISTOPH WILLIBALD, 1714 - 1787, Komponist, Opern

GLUECK, NELSON, 1900 – 1971, Archäologe

GMELIN, JOHANN FRIEDRICH, 1748 – 1804, Chemiker

GMELIN, JOHANN GEORG, 1709 - 1755

GMELIN, LEOPOLD, 1788 – 1853, Chemiker

GÖBEL, KARL (von), 1855 – 1932, Botaniker

GOBINEAU

GODDARD, ROBERT H., 1882 - 1945, Raketeningenieur

GOEDERT, JOHANNES, 1617 - 1668, Insektenbeobachter

GODIN

GODFREY of JUMIe‘GES, gestorben um 1106, Mönch, Historiker

GOGUET, ANTOINE IVES, 1716 - 1758

GOLGI, CAMILLO, 1843 - 1926, Cytologe

GONZAGA, italienisches Fürstengeschlecht, LUDOVICIO G., 1412 - 1478

GOODYEAR, CHARLES, 1800 - 1860, Erfinder

GOLDBERGER, JOSEPH, 1874 - 1929, Ernährungsforscher

GOLDMANN, JAMES, 1927 - 1998, USA-Dramatiker

GOLDSCHMIDT, ALFONS, 1879 - 1940, marxistischer Schriftsteller

GOLDSCHMIDT, HANS, 1861 - 1927, Chemiker, Metallurg

GOLDSCHMIDT, HEINRICH JACOB, Chemiker

GOLDSCHMIDT, RICHARD, 1878 - 1958, Biologe, Genetiker

GOLDSCHMIDT, VICTOR MORITZ, 1888 - 1947, Mineraloge, Geochemiker

GOLDSCHMIEDT, GUIDO, 1850 – 1915, Chemiker

GOLDSTEIN, EUGEN, 1850 - 1930, Physiker

GOLGI, CAMILLO, 1843 - 1926, Mediziner, Histologe

GOLTZ, FRIEDRICH, 1834 - 1902, Physiologe

GOMES, DIEGO, 1420 - 1502, Seefahrer, Gouverneur auf den Kapverden

GONZALO FERNANDEZ DE OVIEDO Y VALDES, 1478 - 1557

GOODENOUGH, JOHN B.,= BANNISTER, geb. 1922, Chemotechniker

GOODSPEED, A. W., Physiker

GOODSIR, JOHN, 1814 - 1867, Biologe

GOODYEAR, CHARLES, 1800 – 1860, Erfinder

GOPPELSRÖDER, FRIEDRICH, 1837 - 1919, Chemiker

GORANSON, GÖRAN FREDRIK, 1819 – 1900

GORBATSCHOW, MICHAIL, russischer Politiker

GORDON, A. H., Chemiker

GORGAS, WILLIAM CRAWFORD, 1854 - 1920, Mediziner, Hygieniker

GÖRIZ, KARL WILHELM FRIEDRICH; 1802 – 1853, Agrarwissenschaftler

GORJANOVIC-KRAMBERGER, DRAGUTIN (= KARL), 1856 - 1936, Geologe

GÖRLITZ, DOMNIQUE, geb. 1966, Archäoäoge, Erforscher alter Karten.

GORUP-BESANETZ, EUGEN FRANZ von, 1817 – 1878, Chemiker

GOSSAGE, WILLIAM, 1799 - 1877, Chemiker

GOETHE, AUGUST, 1789 - 1830, Sohn von folgendem

GOETHE, JOHANN WOLFGANG, 1749 - 1832

GOTTFRIED von FRANKEN

GÖTTLING, JOHANN FRIEDRICH AUGUST, 1753 - 1809, Chemiker

GOTTSCHALK, christlicher Slawenkönig 11. Jh.

GÖTZ VON BERLICHINGEN

GÖTZEN, GUSTAV ADOLF, 1866 - 1910, Graf VON, Aftikareisender. Kolonialgouverneur

GOUDSMIT, SAMUEL; 1902 - 1978, Physiker, Atomphysiker

GOUGUENHEIM, SYLVAIN, Historiker

GOURMONT, JEAN de

GOURNEY, JEAN CLAUDE MARIE VINCENT Marquis de, 1712 - 1759, Ökonom

GOETHE, JOHANN WOLFGANG, 1749 - 1832, Dichter, Naturforscher, Minister

GOEZE, JOHANN AUGUST EPHRAIM, 1689 - 1766, Pfarrer, Amateurzologe

GOEZE, JOHANN MELCHIOR, 1717 - 1766, Hauptpastor in Hamburg

GRAAF, REGNIER DE, 1641 - 1673, Mediziner

GRAEBE, CARL JAMES PETER, 1841 - 1927, Chemiker

GRABMANN, MARTIN, 1875 - 1949, katholischer Theologe und Historiker

GRADMANN, ROBERT JULIUS WILHELM, 1865 - 1950, Pfarrer, Geograph, Botaniker

GRAEGER, N., 19. Jh., Agrarautor

GRAHAM ANDREW, 1818 - 1908, Astronom

GRAHAM, GEORGE, 1673 - 1751, Uhr- und Instrumentenmacher

GRAHAM, THOMAS, 1805 - 1869, Chemiker

GRAHMANN, RUDOLF, 1888 - 1962, (Quartär-) Geologe

GRALATH, DANIEL, der Ältere, 1708 - 1767, Bürgermeister/Danzig, Astronom

GRAMME, ZÉNOBE THÉOPHIL, 1826 - 1901, Elektroingenieur

GRANT, MADISON, 1865 – 1937, Eugeniker

GRASSE, FRANCOIS JOSEPH PAUL DE, 1722 - 1788, ftrz. Admiral

GRASSI, GIOVANNI BATTISTA, 1854 - 1927, Malariaforscher

GRATIA

GRATIAN, 359 - 383, ab 375 (west-)römischer Kaiser

GRATIAN(US), de Clusio, Ende 11. Jh. - vor 1160, Mönch? Rechtslehrer

GRATIOLET, LOUIS PIERRE, 1815 – 1865, Anatom

GRAVESANDE, WILLIAM, Naturforscher

GRAY, STEPHEN, etwa 1666 – 1736, Naturforscher, Physiker

GREEN, Chemiker

GREEN, DAVID, Biochemiker

GREENGARD, PAUL, geb. 1925, Biochemiker

GRE'GOIRE, HENRI, 1750 - 1831, Priester, Revolutionsanhänger

GREGOR I., der GROSSE, um 540 - 604, 590 Papst

GREGOR(IUS) VON TOURS, 538 oder 539 - vermutlich 594, Kirchenvater, Geschichtsschreiber

GREGOR VII., zw- 1025/1030 - 1085, vorher Archidiakon HILDEBRAND, 1073 - 1085 Papst

GREGOR XI., 1329 - 1378, ab 1370 Papst

GREGOR XII.,1335 - 1417, 1406 - 1415, Papst

GREGOR XIII., 1502 - 1585, 1572 Papst

GREGOR, WILLIAM, 1761 - 1817, Geistlicher, Mineraloge

GREGOROVIUS, FERDINAND, 1821 - 1891, Historiker

GREGORY, WILLIAM, 1803 - 1858, Mediziner, Chemiker

GREINER, HANS, etwa 1559 . 1609, Glasmacher/Lauscha

GREINER, GOTTHELF, Glas- und Porzellanmacher

GREN, FRIEDRICH ALBERT CARL, 1760 - 1788), u. a. Chemiker

GREW, NEHEMIAH, 1641 – 1712, Botaniker

GRIEß, PETER, 1827 - 1888, Chemiker

GRIFFIN, DONALD REDFIELD, 1915 - 2003, Zoologe

GRIGNARD, FRANC,OIS AUGUSTE VICTOR, 1871 – 1935, Chemiker

GRIJALVA, JUAN DE, 1490 - 1527, Entdecker

GRIJNS, GERRIT, 1865 - 1944, Biochemiker

GRIMALDI, FRANCESCO, 1618 – 1663, Astronom, Physiker

GRO´H, GYULA´, 1886 – 1952, Chemiker

GROSS, WALTER, 1878 - 1933, Pathologe

GROSSER, MARTIN, Landwirtschaftsschriftsteller

GROSSETESTE, ROBERT, etwa 1170 - 1253

GROß, HENNIG

GROß, KONRAD, 14. Jh., reicher Nürnberger, Stifter

GROTEFEND, GEORG FRIEDRICH, 1771 - 1853, Lehrer, Gelehrter/Keilschrift

GROTJAHN, ALFRED, 1869 – 1931, Psychiater

GROTIUS, HUGO, 1583 - 1645, Jurist, Politschriftsteller

GRUBER, MAX von, 1853 - 1927, Hygieniker

GRUHL, HERBERT, 1921 - 1993, Umweltpolitiker

GRUMMERT, GOTTFRIED HEINRICH, 1719 – 1776

GRÜN, AD., Chemiker

GRUNBERG-MANAGO, MARIANNE, geb. 1921, Biochemikerin

GRUND, ALFRED JOHANNES, 1875 - 1914, Geograph

GRUNER, JOHANN RUDOLF, 1680 - 1761, Pfarrer/Dekan in Burgdorf/Schweiz

GRÜNEWALD, MATTHIAS, um 1475/1480 - 1528, Maler

GRÜNWEDEL, ALBERT, 1856 – 1935, Indologe

GRÜNZWEIG, CARL OTTO, 1845 – 1913, Chemie-Industrieller

GRUSON, HERMANN, 1821 - 1895, Unternehmer

GRZIMEK, BERNHARD, 1909 – 1987, Zoologe, Naturschützer

GUDEA, 3. Jahrtausend v. Chr., herrschende Person in Lagasch/Sumerer

GUDERNATSCH, J. FRIEDRICH, 1881 – 1962, Zoologe

GUENTHER, KONRAD, 1874 - 1955, Biologe

GUERICKE, OTTO, 1602 – 1686, Naturforscher, Politiker

GUERNEY, GOLDSWORTHY, 1793 - 1875, Erfinder, Konstrukteur

GUEST, Sir (JOSIAH) JOHN, 1789 - 1852

GUETTARD, JEAN ÉTIENNE, 1715 – 1786, Geologe

GUICCIARDINI, FRANCESCO, 1483 - 1540, Historiker

GUICCIARDINI, PIERO, 1560 - 1646, Diplomat

GUIGNARD, JEAN-LOUIS-LÉON, 1852 – 1928, Botaniker

GUILLEMIN, ROGER, geb. 1924, Physiologe

GUILLOTIN, JOSEPH-IGNACE, 1738 - 1814

GUIMET, JEAN BAPTISTE, 1795 - 1871, Farbpigmenterfinder

GUISE, FRANZ VON/FRANCOIS DE LORRAINE, duc de, 1519 - 1563, Heerführer

GUISE, HEINRICH Herzog VON, 1550 - 1588, Heerführer

GUISE, LOUIS II. VON, 1555 - 1588, Kardinal, Erzbischof von Reims

GULDBERG, CATO MAXIMILIAN, 1836 – 1902, Chemiker

GURDON, JOHN BERTRAND, geb. 1933, Zoologe

GURNEY, Sir GOLDSWORTHY, 1793 - 1875, Erfinder

GUSON, Chemiker

GUSSEROW, ADOLF, 1836 - 1906, Mediziner

GUSTAV I. WASA, 1496 – 1560, König von Schweden ab 1523

GUSTAV III., 1746 - 1792, ab 1771 König von Schweden

GUTENBERG, JOHANNES, 1394 (oder 1397) – 1468

GUTHNICK, PAUL, 1879 – 1947, Astronom

GUY DE CHAULIAC, Mediziner

GUYTON DE MORVEAU, LOUIS BERNARD, 1737 - 1816, Chemiker

GYÖRGY

HAAN, GEORG, ? - 1628, Sekretär beim Fürstbischof von Bamberg

HAARLEM, SIMON LEONHARD VON; 1701 - 1775, Wasserbauingenieur

HAARMANN, GUSTAV KUDWIG FRIEDRICH WILHELM, 1847 - 1931, Chemiker

HAAS, ARTHUR ERICH, 1884 - 1941, Physiker, Kosmologe

HAAS, OTTO, Chemie-Unternehmer

HABER, FRITZ, 1868 - 1934, Chemiker

HABERLANDT, GOTTLIEB, 1854 - 1945, Botaniker

HABERLANDT, LUDWIG, 1885 - 1932, Physiologe

HAECKEL, ERNST, 1834 – 1919, Biologe

HACKERT, JAKOB PHILIPP, Maler

HADORN, ERNST, 1902 - 1976, Biologe

HADRIAN II., 792 - 872, ab 867 Papst

HADRIAN, 76 - 138 n. Chr., ab 117 römischer Kaiser

HADRIAN VI., 1459 - 1523, 1522 Papst

HAGECIUS, THADDAEUS, 1525 – 1600, Arzt, Astronom

HAËN, EUGEN DE, 1835 - 1911, Chemie-Unternehmer

HAHN, EDUARD, 1856 - 1928, Ethnograph

HAHN, MARTIN, 1865 - 1934, Chemiker

HAHN, OTTO, 1879 - 1968, (Atom-)Chemiker

HAHNEMANN, SAMUEL CHRISTIAN, 1755 - 1843, Mediziner

HAIDAR ALI, 1721 - 1782, Herrscher in Mysore

HAITINGER, LUDWIG CAMILLO, 1860 - 1945, Industrie-)Chemiker

HAKE, HARDANUS, 16. Jh., Pfarrer und Bergbau-Chronist

HAKLUYT, RICHARD, 1552? - 1616, Geograph, Herausgeber von Reiseberichten

HALBAN, HANS von, 1908 - 1964, Kernphysiker

HAHLBROCK, KLAUS, 20./21. Jh., Biochemiker, Pflanzenzüchter

HALBROCK

HALDANE, JOHN BURDON SANDERSON, 1892 - 1964, Biologe

HALES, GEORGE ELLERY, 1868 - 1938, Astronom

HALES, STEPHEN, 1677 – 1761, Naturforscher

HALE'VY, JOSEPH, 1827 - 1917, Orientalist

HALL, CHARLES MARTIN, 1863 - 1914, Metallurgie(Al)-Unternehmer

HALL, Sir JAMES, 1761 - 1832, Geologe

HALL, JAMES, 1811 – 1898, Paläontologe, Geologe

HALLER, ALBRECHT von, 1708 - 1777, Mediziner, Poet

HALLER VON HALLERSTEIN, 1774 - 1817, Architekt, Archäologe

HALLEY, EDMOND, 1656 (?) - 1743, Naturforscher

HALLIBURTON, WILLIAM DOBINSON, 1860 – 1931, Physiologe

HALLIER, ERNST HANS, 1831 - 1904, Botaniker

HALLWACHS, WILHELM, 1859 - 1922, Physiker

HALSKE, GEORG, 1814 - 1890, Elektrounternehmer

HAM, JOHAN, Mediziner

HAMBURGER, VIKTOR, 1900 - 2001, Neurobiologe

HAMILTON, EMMA lady, 1765- 1815, Ehefrau des folg. u. Geliebte NESLSOs

HAMILTON, WILLIAM DOUGLAS Sir, 1730 - 1803, brit. Botschafter in Neapel

HAMMANN, JOHANN WOLFGANG, 1713 - 1785, Porzellanmacher

HÄMMERLING, JOACHIM, 1901 - 1980, Biologe

HAMMERSCHMIDT, MEINOLF, 21. Jh., Pomologe

HANCOCK, THOMAS, 1786 – 1865, Erfinder

HÄNDEL, Komponist

HANN, JULIUS von, 1839 - 1921, Meteorologe

HANNIBAL, um 247 v. Chr. - 183, kathargischer Feldherr

HANS VON BURGHAUSEN, 15. Jh., Architekt

HANS KRUMENAUR, 14. Jh., Architekt

HANSEMANN, DAVID PAUL von, 1858 - 1920, Mediziner, Pathologe

HANSEN, GERHARD HENRIK ARMAUER, 1841 - 1912, Mediziner

HANSTEIN, JOHANNES von, 1822 – 1880, Botaniker

HANTZSCH, ARTHUR RUDOLF, 1857 – 1935, Chemiker

HARALD BLAUZAHN, um 910 - 987, König von Dänemark und dann auch von Norwegen

HARALD s. HAROLD

HARARI, YUVAL NOAH, geb. 1976, Historiker

HARDEN, ARTHUR, 1864 - 1942, Biochemiker

HARDER, RICHARD, 1888 – 1973. Botaniker

HARDING, KARL LUDWIG, 1765 - 1834, Astronom

HARDOUIN-MANSART, JULES, 1648 - 1708

HARDTMUTH, CARL, 1804 - 1884, Unternehmer, Sohn von folgendem

HARDTMUTH, JOSEPH, 1758 - 1816, Erfinder, u. a. Bleistifte

HARGREAVES (HARGRAVES), JAMES, gestorben 1778

HARINGTON, CHARLES ROBERT, 1897 - 1972, Biochemiker

HARKINS, WILLIAM DRAPER, 1873 – 1951, Chemiker, Physiker

HARMS, INGEBORG, Journalistin

HAROLD II. 1022 - 1066, 1066 König von England

HAROLD BLAUZAHN/BLOTAND, etwa 910 - 987, 936 König von Dänemark, 970 auch von Norwegen

HAROLD HARDRAADA oder HAEDRADE, 1015 - 1066, König von Norwegen,

HARRIS, CARL DIETRICH, 1866 - 1923, Chemiker

HARRIS, GEOFFROY WINGFIELD, 1913 - 1971, Physiologe

HARRIS, JOHN, 1667? - 1719, Enzyklopädist

HARRISON, J. (= JOHN) HARTWELL, 1909 - 1984, Chirurg

HARRISON, ROSS GRANVILLE, 1870 - 1959, Biologe

HARTECK, PAUL KARL JOSEF MARIA, 1902 - 1985, Physikochemiker

HARTIG, GEORG LUDWIG, 1764 – 1837, Botaniker

HARTLEY, Sir WALTER NOEL, 1845 - 1913, Physiker

HARTLIEB, HANNS (auch: JOHANNES), um 1400 - 1468, Arzt, Dichter

HARTLINE, HAIDAN KEFFER, 1903 - 1983, Physiologe

HARTMANN VON AUE/OUWE, 1165 - 1210, Dichter

HARTMANN, DIETER, 1854 - 1952, Sandgrubenarbeiten und Fossil-Finder

HARTMANN, JOHANNES FRANZ, 1865 - 1936, Astronom

HARTMANN, MORITZ, 1821 - 1872, demokratischer Schriftsteller

HARTMANN, PAUL, 1851 – 1899, Chemie-Techniker

HARTSOEKER, NICOLAAS, 1656 - 1725, u. a. Mikroskopiker

HARUN as-RASCHID, 706? – 800, ab 756 Kalif

HARVEY, E. (EDMUND) NEWTON, 1887 - 1959, Physiologe

HARVEY, WILLIAM, 1578 - 1657, Mediziner, Physiologe

HASENBEIN, FRIEDRICH, 1841 - 1907, Unternehmer, Erkunder Erdöl

HASENÖHRL, FRITZ, 1874 - 1915, Physiker

HASKINS, CHARLES H. (= HOMER), 1870 - 1937, Historiker, Mediävist

HASSE, KARL EWALD, 1810 - 1902, Mediziner, Pathologe

HASSELQUIST, FRIEDRICH, 1722 - 1752, Botaniker

HASSENFRATZ, JEAN-HENRI, 1755 – 1827, Chemiker

HASSID

HASTINGS, WARREN, 1732 - 1818, Kolonialpolitiker

HATA, SAHACHIRO, 1873 - 1938, Mikrobiologe

HATCHETT, CHARLES, 1765 - 1847, Chemiker

HATSCHEK, LUDWIG, 1856 – 1914, Erfinder, Unternehmer

HATSCHEPSUT, 18. ägyptische Dynastie, Pharaonin

HATTUSILIS III., um 1275 – 1250 König der Hethiter

HAUKSBEE (HAWSKBEE), FRANCIS, etwa 1660 - um 1713

HAUPTMANN, GERHART, 1862 - 1946, Dichter

HAUSER, OTTO, 1874 - 1932, Paläohistoriker

HAUSHOFER, HEINZ, 1906 - 1988, u. a. Agrarhistoriker

HAUSHOFER, MAX Jr. 1840 - 1907. Schriftsteller

HAUSMANN, Mediziner

HAUSMANN, JOHANN FRIEDRICH LUDWIG, 1782 - 1859, Mineraloge

HAUßMANN, GEORGES EUGE´NE, 1809 - 1891, Stadtumgestalter

HAÜY, RENÉ-JUST, 1743 - 1822, Mineraloge

HAWKING, STEPHEN WILLIAM, geb. 1942, Physiker, Astrophysiker

HAYDN, Komponist

HAYFLICK, LEONARD, geb. 1928, Zellforscher

HAYNAU, JULIUS JACOB Freiherr VON, 1786 - 1853, Feldherr

HAYNE, FRIEDRICH GOTTLOB, 1763 - 1832, Botaniker

HAYWARD, NATHANIEL MANLEY, 1808 – 1865, Erfinder

HAZELIUS, ARTUR IMMANUEL, 1833 - 11901, Ethnograph. Museumsgründer

HEAD, JEREMIAH, 1835 - 1895, (Mechanik)-Ingenieur

HEATHER, PETER J., geb. 1960, Historiker

HEAVISIDE, OLIVER, 1850 – 1925, Physiker

HEBB, DONALD OLDING, 1904 - 1985, Psychologe

HEBRA, FERDINAND Ritter von, 1816 – 1880, Mediziner

HEBRON, CH. B.

HEDIN, SVEN

HEDLEY, WILLIAM, 1779 - 1848, früher Lokomotivenkonstrukteur

HEDWIG, Äbtissin im Damenstift Quedlinburg

HEDWIG, JOHANN, 1730 – 1799, Botaniker

HEER, OSWALD, 1809 - 1883, Botaniker, Paläontologe, Geologe

HEFNER-ALTENECK, FRIEDRICH von, 1845 - 1904, Ingenieur

HEGEL, WILHELM FRIEDRICH, 1770 - 1831, Philosoph

HEGETSCHWEILER, JOHANNES JACOB, 1789 - 1839, Botaniker, Mediziner

HEHN, VICTOR, 1813 - 1890, Kulturhistoriker

HEIDEGGER, MARTIN, 1889 - 1976, Philosoph

HEIDELBERGER, MICHAEL, 1888 - 1991, Biochemiker, Immunologe

HEIDENHAIN, RUDOLF, 1834 - 1897, Physiologe

HEIDER, KARL, 1856 – 1935, Zoologe

HEINE, HEINRICH, 1797 - 1856, Dichter

HEINKEL, ERNST, 1888 - 1958, Flugzeugkonstrukteur und - Unternehmer

HEINRICH I., um 876 - 936, 919 König des Ostfrankenreiches, 'deutscher' König'

HEINRICH II., 973 oder 978, 1002 König des Ostfränkischen Reiches, 1014 Kaiser

HEINRICH IV., 1050 - 1106, deutscher König, und Kaiser

HEINRICH V., 1186 - 1125, ab 1111 römisch-deutscher Kaiser

HEINRICH VI., 1105 - 1197, 1191 Kaiser

HEINRICH VII., Luxemburger, 1269 - 1313, 1308 deutscher König, 1312 Kaiser

HEINRICH VON BURGUND, Lehnsmann der Grafschaft Portucale

HEINRICH II. PLANTAGENET, 1133 - 1189, u. a. ab 1154 König von England

HEINRICH VII., König von England

HEINRICH XVI., 1386 - 1450, ab 1393 Herzog von Bayern-Landshut

HEINRICH II., 1519 - 1559, 1547 König von Frankreich

HEINRICH III., 1551 - 1589, 1574 König von Frankreich

HEINRICH IV., 1553 - 1610, zuerst König von Navarra, 1598 König von Frankreich

HEINRICH IV., König von Kastilien

HEINRICH BORWIN, gestorben 1226, seit 1178 Fürst von Mecklenburg

HEINRICH XIII., 1235 - 1290, 1253 Herzog von Bayern, 1255 Herzog von Niederbayern

HEINRICH DER SEEFAHRER, 1394 - 1460

HEINRICH, 1726 - 1802, Hohenzoller, Bruder FRIEDRICH des GROSSEN

HEINRICH VON ANTWERPEN, 13. Jh., bezweifelter Chronist

HEINRICH VON LETTLAND/HENRICUS DE LETTIS, gest.nach 1259, Chronist

HEINE, HEINRICH, 1797 - 1856.Dichter

HEINRICHER, EMIL JOHANN LAMBERT, 1856 – 1934, Botaniker

HEINROTH, OSKAR AUGUST, 1871 - 1945, Zoologe

HEISENBERG, WERNER, 1901 - 1976, Physiker

HEITLER, WALTER, 1904 - 1981, Physiker

HEITZ, EMIL, 1892 - 1965, Genetiker, Zytologe

HELENA, 248/250 n. Chr. - um 330, Mutter des Kaisier KONSTANTIN

HELIOGABAL/ELAGABAL, lange nach einem Tode dem römischen Kaiser MARIUS AURELIUS ANTONINUS gegebener Name, 204 - 222 n. Chr. 218 Kaiser

HELLRIEGEL, HERMANN, 1831 - 1895, Agrarwissenschaftler

HELMHOLTZ, HERMANN, 1821 - 1894, Physiker

HELMOLD von BOSAU, um 1120 - nach 1177, Geschichtsschreiber, Geistlicher

HELVETIUS, CLAUDE ADRIEN, 1715 - 1771, Philosoph

HEMMER, JOHANN JACOB, 1753 – 1790, Meteorologe, Physiker, Sprachforscher

HEMPRICH, FRIEDRICH WILHELM, 1796 - 1825, Zoologe

HENCH, PHILIPP SHOWALTER, 1896 - 1965, Mediziner

HENCKE, KARL LUDWIG, 1793 - 1866, Astronom

HEN(C)KEL, JOHANN FRIEDRICH, 1679 - 1744, Mineraloge, Chemiker

HENDERSON, GRAEME, Biochemiker

HENDERSON, LAWRENCE JOSEPH, 1878 - 1942, Biochemiker

HENDERSON, THOMAS, 1798 - 1844, Astronom

HENKE, KARL FRIEDRICH WILHELM, 1895 - 1956, Zoologe

HENKEL, FRIEDRICH (FRITZ) KARL, 1848 - 1930, Chemie-Unternehmer

HENKING, HERMANN PAUL AUGUST OTTO, 1858 - 1942, Zoologe

HENLE, JAKOB, 1809 - 1885, Mediziner

HENNEPIN, LOUIS, 1640 - 1701?, Reisender und Reiseschriftsteller

HENNINGER, Gebrüder, Unternehmer, um 1820

HENOCH, EDUARD HEINRICH, 1820 - 1910, Mediziner

HENRICUS ARISTIPPUS, gest. 1162

HENRY, JOSEPH, 1797 – 1878, Physiker

HENRY, WILLIAM, 1774 – 1836, Chemiker

HENSELEIT, KURT, Biochemiker

HENSEN, VICTOR, 1835 - 1924, Biologe, Meeresforscher

HENNIUS, ANDREAS, 21, Jh., Archäologe

HERAKLEIOS, byzantinischer Kaiser

HERAKLIT

HE´RAULT, PAUL LOUIS TOUSSAINT, 1863 – 1914, Metallurg

HERBERT, WILLIAM, 1778 – 1847, Botaniker

HERBST, CURT, 1866 - 1946, Zoologe

HERDER, JOHANN GOTTFRIED, 1744 - 1803, Schriftsteller

HERDER, SIEGMUND AUGUST WOLFGANG VON, 1776 - 1838, Sohn von vor., hoher Bergbeamter

HERESBACH, KONRAD, 1496 - 1576, Humanist, schrieb zur Landwirtschaft

HERGLOTZ, G.

HERKOMER, HUBERT von, 1849 - 1914, Maler, Autopionier

HERMANN, CARL (KARL) SAMUEL LEBERECHT, 1765 - 1846, Chemiker

HERMANN, JACOB s. ARMINIUS, J.

HERMANN, LUDIMIR, 1838 – 1914, Physiologe

HERMBSTAEDT, SIGISMUND FRIEDRICH, 1760 - 1833, technischer Chemiker

HERMINFRID, 485 - 533, König der Thüringer

HERNANDEZ, FRANCISCO, 1517 - 1578, Chronist Amerika

HERO(N) von ALEXANDRIA

HERODES, König der Juden

HERODOT

HERON von ALEXANDRIA, 1. Jh. n. Chr., Ingenieur, Mechaniker

HEROPHILUS, 4. Jh. v. Chr.

HEROSTRAT(OS), verbrannte 356 v. Chr. den Artemistempel in Ephesos

HÉROULT, PAUL LOUIS TOUISSANT, 1863 - 1914, Chemiker, Metallurg

HERRAD von LANDSPERG

HERRERO/HERRERA, GABRIEL ALONSO DE, 1470 - 1539, Landwirtschaftsschriftsteller

HERRICK, RICHARD

HERRICK, RONALD

HERRMANN, FELIX

HERSCHEL. ALEXANDER, Bruder der folgenden

HERSCHEL, CAROLINE, 1750 - 1849, Astronomin, Schwester des WILHELM H.

HERSCHEL, JOHN, 1792 - 1871, Naturforscher, u. a. Astronom, Sohn von folgendem

HERSCHEL, WILLIAM (FRIEDRICH WILHELM), 1738 - 1822, Astronom

HERSHEY, ALFRED DAY, 1908 - Genetiker, Virologe

HERTER, KONRAD, 1891 - 1980, Zoologe

HERTZSPRUNG, EJNAR, 1873 . 1967, Astronom

HERTWIG, OSKAR, 1849 - 1922, Biologe

HERTWIG, PAULA, 1889 - 1893, Biologin

HERTWIG, RICHARD, 1850 - 1937, Biologe

HERTZ, GUSTAV, 1887 - 1975, Physiker

HERTZ, HEINRICH, 1857 - 1894, Physiker

HERZ, RICHARD, 1867 - 1936, Farbstoffchemiker

HERZEN, ALEXANDER IWANOWITSCH, 1812 1870, politischer Autor

HEß, ALFRED F., 1875 - , Mediziner (Vitamin D)

HESESANDROS, 2. Jh. v. Chr., antiker General

HESIOD(OS), um 700 v. Chr., altgriechischer Schriftsteller

HESS, VICTOR FRANZ, 1883 - 1964, Physiker

HESS, WALTER RUDOLF, 1881 - 1973, Physiologe

HESSE, ANGELINA, geb. EILSHEMIUS, 1846 - 1934, Arztfrau

HESSE, OSWALD, 1835 - 1917, Chemiker

HESSE-WARTEGG, ERNST von, 1854 - 1918, Reiseschriftsteller

HESSEL, Chemiker

HEßBERGER, JOHANNES, (Elektrotechniker), Chemiker

HEUBEL, EMIL, 1838 - , Mediziner

HEUBNER, J. OTTO L., 1843 - 1926, Mediziner

HEUMANN, KARL, 1850 - 1894, Chemiker

HEUSLER, FRITZ, 1866 – 1947, Chemiker, Metallurg

HEUSS (HEUß), ALFRED, 1909 - 1995, Alterumshistoriker

HEVELIUS, ELISABETH(A) CATHERINA geb. KOOPMANN, 1647 - 1693, 1663 zweite Gattin des J. HEVELIUS, Astronomin.

HEVELIUS, JOHANNES, 1611 - 1687, Bürgermeister, Bierbrauer, Astronom

HEVESY, GEORG (GYÖRGY) K. von, 1885 - 1966, Chemiker

HEWISH, ANTONY, geb. 1924, Astronom

HEWSON, WILLIAM, 1739 – 1774, Anatom, Chirurg

HEYDEN, FRIEDRICH, 1838 – 1926, Chemie-Unternehmer

HEYMANN, BERNHARD, 1861 - 1933, (Indstrie-)Chemiker

HEYNE, BENJAMIN, 1770 - 1819, Missionar, Botaniker

HEYNE, Philosoph, Historiker

HEYNITZ (HEINITZ), FRIEDRICH ANTON von, 1725 – 1802, Minister, Oberberghauptmann

HILDGO Y COSTILLA, MIGUEL, 1763 1811, Priester, Aufstandsführer

HIERON II., 269 - 215 v. Chr. Tyrann von Syrakus

HIERONYMUS, SOPHRONIUS EUSEBIUS, 347 n. Chr, - 420, Kirchenvater, Bibelübersetzung ins Lateinische

HIERONYMUS, 15. Jh., Ketzer

HILDEBRANDT, GEORG FRIEDRICH, 1764 - 1816, Chemiker

HILL, CROFT

HILL, JOHN, 1714 – 1773, Apotheker, Mikroskopiker

HILTNER, LORENZ, 1862 - 1923, Botaniker

HILTON, JOHN, 1805 - 1878, Anatom

HIMMLER, HEINRICH, 1900 - 1945, Naziführer

HIND, JOHN RUSSELL, 1823 - 1895, Astronom

HINSBERG, O., Chemiker, Pharmakologe

HINSHELWOOD, Sir CYRIL NORMAN, 1897 – 1967, Chemiker

HIPPARCH(OS) von NICÄA, 2. Jh. v. Chr. , u. a. Astronom

HIPPOKRATES von Kos

HIRN, GUSTAV-ADOLF, 1815 - 1890, Physiker

HIRSCH, AUGUST; eigenlich: HIRSCH, ARON SIMON, 1819 - 1894, Mediziner

HIRSZFELD, LUDWIK, 1884 - 1954, Mikrobiologe, Immunologe

HIS, WILHELM, 1831 - 1904, Anatom

HISINGER, WILHELM, 1766 - 1852, Mediziner

HITCHINGS, GEORGE H. (= HERBERT), 1905 - 1998. pharmakol. Biohemiker

HITSCHMANN, FRITZ, 1870 - 1926, Mediziner, Gynäkologe

HITTORF, JOHANN WILHELM, 1824 - 1914, Chemiker, Physiker

HITZIG, JULIUS, 1838 - 1907, Gehirnforscher

HJELM, PETER JAKOB, 1746 – 1813, Mineraloge, Chemiker

HJORT, SÖREN, 1801 – 1870, Ingenieur (Elektrizität)

HJORTER, Physiker

HLASIWETZ, HEINRICH, 1825 – 1875, Chemiker

HO YAO BANG, chinesischer Politiker

HOAGLAND, MAHON BUSH, 1921 - 2009, Biologe

HOARE, Mediziner

HOBBES, THOMAS, 1588 – 1679, Philosoph, Historiker

HOBRECHT, JAMES FRIEDRICH LUDOLF, 1825 -1902, Stadtplamer

HOCHE, ALFRED ERICH, 1865 - 1943, Psychiater, Mediziner

HOCHWÄLDER, FRITZ, 1911 - 1986, Dramatiker

HODDER, IAN, geb. 1948, Archäologe

HODGKIN, ALLAN LLOYD, 1914 - Physiologe

HODGKIN, DOROTHY CROWFOOT, 1910 - 1994, Biochemikerin, Kristallographin

HOFER, ANDREAS, 1767 - 1810, Tiroler Partisanenführer, Politiker

HÖFER, HANS, Edler von Heimhalt, 1843 - 1924

HOFF, KARL ERNST ADOLF von, 1771 - 1837, Geologe

HOFFMANN, ERICH, 1868 - 1959, Mediziner / Dermatologe (Syphilis)

HOFFMANN, FELIX, 1868 - 1946, (Industrie)-Chemiker (Aspirin)

HOFFMANN, FRIEDRICH, 1660 - 1742, Mediziner

HOFFMANN, GOTTFRIED AUGUST, 18. Jh., Chemiker

HOFFMANN, HERMANN 1819 – 1891, Botaniker

HOFFMANN-OSTENHOF, OTTO, geb. 1914, Chemiker

HOFFMANN VON FALLERSLEBEN, AUGUST HEINRICH, 1798 - 1874

HOFMANN; ALBERT, 1908 - 1008, Pharmazie-Chemiker

HOFMANN, AUGUST WILHELM (von), 1818 - 1892, Chemiker

HOFMANN, CASPAR, 1572 - 1648, Mediziner

HOFMANN, FRIEDRICH (FRITZ), 1866 – 1956, Chemiker (Kautschuk)

HOFMANN, MORIZ, 1622 – 1698, Mediziner

HOFMEISTER, FRANZ, 1850 – 1922, Biochemiker

HOFMEISTER, FRIEDRICH, 1782 – 1864, Musikalienverleger

HOFMEISTER, WILHELM FRIEDRICH BENEDIKT, 1824 – 1877, Botaniker

HOGBEM, LANCELOT, 1895 – 1975, Biologe

HÖGBOM, ARVID GUSTAF, 1857 - 1940, Mineraloge, Geologe (Kohlendioxid)

HOHBERG, WOLFGANG HELMHARD, Freiherr von, 1612 - 1688

HOHENWANG, LUDWIG, 15. Jh., Buchdruck

HOLBACH, PAUL THIRY DIETRICH, 1723 – 1789, Philosoph

HOLCROFT, THOMAS, 1745 1809, englischer Schriftsteller, Übersetzer

HÖLDERLIN, FRIEDRICH, 1770 - 1843, Dichter

HOLL, ELIAS, 1573 - 1646, Architekt

HOLL, FRIEDRICH, Apotheker

HOLLAND, TOM, Historiker

HOLLEY, ALEXANDER LYMAN, 1832 – 1882, Ingenieur, Metallurg

HOLLEY, ROBERT WILLIAM, geb. 1922, Molekularbiologe

HOLMES, ARTHUR, 1890 – 1965, Geologe

HOLMES, ERIC LEIGHTON, 20. Jh., Chemiker

HOLST, Biochemie

HOLST, ERICH VON, 1908 - 1962, Zoologe

HOLTFRETER, JOHANNES, 1901- 1992, Zoologe, Embryologe

HOLTZHAUSEN, AUGUST FRIEDRICH WILHELM, 1768 - 1827, Dampmaschinenbau

HOLWARDA, JOHANN PHOCOCYCLIDES, 1618 - 1651, Astronom

HOMBERG

HOMER, altgriechischer Poet und wohl Rhapsode

HONDIUS, JODOCUS; eigentlich: JOOST DE HONDT, 1563 - 1612, Kartograph

HONGWU, 1328 - 1398, 1368 Kaiser von China, Gründer dem Ming-Dynastie

HONORIUS, FlAVUS ..., 384 - 423 n. Chr., ab 395 weströmischer Kaiser

HONSELL, MAX, 1843 - 1910, Wasserbau-Ingenieur

HONORIUS III., um 1148 - 1227, ab 1216 Papst

HONSIUS, STANISLAW, 1514 - 1579, Gegenreformator in Polen, Bischof u. a.

HONTERUS, JOHANNES, um 1498 - 1549, Humanist, Reformator Siebenbürgens

HOOKE, ROBERT, 1635 - 1703, Naturforscher

HOORN = PHILIPP DE MONTMORENCY, Graf von H., zwischen 1518 und 1528 - 1568, Admiral, Politiker.

HOPE, THOMAS CHARLES, 1766 - 1844, Chemiker

HOPKINS, FREDERICK GOWLAND, 1861 - 1947, Biochemiker

HOPKINS, WILLIAM, 1793 - 1866, Mathematiker, Geologe

HOPPE, DAVID HEINRICH, 1760 - 1846, Apotheker, Botaniker

HOPPE, M. , 20. Jh., Biochemiker

HOPPE, RUDOLF, 1922 - 2014, Chemiker

HOPPE-SEYLER, ERNST FELIX IMMANUEL, 1825 - 1895, Chemiker, physiologische Chemie

HORAZ, römischer Dichter

HORCH, AUGUST, 1868 - 1951, Automobilbauer

HORMIZD IV., geb. wann? - 590, ab 579 Großkönig von Persien

HORNE, JOHANNES van, 1621 - 1670, Anatom

HOERNES, MORI(T)Z, 1852 - 1917, Prähistoriker, Paläontologe

HORNSCHUCH, CHRISTIAN FRIEDRICH, 1793 – 1850, Botaniker

HORNYKIEWICZ, OLEH

HORVITZ / HOROWITZ, HOWARD ROBERT, geb. 1947, Biochemiker

HOUSSAY, BERNARDO ALBERT, 1887 - 1971, Biochemiker

HOUSTON, SAM, 1793 - 1863, USA-Politiker

HOUTERMANS, FRIEDRICH GEORG/"FRITZ", 1903 - 1966, Physiker

HOVEN, FRIEDRICH WILHELM VON,

HOWARD, EDWARD CHARLES, 1774 – 1816

HOWARD, HENRY ELIOT, 1873 – 1940, Ornithologe

HOWARD, KATRIN/KATHERINE, zwischen 1521 und 1525 - 1542, 4. Gattin von HEINRICH VIII.

HOWARD, LUKE, 1772 – 1864, u. a. Meteorologe

HOWARD, MARY, geborene, Ehefrau von ERASMUS DARWIN

HOWELL, WILLIAM HENRY, 1860 – 1945, Physiologe

HOYLE, Sir FRED, 1915 – 2001, Astronom

HUBBLE, EDWIN POWELL, 1889 - 1953, Astronom

HUBEL, DAVID, Neurologe

HUBER, CARL, Chemiker

HUBRECHT, ISAAK, 1544 - 1620, Uhrmacher, für Großuhren

HÜCKEL, ERICH, 1896 - 1980, Chemiker

HUDSON, CHARLES THOMAS, 1828 – 1903, Zoologe

HUDSON, HENRY, gest. 1611, Seefahrer

HUGGINS, CHARLES BRENTON, 1901 - 1997, Mediziner

HUGGINS, WILLIAM, 1824 - 1910, Astronom

HUGHES, DAVID EDWARD, 1831 - 1900, Erfinder

HUGHES, JOHN, Biockemiker

HUGO CAPET, 940 oder 941 - 996, seit 987 König von Frankreich

HUGO, VICTOR, 1802 - 1885, Dichter

HUIZINGA, JOHAN, 1872 - 1945, Historiker

HULDSCHINSKY, K., um 1919 Rachitisforschung, Mediziner

HÜLEGÜ, (Teil-) Khan der Mongolen

HULL

HÜLSMEYER, CHRISTIAN, 1881 - 1957, Erfinder

HUMANN, CARL, 1839 - 1896, Ingenieur, Archäologe

HUMAYUN, 1508 - 1556, 1550 - 1540 und 1555/1556 Mogul-Kaiser

HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1769 – 1859, Naturforscher

HUMBOLDT, WILHELM von, 1767 – 1835, hoher Staatsdiener, Sprachforscher

HUME, DAVID, 1711 - 1776, Historiker, Philosoph

HUME-ROTHERY, WILLIAM, 1899 - 1968, Metallurg

HUMPIS, Handelsfamilie in Ravensburg, Hochmitelalter

HUNAEUS, GEORG, 1802 – 1882, Geodät, Bergbau-Geologe

HUNAIN IBN ISHAQ, 808 – 873, im Lateinischen genannt "JOHANNITIUS"

HUNG HSIU-CH'UAN, 1814 - 1864, Führer Taiping-Aufstand

HUNKE, SIGRID, 1913 - 1999, Orientalistin

HUNTER, JOHN, 1728 - 1793, Anatom

HUNTSMAN, BENJAMIN, 1704 - 1776, Metallurg

HUSCHKE, EMIL, 1797 - 1858, Anatom, Physiologe

HUSKIN, CHARLES HOMER, 1871 - 1937, Historiker für das Mittelalter

HÜSSENER, ALBERT, 1837 – 1902

HUTCHINSON, JOANTHAN, 1828 - 1913, Mediziner

HUTH, GEORG LEONHART, Übersetzer

HUTTEN, ULRICH von, 1488 - 1523, Humanist

HUTTON, JAMES, 1726 – 1797, Geologe

HUXLEY, ALDOUS, 1894 – 1963, Schriftsteller

HUXLEY, ANDREW FIELDING, 1917 - 2012, Physiologe

HUXLEY, JULIAN SORELL, 1887 - 1975, Biologe

HUXLEY, THOMAS HENRY, 1825 – 1895, Naturforscher, Biologe

HUYGENS, CHRISTIAN, 1629 - 1695, Naturforscher

HYATT, JOHN WESLEY, 1837 – 1920, Erfinder

HYPATIA, 370 ? - 415 n. Chr., Mathematikerin, Philosophin

HYRTL, JOSEPH, 1810 - 1894, Anatom

IBN AL-' AWWAM, 2. Hälfte 12. Jahrhundert, Landwirtschaftsschriftsteller

IBN AL BAITAR, ALBEITAR, gestorben 1248, Pharmakognost, Botaniker

IBN AL-NADIM

IBN AN-NAFIS, gestorben 1288, Mediziner

IBN BATTUTA, 1304 - 1377, arabischer Reisender und Geograph

IBN HALDUN, 1332 – 1406, Geschichtsphilosoph

IBN SINA = AVICENNA

IBN WAHSHIVAH, um 900, Landwirtschaftsschrifteller

IBSEN, HENRIK JOHAN, 1828 - 1906, Dichter, Dramendichter

IDRISI = s. AL IDRISI

IFFLAND, Theaterintendant

IGNATIEV, NIKOLAI PAWLOWITCH, 1832 - 1908, Diplomat

ARAMONT, GABRIEL D'

IMBERT, GEORG, 1884 - 1950, Ingenieur

IMHAUSEN, ARTHUR, 1885 – 1951, Chemiker

IMHOTEP

IMMENDORF, HEINRICH, 1860 - , Agrarwissenschaftler

IMMERWAHR, CLARA, verheiratet mit F. HABER, 1870 - 1915, Chemikerin

IMMO, Feudaler der Ottonen-Zeit

INGENHOUSZ, JAN, 1730 - 1799, Botaniker, Mediziner

INGOLD, C. K.

INGOLFUR ANARASON, Isländer

INGRAM, VERNON MARTIN, geb. 1924, Biochemiker

INNOZENZ IV., um 1195 - 1254, ab 1243 Papst

INNOZENZ XI., 1611 - 1689, seit 1676 Papst

INNOZENZ XII., 1615 - 1700, seit 1691 Papst

INTZE, OTTO, 1843 - 1904, Ingenieur, bes. Wasserbauten

IPATIEW/IPATIEFF, VLADIMIR NIKOLAEVICH, 1867 – 1952, Chemiker

IRALA, DOMINGOS MARTINEZ DE

IRENAEUS von Lyon, um 135 - um 200, Kirchenvater

IRENE, 752 - 803, 702 - 802, byzantinische Kaiserin

IRVING, WASHINGTON, 1783 - 1859, US-amerikanischer Schriftsteller

ISAACS, A.

ISABELLA CLARA EUGENIA, 1566 - 1633, Infantin von Spanien

ISELIN, ISAAK, 1728 - 1782, Historiker, Geschichtsphilosoph

ISIDOR von MILET, Mathematiker, Architekt

ISIDOR der Jüngere, Neffe des vorigen

ISIDOR von SEVILLA

ISMAIL, 1830 - 1895, 1863 - 1879 Khedive von Ägypten

ISOKRATES, 436 - 338 v. Chr.

ITANO

ITZENPLITZ, AUGUST FRIEDRICH VON, 1693 - 1759, General, Grundbesitzer

ITZENPLITZ, Agrarier

IVEAGH, Lord

IWAN KALITA, 1288 - 1341, russischer Großfürst

IWAN IV., der SCHRECKLICHE, 1530 - 1584, Zar ab 1534

IWANKO, spätes 12. Jh., bulgarischer Bojar, kurz Zar, dauernder Seitenwechsler

IWANOW (IVANOV), ILJA IWANOWITCH, 1870 – 1932, Säugetier-Embryologe

IWANOWSKI (IVANOVSKY), DMITRI IOSIFOVICH, 1864 – 1920, Mikrobiologe

JABIR (DSCHABIR) IBN HAYYAN, etwa 721 - etwa 815, Alchemist

JABLOTSCHKOW, PAWEL NIKOLAJEWITSCH, 1847 - 1894, Elektroingenieur

JACHO, KARL

JACKSON, ANDREW, 1767 - 1845, 1829 - 1837 7. Präsident der USA

JACOB VON HOCHSTRATEN, Theologe, 15. / 16. Jh.

JACOB, FRANÇOIS, 1920 - , Biologe

JACOB, NICOL, 16. Jh., Bienen-Schriftsteller

JACOBI, MORITZ HERMANN VON, 1801 – 1874, Physiker, Konstrukteur

JACOBI, STEPHAN LUDWIG, 1711 - 1784, Landwirt, auch Fischwirt

JACOBSON, LUDWIG LEVIN, 1783 – 1842, Arzt, Zoologe

JACQUARD, JOSEPH-MARIE, 1752 - 1834, Erfinder

JACQUES DE VENISE, mittelalterlicher Übersetzer

JACQUIN, NIKOLAUS JOSEF, 1727 - 1779, Naturwissenschaftler, Botaniker

JADWIGA/HEDWIG von ANJOU, 1373 - 1399, 1384 'König'in von Polen, seit 1386 Gemahlin des WLADISLAW JAGIELLO

JAFFÉ, MAX, 1841 – 1911

JÄGER, GEORG FRIEDRICH, 1785 – 1867, Arzt, Paläontologe, Botaniker

JAGIELLO, WLADISLAW, vor 1362 - 1434 Großfürst von Litauen, dann auch König von Polen

JAKOB/JAMES II., König von England

JAKOB, ALFONS, Mediziner

JAMBLICHUS, neu-platonischer Philosoph

JAMES, Chemiker

JAMES, CHARLES, 1880 - 1928, Chemiker

JAMES, WILLIAM, 1842 - 1910, Philosoph

JAMESON, ROBERT, 1774 - 1854, Mineraloge

JAN III. SOBIESKI, 1629 - 1696, ab 1674 König von Polen/Großürst von Litauen

JANOS HUNYADI

JANSEN, B. C. P.

JANSEN, CORNELIUS, 1586 - 1638, Theologe, Bischof von Ypern

JANSKY, KARL GUTHE, 1905 - 1960, Physiker, Radioingenieur

JANSSEN, Abfang 20.Jh.,Zellforscher

JANSSONIUS der Ältere, JOHANNES, 1588 - 1664

JAROMER I., vor 1141 - vor 1218, Slawenfürst auf Rügen

JAROPOLK I. um 952 - 980, ab 972 Großfürst der Kiewer Rus

JAROSLAW der WEISE, 979/986 - 1054, ab 1019 Großfürst der Kiewer Rus

JASPERS, KARL, 1883 - 1969, Philosoph

JEAN DE MEUN (MEUNG), um 1240 - um 1306, , Autor

JEANNE D'ARC, 1456 -

JEFFERSON, THOMAS, 1743 - 1826, 1801 - 1809 3. Präsident der USA

JELLACIC, JOSEPH VON BUZIM; 1801 - 1859, Ban der Kroaten, Feldherr

JENKIN, FLEEMING, 1824 - 1885, Elektro-Ingenieur

JENNER, EDWARD, 1749 - 1823, Arzt

JENNINGS, HERBERT SPENCER, 1868 – 1947, Biologe

JENS, WALTER, 1923 - 2013, Rhetorikprofessor

JERNE, NIELS K., geb. 1911, Immunologe

JESAJA

JEVONS, WILLIAM STANLEY, 1835 – 1882, Wissenschaftsphilosoph, Ökonom

JIMENEZ: s. XIMENEZ

JOACHIM II., 1505 - 1574, seit 1535 Kurfürst von Brandenburg

JOACHIM FRIEDRICH, 1546 - 1608, ab 1598 Kurfürst von Brandenburg

JOACHIM VON FIORE, um 1130/1135 - 1202, Chiliast

JOBST, FRIEDRICH, 1786 – 1859, Chemie-Unternehmer

JOBST, JULIUS v., 1839 – 1920, Chemie-Unternehmer

JOBST, KARL, 1816 – 1896, Chemie-Unternehmer

JOHANNES, Evangelist

JOHANN(ES) XXII., 1245 oder 1248 - 1334, 1316 Papst, in Avignon

JOHANN von CUBE

JOHANN der GUTE, König von Frankreich

JOHANN 'OHNELAND', 1186 - 1216, ab 1199 König von England

JOHANN I., König von Portugal

JOHANN/JOAO II., 1455 -1495, 1481 13. König von Portugal

JOHANN/JOAO III., 1502 - 1567, 1521 15. König von Portugal

JOHANN/JOAO V., 1689 - 1750, ab 1706 König von Portugal

JOHANN I., 1455 - 1513, ab 1481 König von Dänemark, Norwegen, Schweden

JOHANN I., Markgraf von Brandeburg

JOHANN ALBRECHT, Herzog von Mecklenburg, 1515 - 1576, Regent seit 1547

JOHANN ALBRECHT II. von Mecklenburg-Güstrow

JOHANN CASIMIR, 1543 - 1592, 1583 Kurfürst von der Pfalz

JOHANN FRIEDRICH der GROßMÜTIGE

JOHANN FRIEDRICH, Kurfürst von Brandenburg

JOHANN GEORG I., 1585 - 1656, ab 1611 Kurfürst von Sachsen

JOHANN GEORG II, 1613 - 1680, Kurfürst von Sachsen

JOHANN WILHELM II., 1658 - 1716, Herzog von Jülich-Berg, ab 1690 Kurfürst von der Pfalz

JOHANN VII. VON SCHÖNENBERG, 1581 - 1599 Erzbischof von Trier

JOHANN GOTTFRIED I, VON ASCHHAUSEN, 1575 - 1622, Fürstbischof Würzburg, Bamberg

JOHANN GEORG II. FUCHS VON DORNHEIM, 1586 - 1633, Fürstbischof Bamberg

JOHANN PHILIPP VON SCHÖNBORN, 1605 - 1673, Fürstbischof Würzburg, Erzbischof von Mainz

JOHANN MILICZ von Kremsier = JAN MILIC z Kromerize

JOHANNA VON ORLEANS, s. JEANNE

JOHANNA die Wahnsinnige, 1479 - 1555, internierte spanische Thronerbin

JOHANNES DE SACRO BOSCO

JOHANNES VIII, PALAILOGOS, 1392 - 1448, seit 1425 byzantinischer Kaiser

JOHANNES I. TSIMISKES, gest. 976, ab 967 byzantinischer Kaiser

JOHANNSEN, WILHELM, 1857 - 2027, Botaniker, Genetiker

JOHANNITIUS = HUNAIN IBN ISHAQ

JOHN SCOTUS, ... ERIUGENA, 9. Jh., Philosoph

JOHNSON, J. C., 1811 – 1911

JOHNSTON, HERRICK LEE, 1898 - 1965, Physiker

JOLLIET, LOUIS, 1645 - 1700, Reisender

JOLIOT, FRÉDÉRIC, 1900 - 1958, Physiker

JOLIOT, IRÈNE, geb. CURIE, Physikerin

JOLY, JOHN, 1857 - 1933, Geologe, Physiker

JONAS, HANS, 1903 - 1993, Philosoph

JONES, BENCE, Chemiker

JONES, DONALD FORSHA, 1890 - 1963, Genetiker

JONES, LEWIS RALPH, 1864 – 1945, Phytopathologe

JONES, WILLIAM, u. a. Linguist

JORDAN, (CLAUDE THOMAS) ALEXIS, 1814 – 1897, Botaniker

JORDAN, HERMAN JACQUES, 1877 - 1943, Zoophysiologe

JORDAN, PASCUAL, 1902 - 1980, Physiker

JORDANES, byzantinischer Historiker

JOSEPH/JOSES I., 1714 - 1777, ab 1750 König von Portugal

JOSEPH II., 1741 - 1790, ab 1765 Kaiser mit MARIA THERESIA, ab 1780 Alleinkaiser

JOSEPHSON

JOSEPHUS, 1. Jh. n. Chr., jüdisch-antiker Geschichtsschreiber

JOULE, JAMES, 1818 - 1899, Physiker

JOVELLANOS, GASPAR MELCHOR DE, 1744 - 1811, spanischer Staatsmann, Dichter

JOVINIAN(US), gest. um 405 n. Chr., Mönch, Häretiker

JUAN, 1478 - 1497, Erbe von Kastilien

JUAN DE AUSTRIA, 1547 - 1578, Feldherr, illegitimer Sohn des KARL V.

JUAREZ, BENITO, Präsident von Mexico

JUEL, HANS OSCAR, 1863 – 1931, Botaniker

JUGURTHA, etwa 160 v. Chr.,- 109 v. Chr.

IULIUS (JULIUS) OBSEQUENS, vermutlich spätes 4. Jh., Schriftsteller

JULIAN(US), genannt APOSTATA, 361 – 363, römischer Kaiser

JULIUS II. , 1443 - 1513, ab 1503 Papst

JULIUS, 1528 - 1589, ab 1568 Herzog von BRAUNSCHWEIG

JULIUS, Biologe

JUNG, CARL GUSTAV, 1875 – 1961, Psychologe

JÜNGER, ERNST, 1895 - 1998, Dichter

JUNGIUS, JOACHIM, 1587 - 1657, Naturphilosoph, Chemiker

JUNKERS, HUGO, 1859 - 1935, (Fluzeugbau-)Techniker

JUSSIEU, ANTOINE LAURENT DE, 1748 - 1836, Botaniker

JUSSIEU, BERNARD DE, 1699 - 1776, Botaniker

JUSTI, JOHANN HEINRICH GOTTLOB, 1720 – 1771, Kameralist, Aufklärer

JUSTINIAN I., etwa 482 - 565, seit 527 (ost-)römischer Kaiser

KAERST, JULIUS, 1857 - 1930, Historiker

KAFKA, PETER, 1933 - 2000, Physiker, Soziologe

KALLIMACHOS, etwa 305 v. Chr. - etwa 240 v. Chr., Gelehrter

KALLISTHENES, um 370 – 327 v. Chr., Geschichtsschreiber

KALLINIKOS von HELIOPOLS, 7, Jh., Architekt, Erfinder/griechisches Feuer

KALM, PEHR (PETER), 1716 - 1779, Botaniker, Naturforscher

KALOJAN ASSEN, um 1170 - 1207, ab 1197 bulgarischer Zar

KAMBYSES, König der Perser

KAMEN, MARTIN, 1913 - 2002, Chemiker

KAMIENSKY, FRANZ, 1851 - 1912, Botaniker

KAMMERER, JAKOB FRIEDRICH, 1796 - 1857, Chemiker

KAMMERER, OTTO, 1865 – 1951, Techniker

KAMMERER, PAUL, Biologe

KAMMERLINGH-ONNES, 1853 – 1926, Physiker

KAMMERMEISTER, HARTUNG, gest. 1407, Erfurter Bürgermeister und Geschichtssschreiber

KANDEL, DAVID, 16. Jahrhundert, Holzschneider

KANDEL, ERIC

KANT, IMMANUEL, 1724 – 1804, Philosoph

KANTOROWICZ, ERNST HARTWIG, 1895 - 1963, Historiker

KAPLAN, VIKTOR, 1876 - 1934, Ingenieur

KARAMSIN, NIKOLAI MICHAILOWITSCH, 1766 - 1826, Reisender, Schriftsteller, Historiker

KARA MUSTAFA PASCHA, 1634/35 - 1683, türkischer Großwesir

KARL MARTELL zwischen 688 und 691 - 741, Hausmeier, Feldherr

KARL der GROSSE, Kaiser

KARL der KAHLE, 823 - 877, 843 westfränkischer König, 875 Kaiser

KARL der EINFÄLTIGE, 879 - 929, ab 893/898 König des Westfränkischen Reiches

KARL IV., 1316 - 1378, 1355 Kaiser

KARL V., Kaiser

KARL VI., Kaiser

KARL VON ANJOU, 1227 - 1285, Herrscher auf Sizilien und über Neapel

KARL DER KÜHNE, 1433 - 1477, Herzog von Burgund und Luxemburg

KARL V., 1338 - 1380, ab 1364 König von Frankreich

KARL VI., 1368 - 1422, ab 1380 König von Frankreich

KARL VII,, 1403 - 1461, 1422 König von Frankreich, 1429 gekrönt

KARL VIII. 1470 - 1498, ab 1483 König von Frankreich

KARL IX,, 1550 - 1574, 1560 (10-jährig) König von Frankreich

KARL/CHARLES I., König von England und Schottland

KARL/CHARLES II., 1630 - 1685, mit Thronbesteigung 1660 König von England, Schottland und Irland

KARL IX., 1550 - 1611, Reichsverweser, 1599 - 1604 König von Schweden

KARL X GUSTAV, 1622 - 1660, ab 1654 König von Schweden

KARL XI, 1655 - 1697, ab 1660 König von Schweden

KARL XII., 1682 – 1718, seit 1797 König von Schweden

KARL, König beider Sizilien, Neapel

KARL II., König von Spanien

KARL/CARLO(S) III., 1716 - 1788, König von Sizilien, Neapel/Sizilien, 1759 als KARL III. auch von Spanien

KARL, 1654 - 1739, Landgraf von Hessen-Cassel

KARL ALBRECHT, 1697 - 1745, Kurfürst von Bayern, 1742 deutscher Kaiser

KARL AUGUST, 1757 – 1828, Großherzog von Sachsen-Weimar-Eisenach

KARL EUGEN, 1728 – 1793, Herzog von Württemberg, seit 1737

KARL FRIEDRICH, 1728 - 1811, 1806 1. Großherzog von Baden

KARL III. PHILIPP, 1661 - 1742, 1716 Kurfürst von der Pfalz

KARL THEODOR, 1724 - 1799, Kurfürst Pfalz und 1777 Herzog von Bayern

KARL III. WILHELM, 1679 - 1738, Markgraf von Baden-Durlach

KARL X., 1757 - 1836, 1824 - 1830 König von Frankreich

KARL ALBERT, 1798 - 1849, 1831 - 1848 König von Sardinien-Piemont

KARLSON, PETER, 1918 - 2001, Biologe

KARLSTADT

KARRER, PAUL, 1889 – 1971, Biochemiker

KARSTRÖM

KARTULIS, STEPHANOS, Mikrobiologe

KASERER, HERMANN IGNAZ PHILIPP JOSEPH, 1877 – 1955, Agrarwissenschaftler

KASIMIR III., = KAZIMIERZ III Wielki, 1310 - 1370, ab 1333 König von Polen

KAST, A., Chemiker, Pharmakologe

KASTRIOTA, GEORG von KRUJA, s. SKANDERBEG

KATHARINA von MEDICI, 1519 - 1589, Gemahling des Königs HEINRICH II. von Frankreich und dann Vormund ihrer Söhne

KATHARINA VON ARAGON, 1485 - 1536, ab 1509 1. Ehefrau von HEINRICH VIII.

KATHARINA II., 1729 - 1796, ab 1762 russische Zarin

KATZ, BERNARD Sir, 1911 - 2003, Physiologe

KAUFFMANN, HUGO JOSEF, 1870 - 1958, Chemiker

KAUFMANN, KONSTANTIN PETROVITCH, 1818 - 1882, russ. General

KAUFMANN, S., Biochemiker

KAUSE, C. F., Agrarschriftsteller

KAUTNY, THEODOR, 1869 – 1928, Chemiker

KAY, JOHN, geboren 1704

KAYSER, HEINRICH, 1853 – 1940, Physiker

KEFERSTEIN, CHRISTIAN, 1784 - 1866, Mineraloge, Sohn des folg.

KEFERSTEIN, GABRIEL WILHELM, 1755 - 1816, Beamter Halle

KEHRER, FERDINAND, Physiologe

KEILHACK, KONRAD, 1858 - 1944, Geologe, Glazial -

KEILL, JOHN, 1671 - 1721

KEIR, JAMES, 1735 - 1820, Chemiker

KEITH, GEORGE, wohl 1693 - 1778, seit 1754 Gouverneur im preußischen Neuchatel

KEKULÉ, AUGUST, 1829 - 1896, Chemiker

KELLER, FERDINAND, 1800 - 1881, Archäologe, Phahlbautheorie

KELLER, FRIEDRICH, 1816 - 1895, Erfinder: Holzschliffpapier

KELLER, HERBERT, 20. Jh., Chemiker, Contergan

KELLNER, CARL, 1850 - 1905

KELLY, WILLIAM, 1811 - 1888, Eisen-Metallurg

KELVIN, Lord = THOMSON, W.

KEMAL ATATÜRK, MUSTAFA, 1881 - 1938, 1923 - 1938 Präsident der Republik Türkei

KENDALL, EDWARD CALVIN, 1886 - 1972, Biochemiker

KENDREW, JOHN COWDERY, 1917 - 1997, Biochemiker

KENNEDY, JOHN FITZGERALD = F.. 1917 - 1963, 1961 USA-Präsident

KENTMANN, JOHANNES, 1518 – (1574) 1577, Arzt, Naturforscher

KENYON, KATHLEEN MARY, 1906 – 1978, Archäologin

KEPLER, JOHANNES, 1571 - 1630, Astronom, Mathematiker

KEPLER, KATHARINA, gest. 1622, Mutter des vorigen

KERNER, JOHANN GEORG, 1770 - 1812, Arzt, Armenarzt, politischer Journalist

KESEY, KENNETH ELTON (= KEN), 1935 - 2001, US-amerikanischer Schriftsteller

KETTELER, so Ende des 19. Jh., Physiker

KHOMEINI, 1902 - 1989, iranischer Revolutionsführer, Ajotolla

KHORANA, HAR GOBIND, 1922 - 2011, Molekulargenetiker

K(H)UBLAI KHAN, 1215 - 1294, Mongolenherrscher

KIDD, JOHN, 1775 - 1851, Mediziner, Chemiker, Geologe

KIELMEYER, KARL FRIEDRICH, 1765 – 1844, Naturforscher

KIETZ, GUSTAV ADOLPH, 1824 - 1908, Bildhauer

KILIANI, HEINRICH, 1855 - 1945, Chemiker

KING, HELEN D.

KINGSLEY, CHARLES, 1819 - 1875, Theologe, Historiker

KIPPENHAHN, RUDOLF, geb. 1926, Astronom, Astrophysiker

KIPPING, FREDERIC STANLEY, 1863 - 1949, Chemiker

KIRBY, WILLIAM, 1759 - 1850, einsamer Landpfarrer, Entomologe

KIRCHER, ATHANASIUS, 1601 – 1680, Naturforscher, Geistlicher

KIRCHHOFF, GOTTLIEB SIGISMUND K(C)ONSTANTIN, 1764 – 1833, Apotheker, Chemiker

KIRCHHOFF, GUSTAV ROBERT, 1824 – 1887, Physiker

KIRKWOOD, DANIEL, 1814 - 1895, Astronom

KIROW, SERGEI MIRONOWITSCH, 1886 - 1934

KIRWAN, RICHARD, 1731 - 1810, Naturforscher

KITASATO, SHIBASABURO, (a. geschrieben: KITAZATO), 1856 - 1931, Bakteriologe

KITTLER, ERASMUS, Elektrotechnik-Pionier, 1852 - 1929

KJELDAHL, JOHAN, 1849 - 1900, Chemiker

KLABUND, Pseudonym für ALFRED GEORG HERMANN HENSCHKE; 1890 - 1928, Dichter

KLAPROTH, MARTIN HEINRICH, 1743 - 1817, Chemiker

KLARER, JOSEF, 1898 - 1953, Chemiker

KLAATSCH, HERMANN, 1863 - 1916, Anthropologe

KLATTE, FRITZ, 1880 - 1934, Chemiker

KLEBAHN, HEINRICH, 1859 – 1942, Botaniker

KLEBS, EDWIN, 1824 - 1913, Mediziner

KLEBS, GEORG ALBRECHT, 1857 – 1918, Botaniker

KLEIN, JOHANN, 1788 - 1856, Gynäkologe, Direktor Wiener Gebärklinik

KLEINE, F. W., Mediziner

KLEINE, KARL FRIEDRICH, 1869 - 1991, Tropen-Mediziner

KLEINERT, ANDREAS, geb. 1940, Wissenschaftshistoriker

KLEIST, EWALD CHRISTIAN, 1715 - 1759, preußischer Offizier und Dichter

KLEIST, EWALD GEORG von, 1700 - 1748, auch Physiker

KLEISTHENES, 6. Jh. v. Chr., Politiker

KLEMM, VOLKER, 1930 - 2018, Agrarhistoriker

KLENZE, LEO VON, 1784 - 1864, Architekt

KLEPH/CLEPH, gest. 574 n. Chr., ab 572/573 König der Langobarden

KLIMSCH, FRITZ, 1870 - 1960, Bildhauer

KLINGER, FRIEDRICH MAXIMILIAN, 1752 - 1831, Dichter

KLINGMÜLLER, Mediziner

KLODEN, KARL FRIEDRICH von, 1786 - 1856, u. a. Geograph

KLOPSTOCK, FRIEDRICH GOTTLOB, 1724 - 1803, Dichter

KLUG, AARON, geb. 1926, (Bio-)Chemiker

KLUYVER, ALBERT JAN, 1888 - 1956, Mikrobiologe

KNAPP, GEORG FRIEDRICH 1842 - 1926, Nationalökonom

KNAPP, FRIEDRICH, 1814 – 1904, Chemiker

KNAPPICH, JACOB, 1886 – 1944, Chemotechniker

KNAUS, HERMANN HUBERT, 1892 - 1970, Mediziner

KNIEP, HANS, 1881 – 1930, Botaniker

KNIETSCH, RUDOLF, 1854 - 1906, Chemiker, Industrie-Chemiker

KNIGHT, GOWIN, 1713 - 1772, Physiker, Bibliothekar

KNIGHT, THOMAS ANDREW, 1759 – 1838, Botaniker

KNIGHTON, HENRY, 14. Jh., Kanoniker, Chronist

KNIPPING, PAUL, Physiker

KNOOP, FRANZ, 1875 - 1946, Biochemiker

KNOP, WILHELM, 1817 – 1891, Agrikulturwissenschaftler

KNORR, GEORG, 1859 - 1911, Ingenieur, Eisenbahnbremsen

KNORR, LUDWIG, 1859 - 1921, Chemiker

KNUD (KNUT) der GROSSE, gest. 1035 König von England, König von Dänemark

KNUDSON, PAUL/KNUTSSON, PAL, Mitte 14. Jh., Expeditionsleiter

KOBELL, FRANZ Ritter von, 1803 – 1882

KOBILKA, BRIAN K,, geb. 1955, Biochemiker

KOCH, ALFRED, - 1922, Mikrobiologe

KOCH, ROBERT, 1843 - 1910, Bakteriologe

KOCHER, THEODOR, 1841 - 1917. Mediziner, Chirurg

KÖHLER, GEORGES JEAN FRANZ, 1946 - 1985, Immunologe

KOEHLER, OTTO, 1889 - 1974, Zoologe, Verhaltensforscher

KÖHLER, WOLFGANG, 1887 – 1967, Psychologe

KOLHÖRSTER, WERNER, 1857 - 1946, Physiker

KOLLETSCHKA, JAKOB, 1803 - 1847, (pathologischer) Anatom

KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1840 - 1910, Physiker

KOLAIOS, um 640 v. Chr., Seefahrer von Samos

KOLBE, HERMANN, 1818 - 1884, Chemiker

KOLDEWEY, ROBERT, 1855 – 1925, Archäologe

KOLFF, WILLEM JOHAN, 1911 - 2009, Mediziner

KOLLE, Mikrobiologe

KOLLER, GOTTFRIED, 1902 - 1959, Zoologe

KÖLLIKER, ALBERT, 1817 - 1905, Anatom, Histologe

KÖLREUTER, JOSEF GOTTLIEB, 1733 - 1806, Botaniker

KOLTSCHAK, ALEXANDER WASSILJEWITSCH, 1874 - 1920, General

KOENEN, Geologe

KONFUZIUS, altchinesischer Philosoph

KOENIG (KÖNIG), FRIEDRICH, 1774 – 1833, Erfinder

KÖNIG, JOSEF, 1843 – 1930

KOENIGS, WILHELM; 1851 – 1906, Chemiker

KONRAD I., etwa 881 - 918, ab 911 König des Ostfrankenreichs,

KONRAD II., etwa 990 - 1039, ab 1024 König d. Ostfrankenreichs, 1027 Kaiser

KONRAD VON MASOVIEN, polnischer Fürst

KONRAD VON WETTIN, der GROßE, der FROMME, etwa 1098 - 1157, ab 1123 Markgraf von Meißen

KONRAD von MEGENBERG, etwa 1309 – 1374, schreibender Mönch

KONSTANTIN I., byzantinischer Kaiser

KONSTANTIN IV, etwa 650 - 685, 681 byzantinischer Kaiser

KONSTANTIN VI, etwa 771 - 797, zeitweilig byzantinischer Kaiser

KONSTANTIN IX. MONOMACHOS, byzantinischer Kaiser

KONSTANTINOS XI., 1404 - 1453, 1448 letzter byzantinischer Kaiser

KOOPMANN, E. C. : s. HEVELIUS,

KOEPCHEN, ARTHUR, 1878 . 1954, Elektroingenieur

KOPEC, STEFAN, 1888 – 1954, Zoologe

KOPERNIK(US), s. COPERNICUS

KOPP, EMILE, Chemiker

KÖPPEN, WLADIMIR PETER, 1846 – 1940, Klimatologe

KOPPY, MORITZ von, 1749 – 1814, Zuckerfabrikant

KORB, MARY

KORN, ARTHUR, 1870 - 1945, Physiker

KORNBERG, ARTHUR, 1918 - 2007, Molekulargenetiker

KÖRNER, MAXIMILIAN FERDINAND OTTO, 1858 - 1935, Mediziner

KÖRNER, WILHELM, 1839 - 1925, Chemiker

KORNBERG, ROGER, organischer Chemiker

KÖRNICKE, FRIEDRICH AUGUST, 1828 - 1908, Botaniker, Getreidefachmann

KORSCHELT, EUGEN, 1858 - 1946, Zoologe

KORTSCHAK, HUGO, Botaniker

KOSCHARA

KOSCIUSZKO, TADEUSZ, 1746 - 1817, polnischer General

KOSMAS INDIKOPLEUSTES, byzantinischer Reisender

KOSSEL, ALBRECHT, 1853 - 1927, Biochemiker

KOSSEL, WALTHER (LUDWIG JULIUS PASCHEN HEINRICH), 1888 - 1956, Physiker, Chemiker

KOSSINA, GUSTAF, 1858 - 1931, Vorgeschichtler

KOSSUTH. LAJOS, 1802 - 1894, ungarischer Aufstandsführer

KOSTERLITZ, HANS WALTHER, 1903 - 1996, Biochemiker

KÖSTLER (KOESTLER), ARTHUR, 1905 - 1983, Schriftsteller

KOTAKE, Y. , 20. Jh., Biochemiker

KOTHE, RICHARD, 1865 - 1925, Chemiker

KÖTHNER, 19./20. Jh., Chemiker

KÖTTIG, FRIEDRICH AUGUST, 1794 - 1864, Farbpigmenterfinder

KOTZEBUE, AUGUST FRIEDICH FERDINAND, 1761 - 1819, Dramendichter

KOTZEBUE, OTTO, 1787 - 1846, Expeditionsleiter Weltumseglung

KOWARSKI, LEW, 1907 - 1979

KOYRÉ, ALEXANDRE, 1892 – 1964, Geschichtsphilosoph, Wissenschaftshistoriker

KRAFFT-EBING, RICHARD, Freiherr von, 1840 – 1902, Mediziner, Psychiater

KRAFT, WILHELM, 1887 - 1981, Unternehmer, f. Knäckebrot

KRAEMER, GUSTAV, 1842 – 1915, Chemiker

KRAEMER, HEINRICH, INSTITORIS, 1430 - 1505, Dominikaner, Inquisitor

KRAEPELIN, EMIL, 1856 - 1926, Psychiater

KRATON von MALLOS, gest. etwa 145 v. Chr.

KRAUS, GREGOR KONRAD MICHAEL, 1841 – 1915, Botaniker

KREBS, ADOLF, Biochemiker

KREBS, KONRAD, 1492 - 1540, Baumeister, in Sachsen

KREIS, M., 20. Jh., Biochemiker

KRELL s. CRELL

KREMENZKY, JOHANN, 1850 - 1934, Elektroingenieur

KREMER, RICHARD, Wissenschaftshikstoriker, USA

KRISCHE, WILHELM, Chemie-Unternehmer

KRITIAS, gefallen 403 v. Chr.

KROLL, WILHELM, 1889 - 1973, Metallurg

KROLLPFEIFER, FRIEDRICH, 1892 - 1957, Chemiker

KROISOS/KRÖSUS, König der Lyder

KRONACHER, CARL, 1871 - 1838, Tierzüchter

KRUM, gest. 814, 803 Khan der Bulgaren

KRÜNITZ, JOHANN GEORG, 1728 - 1796, Enzyklopädist

KRUSENSTERN, IWAN FJODOROWITSCH (ADAM JOHANN von), 1770 - 1846

KRZYMOWSKI, RIACHARD, 1875 - 1960, Agrarwissenschaftler, - historiker

KUBLAI KHAN, 1215 - 1294, seit 1260 Kaiser der Mongolen und über China

KÜCHENMEISTER, 1821 – 1890, Mediziner, Parasitologe

KUHLMANN, FRE´DE´RIC, 1803 – 1881, Chemiker

KÜHN, ALFRED, 1885 - 1968, Zoologe

KÜHN, JULIUS, 1825 - 1910, Agrarwissenschaftler

KUHN, RICHARD, 1900 - 1967, Biochemiker

KUHN, THOMAS S., 1922 - 1996, Wissenschaftstheoretiker

KÜHNE, WILLY, 1837 - 1900, Physiologe

KÜLZ, RUDOLF EDUARD, 1845 - 1895

KUNCKEL, JOHANN(IS), 1638 - 1703, Glasmacher-Technologe

KUNDT, AUGUST, 1839 - 1894, Physiker

KUNDT; RICHARD, 1852 - 1904, Afrikaforscher, Offizier

KUNZ, KARL THEODOR, 1791 -1863, Ingenier, Eisenbahn

KUNZ VON KAUF(F)UNGEN, etwa 1410 - 1455, sächsischer Adliger

KUNZ, WILHELM, 20. Jh., Chemiker, Contergan

KUPFFER, KARL Ritter von, 1829 – 1902, Anatom

KUßMAUL, ADOLF, 1822 - 1902, Mediziner

KÜSTER, ERNST, 1874 - 1953, Botaniker

KÜSTER, WILLIAM, 1863 – 1929, Biochemiker

KUTSCHERA, ULRICH, geb. 1955, Botaniker, Evolutionsbiologe

KÜTZING, FRIEDRICH TRAUGOTT, 1803 - 1893, Botaniker

KYESER, CONRAD, Kriegsschriftsteller

KYRIL von ALEXANDRIA, etwa 375 - 444 . Chr., Bischof

KYRILL von SALONIKI, KONSTANTIN, um 820 - 827 - 869, Slawenapostel

KYROS, Perserkönig

LAAR, CONRAD, 1853 – im KÜRSCHNER 1931 ohne Datum als tot gemeldet, Chemiker

LABOURDONNAIS, MAHE´DE, Kolonialgoverneur

LA BRUYE'RE, JEAN DE, 1645 - 1696, Schriftsteller

LACAILLE, NICOLAS-LOUIS DE,

LACHS, HENRIETTE, Patientin

LACTANTIUS/LAKTANZ, LUCIUS CAECILIUS FIRMIANUS, um 250 - um 320, Kirchenvater

LADENBURG, ALBERT, 1842 - 1911, Chemiker

LAENNEC, RE´NE-THEOPHILE-HYACINTHE, 1781 – 1826, Medziner

LA FAYETTE, MARIE-JOSEPH-YVES-ROCH-GILBERT DE MOTIER, Marquis DE, 1757 - 1834, Militär, Armeeführer

LAGRANGE, EDME JEAN BAPTIST BOUILLON-L-, 1784 - 1844, Chemiker

LAGUESSE, GUSTAVE-ÉDOUARD, 1861 – 1927

LAHARPE, JEAN-FRANCOIS DE, 1739 - 1803, Schriftsteller, Kritiker

LAIBLIN, K., Chemiker

LAIRD, MACGREGOR, 1808 - 1861, Unternehmer

LAKTANZ, s. LACTANTIUS

LAMARCK, JEAN BAPTISTE DE, 1744 – 1829

LAMB, HUBERT HORACE, 1913 - 1997, Historiker, historischer Klimaforscher

LAMBERT, JOHANN HEINRICH, 1728 - 1777, Mathematiker, Naturforscher

LA METTRIE, JULIEN OFFRAY DE, 1709 - 1751

LAMONT, JOHANN VON, 1805 – 1879, Physiker, Astronom

LAMPADIUS, WILHELM AUGUST, 1772 - 1842, Chemiker

LAMPERT von HERSFELD, vor 1028 . zwischen 1082 und 1085, Abt, Geschichtsschreiber

LAMPRECHT, KARL GOTTHARD, 1856 - 1915, Historiker

LANCISI, JEAN MARIE / GIOVANNI MARIA, 1654 - 1720, Mediziner, Anatom

LANDA, DIEGO DE, 1524? - 1579, Bischof, Historiograph in Mexico

LANDAU, LEW DAWIDOWITSCH, 1908 - 1968, Physiker

LANDES, DAVID SAUL, 1924 - 2013, (Wirtschafts-)Historiker

LANDOIS. LEONARD, 1837 - 1902, Physiolge

LANDOLT, HANS HEINRICH, 1831 – 1910, Chemiker

LANDRIANI, MARSILIO, 1751 - 1816

LANDSBERGER, Mediziner, Bakteriologe

LANDSTEINER, KARL, 1868 - 1943, Immunologe

LANGDON, JOHN, 20. Jh., Historiker

LANGEN, JOHANN GEORG von, 1699 - 1776, Forstmann

LANGEN, EUGEN, 1833 – 1895, Konstrukteur

LANGER, KARL/CHARLES, 19. Jh., Chemiker, bei L. MOND

LANGERHANS, PAUL, 1847 - 1888, Mediziner

LANGEVIN, PAUL, 1872 - 1946, Physiker

LANGLEY, JOHN NEWPORT, 1852 – 1925, Physiologe

LANGMUIR, IRVING, 1881 – 1957, Chemiker

LANZ, HEINRICH, 1838 - 1905, Landmaschinenbauer

LA PEYRE'RE, ISAAK de la, 1594 - 1876, Diplomat, Autor. Marranenhintergrund

LAPLACE, PIERRE-SIMON, 1749 – 1827, Mathematiker

LAPLACE, Madame

LARTET, EDOUARD ARMAND, 1801 - 1871, Archäologe

LA SALLE, RENÉ-ROBERT CAVELIER, Sieur, 1643 - 1687

LASCARIS, CONSTANTINE, 1434 - 1501

LASCARIS, JOHN, auch JANUS, etwa 1445 - etwa 1535

LAS CASAS, BARTHOLOME´ DE, 1534 oder 1535- 1566, Theologe

LASSAIGNE

LATIMER, HUGH, etwa 1485 / 1492 - 1555, anglikanischer Bischof

LAUE, MAX von, 1879 - 1960

LAUFBERGER, V. O.

LAUKARD, FRIEDRICH CHRISTIAN, 1757 - 1822, Zeitzeuge, Schriftsteller

LAURENT, AUGUSTE, 1807 - 1853

LAURENTIUS von BREZOVA, 1370 oder 1371 - mindestens 1438, Pfarrer, Geschichtsschreiber

LAUTEMANN, E., Chemiker

LAVAL, CARL GUSTAV PATRIK DE, 1845 - 1913

LAVATER, JOHANN CASPAR, 1741 - 1801, Pfarrer, Porträtdeuter

LAVERAN, ALPHONSE, 1845 - 1922, Mediziner, Malariaforscher

LAVOISIER, ANTOINE LAURENT, 1743 - 1794, Chemiker

LAVOISIER, MARIE-ANNE-PIERETTE, geborene PAULZE, Ehefrau LAVOISIERS, 1805 - 1809 verheiratet mit Graf RUMFORD, † 1836

LAWES, JOHN BENNET, 1814 - 1900, Agrikulturchemiker

LAWRENCE, ERNEST ORLANDO, 1901 – 1958, Physiker

LAWRENCE, T.HOMAS EDWARD (T: E.)., 1888 - 1935, britischer Offizier

LAYARD, Sir AUSTEN HENRY, 1817 - 1894, Archäologe, Diplomat

LAZAR HREBELJANOVOC, um 1329 - 1389, serbischer Feldherr

LAZEAR. JESSE WILLIAM, 1866 - 1900, Arzt

LEAVITT, HENRIETTA SWAN, 1868 – 1921, Astronomin

LEBEDEV, PJOTR NIKOLAJEWITSCH, 1866 - 1912, Physiker

LEBEDEV, SERGEI VASILEVICH/WASSILJEWITSCH, 1874 - 1934, Chemiker

LE BEL, JOSEPH ACHILLE,1847 - 1930, Chemiker

LEBENWALDT, ADAM VON, 17. Jh., Mediziner

LEBLANC, NICOLAS, 1742 - 1806, Chemiker

LE BON, PHILIPP, 1769 – 1804, Ingenieur, Chemiker

LEBORGNE, Patient

LE CHATELIER, HENRY LOUIS, 1850 - 1936, Chemiker

LECLANCHÉ, GEORGES, 1838 - 1882, Elektroinegenieur

L'ECLUSE (CLUSIUS), CHARLES DE, 1526 - 1609, Botaniker

LE COQ, ALBERT, 1860 – 1930, Völkerkundler

LEDEBOUR, CARL FRIEDRICH, von, 1786 - 1851, Botaniker

LEDEBUR, Adolf, 1837 - 1906, Eisenhüttenmann

LEDERBERG, JOSHUA, 1925 - 2008, Mikrobiologe

LEDERMÜLLER, MARTIN FROBEN(IUS), 1719 – 1769, Jurist, Mikroskopiker

LEE, ROBERT EDWARD, 1807 - 1870, USA-General

LEEUWENHOEK, ANTONY VAN, 1632 - 1723, Mikroskopiker

LEFEBRE, Madame

LEFKOWITZ, ROBERT J., geb. 1943, Biochemiker

LEGASPI, MIGUEL LO´PEZ DE, etwa 1510 - 1572, Kolonisator

LEGRAND D'AUSSY, 1737 - 1800, (Amateur-)Archäologe

LEHMANN, CHRISTIAN sen., 1611 - 1688, Pfarrer und Autor

LEHMANN, FRANZ, 1860 - 1942, Agrarwissenschaftler

LEHMANN, JOHANN GOTTLIEB, 1719 - 1767, Bergrat, Geologe

LEHMANN, OTTO, 1855 - 1922, Physiker

LEHN, Chemiker

LEIDER, FRIDA, 1888 - 1975, Opernsängerin

LEIFUR EIRIKSSON, Isländer

LEISHMAN, W. B., 1865 - 1926, Mediziner, Militärarzt

LEJEUNE, JEROME, 1926 - 1984, Kinderarzt

LEITGEB, HUBERT, 1835 - 1888, Botaniker

LEM, STANISLAW, 1921 - 2006, Science Fiction-Autor

LEMAITRE, GEORGES, 1894 – 1966, Mathematiker, Astronom

LEMBERG, JOHANNES, 1842 - 1902, Chemiker

LEMBERT

LEMBKE, HANS, 1877 - 1966, Pflanzenzüchter

LEMBKE, HANS-GEORG, 1911 - 1965, Sohn von vor. Pflanzenzüchter

LEMERY, NICOLAS, 1645 – 1715, Chemiker

LE MONIER, 1717 - 1799, Ingenieur

LENARD, PHILIPP EDUARD ANTON, 1862 - 1947, Physiker

LENAU, NIKOLAUS, 1802 - 1850, Dichter

LENBACH, HANS, Chemiker

LENGERKE, ALEXANDER VON, 1802 - 1853, Agrarschrifsteller

LENIN

LENOIR, J. J. ETIÉNNE, 1822 - 1900, Erfinder

LEO IX., 1002 - 1054, ab 1049 Papst

LEO X., 1475 - 1521, ab 1513 Papst

LEON III., bzyntinischer Kaiser

LEON V., byzantinischer Kaiser

LEONARDO DA VINCI, 1452 – 1519

LEONHARD, KARL CÄSAR, 1779 - 1862, Mineraloge

LEOPOLD, so LEOPOLD III., Habsburger in der Schweiz

LEOPOLD WILHELM VON ÖSTERREICH, 1614 - 1662. a. kaiserlicher Feldherr

LEOPOLD II, 1747 - 1792, ab 1790 Kaiser, ab 1765 als PETER LEOPOLD Großherzog der Toskana

LEOPOLD II., 1835 – 1909, ab 1865 König von Belgien

LEOPOLD III. FRIEDRICH FRANZ, Fürst von Anhalt-Dessau

LEOPOLDO, Medici, Kardinal

LEPEL, F. von, Chemiker

LE PELLETIER DE SAINT-FARGEAU, LOUIS-MICHEL, 1760 - 1793, Politiker

LEPÈRE, CHARLES, 1761 - 1844, Ingenieur

LEPESCHINSKAJA, OLGA BORISSOWNA, 1871 - 1963, Biologin

LEPSIUS, KARL RICHARD, 1810 - 1884, Archäologe

LERMONTOW, russischer Dichter

LEROUX, Apotheker

LEROY, CHARLES GEORGES, 1723 – 1789, Forstmann, Zoologe

LESKE, NATHANAEL GOTTFRIED, 1751 – 1786, Ökonom, Naturforscher

LESLIE, Sir JOHN, 1766 – 1832, Naturphilosoph, Erfinder

LESSEPS, FERDINAND(-MARIE) de, 1805 - 1894, Diplomat, Kanalbauer

LESSER (LEßER), FRIEDRICH CHRISTIAN, 1692 - 1754, Pfarrer, Physikotheologe

LESSING, GOTTHOLD EPHRAIM, 1729 - 1781, Dichter, Philosoph

LESZCZYC-SUMINSKI: siehe SUMINSKI, Botaniker

LESZCZYNSKA, MARIA, 1725 -1768, Tochter des folg., 1725 Königin von Frankreich

LESZCZYNSKI, STANISLAUS (STANISLAW), 1677 - 1766, 1704 - 1709, 1733 - 1736 König von Polen, dann Herzog von Lothringen

LEUKIPP

LEUCKART, RUDOLF, 1822 - 1898, Zoologe

LEUPOLD, JACOB, 1674 - 1727, Technologe

LEVADITI, CONSTANTIN, 1874 - 1953, Mikrobiologe

LEVASSEUR, MARIE-THERESE, getauft 1721 - 1801, Gefährtin ROUSSEAUs

LEVENE, PHOEBUS AARON THEODOR, 1869 – 1940, Biochemiker

LEVER, WILHELM HESKETH, 1. Viscount LEVERHULME, 1851 - 1925, Chemie-Unternehmer

LEVERKUS, CARL, 1804 - 1889, Chemie-Unternehmer

LE VERRIER, URBAIN, 1811 - 1877, Astronom

LEVI-MONTALCINI, RITA, 1909 - 2012, Neuro-Physiologin

LE´VI-STRAUSS, CLAUDE, 1908 - 2009, Ethnologe

LEVINE, PHILIP, 1900 - 1987, Immunologe

LEVINTHAL, CYRUS, Molekularbiologe

LEVIT, SOLOMON, 1884 - 1938, Genetiker

LEVY, HILDE

LEVY-BRUHL, LUCIEN, 1857 - 1938, Philosoph, Ethnologe

LEWALD, FANNY, 1811 - 1889, deutsch-jüdische Reiseschriftstellerin

LEWANDOWSKY, MAX, 1876 - 1918, Physiologe

LEWIN, LOUIS, 1850 - 1929, Chemiker, Mediziner, speziell Toxikologe

LEWIS, BERNHARD, geb. 1916, Islamwissenschaftler

LEWIS, GILBERT NEWTON, 1875 - 1946, Chemiker

LEWIS, MARGARET REED

LEWIS, MERIWETHER, 1774 – 1809, geographischer Forscher

LEWIS, WARREN H.

LEYBOLD

LEYDEN, ERNST von, 1832 - 1910, Mediziner

LEYDIG, FRANZ, 1821 - 1908, Zoologe

LEYEN, VON DER, Unternehmerfamilie

LIBAULT, JEAN

LIBAVIUS, ANDREAS, etwa 1560 - 1616, Chemiker, Gymnasiallehrer

LIBBEY, EDWARD DRUMMOND, 1854 - 1925, Glasindustrieller USA

LIBBY, WILLARD FRANK, 1908 - 1980, Chemiker

LICHTENBERG, GEORG CHRISTOPH, 1742 - 1799, Physiker, Dichter

LICINIUS/LICINIANUS LICINUS, etwa 265 - 315 n. Chr., Kaiser des Ostens

LIEBERMANN, CARL, 1842 – 1914, Chemiker

LIEBIG, JUSTUS (von), 1803 - 1873, Chemiker

LIEBREICH, MATTHIAS EUGEN OSKAR, 1839 - 1908, Pharmakologe

LIEBSCHER, GEORG, 1853 - 1896, Agrowissenschaftler

LIEDER, FRANZ, Psychologe

LIESEGANG, RAPHAEL EDUARD, 1869 - 1947, Kolloidchemiker

LIESKE (s. WAKSMAN)

LIEVEN, Fürstin

LILIENTHAL, OTTO, 1848 - 1896, Ingenieur, Erfinder

LILLIE, FRANK RATTRAY, 1870 - 1947, Zoologe

LIMBERG, CHRISTIAN, Chemiker

LIMPRICHT, HEINRICH, 1827 – 1909, Chemiker

LINCK, GOTTLOB, 1858 – 1947, Mineraloge, Geologe

LINCOLN

LIND, JAMES, 1716 – 1794, Mediziner

LINDBERGH, CHARLES, Flieger

LINDE, CARL, 1842 - 1935, Erfinder, Kältetechnik

LINDENMANN, JEAN, 1924 - 2015, Virologe

LINDENBERG, RICHARD, 1869 – 1925, Stahlfabrikant

LINDNER, FRITZ, 1901 - 1977, Biochemiker, Industrie

LINGUET, SIMON NICOLAS HENRI, 1736 - 1794, revolutionärer Autor

LINK, HEINRICH FRIEDRICH, 1767 - 1851, Botaniker

LINNÉ, CARL, 1707 – 1778, Naturforscher, Botaniker

LINNEMANN, EDUARD, 1841 – 1886, Chemiker

LINSCHOTEN, JAN HUYGENS van, 1563 - 1611, Reisender

LIPMAN, FRITZ, 1899 - 1986, Biochemiker

LIPPMANN, GABRIEL, 1845 - 1921, Physiker

LIPS, JULIUS ERNST, 1895 – 1959, Völkerkundler

LIPSIUS, JUSTUS

LIST, FRIEDRICH, 1789 - 1846, Nationalökonom

LISTER, JOSEPH, 1827 - 1912, Mediziner

LIU PANG/Kaiser GAO VON HAN, 256 oder 247 - 195 v. Chr., chinesischer Kaiser, HAN-Dynastie

LIU TSCHAO TSCHI

LIUTPRAND, , gest. 744, ab 712 König der Langobarden

LIUTPRAND (LINDPRAND) VON CREMONA, etwa 920 - 972, 961 Bischof von Cremona

LIVERANI, MARIO, geb. 1939, Historiker

LIVINGSTON

LIVINGSTONE, DAVID, 1813. 1873, Afrikaforscher

LIVIUS, TITUS LIVIUS, wohl 59 v. Chr. - 17 n. Chr., römischer Historiker

LJUBIMOVA, M. N., Biochemikerin

LOEB, JACQUES, 1859 - 1924, Biologe, Zoologe

LÖB, WALTER, 1872 - 1916, Chemiker

LOBEL(IUS), MATHIAS DE, 1538 – 1616, Botaniker

LOCCI, AUGUST WINCENTY, um 1640 - 1732, Baumeister

LOCKE, JOHN, 1632 – 1704, Philosoph

LOCKYER, JOSEPH NORMAN, 1836 - 1920, Astronom

LODGE, OLIVER JOSEPH, 1851 - 1940, Physiker

LOEFFLER (LÖFFLER), FRIEDRICH, 1852 - 1915, medizinischer Mikrobiologe

LÖFFLER, gen. Laiminger, GREGOR, etwa 1490 - 1565, Erzgießer

LÖFFLER, PETER, gest. vor 1530, Erzgießer, Vater des vor.

LOEFLING, PEHR, 1720 - 1756, Botaniker

LOGAN, JAMES, 1674 – 1751, Gouverneur von Pennsylvanien, Botaniker

LOHMANN, KARL, 1898 – 1978, Biochemiker

LOLA MONTEZ, 1821 - 1861, Tänzerin

LOMBROSO, CESARE, 1836 – 1909, Kriminologe

LÖHNEYS(S), GEORG ENGELHARDT von, 1552 – 1625?, Bergbauschriftsteller

LONDON, FRITZ, 1900 - 1954, Physiker

LÖNDON, JACK, 1876 - 1916, Schriftsteller, Dichter

LONG, J. A.

LONICER(US), ADAM, 1528 - 1586, Botaniker

LONSDALE, Dame KATHLEEN, 1903 - 1971, Kristallographin

LOPE DE VEGA, 1562 - 1635, spanischer Dichter, Dramatiker

LOPEZ DE LEGASPI: s. LEGASPI

LORENTZ, HENDRIK ANTOON, 1853 - 1928, Physiker

LORENZ, ADOLF, 1854 – 1946, Mediziner

LORENZ, KONRAD ZACHARIAS, 1903 - 1989, Zoologe

LORENZETTI, AMBROGIO, spätmittelalterlicher Maler

LORINSER, KARL IGNATIUS, 1796 – 1853, Mediziner

LOSCHMIDT, JOHANN JOSEPH, 1821 – 1895, Chemiker, Physiker

LOTHAR I., 795 - 855, ab 843 König des fränkischen Mittelreichs, ab 817 Kaiser

LOTI, PIERRE, 1850 - 1923, französischer Seeoffizier und Dichter

LOTTER, HIERONYMUS, etwa 1497 - 1580, Kaufmann, Bürgermeister, u. a. Architekt resp. Bauleiter

LOTTERMOSER, ALFRED, 1871 - 1945, Chemiker

LOUIS/LUDWIG XIII., 1601 - 1643, ab 1610 König von Frankreich

LOUIS / LUDWIG XIV., 1638 - 1615, ab 1643 (!) König von Frankreich

LOUIS / LUDWIG XV., 1710 - 1774, ab 1715 König von Frankreich

LOUIS / LUDWIG XVI., 1754 - 1793, ab 1774 König von Frankreich

LOUIS PHILIPPE, 1772 - 1850, 1830 - 1848 König der Franzosen

LOUVOIS, FRANCOIS MICHEL LE TELLIER DE, 1641 - 1691, Staatsmann, Armeeführer

LOVELL, Mikrobiologe

LOVELL, Sir BERNARD, 1913 - 2012, Physiker, Astronom

LOEW, OSCAR, 1844 – 1941, Chemiker

LOWELL, PERCIVAL, 1855 – 1916, Astronom

LOWER, RICHARD, 1631 - 1702, Mediziner

LOEWI, OTTO, 1873 - 1961, Physiologe

LÖWIG, CARL, 1803 – 1890, Chemiker

LOWITZ, TOBIAS, 1757 – 1804, Chemiker

LOYOLA, IGNATIUS von (INIGO LOPEZ de LOYOLA), 1491 - 1556, Jesuitengründer

LOYS, CHARLES DE, 1730 - 1789, Astronom

LUBARSCH, OTTO, 1860 - 1933, Mediziner, Pathologe

LUBBOCK, JOHN, Lord AVEBURY, 1834 - 1913, u. a. Amateur-Naturforscher

LUBIN, EILHARD, 1565 - 1621, u. a. Kartograph

LUC, JEAN ANDRE´(JOHANN ANDREAS), 1727 - 1817, u. a. Geologe

LUCANUS = M. ANNAEUS LUCANUS, 39 - 65 n. Chr., Historiker, Epiker

LUCIUS VERUS, 130 v. Chr. - 169, Mitkaiser von MARK AUREL

LUCIUS III, 1097 (?) - 1185, ab 1181 Papst

LUCRETIUS = TITUS LUCRETIUS CARUS, LUKREZ, 96 – 55 v. Chr., Dichter

LUCULLUS, römischer Feldherr

LÜDERITZ, FRANZ ADOLF EDUARD von LÜDERITZ, 1834 - 1886, Kaufmann. Kolonisator

LUDMILLA, 859/860 - 921, Gattin des Böhmenherzogs BOLESLAV I., verw. Herzogin

LUDOVIVO GONZAGA, 1412 - 1478, Herzog von Mantua

LUDOWIG, PAUL, 1884 - 1966

LUDWIG der FROMME

LUDWIG der DEUTSCHE, etwa 806 - 876, König

LUDWIG, Sohn LUDWIG des DEUTSCHEN

LUDWIG der BAYER, 1281/1282 - 1347, 1314/endgültig 1322 deutscher König, 1328 Kaiser

LUDWIG I., 1326 - 1382, 1342 König von Ungarn, 1370 auch von Polen

LUDWIG II. der Strenge, 1229 - 1294, 1255 Herzog von Oberbayern

LUDWIG VII., wohl 1368 - 1447, 1413 Herzog von Bayern-Ingolstadt

LUDWIG IX. der Reiche, 1417 - 1479, ab 1450 Herzog von Bayern-Landshut

LUDWIG I., 1786 - 1868, 1828 König von Bayern

LUDWIG VI.,, 1539 - 1583, 1576 Kurfürst von der Pfalz

LUDWIG XI., 1423 - 1483, ab 1461 König von Frankreich

LUDWIG XIV., König von Frankreich, s. LOUIS

LUDWIG XVIII./BOURBON, 1755 - 1824, ab 1814 König von Frankreich

LUDWIG I., 1786 . 1868, 1825 - 1848 König von Bayern

LUDWIG WILHELM, 1655 - 1707, Markgraf von Baden-Baden

LUDWIG, gest. 867, Abt von Saint-Denis u. Erzkanzler von KARL DER KAHLE

LUDWIG von EYBE von (zum) HARTENSTEIN, 14./15. Jh., Autor

LUDWIG, CARL, 1816 - 1895, Physiologe

LÜ ZHI, gestorben 180 v. Chr., chinesische Kaiserin, HAN-Dynastie

LUISE, 1776 - 1810, Königin von Preußen

LUKAS, Evangelist

LUKASIEWICZ, IGNACY, 1822 – 1882, Apotheker, Erfinder

LUKIAN von SAMOSATA, um 120 - um 180 oder gar 200 n. Chr., Satiriker

LULLUS, um 710 - 786, hoher Geistlicher, u. a. Abt

LULLY, JEAN-BAPTISTE, 1632 - 1687, Komponist

LUMIÈRE, AUGUSTE MARIE LOUIS NICOLAS, 1862 - 1954, Erfinder (Kino)

LUMIÈRE, LOUIS JEAN, 1864 - 1948, Erfinder (Kino)

LUNGE, GEORG, 1839 - 1923, technischer Chemiker

LUNGEMAC(C)IAVELLI, NICOLO DI BERNARDO DEI, 1469 - 1527

LÜNIG, JOHANN CHRISTIAN, 1662 - 1740, Jurist, Publizist

LUNSGAARD, EINAR, Biochemiker, Mediziner

LÜSCHER, MARTIN

LWOFF, ANDRÉ MICHEL, 1902 - 1994, Virologe

LYELL, CHARLES, 1797 - 1875, Geologe

LYNEN, FEODOR, 1911 - 1979, Biochemiker

LYONET, PIERRE, 1706 - 1789, Jurist, Zoologe

LYS(S)ENKO, TROFIM DENISSOWITSCH, 1898 - 1976, Agrarbiologe

LYSIAS, Gewerbeunternehmer im antiken Athen

MABLY, GABRIEL BONNOT DE, 1709 - 1785, Politiker, Philosoph

MACBRIDE, DAVID, 1726 – 1778

MAC BRIDE, ERNEST WILLIAM, 1866 – 1940, Biologe

MacDONALD, Sir WILLIAM CHRISTOPHER, 1831 - 1917, Tabakfabrikant, Mäzen

MACH, ERNST, 1838 - 1916, Physiker

MACHIAVELLI, NICCOLO di BERNARDI dei, 1469 - 1527, Historiker

MACHUCA, V., Chemiker

MACINTOSH, CHARLES, 1766 – 1843, Chemiker

McKAY, ALEXANDER, 1841 – 1917, Geologe

MACKENZIE

McBRIDE, Mediziner

MACLAURIN, COLIN, 1698 – 1746, Mathematiker

McLENNAN, Sir JOHN CUNNINGHAM, 1867 – 1935, Physiker

MAC LEOD, COLIN M., 1909 - 1972, Biologe

MAC LEOD, JOHN JAMES, 1876 - 1935, Physiologe

McMILLAN, EDWIN MATTISON, 1907 - 1991, Atom-Physiker

MC ADAM, JOHN LOUDON, 1756 - 1836

MC CARTY, MACLYN, Biologe

McCLUNG, CLARENCE ERWIN, 1870 – 1946, Biologe

Mc COLLUM, ELMER, 1879 - 1967, Biochemiker

MC CORMICK, CYRUS HALL, 1809 - 1884, Erfinder, Unternehmer

McCORMICK, 1819 – 1900, Unternehmer

McCORMICK, ROBERT, 1780 – 1846, Erfinder, Unternehmer

McCORMICK, STEPHEN, 1784 – 1875, Erfinder

McCOY, HERBERT N. (= NEWBY), 1870 - 1945. Chemiker

McGOVERN, PATRICK, Archäologe

MC MILLAN, EDWIN MATTISON, 1907 –

MACBETH, 1005 - 1057, ab 104ß schottischer König

MACHELEID, GEORG HEINRICH, 1728 - 1801, Porzellanfarikant

MACQUER, PIERRE-JOSEPH, 1718 - 1784, Chemiker

MÄDLER, JOHANN HEINRICH, 1794 - 1874, Astronom

MAESTLIN, MICHAEL, 1550 - 1631, Astronom, Mathematiker

MAGALHÃES, FERNÃO, auch MAGELLAN, um 1480 - 1521, Seefahrer

MAGDEBURG, HIOB, 1518 - 1595, Lehrer, Kartograph

MAGENDIE, FRANCOIS, 1785 – 1855, Physiologe

MAGER, FRIEDRICH, 1885 - 1974, Geograph

MAGER, WOLFGANG, Historiker

MAGNUS ERIKSSON, 1316 - 1374, König von Schweden und Norwegen

MAGNUS, HEINRICH GUSTAV, 1802 - 1870, Physiker

MAGNUS, JOHANNES, 1488 - 1544, Erzbischof, Autor

MAGNUS, OLAUS, 1490 - 1557, katholischer Geistlicher, Geograph

MAGNUS. PAUL WILHELM, 1844 – 1914, Botaniker

MAGO, 2. Jahrhundert v. Chr., karthagischer Autor über Landwirtschaft

MAHAN, ALFRED THAYER, 1840 - 1914, Seeoffizier, Historiker

MAHLA, 19. Jh., Chemiker

MAHMUD, 971 – 1030, Sultan von Ghazna, ab 998

MAI, ANGELO, 1782 - 1854, Bibliotheker im Vatikan, Kardinal

MAIMAN, THEODORE H.= HAROLD, 1927 - 2007, Erfinder/Laser

MAIMONIDES, MOSES, zwischen 1135 und 1138 - 1204, jüdischer Arzt und Gelehrter

MAINTENON, FRANCOISE D' AUBIGNE, Marquise de, 1635 - 1715, 2. Ehefrsau LUDWIG XIV.

MAIRAN, JEAN JACQUES D'ORTOUS DE, 1678 - 1771, Astronom

MAJORAN, spät-römischer Westkaiser

MAKINO

MALATESTA, SIGISMONDO PANDOLFO, 1417 – 1468, berrschte in Rimini

MALCOLM III., zwischen 1030 und 1038 - 1093, ab 1058 schottischer König

MALESHERBES, CHRE´TIEN GUILLAUME DE LAMOIGNON DE, 1721 - 1794, Beamter

MALIKSHAH, regierte 1072 - 1092, Seldschukensultanches. -

MALLARD, FRANCOIS-ERNEST, 1833 – 1894, Mineraloge, Ingenieur

MALPIGHI, MARCELLO, 1628 - 1694, Anatom

MALTHUS, (THOMAS) ROBERT, 1766 - 1834, Ökonom, Autor

MALTITZ, SIGISMUND von, 1464 -1520, Bergbeamter

MALUS, ETIENNE LOUIS, 1775 – 1812, Physiker

MAMUN, al-, 786 – 833, Kalif ab 813

MANASSEIN, MARIA MICHAILOVNA, 1341 - 1903, von, Chemie-Aspirantin

MANDEVILLE, Sir JOHN, um 1356, Autor

MANETHO, 3. Jh. v. Chr., Tempelschreiber

MANETTI, GIANOZZO, 1396 - 1459, Humanist, auch medizinischer Autor

MANGOLD, HILDE, geb. PRÖSCHOLDT, Biologin

MANIN, Aufstandsführer Venedig 1848/49

MANN, THOMAS, 1875 - 1955, Dichter

MANSFIELD, CHARLES BLACKFORD, 1819 - 1855, Chemiker

MANSON, PATRICK, 1844 – 1922, Bakteriologe

MANSUR, al-, etwa 714 – 775, Kalif (Abbasiden) ab 754

MANTEGNA, ANDREA, 1431 - 1506, Maler

MANUEL I. KOMNENOS, 1118 - 1180, ab 1143 Kaiser von Byzanz

MANUEL I., 1469 - 1521, ab 1495 König von Portugal

MANUTIUS, ALDUS, 1449 - 1515, Drucker, Verleger

MAO TSE-TUNG/MAO ZEDONG, 1893 - 1976, chinesischer Parteiführer

MARAT, JEAN PAUL; 1744 – 1793, Arzt und Revolutionär

MARAY, E´TIENNE-JULES, 1830 - 1904. Physiologe. Fotograf

MARBOD, etwa 30 v. Chr, - 37 n. Chr., König der Markomannen

MARCELLUS, MARCUS CLAUDIUS M, etwa 268 v. Chr. - 208 v., Feldherr

MARCELLUS, spät-römischer Feldherr

MAERCKER, MAX, 1842 . 1901, Landwirtschaftswissenschaftler

MARCIAN, 2. Jh., den Gnostikern nahestehender Kirchengründer

MARCIANUS, um 400 n. Chr., Geographie-Schriftsteller

MARCO POLO, etwa 1254 - 1324, Kaufmann, China

MARCONI, GUGLIELMO, 1874 – 1937, Erfinder

MARC(US) AURELIUS/MARK AUREL, 121 - 180, ab 161 römischer Kaiser

MARCUS von TOLEDO, 12./13. Jh.

MARCY, GEOFFRIEY M., geb. 1951, Astronom

MARGARETE I., Königin der Kalmarer Union

MARGARETE von ÖSTERREICH, 1480 - 1530, u. a. Herzogin von Savoyen

MARGARETE von VALOIS, 1553 - 1615, Gemahlin des Königs HEINRICH IV.

MARGGRAF, ANDREAS SIGISMUND, 1709 - 1782, Chemiker

MARGULIS, LYNN,1939 - 2011, Biologin

MARIA MAGDALENA, legendäre Gefährtin von JESUS

MARIA VON BURGUND

MARIA VON PORTUGAL, 1527 - 1547, 1. Ehefrau von PHILIPP II./Spanien

MARIA AMALIA CHRISTINE, Ehefrau des Königs KARL beider Sizilien

MARIA LESCYN'SKA, 1703 - 1768, 1725 Gemahlin des Königs LOUIS XV. von Frankreich

MARIA von MEDICI, 1573 - 1642, französische Königin

MARIA VON SPANIEN, 1528 - 1603, Gemahlin von Kaiser MAXIMILIAN II.

MARIA, die Katholische, die Blutige, 1516 - 1558, 1553 Königin von England

MARIA THERESIA, 1717 – 1780, 1745 'Kaiserin', als Gemahlin ihres Gatten FRANZ I. STEPHAN

MARIA I., 1734 - 1816, ab 1777 Königin von Portugal

MARIE-LOUISE, 1791 - 1847, 2. Gattin NAPOLEONs, Herzogin von Parma u.a.

MARIANO, JACOPO, genannt TACCOLA, 1381 - vor 1458

MARIC, MILEVA, 1. Ehefrau von A. EINSTEIN

MARIE ANTOINETTE, 1755 - 1793, Königin von Frankreich

MARIGNAC, JEAN CHARLES GALISSARD DE, 1817 – 1894, Chemiker

MARINATOS, SPYRIDON, 1901 - 1967, Archäologe, griechischer

MARINOS von TYROS, um 100 v. Chr., antiker Geograph

MARIOTTE, EDME, ? – 1684, Naturforscher

MARIUS, römischer Politiker

MARKUS, Evangelist

MARK (MARC) AUREL, 121 - 180 n. Chr., 161 römischer Kaiser

MARK, HERMANN F. (= FRANZ), auch: HERMAN FRANCIS, 1895 - 1992, Chemiker, Physikochemiker

MARKER, RUSSELL E., Chemiker

MARKHAM, CLEMENTS ROBERT, 1830 - 1916, Reisender

MARKOWNIKOW, WLADIMIR WASILIEWITSCH, 1839 - 1904, Chemiker

MARLBOROUGH, JOHN CHURCHILL 1. Duke/Herzog von ..., 1650 - 1722

MARLOWE, CHRISTOPHER, 1564 - 1593, Dichter

MARMONTEL, JEAN-FRANCOIS, 1723 - 1799, Autor

MARQUETTE, JACQUES, 1637 - 1675, Reisender

MARRELL, JACOB, 1614 - 1681, Maler, Verleger

MARRIAN

MARSDEN, E., 1637 – 1675

MARSDEN, Sir ERNEST, 1889 – 1970, Physiker

MARSDEN; HANS LASSEN, 1808 - 1884, Bischof von Seeland. Dänemark.

MARSDEN, WILLIAM, 1754 - 1836, Asienkenner

MARSDEN, WILLIAM A., Mediziner

MARSH, GEORGE PERKINS, 1801 - 1882, Autor

MARSHALL, BARRY JAMES, geb. 1951, Bakteriologe

MARSHALL, F. H. A.

MARSHALL, Sir JOHN HUBERT, 1876 – 1958, Archäologe

MARSHALL, L. C., Chemiker

MARSIGLI, LUIGI FERDINANDO de, 1658 - 1730, Gelehrter

MARTIANUS CAPELLA

MARTIN, ALEXIS ST.

MARTIN, ARCHER JOHN PORTER, 1910 – 2002, Chemiker

MARTIN, Sir CHARLES JAMES, 1866 – 1955, Physiologe

MARTIN, HENRY NEWELL, 1848 – 1893, Physiologe

MARTIN, PAUL S.= SCHULTZ, 1928 - 2018, US-Paläontologe

MARTIN, PIERRE, 1824 - 1915, Metallurg

MARTINI, MARTINO, 1614 - 1661, Pater, China-Beschreiber

MARTINITZ/MARTINIC, JAROSLAV BORSITA VON, 1582 - 1649, Kgl. Statthalter in Böhmen

MARTINOS, bei NARSES im Gotenkrieg

MARTINY, BENNO, 1836 - 1923, Agrarwissenschaftler

MARTIUS, CARL ALEXANDER, 1838 - 1920, Chemiker

MARTIUS , Biochemiker

MARTYR (MARTIR), PETRUS (PEDRO) d'ANGHIERA, 1457 - 1526, u. a. Chronist

MARUM. MARTINUS van, 1750 - 1837, Naturforscher, Physiker

MARWITZ, FRIEDRICH AUGUST LUDWIG von der, 1777 - 1837, Adliger, Offizier und Schriftsteller

MASOLLE, JOSEPH, 1889 - 1957, Ingenieur / Filmton

MÄSTLIN, MICHAEL, 1550 - 1631, Astronom

MAS'UDI, AL- gestorben um 957, Reisender, Geograph und Historiker

MATHER, JOHN CROMWELL, geb. 1946, Astronom, Physiker

MATTHAEI, Molekularbiologe

MATTHAEUS, Evangelist

MATHESIUS, JOHANNES, 1504 - 1565, Pfarrer, Bergbauschriftsteller

MATTHAEI, HEINRICH, geb. 1929, Molekularbiologe

MATTHES, FRANCOIS, 1875 - 1949, Glaziologe

MATTHIAS CORVINUS, 1458 - 1490 König von Ungarn

MATTHIAS, 1557 - 1619, 1612 Kaiser; für Ungarn als MATTHIAS II. 1608 König

MATTHIAS, B. T., 20. Jh., Physiker

MATTIOLI, P. A. G., 1501 - 1577, Botaniker

MAUDSLAY, ALFRED PERCIVAL, 1850 - 1931, Diplomat, Privatarchaeologe

MAUDSLAY, HENRY, 1771 - 1831, Erfinder

MAUL, ALFRED

MAULL, OTTO, 1887 - 1957, Geograph

MAUPAS, FRANCOIS E´MILE, 1842 – 1916, Biologe

MAUPERTUIS, PIERRE LOUIS MOREAU DE, 1698 – 1759, Mathematiker, Astronom

MAURIKIOS, 539 - 602, ab 582 byzantinischer Kaiser

MAURIZIO, ADAM, 1862 - 1941, Botaniker, Warenkunde

MAUROLYCUS aus Messina, 1494 - 1575

MAURY, MATTHEW FONTAINE, 1806 - 1873, Ozeanograph u. a.

MATHNER, FRITZ, 1849 - 1923, Philosoph, Reliogionshistoriker

MAX III. JOSEPH, 1727 - 1777, 1745 Kurfürst von Bayern

MAXENTIUS, um 278 - 312, römischer Teilkaiser

MAXIMILIAN I., 1459 - 1519, 1493 deutscher König, dann Kaiser

MAXIMILIAN II, 1527 - 1576, ab 1564 Kaiser

MAXIMILIAN I., 1573 - 1651, 1597 Herzog, 1623 Kurfürst von Bayern

MAXIMLIAN JULIUS LEOPOLD VON BRAUNSCHWEIG-WOLFENBÜTTEL, 1752 - 1785

MAXIMILIAN I. JOSEPH, 1756 - 1825, 1806 1, König von Bayern

MAXIMILIAN II, 1811 - 1864, ab 1848 König von Bayern,

MAXIMILIAN VON HABSBURG, Erzherzog, gescheiterter 'Kaiser' von Mexico

MAXIMINUS DAIA, gestorben 313 n- Chr., Mitkaiser im Osten

MAXWELL, JAMES CLERK, 1831 - 1879, Physiker

MAYBACH, KARL, 1879 - 1960, Ingenieur, Unternehmer

MAYBACH, WILHELM, 1846 - 1929, Ingenieur, Autoherstellung

MAYER, ADOLF, 1843 - 1942, Agrarwissenschaftler

MAYER, AUGUST, Chemiker

MAYER, JOHANN FRIEDRICH, 1719 - 1798, Pfarrer, Landwirtschaftsreformer

MAYER, JULIUS ROBERT, 1814 - 1878, Arzt, Physiker

MAYNARD, J. PARKER

MAYOR, MICHEL GUSTAVE, geb. 1942, Astronom

MAYR, ERNST, 1904 - 2005, Evolutionsbiologe, Biologiehistoriker

MAZARIN, JULES, 1602 - 1661, Regent von Frankreich für den jungen LUDWIG XIV.

MEAD, MARGARET, 1901 - 1978, Ethnologin, Anthropologin

MEADOWS, DENNIS L.geb. 1942, Ökonom, Umweltfragen

MECKEL, JOHANN FRIEDRICH, 1781 – 1833, Anatom

MECKEL, PHILIPP FRIEDRICH THEODOR, 1755 – 1803, Anatom

MEDAWAR, PETER BRIAN, 1915 - 1987, Biologe, Immunologe

MEDICI, die: LORENZO, PIETRO

MEDICUS, LUDWIG, 1847 – 1915, Chemiker

MEGASTHENES

MÈGE-MOURIÈS, HIPPOLYTE, 1817 – 1880, Chemiker

MEHMED/MEHMET II., 1432 - 1481, Sultan des Osmanischen Reiches, 1444, 1451 – 1481

MEHMED EMIN ALI PASCHA, 1815 - 1871, Statthalter u. Herrscher in Ägypten

MEIBOM, HEINRICH (d. J.), 1638 – 1700, Mediziner, Polyhistor

MEIGEN, JOHANN WILHELM, 1764 – 1845, Privat-Zoologe

MEIJI, Tenno, 1852 - 1912, Kaiser von Japan

MEIKLE, ANDREW, 1719 – 1811, Erfinder

MEISSNER, CARL FRIEDRICH WILHELM, 1792 – 1853, Apotheker

MEIßNER, HEINRICH AUGUST, 1862 – 1940, Eisenbahn-Ingenieur

MEISTER, bei PASTEUR gegen Tollwut geimpft

MEISTER, JOSEPH, 1866? – 1940, Pförtner bei PASTEUR

MEIßNER, WALTHER, 1882 - 1974, Physiker

MEIßNER (MEISSNER), WILHELM CARL, 1792 – 1853, Apotheker, Chemiker

MEITNER, LISE, 1878 - 1968, (Atom-)Physikerin

MEKARSKY, LOUIS, Konstrukteur, Erfinder

MELA, POMPONIUS, um 45 n. Chr, römischer Geograph

MELAC, EZECHIEL DU MAS, Comte DE M., 1630 - 1704, französischer General

MELCHERS, JOHANN GEORG FRIEDRICH, 1906 - 1997, Botaniker

MELKO, MATTHEW, 1930 - 2010, Historiker, Politwissenschaftler

MELLANBY, EDWARD, 1884 - 1955, Mediziner

MELLANBY, JOHN, 1878 – 1939, Physiologe

MELLAART, JAMES, 1925 - 2012, Archaeologe, Prähistoriker

MELLONI, MACEDONIO, 1798 - 1854, Physiker

MELVILLE, HERMAN, 1819 – 1891, US-amerikanischer Dichter

MEMLING, HANS, um 1430 bis 1435 – 1494, Maler

MENANDER, byzantinischer Historiker

MENCKE, OTTO, 1644 - 1707, Verleger

MENCL, EMANUEL, 1880 - 1910, Physiologe

MENDAÑA, ALVARO, 1541 - 1595

MENDEL, BRUNO, 1897 - 1959, Mediziner, Biochemiker

MENDEL, GREGOR, 1822 – 1884, Mönch, Biologe

MENDEL, KONRAD, Buch-Illustrator

MENDELEJEW, DIMITRI, 1834 - 1907, Chemiker

MENDELSSOHN-BARTHOLDY, JAKOB LUDWIG FELIX, 1809 - 1847, Komponist

MENDELSSOHN-BARTHOLDY, PAUL, 1841 - 1880, (Industrie-)Chemiker

MENDOZA, ANTONIO DE, etwa 1492 - 1552

MENDOZA, PEDRO DE, 1487 - 1537, Konquistador

MENELIK I., um 980 v. Chr. erster Kaiser von Äthiopien

MENES, um 3000 v. Chr., Pharao

MENGHIN, OSWALD, 1888 - 1973, Prähistoriker

MENO

MENSCHUTKIN, NIKOLAI ALEKSANDROWITSCH, 1842 – 1907, Chemiker

MENZEL, ADOLPH von, 1815 - 1905, Maler

MENZIES, MICHAEL, gestorben 1766

MERCATOR, GERARDUS, 1512 - 1594, Kartograph

MERCER, JOHN, 1791 - 1866, Textilfarbikant, - chemiker

MERCIER, LOUIS-SE´BASTIEN, 1740 - 1814, Schriftsteller

MERCZ, MARTIN

MERESCHKOWSKY, KONSTANTIN SERGEJEWITSCH, 1855 – 1921, Zoologe

MERGENTHALER, OTTMAR, 1854 – 1899, Erfinder, Schreibmaschine

MERIAN, MATTHAEUS, Kupferstecher

MERIAN, MARIA SIBYLLA, 1647 - 1717, Blumen- und Insektenmalerin und -erforscherin

MERING, JOSEPH Freiherr von, 1849 - 1908, Mediziner

MERLIN, ALFRED, 1876 - 1965, Archäologe, Unterwasser-Archäologie

MERRILL, ELMER DREW, 1876 - 1956, Botaniker

MERRILL, P. W., Astronom

MESLIER, JEAN, 1664 - 1729, Landpfarrer und Autor

MESROP MASCHTOZ, etwa 360 - 440 n. Chr., Heiliger, armenische Schrift

MESSERSCHMIDT, DANIEL GOTTLIEB, 1685 - 1735, Mediziner, Naturforscher

METHOD(IOS) von SALONIKI, etwa 815 - 885, Slawenapostel

METSCHNIKOW, ILJA I., 1845 - 1916, Biologe

METTERNICH, KLEMENS WENZEL LOTHAR von, 1773 - 1859, österreichischer Staatskanzler

MEYEN, FRANZ JULIUS FERDINAND, 1804 – 1840, Botaniker

MEYER, CHRISTIAN, geb. 1929, Althistoriker

MEYER, CONRAD FERDINAND, 1825 - 1898, Dichter

MEYER, EDUARD, 1855 - 1930, Althistoriker

MEYER, GÜNTHER, 20. Jh., Agrarhistoriker

MEYER, HANS, 1858 - 1929, Forschungsreisender

MEYER, KURT H., 1882 - 1952

MEYER, LOTHAR, 1803 - 1895, Chemiker

MEYER, RICHARD, 1846 - 1926, Chemiker

MEYER, ROBERT, 1864 - 1947, Mediziner

MEYER, STEFAN, 1872 - 1949, Physiker, Radioaktivität

MEYER, VICTOR, 1848 - 1897, Chemiker

MEYERHOF, OTTO, 1884 - 1951, Biochemiker

MEVLANA CELADEDDIN RUMI, 1207 - 1273, , türkisch-islamischer Mystiker

MEZ, CARL, 1866 - 1944, Botaniker

MICHAEL II., 820 - 829 byzantinischer Kaiser

MICHAEL VIII., 1224/1225 - 1285, byzantinischer Kaiser

MICHAEL I., FJODOROWITSCH ROMANOW, 1596 - 1645, 1613 1. Zar der Dynastie Romanow

MICHAEL SCOTUS, 13. Jahrhundert, Mathematiker, Übersetzer

MICHAEL, ARTHUR, 1853 - 1942, Chemiker

MICHAELIS, GUSTAV ADOLPH, 1798 – 1848, Mediziner, Zoologe

MICHAUX, ERNEST, Konstrukteur

MICHEL, HARTMUT, geb. 1948, Biochemiker

MICHELANGELO, 1475 – 1664, Maler, Architekt, Bildhauer

MICHELET, JULES, 1798 - 1874, Historiker

MICHELI, PIER ANTONIO, 1679 – 1737, Botaniker

MICHELSON, Physiker

MIDGLEY, THOMAS jr., 1889 - 1944, Chemiker

MIEG, Chemiker bei WILLSTÄTTER

MIERENDORFF, CARLO, 1897 - 1943, Politiker

MIESCHER, JOHANN FRIEDRICH, 1844 - 1895, Physiologe

MIETZSCH, FRITZ

MIEZKO I., um 945 ? - 992, um 960 Herzog der Polen

MILDE, KARL AUGUST JULIUS, 1824 – 1871, Botaniker

MILIUS, H. Erfinder

MILLARDET, PIERRE-MARIE-ALEXIS, 1838 – 1902, Botaniker, Phytopathologe

MILLER, ARTHUR, 1915 - 2005, USA-Dramatiker

MILLER, G. F.

MILLER, J. F. A. P.

MILLER, OSKAR VON, 1855 - 1934, Ingenieur

MILLER, PHILIPP, 1691 – 1771, Gartenmeister

MILLER, PHINEAS, 18./19. Jh., Erfinder

MILLER, ROBERT V., Biologe

MILLER, STANLEY, 1930 - 2007, Biochemiker

MILLER, WILHELM VON, 1848 - 1899, Chemiker

MILLIKAN, ROBERT ANDREWS, 1868 - 1953, Physiker

MILLINGTON, Sir THOMAS, 1628 – 1704, Botaniker

MILLON, EUGÈNE AUGUSTE NICOLAS, 1812 - 1867, Pharmazeut

MILNE, JOHN, 1850 – 1913, Seismologe

MILNE-EDWARDS, HENRI, 1800 – 1885, Zoologe

MILSTEIN, CÉSAR, geb. 1927, Immunologe

MILTON, JOHN, 1608 – 1674, Dichter

MININ, Bürger im Kampf gegen die Polen 1612

MINKELERS, JOHANN PETER, 1748 - 1824, Apotheker

MINKOWSKI, HERMANN, Mathematiker

MINKOWSKI, OSKAR, 1858 - 1931, Mediziner

MINOT, GEORGE RICHARDS, 1885 - 1950, Mediziner

MIRABEAU, HONORE´GABRIEL VICTOR RIQUETTI, Graf von, 1749 - 1791

MIRABEAU der Ältere, eigentlich VICTOR RIQUETTI Marquis DE, 1715 - 1789, Volkswirt

MIRBEL, CHARLES FRANCOIS BRISSEAU DE ..., 1776 - 1854, Botaniker

MITHRIDATES VI. EUPATOR, um 134 - 63 v. Chr. ab um 120 König von Pontus

MITSCHERLICH, ALEXANDER, 1836 - 1918, Chemiker

MITSCHERLICH, EILHARD, 1794 - 1863, Chemiker

MITSCHURIN, IWAN WLADIMIROWITSCH, 1855 - 1935, Pomologe, Züchter

MITTELSTAEDT, HORST, 1923 - 2016, Verhaltensforscher, Kybernetiker

MIVART, ST. GEORGE JACKSON, 1827 - 1900, Zoologe, kath. Naturphilosoph

MÖBIUS, KARL AUGUST, 1825 - 1908, Zoologe

MOCTEZUMA, s, MONTEZUMA

ISABEL MOCTEZUMA, vorher TECUICHPOCH, etwa 1510 - 1550, Tochter des vor.

MOHAMMED

MOHAMMED ALI, 1769 - 1849, Politiker / Ägypten

MOHL, HUGO, seit 1843 VON, 1805 - 1872, Botaniker

MOHL, ROBERT VON, 1799 - 1875

MOHOROVICIC, ANDRIJA, 1857 – 1936, Seismologe

MOHR, FRIEDRICH, 1806 - 1879, Chemiker, Geologe

MOHS, FRIEDRICH, 1773 - 1839, Mineraloge

MOISSAN, HENRI, 1852 - 1907, Chemiker

MOLDENHAWER, JOHANN JAKOB PAUL, 1766 – 1827, Botaniker

MOLESCHOTT, JACOB, 1822 - 1893, Physiologe, Mediziner

MOLINA, MARIO J.= JOSE´, geb. 1943, Chemiker

MOLISCH, HANS, 1856 – 1937, Botaniker

MÖLLER, CHRISTIAN

MÖLLER, LENELOTTE, s. TACITUS 2012

MOMMSEN, MARIA AUGUSTA geb. REIMER, 1832 - 1907, Eherfrau des folg.

MOMMSEN, CHRISTIAN MATTHIAS THEODOR, 1817 - 1903, Alt-Historiker, für Rom

MONAKOW, CONSTANTIN von, 1853 - 1930, Neurologe

MONARDES, NICOLA´S BAUTISTA, etwa 1493 – 1588, Mediziner, Botaniker

MOND, LUDWIG, 1839 - 1909, Chemie-Industrieller

MONDINO DE LUZZI (Lucca), etwa 1275 - 1326, Mediziner, Anatom

MONEY, JOHN W. = WILLIAM, 1921 - 2006, Sozial-, Sexual-Psychologe

MONGE, GASPARD, 1746 - 1818, Mathematiker, führender Wissenshaftler

MONIZ, ANTONIO EGAS, 1874 - 1955, portugiesischer Neurologe

MONOD, JACQUES LUCIEN, 1910 - 1976, Biologe

MONTAGNE, JEAN FRANCOIS CAMILLE, 1784 - 1866, Mediziner, Botaniker

MONTAIGNE, MICHEL EYQUEM de, 1533 - 1592, u, a, Autor

MONTAGU, EDWARD WORTLEY, u. a. Diplomat, Ehemann der folg.

MONTAGU, Lady MARY WORTLEY, 1689 - 1762, Schriftstellerin, Politikergattin

MONTANARI, GEMINIANO, 1633 - 1687, Astronom

MONTCALM (de SAINT-VE´RAN), LOUIS-JOSEPH DE MONTCALM_GROZON, marquis de, 1712 - 1759, Militärbefehslhaber

MONTEFELTRO, FEDERICO DA, 1422 - 1482, Condottiere, Herzog von Urbino

MONTELIUS, GUSTAV OSCAR, 1843 - 1921, Urgeschichtsforscher

MONTESQUIEU, CHARLES de SECONDAT, Baron de, 1689 - 1755

MONTEVERDI, CLAUDIO, 1567 - 1643, Komponist, Pionier der Oper

MONTEZ, LOLA (Pseudonym), 1821 - 1861, Tänzerin

MONTEZUMA/MOCTEZUMA, um 1465 - 1533, Herscher in Mexico

MONTFAUCON, DOM BERNARD DE, 1655 - 1741, Benediktiner, Historiker

MONTGELAS, MAXIMILIAN JOSEPH Graf von, 1759 - 1838, bayerischer Staatsmann

MONTGOLFIER, JOSEPH-MICHEL, 1740 - 1810, Erfinder

MONTGOLFIER, JACQUES-ÉTIENNE, 1745 - 1799, Erfinder

MONTMORT, HENRI-LOUIS HABERT, 1600 - 1679

MONRO III, ALEXANDER, 1773 - 1850, Anatom

MOORE, ANDREW M. T., Archäologe

MOORE, J. W., Mediziner

MORANDO, BERNARDO, etwa 1540 - 1600, Architekt

MOERBEKE (A), GUILLELMUS, etwa 1220 / 1235 - vor 1286, Übersetzer

MORELLY, ETIENNE GABRIEL, 1717 - 1778

MORGAGNI, GIOVANNI, 1682 – 1771, Anatom

MORGAN, LEWIS HENRY, 1818 - 1881, Ethnologe

MORGAN, THOMAS HUNT, 1866 - 1945, Zoologe, Genetiker

MORITZ, 1619 - 1681, Herzog von Sachsen-Weißenfels

MORLEY, EDWARD WILLIAMS, 1838 - 1923, Chemiker

MORSE, SAMUEL FINLEY BREESE, 1791 – 1872, Erfinder

MORTENSEN, HANS, 1894 - 1964, Geograph

MORTENSEN; HANS CHRISTIAN CORNELIUS, 1856 – 1921, Ornithologe

MORTENSEN, L. E., Biochemiker

MORTILLET, LOUIS-LAURENT-GABRIEL DE, 1821 - 1898, Vorgschichtsforscher

MOSANDER, CARL GUSTAV, 1797 - 1858, Chemiker

MOSCA, GAETANO, 1858 - 1941, Historiker, Soziologe

MOSCHEL, WILHELM, 1896 - 1954, Chemiker

MOSELEY, HENRY GWYN JEFFREYS, 1887 - 1915, Chemiker, Physiker

MOSKWITIN, IWAN, 17. Jahrhundert, Kosak

MOSELLANUS, PETRUS, 1493 - 1524, Humanist

MOTHES, KURT, 1900 – 1983, Biochemiker

MOTTE, ANDREW, 1796 - 1734, NEWTON-Übersetzer, ins Englische

MOUHOT, HENRI, 1826 - 1861, Reisender

MOZART, WOLFGANG AMADEUS, 1756 – 1791, Musikschöpfer

MÜCKLER, HEINRICH, 20. Jh., Chemiker, Contergan

MÜHLMANN, M.

MÜHRI, ADOLF, Mediziner

MULDER, GERARD(US) JOHANNES. 1802 - 1880, Physiologische Chemie

MULERIUS, NICOLAUS, 1564 - 1630, Mathematiker u. a.

MÜLLER, CHRISTOPH, 17.Jh., Glasmacher/Lauscha

MÜLLER, FRANZ JOSEPH, Freiherr von REICHENSTEIN, 1740 – 1825

MÜLLER, FRITZ, 1821 – 1897, (Amateur-)Biologe

MÜLLER, GERHARD FRIEDRICH, 1705 - 1783, Historiker

MÜLLER, HERMANN, 1829 - 1883, Biologe

MÜLLER, HERMANN FRANZ, 1868 - 1898, Mediziner, Pestforscher

MULLER, HERMANN JOSEPH, 1890 - 1967, Genetiker

MÜLLER, JOHANNES, 1801 – 1858, Biologe, Zoologe, Physiologe

MÜLLER, JOHANN HEINRICH KARL, Physiker. 1829 - 1875

MUELLER, J. HOWARD

MÜLLER, KARL, Zoologe

MÜLLER, LUDWIG ROBERT, 1870 - 1962, Mediziner

MÜLLER, OTTO FREDERIK (FRIEDRICH), 1730 – 1784, Zoologe

MÜLLER, RICHARD, 1903 - 1999, Chemiker

MÜLLER, WALTER, 1905 - 1979, Physiker

MÜNCHHAUSEN, OTTO von, 1716 - 1774

MUNK, HERMANN, 1839 - 1912, Neurophysiologe

MÜNNICH, BURKHARD CHRISTOPH Graf VON, 1683 - 1767, in russischen Diensten u. a. Feldmarschall, auch kurz Premierminister

MÜNSTER, SEBASTIAN, 1489 - 1552, Linguist, Kosmograph, Kartograph

MUNTHE, AXEL MARTIN FREDRIK, 1857 - 1949, Mediziner

MÜN(T)ZER, THOMAS, 1490 - 1525, Bauernführer

MURAD I., 1319 oder 1326 - 1389, ab 1359 Sultan des Osmanischen Reiches

MURAD II,, 1404 - 1451, ab 1421 mit Unterbrechung Sultan

MURAD III.,1546 - 1595, ab 1474 Sultan

MURAT, JOACHIM, 1767 - 1815, NAPOLEONs Schwager, a. König von Neapel

MURATORI, LUDOVICO ANTONIO, 1672 - 1750, Bibliothekar, Archivar

MURAVYOV, NIKOLAI NIKOLAJEWITCH, 1809 - 1881, General

MURBECK, SVANTE SAMUEL, 1859 - 1946, Botaniker

MURCHISON, RODERICK IMPEY, 1792 - 1871, Geologe

MURDOCH (MURDOCK), WILLIAM, 1754 - 1839, Chemiker

MURILLO, BART. ESTÉBAN, 1618 - 1682, Maler

MURNER, THOMAS, 1475 - 1537, Humanist, gegen LUTHER, Satiriker

MURPHY, WILLIAM PARRY, 1892 - 1987, Mediziner

MURRAY

MURRAY, Sir JOHN, 1841 – 1914, Naturforscher

MURRAY, JOSEPH EDWARD, geb. 1919, USA-Chirurg

MUSHET, ROBERT FORESTER, 1811 - 1891, Metallurg

MUSIN-PUSCHKIN, APOLLOS APOLLOSOWITSCH, 1760 – 1805, Chemiker, Mineraloge

MUSPRATT, JAMES, 1793 – 1886, Chemie-Unternehmer

MUSPRATT, JAMES SHERIDAN, 1821 – 1871, Chemie-Unternehmer

MUSSCHENBROECK, PIETER VAN, 1692 - 1761, Physiker

MUSSOLINI, BENITO, 1883 - 1945

MUTHMANN, WILHELM, 1861 – 1913, Chemiker

MYLIUS / MIJLE, ABRAHAM van der, 1563 - 1637

MYRBÄCK, Biochemiker

NACHMANSOHN, DAVID, 1899 - 1983, Biochemiker

NACHTIGAL, GUSTAV, 1834 . 1885, Afrikaforscher

NADIR, s. Schah N.

NAGAOKA, HANTARO, 1865 - 1950, Physiker

NÄGELI, KARL, 1817 – 1891, Botaniker

NAKHIMOV, PAVEL STEPANOVICH, 1802 - 1855, russischer Admiral

NAPOLEON BONAPARTE, Kaiser NAPOLEON I., 1769 - 1821

NAPOLEON III., 1808 - 1873, 1852 - 1870, Kaiser der Franzosen

NARJES, THEODOR GUSTAV, 1847 - 1905, Ingenier, Erfinder

NARR, K. J., 20. Jh., Vorgeschichtler

NARSES, gest. 567, byzantinischer Feldherr

NASMYTH, JAMES, 1808 - 1890, Ingenieur

NASSER, GAMAL ABDEL, 1918 - 1970, 1952 Ministerpräsident, 1954 Staatspräsident von Ägypten

NATTA, GIULIO, 1903 - 1979, Chemiker

NATTERER, JOHANN, 1787 - 1843, Zoologe

NATIVELLE, CLAUDE-ADOLPHE. 19. Jh., Pharmakologe

NAUMANN, KARL FRIEDRICH, 1797 - 1873, Geologe

NAUNYN, BERNHARD, 1839 - 1925, Mediziner

NAWASCHIN, SERGEJ GAWRILOWITSCH, 1857 – 1930, Botaniker

NEARCHOS (-US), 4. Jh. v. Chr., Feldherr, Admiral

NEBUKADNEZAR / NEBUCHADNEZZAR II., 604 – 562 v. Chr.

NECKER, bedeutende Familie in Frankreich des 18. Jh.

NECKER, JACQUES, 1732 - 1804

NECKER, SUZANNE, geb. CURCHOD, 1737 - 1794, Ehefrau des vor.

NEDDERMEYER, SETH HENRY, 1907 - . Physiker

NEEDHAM, JOHN TURBERVILLE, 1713 - 1781, Naturforscher

NEEL, JAMES V., 1915 – 2000, Humangenetiker

NEGRELLI von MOLDELBE, ALOIS Ritter von, 1789 (oder 1799?) – 1858, Ingenieur

NEILSON, JAMES BEAUMONT, 1792 - 1865, Metallurg/Eisen

NEISSER, ALBERT LUDWIG SIGISMUND, 1855 - 1916, Mediziner

NELSON, HORATIO, Viscount, 1758 - 1805, Admiral

NENCKI, MARCEL von, 1847 - 1901, Biochemiker

NEPOMUK, JOHANNES, um 1350 - 1393, Priester, Beichtvater

NERI, ANTONIO, 1578 - 1614, Glasingenieur

NERNST, WALTHER, 1864 - 1941, Physikochemiker

NERO, 37 – 68 n. Chr, römischer Kaiser ab 54 n. Chr.

NERVA, 30 - 98 n. Chr. , 96 – 98 n. Chr. römischer Kaiser

NESTLE, WILHELM, 1865 - 1959, Altphilologe

NESTORIUS, 381 - 451/453 n. Chr. , Patriarch, Religionsführer, gilt als Häretiker

NESTOR von Kiew, 1050 - 1113 (1114), russischer Mönch und Historiograph

NEUBERG, CARL, 1877 - 1956, Biochemiker

NEUBURGER, MAX, 1868 - 1955, Medizinhistoriker

NEUFELD, F., Mediziner, Bakteriologe

NEUMANN, ERNST CHRISTIAN, 1834 – 1918, Physiologe

NEUMANN, FRANZ, 1798 – 1895, Physiker

NEWCOMEN, THOMAS, 1663 - 1729, Erfinder

NEWLANDS, JOHN ALEXANDER REINA, 1837 - 1898, Chemiker

NEWTON, ISAAC, 1643 - 1727, Naturforscher

NIAVIS / SCHNEEVOGEL, PAUL, etwa 1460 - etwa 1514, Humanist

NICCOLI, NICCOLO‘, 1363 - 1437, Humanist

NICHOLSON, DONALD, geb. 1916, Biochemiker

NICHOLSON, EDWARD CHAMBERS

NICHOLSON, EDWARD WILLIAM

NICHOLSON, JOHN WILLIAM, 1881 - 1955, Physiker

NICHOLSON, WILLIAM, 1753 - 1815, Elektrochemiker

NICOLAI, CHRISTOPH FRIEDRICH, 1733 - 1811, Verleger, Herausgeber, Aufklärer

NICOLAIER, ARTHUR, 1862 - ?, 1942, Mediziner

NICOLLE, CHARLES H. J., 1866 - 1936, Mediziner, Bakteriologe

NICOLAUS CUSANUS/NIKOLAUS VON KUES, Kardinal, Naturforscher

NICOT DE VILLEMAIN, JEAN, 1530 – 1600, Diplomat

NIEBUHR, BARTHOLD GEORG, 1776 - 1831, Staatsmann, Historiker

NIEBUHR, CARSTEN (KARSTEN), 1733 - 1815, Expeditionsleiter, Beamter

NIEMANN, ALBERT FRIEDRICH EMIL, 1834 – 1861, Chemiker

NIEMANN, BERNARD, Molekularbiologe

NIEMEYER, WOLFGANG, Geograph

NIEPCE, JOSEPH NICÉPHORE, 1765 - 1833, Erfinder, Fotografie

NIEPCE DE SAINT-VICTOR, CLAUDE FE'LIX ABEL, 1805 - 1870, Physiker

NIER, ALFRED O. C. (= OTTO CARL), 1911 - 1994, Physiker

NIETHAMMER, FRIEDRICH IMMANUEL, 1766 - 1848, Pädagoge, Theologe

NIETZSCHE, FRIEDRICH, 1844 - 1900, Philosoph

NIEUWENKAMP, WILLEM, 1903 - 1979, Geologe, Petrologe

NIEUWLAND, JULIUS ARTHUR, 1846 - 1926, Chemiker

NIGGLI, PAUL; 1888 – 1953, Mineraloge, Petrograph

NIKOLAUS, Bischof von Myra, 3./4. Jh. mit unicheren Lebensdaten, gest. an einem 6. Dezember

NIKOLAUS VON KUES = NICOLAUS ...

NIKEPHOROS I., etwa 760 - 811, 802 byzantinischer Kaiser

NIKEPHOROS PHOKAS, byzantinischer Kaiser

NIKLEWSKI, BRONISLAW, 1879 - 1961, Mikrobiologe

NIKLOT, 12. Jh., Obodritenfürst

NIKOLAUS V., 1397 - 1455, ab 1447 Papst

NIKOLAUS II., 1868 – 1918, 1894 - 1917 russischer Zar

NIKOLAUS KARDINAL VON SCHÖNBERG, 1472 - 1537. Erzbischof v. Capua

NIKOLAUS VON KUSA/CUES, 1401 - 1464, zuletzt Kardinal, Gelehrter

NILSON, LARS FREDRIK, 1840 – 1899, Chemiker

NILSSON-EHLE, HERMAN, 1873 - 1949, Pflanzenzüchter

NIPKOW, PAUL G., 1860 - 1940, Ingenieur

NIRENBERG, MARSHALL WARREN, 1927 - 2010, Molekulargenetiker

NITHARD, etwa 785 - 845, Geschichtsschreiber, verwandt mit KARL DER GROSSE

NIXEY, CATHERINE, Historikerin

NOBEL, ALFRED, 1833 – 1896, Chemiker, Unternehmer

NOCHT, BERNHARD, 1857 - 1945, Tropenmediziner

NODDACK, WALTER, 1893 - 1960, Chemiker

NOFRETETE, Gemahlin des Pharao ECHNATON

NOGUCHI, HIDEYO, 1876 - 1928, Mikrobiologe

NOTRE, ANDRE' LE, 1613 - 1700, Parkarchitekt

NOLLET, JEAN-ANTOINE, 1700 - 1770, Physiker, Abbe

NONNUS VON PANOPOLIS, um 400 n. Chr., spätantiker Schriftsteller

NORDENSKIÖLD, ADOLF ERIK, Freiherr, 1833 – 1901, Polarforscher

NORMAN, ROBERT, um 1590

NORMAN, WILHELM, 1870 - 1939, Chemiker

NORTH, JOHN THOMAS, 1842 - 1896

NORTH, MICHAEL, Historiker

NORTHROP, JOHN HOWARD, 1891 - 1987, Biochemiker

NOSSENI, GIOVANNI MARIA, 16. Jahrhundert

NOSTRADAMUS, MICHEL DE, 1503 - 1566, vermeintlicher Prophet

NOTKER I von ST. GALLEN, etwa 840 - 912, a. Geschichtsmitteiler

NOVALIS, FRIERICH, Freiherr von HARDENBERG, 1772 – 1801, Dichter, Bergbauverständiger

NOVARA, DOMINICO MARIA DI, um 1454 - 1504, Astronom

NOVELLI

NOVIKOFF, ALEX BENJAMIN (= B.), 1913 - 1987, Biochemiker

NOYES, ARTHUR AMOS, 1866 – 1936, Chemiker

NUMERIANUS, 253 - 284 n. Chr., 283 römischer Kaiser, im Osten

NUMIDIUS, QUINTUS CAECILIUS METELLUS NUMIDIUS, Konsul, Truppenführer

NUNEZ, PEDRO, etwa 1490 - etwa 1560, Kartograph

OBERTH, HERMANN, 1894 - 1989, Raketenpionier

OCCIALINI, Physiker

OCHOA, SEVERO, 1905 - 1993, Biochemiker, Molekulargenetiker

OECOLAMPAD(IUS), JOHANNES, 1482 - 1531, Reformator/Basel

OCTAVIAN s. AUGUSTUS

ODAENATHUS, Regent von Palmyra

ODIER

ODIERNA, GIOVANNI BATTISTA, 1597 - 1660, Astronom, Mikroskopiker

ODOAKER, umgebracht 493, römischer Feldherr

ODORIC DE PORDENONE, 13./14. Jh., reisender Franziskaner

OESTERHELT, DIETER, Mikrobiologe, Biochemiker

OFFENBACH, JACQUES, 1819 – 1880, Komponist

ÖGEDAI KHAN/ÖGÄDAI KHAN, um 1186/1189 - 1241, 1229 2. Großkhan des Mongolenreichs

OGINO, KJASAKU, 1887 - 1975, Mediziner

OEHLKERS, FRIEDRICH, 1890 - 1971, Botaniker

OHM, GEORG SIMON, 1789 - 1854, Physiker

OKEN (Ockenfuß), LORENZ, 1799 – 1851, Naturforscher

OLAUS MAGNUS, 1490 – 1557, Bischof und Autor über die Nordländer

OLAF I. TRYGGVASON, 968 - 1000, ab 995 König von Norwegen

OLAFSEN, EGGERT, Islandreisender

OLBERS, HEINRICH WILHELM, 1758 - 1840, Astronom

OLDENBARNEVELT, JOHAN VAN, 1547 - 1619, Politiker, Handelspolitiker

OLDENBURG, HENRY (geb. als HEINRICH), etwa 1618 - 1677

OLDHAM, RICHARD DIXON, 1858 – 1936, Seismologe

OLEARIUS, ADAM, 1603 – 1671, Reise-Autor

OLEG, Fürst der Kiewer Rus

OLIPHANT, Sir MARCUS, - 2000, Physiker

OLIVIER, GEORGE, 1841 - 1915, Physiologe

OLSZEWSKI, KAROL STANISLAW, 1846 – 1915, Physiker

OLYMPIA, Gattin des PHILIPP II., König von Mazedonien

OLYMPIODORUS, spätantiker Historiker

ONATE, JUAN DE, 1550 - 1628, Konquistador

ONESECRITUS (ONESICRATES), 4. Jahrhundert v. Chr.

OPARIN, ALEXANDER IWANOWITSCH, 1894 - 1980, Biochemiker

OPEL, ADAM, 1837 - 1895, Unternehmer, Autobauer

OPEL, FRITZ von, 1899 - 1971

OPEL, WILHELM von, 1871 - 1948, Konstrukteur, Unternehmer

OPPEL; FRIEDRICH WILHEM VON, 1720 - 1769, hoher Bergbeamter

OPORINUS (HERBST), JOHANNES, 1507 - 1568, Drucker

OPPENHEIM, FRANZ, 1852 - 1929, Chemiker, Unternehmensgründer

OPPENHEIMER, ROBERT, - 1967, Physiker

OPPERT, JULES, 1825 - 1905, Altorientalist

ORBELI, LEON, 1882 - 1958, Nervenphysiologe

ORBIGNY, ALCIDE CHARLES VICTOR DESSALINES de, 1802 - 1857, Paläontologe

ORELLANA, FRANCISCO DE, um 1505 oder 1511 - 1546 oder 1550. Entdecker

ORGEL, LESLIE ELEAZER, 1927 - 2007, Biologe

ORIGINES, christlicher Philosoph

OROSIUS, PAULUS, erste Hälfte 5. Jahrhundert, u. a. Historiker

OERSTED, HANS CHRISTIAN, 1777 – 1851, Physiker

ORTA, GARCIA D', etwa 1500 – etwa 1568, Mediziner, Botaniker

ORTELIUS, ABRAHAM, 1527 - 1598, Kartograph

ORTFRIED/ORTFRID VON WEIßENBURG, etwa 780 -875. dichtender Kleriker

ORTH, JOHANNES, 1847 - 1923, Mediziner

OSBECK, PEHR, 1723 - 1805, Botaniker

OSBORNE, THOMAS BURR, 1859 – 1929, Biochemiker

OESCHGER, HANS, 1927 - 1998

OESFELD, GOTTHELF FRIEDRICH, 1735 - 1801, Magister, Pfarrer, Autor

OSIANDER, ANDREAS, 1496 oder 1498 – 1552, Reformator

OSTENFELD, CARL HANSEN, 1873 – 1931, Botaniker

OSTERBERG

OSTERHAMMEL, JÜRGEN, geb. 1952, Historiker

OSTWALD, WILHELM, 1853 – 1932, Chemiker

OSTWALD, WOLFGANG, 1883 - 1943

OTFRI(E) VON WEIßENBURG, um 790 - 875 n. Chr.

OTHO, 32 n. Chr. - 69 n. Chr., 69 kurz römsiche Kaiser

OTTHEINRICH, 1502 - 1559, 1556 Kurfürst von der Pfalz

OTTO I., 912 - 973, 936 deutscher König, 955 / 962 (Papstkrönung) Kaiser

OTTO III., 980 - 1002, 983 (3-jährig) deutscher König, 996 Kaiser

OTTO, Markgraf von Meißen, der "Reiche"

OTTO FRIEDRICH LUDWIG VON WITTELSBACH, 1815 - 1867; 1832 - 1862 König von Griechenland

OTTO von FREISING, etwa 1112 - 1158, Bischof, Geschichtsschreiber

OTTO, FRIEDRICH, 1838 - 1897

OTTO, NICOLAUS, 1832 - 1891, Erfinder, Ingenieur

OVERATH, P., Biochemiker

OVERTON, Physiologe

OVIEDO, GONZALO FERNA´NDEZ de, 1478 - 1567, Chronist

OVIEDO, PABLO, Aufklärer in Spanien

OWEN, RICHARD, 1804 – 1892, Anatom, Paäontologe

OWEN, ROBERT, 1771 - 1858, Unternehmer, Frühsozialist, Ökonom

OWENS, JOHN, Kaufmann, Stifter

OWENS, MICHAEL JOSEPH, 1859 - 1923, Erfinder, Glasflaschen

OWENS, R. B.

OXENSTIERNA, AXEL, 1583 - 1654, ab 1666 schwedischer Reichskanzler

PAÁL, A., Botaniker

PÄÄBO, SVANTE, geb. 1955, Paläoanthropologe, genetiker

PABST von OHAIN, GOTTFRIED, 1656 - 1729, Chemiker

PABST von OHEIN, Flugzeugkonstrukteur

PACHMAYR, FRANZ, Landwirtschaftsschriftsteller

PACINOTTI, ANTONIO, 1869 – 1912, Elektrotechniker

PADILLA, JUAN DE, 1490 - 1521, spanischer Städtebundführer

PAHERI, altägyptischer Würdenträger

PAINE, THOMAS, 1736/37 - 1809, Aufklärungsschriftsteller

PAIVA, ALFONSO DE, um 1480, portugiesischer Landreisender

PALADE, GEORGE, 1912 - 2008, Zellbiologe

PALACKY, FRANTIZEK, 1798 - 1876, Historiker

PALESTRINA, GIOVANNI PIERLUIGI DA, 1525 - 1594, (Kirchen-) Komponist

PALISSY, BERNARD, zwischen 1499 und 1515 - 1590

PALLADIO, ANDREA, 1518 - 1580, Architekt

PALLADIUS, römischer Schriftsteller

PALLAS, PETER SIMON, 1741 - 1811, Naturforscher

PALMSTJERNA; NIC., 18. Jh.

PANDER, HEINRICH CHRISTIAN von, 1794 - 1865, Naturforscher

PANETH, FRIEDRICH ADOLF, auch: FRITZ, 1887 - 1958, Chemiker

PANUM, PETER LUDVIG (LUDWIG), 1820 - 1885, Mediziner

PAOLI, PASQUALE, 1725 - 1807, korsischer Politiker

PAPIN, DENIS, 1647 - 1610 (?), Erfinder

PAPPOS, 4. Jh. n. Chr., Mathematiker

PAPST von OHEIM, Konstrukteur

PARDEE, ARTHUR, geb. 1921, Zellforscher, Molekularbiologe

PARE´, AMBROISE, um 1510 - 1590, Mediziner, Wundarzt

PARET, OSCAR, 1889 - 1972, Landeskundler

PARETO, VILFREDO FEDERICO = VILFREDO, 1848 - 1923, Soziologe

PARK, MUNGO, 1771 - 1806, Afrikareisender

PARKE-DAVIS, company, Pharmazeut

PARKER, L. F. J., 20. Jh., Biochemiker

PARKINSON, JAMES, 1755 - 1824, Arzt

PARNAS, JACUB KAROL , 1884 - 1949, Biochemiker

PARROT, A´NDRE, 1901 - 1980, Archäologe

PARRY, WILLIAM EDWARD, 1790 - 1855, Polarforscher

PARSEVAL, FRANZ AUGUST FERDIAND MAX von, 1861 - 1942, Konstrukteur

PARSON, WILLIAM, Third Earl of Lord ROSSE, 1800 - 1867, Astronom

PARSONS, Sir CHARLES ALGERNON, 1854 - 1931, Ingenieur

PASCAL, BLAISE, 1623 – 1662, Philosoph, Mathematiker

PASCHEN, ENRIQUE, 1860 - 1936, Mediziner

PASCHEN, FRIEDRICH, 1865 - 1947, Physiker

PASKEWITCH, IWAN FJODOROWITCH Fürst, 1782 - 1856, General

PASSARGE, SIEGFRIED, 1868 - 1958, Geograph

PASTEUR, LOUIS, 1822 – 1895, Chemiker, Mikrobiologe

PATRICK, St., gest. um 461 oder 493 n. Chr., legendenumrankter irischer Nationaheiliger

PAUL III., 1468 - 1549, seit 1534 Papst

PAUL V., 1552 - 1621, 1605 Papst

PAUL I., 1754 - 1801, ab 1796 Zar von Rußland

PAUL, JEAN, eigentl. JOHANN PAUL FRIEDRICH RICHTER, 1763 - 1825, Dichter

PAULESCO, NICHOLAS C., 1869 - 1931, Physiologe

PAULI, WOLFGANG ERNST, 1900 - 1958, Physiker

PAULING, LINUS CARL, 1901 - 1994, (Bio)Chemiker

PAULLI, SIMON, 1603 - 1680, Anatom, Botaniker

PAULSEN, FRIEDRICH, 1846 - 1908, Philosoph

PAULUS, christlicher Apostel

PAUL(L)US/LUCIUS AEMILIUS PAULLUS Macedonicus, etwa 229 v. Chr. - 160, römischer Feldherr und Politiker

PAULUS von SAMOSATE

PAULUS DIACONUS, zwischen 725 - 730 - zwischen 797 - 799, u. a. Geschichtsschreiber, langobardischer

PAUSANIAS, um 143 – 176 n. Chr., antiker Reise-Schriftsteller und Geograph

PAWLOW (PAVLOV), IWAN (IVAN) PETROVITSCH (PETROVIC), 1849 - 1936, Physiologe

PAWLOWSKY, A. D.

PAXTON, JOSEPH, 1803 - 1868, Botaniker, Architekt

PAYEN, ANSELME, 1795 - 1871, Chemiker

PEARSON, GEORGE, 1751 - 1828, Chemiker

PECHMANN, HANS Freiherr VON, 1850 - 1902, Chemiker

PECOCK, REGINALD, etwa 1395 - etwa 1461, Bischof

PECQUET, JEAN, etwa 1622 - etwa 1674, Mediziner

PEDRO I., 1334 - 1369, 1350 König von Kastilien/Leon u. a.

PEDRO II., 1826 - 1891, 1831 - 1889 Emperor von Brasilien

PEDRO ARIAS DE AVILA = DÁVILA, PEDRARIAS

PEI XIU, 224 - 71 n. Chr., chinesischer Kartograph

PEIPER, ALBRECHT, 1889 -1968, Mediziner, Kinderarzt, Sohn des folg.

PEIPER, ERICH, 1856 - 1938, Mediziner

PEIRESC, NICOLAS-CLAUDE FABRI DE, 1580 - 1637, u. a. Astronom

PEISISTRATOS, um 600 v. Chr. - 528/527 v. Chr., Tyrann von Athen

PEKELHARING, CORNELIS ADRIANUS, 1848 - 1922, Mediziner

PELAGIUS, um 350 - 420 n. Chr., als häretisch geltender Kirchenvater

PELIGOT, EUGE'NE-MELCHIOR, 1811 – 1890, Chemiker

PELLETIER, PIERRE-JOSEPH, 1788 – 1843, Chemiker

PELOUZE, THÉOPHILE-JULES, 1807 - 1867, Chemiker

PELTIER, JEAN-CHARLES-ATHANASE, 1785 – 1845, Uhrmacher, Physiker

PEMBERTON, HENRY, 1694 – 1771, Arzt, Mathematiker, Popuarisator

PENCK, ALBRECHT, 1858 - 1945, Geograph, Geologe

PENFIELD, WILDER, 1891 - 1976, Neurochirurg

PENN, WILLIAM, 1744 - 1718, Utopist und Staatengründer

PENZLIN, HEINZ, geb. 1932, Zoologe

PEPI I., innerhalb 2295 v. Chr. und 2250 v. Chr., 3. Pharao 6. Dynastie

PEPI II. innerhalb 2245 - 2180 v. Chr., 5. Pharao 6. Dynastie

PEPYS, SAMUEL, 1633 - 1703, Admiralitätssekretär, Tagebuchschreiber

PEREY, MARGUERITE, 1910 – 1975, Chemikerin

PERFILEW, IWAN, 17. Jahrhundert, Kosak

PERKIN, WILLIAM HENRY, 1838 - 1907, Chemiker

PERKINS, JACOB, Physiker

PERMOSER, BALTHASAR, 1651 - 1732, Bildhauer

PERMUTTER, SAUL, geb. 1959, Astronom, Kosmosforscher

PERRAULT, CHARLES, 1628 – 1703, Literat

PERRAULT, CLAUDE, 1613 - 1688

PERRAULT, PIERRE, 1611 – 1680, Jurist, Naturforscher

PERRIN, JEAN, 1870 - 1942, Physiker

PERRIER, CARLO, 1886 - 1948, Mineraloge

PÉR(R)IER, Schwager von B. PASCAL

PERRONCITO

PERRY, MATTHEW, 1794 - 1858, US-amerikanischer Kapitän

PERSEUS, etwa 213/212 - 185 v. Chr., 168 besiegter König von Mazedonien

PERSOZ, JEAN FRANCOIS, Chemiker

PERTINAX, 126 - 193 n. Chr,, 193 3 Monate römischer Kaiser

PERTY, JOSEPH ANTON MAXIMILIAN, 1804 – 1881, Zoologe

PERTZ, GEORG HEINRICH, 1785 - 1876, Archivar, Bibliothekar

PETER II., 1178 - 1213, ab 1196 König von Aragonien

PETER VON ARAGON, 1240 - 1285, ab 1276 als PETER III. König von Aragon, 1282 - 1285 als PETER I. auch von Sizilien

PETER I., der 'GROSSE', Zar

PETER III., 1728 - 1762, 1762 6 Monate Zar

PETER VON CASTELNEAU s. PIERRE DE CASTELNEAU

PETER PEREGRINUS, von MARICOURT, 13. Jahrhundert

PETERMANN, ANDRE, 1922 - 2011. Physiker

PETERS, CARL, 1856 - 1918, Afrikaforscher und Koloniebegründer

PETERSEN, CARL THEODOR, geb. 1836, Chemiker

PETIT, ALEXIS THE'RE'SE, 1791 - 1820, Chemiker

PETRARCA, FRANCESCO, 1304 - 1374, Dichter

PETREIUS (PETREJUS), JOHANN, 1497 - 1550, Drucker in Nürnberg

PETRI, OLAUS, 1493 - 1552, Theologe, Reformator, in Schweden

PETRIE, WILLIAM MATTHEW FLINDERS, 1853 - 1942, Archäologe, Ägyptologe

PETRI, RICHARD JULIUS, 1852 - 1921, Mikrobiologe

PETROW, A. D., Chemiker

PETRSCHAK, KONSTANTIN ANTONOWITSCH, 1907 - 1998, Physiker

PETRUS, Apostel

PETRUS von ABANO

PETRUS de CRESCENTIIS, um 1230 / 1233 - 1320/1321

PETRUS de VINEA, um 1200 - 1249, Kanzler des Kaisers FRIEDRICH II.

PETRUS MARTYR = PETRUS VON VERONA, um 1206 - 1252, Inquisitor

PETRUS RAMUS, 1515 - 1572

PETRUS VENERABILIS, 1093 oder 1094 - 1156, Abt von Cluny

PETTENKOFER, MAX, 1818 - 1901, Hygieniker

PETTY, WILLIAM, s.: SHELBURNE

PEUERBACH, GEORG von, 1423 – 1461, Astronom

PEUTINGER. KONRAD, 1465 - 1547, Humanist

PEYER, JOHANN CONRAD, 1653 – 1712, Mediziner

PEYRITSCH, JOHANN, 1835 – 1889, Botaniker

PFAHLER, GERHARD, 1897 - 1976, Pädagoge, Vererbungsforscher

PFAFF, CHRISTOPH HEINRICH, 1773 - 1852, Mediziner, Chemiker u. a.

PFEFFER, WILHELM, 1845 - 1920, Botaniker

PFEFFERKORN, JOHANN, 1469 – 1521, getaufter Jude, Autor

PFEIFFER, HEINRICH, vor 1500 - 1525, Bauernführer

PFEIFFER, RICHARD, 1858 - 1945, Mikrobiologe

PFEIL, WILHELM, 1783 - 1844, Forstwissenschaftler, Forstwirtschaftler

PFEUFER, CARL SEBASTIAN von, 1806 - 1869, Mediziner

PFLUG (PFLUGK), JULIUS von, 1499 - 1564, letzter katholischer Bischof der Diözese Naumburg, in Zeitz

PFLÜGER, EDUARD, 1829 - 1910, Physiologe

PHILIPPUS, Apostel

PHILIPP III. der GUTE, 1396 - 1467, Herzog von Burgund u. a,

PHILIBERT II. von SAVOYEN, 1480 - 1504, ab 1497 Herzog von Savoyen

PHILIPP II., 382 v. Chr. – 336 v. Chr., ab 359 König von Mazedonien

PHILIPP II. AUGUST, 1165 - 1223, 1180 König von Frankreich

PHILIPP IV., 1268 - 1314, ab 1285 König von Frankreich

PHILIPP der SCHÖNE, 1478 - 1506, Herzog von Burgund, spanischer Thronerbe

PHILIPP II., 1527 - 1598, 1556 König von Spanien und anderem, 1598 auch von Portugal

PHILIPP III., 1578 - 1621, ab 1598 König von Spanien + Portugal, als FILIPPO II. auch von Sizilien und Neapel, auch Sardinien

PHILIPP V., von ANJOU, König von Spanien

PHILIPP ADOLF VON EHRENBERG, 1583 - 1631. ab 1623 Fürstbischof von Würzburg

PHILIPP VON ORLEANS. LUDWIG PHILIPP Herzog von ORLEANS, 1747 - 1793

PHILIPP, ARTHUR, 1738 - 1814, britische Flottenführer, 1788 in Australien

PHILIPPS, JOHN, 1800 - 1874, Geologe

PHILLIPS, PEREGRINE, Lebensdaten unbekannt, wirkte etwa um 1830, Chemiker

PHOKAS, byzantinischer Kaiser

PIAGET, JEAN, 1896 – 1980, Psychologe

PIAZZI, GIUSEPPE, 1746 - 1826, Astronom, Pater

PICCARD, AUGUSTE, 1884 - 1962, Tiefsee- und Höhenfroscher

PICCARD, JACQUES, 1922 - 2008, Tiefseesforscher

PICCARD, JEAN-FELIX, 1884 - 1963

PICCOLPASSO, CIPRIANO, 1524 - 1579, u, a. Keramiker

PICHLER, HELMUT, 1904 - 1974, Industriechemiker

PICKEL; GEORG, 1751 – 1838, Chemiker

PICKLES, SAMUEL SHROWDER, 1878 - 1962, Chemiker

PICO DELLA MIRANDOLINA

PICTET, AMÉ-JULES, 1857 – 1937, Chemiker

PICTET, RAOULPIEPHO, HANS, Zoologe

PIEPHO, HANS, Zoologe

PIERANTONI, UMBERTO, 1876 - 1959, Zoologe

PIERCE; G. W., Physiker

PIER LUIGI FARNESE, 1503 - 1547, 1545 Herzog von Piacenza

PIER, MATTHIAS, 1882 – 1965, Chemiker

PIERRE DE CASTELNEAU, ? - 1208, Zisterzienser, päpstlicher Legat

PIETRO II. ORSEOLO, 991 - 1009 26. Doge von Venedig

PIGAFETTA, ANTONIO, 1491 - 1534, Chronist der Magellan-Reise

PIGNEAU DE BE´HAINE, PIERRE-JOSEPH-GEORGES, 1741 – 1799, Missionar

PILCHER, H. F.

PINCUS, GREGORY G. (= GOODWIN), 1903 – 1967, Mediziner

PINEL, PHILIPPE, 1745 - 1826, Mediziner

PINKUS, FELIX, 1868 - 1947, Mediziner

PINNER, ADOLF, 1842 – 1909, Chemiker

PINTO, MENDEZ

PIOT, PETER, geb. 1949, Mediziner, Mikrobiologe

PIPPIN der JÜNGERE, III., 714 - 768, 751 König des Frankrenreiches

PIRCKHEIMER, WILHELM, 1470 – 1530, Humanist

PIRENNE, HENRI, 1862 - 1935, belgischer Historiker

PIRI REIS, etwa 1470 - 1554, türkischer Admiral, Kartograph

PIRIA, RAFFAELE MICHELE ROCCO, 1814 - 1865, Chemiker

PIRIE, NORMAN WINGATE, Virologe

PIRMIN, 8. Jh., Missionar, Heiliger

PIROGOW, NICOLAI IWANOWITSCH, 1810 - 1881, Mediziner

PIRQUET von CESENATICO, KLEMENS, Freiherr, 1874 – 1929, Mediziner

PISANO, ANDREA, etwa 1290 - etwa 1348, Künstler

PISANO, GIOVANNI, um 1250 - nach 1314, Bildhauer, Architekt u. a., Sohn des folgenden

PISANO, NICOLA, zwischen 1205 und 1207 - 1278, Bildhauer, Architekt

PISSAREW, DMITRI IWANOWITSCH, 1840 - 1868, Autor

PISTOR, GUSTAV, 1872 – 1960, Chemiker, Metallurg

PITT, WILLIAM, der Ältere, 1. Earl of Chatham, 1708 – 1778, britischer Minister

PIUS II., Papst

PIXII, HIPPOLYTE, 1808 - 1835, Erfinder

PIZARRO, FRANCESCO, 1476 oder 1478 - 1541, Konquistador

PLANCHON, JULES-EMILE, 1823 – 1888, Botaniker

PLANCIUS, PETRUS, 1552 - 1622, Kartograph

PLANCK, ERWIN, 1893 - 1945, Beamter, Sohn des folg.

PLANCK, MAX, 1858 - 1947, Physiker

PLANCY, GUILLAUME, 1514 - 1568, Mediziner, Biograph

PLANER, MARTIN, 1510 - 1582, Oberbergmeister

PLANTÉ, GASTON, 1834 - 1889, Physiker

PLATE, LUDWIG, 1862 - 1937, Biologe, Zoologe

PLATO(N)

PLATTNER, CARL FRIEDRICH, Mediziner

PLAUTUS, antiker Komödiendichter

PLAYFAIR, JOHN, 1748 - 1819, Mathematiker, Geologe

PLAYFAIR, LYON, 1818 - 1898, Geologe, Chemiker

PLENCIC, MARCUS ANTONIUS, 1705 - 1786, Mediziner

PLESSNER, HELMUTH, 1892 - 1985, Philosoph

PLETHON, GEORGIOS GEMISTOS, 1355? - 1452?, Philosoph

PLINIUS der Ältere, GAJUS (SECUNDUS, MAJOR), 23 – 79 n. Chr., Admiral, Schriftsteller

PLINIUS der Jüngere, zwischen 61 und 62 n. Chr., - 112 oder 115, 117, Politiker

PLISSON

PLUCHE, NOEL-ANTOINE, 1688 - 1761

PLÜCKER, JULIUS, 1801 - 1868, Physiker

PLUNKETT, ROY, Chemiker, - 1994

PLUTARCH, etwa 50 - 120 n. Chr., Schriftsteller im antiken Rom

POCHARSKI, Fürst, im Kampf gegen die Polen 1612

POCHETTINO, ALFREDO, 1876 -

POGGENDORFF

POGGIO BRACCIOLINI, GIAN FRANCESCO, 1380 - 1459, Humanist

POHL, ROBERT, Physiker

POINCARE, JULES HENRI, 1854 - 1912, Physiker, Mathematiker

POINSETT, JOEL ROBERTS, 1779 - 1851, Politiker

POIVRE, PIERRE, 1719 - 1786, Reisender, Gouverneur Mauritius u, Reunion

POLE, ELIZABETH, 2. Ehefrau von ERASMUS DARWIN

POLLENDER, ALOYS, 1800 - 1879, Arzt

POL POT, Diktator

POLSTORFF, L., Chemiker, Agrochemiker

POLYBIO(U)S, 198 v. Chr. - 117 v. Chr., griechisch-römischer Historiker und Geograph

POLYKRATES, Tyrann von Samos 555 – 522 v. Chr.

POMPADOUR, Madame de, = POISSON, JEANNE-ANTOINETTE, 1721 - 1764

POMBAL, SEBASTIAO DE CARVALHO, marques de, 1699 - 1782, Staatsmann

POMPEJUS, 106 – 48 v. Chr., römischer Politiker

POMPONAZZI (POMPONATIUS), PIETRO, 1462 - 1525, Philosoph

PONCE DE LEON, JUAN ..., um 1460 - 1521, Seefahrer

PONCELET, JEAN-VICTOR, 1788 - 1867

PONT, s. DU PONT

PONTECORVO, BRUNO, 1913 . 1993, Kernphysiker

POPIELSKI, LEON, 1866 – 1920, Physiologe

POPOV, ALEXANDER, 1859 - 1906, Physiker

POPOFF, ALEXANDER NIKOLAJEWITSCH, etwa 1840 – 1881, Chemiker

PÖPPELMANN, MATTHÄUS DANIEL, 1662 - 1736, Baumeister

PORPHYRIO(U)S, 233 - 301, neu-platonischer Philsoph

PORTA, GIAMBATTISTA DELLA, 1535 - 1615, Universalgenie, wirket in Optik

PORTER, RODNEY ROBERT, 1917 - 1985, Chemiker

PORTEVIN, ALBERT, 1880 - 1962, Metallurg

PORTMANN, ADOLF, 1897 – 1982, Biologe

POSIDONIO(U)S

POSSIDIUS, gest. um 437, Bischof von Calama. Biograph des Augustinus

PÖTSCH, FRIEDRICH HERMANN, 19./20. Jh., Bergbauingenieur

POTT, JOHANN HEINRICH, 1692 - 1777, Mediziner, Chemiker

POTT, PERCIVALL, 1714 - 1788, Mediziner, Chirurg

POTTER, ISAAK, 18. Jh., Arbeiter an Dampfmaschinen

POULSEN, VALDEMAR, 1869 - 1942, Elektroingenieur

POWELL. CECIL FRANK, 1903 - 1969, Physiker

PRATT, CHARLES, 1830 – 1891, Industrieller

PRAXAGORAS von KOS, um 340 v. Chr., Mediziner

PRESENT, ISAAC, 1902 - 1969, Sowjet-Philosoph

PRESTON, JOHN, 1587 - 1628, puritanischer Geistlicher

PRESTWICH, JOSEPH, 1812 - 1896, Geologe, Weinkaufmann

PRETORIUS, Burenführer

PRÉVOST, JEAN-LOUIS, 1790 – 1850, Arzt, Zoologe

PRIBISLAW, 12./13. Jh., Obodritenfürst

PRISCILLIAN (PRISZILLIAN), um 340 - 385 n. Chr., Bischof von Avila

PRISCUS/PRISCOS, spätantiker Historiker

PRIGOGINE, ILYA, Physiker

PRIESTLEY, JOSEPH, 1733 - 1804, Chemiker

PRINGSHEIM, NATHANAEL, 1823 - 1894, Botaniker

PRISCHWITZ, PETER, 15. Jh., Stadtschreiber in Bautzen, 1429 für die Hussiten

PROCHASKA, GEORG, 1749 - 1820, Mediziner, auch Physiologe

PROKOP(IOS) von CÄSAREA, um 490 - 565 n. Chr., Geschichtsschreiber

PROKOP der GROSSE, um 1380 - 1434, Hussitenführer

PRÖSCHOLDT: siehe MANGOLD, HILDE, Zoologin

PROUST, JOSEPH LOUIS, 1754 - 1826, Chemiker

PROUT, WILLIAM, 1785 - 1850, Arzt, Chemiker

PRUDENTIUS, = AURELIUS P. CLEMENS, 348 n. Chr. - nach 405, Dichter

PTAHOTEP, um 2650 v. Chr., altägyptischer Würdenträger

PTOLEMAIOS I., SOTER 367/366 v. Chr. - 283/282 v. Chr., Diadoche, Ägypten

PTOLEMAIOS II, PHILADELPHOS, 308 - 246 v. Chr., ab 285 Pharao

PTOLEMAIOS IV., PHILOPATOR, 245 v, Chr. - 204 v. Chr., ab 221 Pharao

PTOLEMAIOS V. EPIPHANES, 205 – 180 v. Chr.

PTOLEMAIOS VIII.

PTOLEMAIOS (PTOLEMÄUS), "CLAUDIUS", um 150 n. Chr. , Astronom

PUCCI, FRANCESCO, 1543 - 1597, Reformator

PUFENDORF, SAMUEL VON, 1632 - 1694, Jurist der Frühaufklärung

PUGATSCHOW, JEMELJAN IWANOWITSCH, etwa 1742 - 1775, Donkasak, Aufstandsführer

PULLAR, ROBERT

PUNETT, REGINALD CRUNDALL, 1875 - 1967, Genetiker

PURKINJE, JAN (JOHANNES), 1787 - 1869, Physiologe

PURRMANN, ROBERT, geb. 1914, Chemiker

PUTIN, WLADIMIR WLADIMIROWITSCH, Geb. 1952, russcher Politiker

PYTHAGORAS, Mathematiker

PYTHEAS aus Massilia/Marseille, zweite Hälfte 4. Jh. v. Chr., Kaufmann, lieferte geographische Angaben

QUELOZ, DIDIER, geb. 1966, Astronom

QUESNAY, FRANCOIS, 1694 - 1774, Ökonom, Arzt

QUESADA, GONZALO JIME´NEZ DE, 1509 - 1579, Konquistador

QUIN SHIHUANGDI, chinesischer Kaiser

QUINCKE, FRIEDRICH, 1834 - 1924, Physiker

QUINTUS ENNIUS, 239 v. Chr. - 169 v. Chr., römischer Schriftsteller

QUIRING, HEINRICH LUDWIG, 1885 - 1964, Geologe, Kosmologe

QUISLING, norwegicher Politiker

RAABE, WILHELM, 1831 - 1910, Dichter

RABBETHGE, MATTHIAS CHRISTIAN, 1804 - 1902, Landwirt

RABE, HANS, 16. Jh., Eisengießmeister

RABL, CARL, 1853 – 1917, Anatom

RABI, ISAAC, Physiker

RACINE, JEAN DE, 1639 - 1699, Dichter

RACZINSKI

RADETZKY, JOSEPH WENZEL Graf VON, v. RADETZ, 1766 - 1858, Feldherr

RADISCHTSCHEW, ALEXANDER NIKOLAJEWITSCH, 1749 - 1802, Autor

RADKAU, JOACHIM, Historiker

RAFFAEL, de Urbino, RAFFAELE SANI u. a., 1483 - 1520, Maler

RAFFLES, THOMAS STAMFORD, 1781 - 1826, Kolonialagent, Forscher

RAIMUNDO (RAYMUNDO), Erzbischof von Toledo

RAIMUND VI., Graf von TOULOUSE, 1156 - 1222, Schutzherr der Albigenser

RAINALD VON DASSEL; zwischen 1114 und 1120 - 1167

RAISTRICK, Mikrobiologe

RAKOCZI, FERENC II., 1676 - 1736, Fürst von Siebenbürgen

RALEIGH, WALTER, 1552 oder 1554 - 1618, Seefahrer und Pirat

RALFS, JOHN, 1807 - 1890, Botaniker

RAMAN, CHANDRASEKHARA VENKATA, 1888 - 1970, Physiker

RAMAZZINI, BERNARDINO, 1633 - 1714, Mediziner

RAMELLI, AGOSTINO, 1531 - 1590. Ingenieur

RAMON Y CAJAL, SANTIAGO, 1852 - 1934, Physiologe

RAMSAUER, JOHANN GEORG, 1796 - 1874, Salinenbeamter, Archäologe

RAMSAY, WILLIAM, 1852 - 1916, Chemiker

RAMSES II., ägyptischer Pharao

RAMSES III., ägyptischer Pharao

RANKE, FRANZ LEOPOLD v., 1795 - 1886, Historiker

RANSOME, FREDERICK, 1818 -1893, Erfinder und Industrieller

RAOULT, FRANÇOIS MARIE, 1830 - 1901, Chemiker

RASCHIG, FREDRICH/ FRITZ, 1863 - 1928, Chemiker, Industrie - ...

RASETTI

RASPAIL, FRANÇOIS, 1794 - 1878, Naturforscher

RASPUTIN

RATEAU, AUGUSTE CAMILLE EDMOND, 1863 - 1930, Ingenieur

RATISLAW, 846 - bis zum Tod 870 Fürst von Mähren

RATHENAU, EMIL, 1838 - 1915, Ingenieur, Unternehmer

RATHENAU, WALTHER, 1867 – 1922

RATZEL; FRIEDRICH, 1844 – 1904, Geograph

RATHKE, MARTIN HEINRICH, 1793 - 1860, Zoologe, Embryologe

RAUMER, KARL von, 1783 - 1865, Mineraloge, Geologe

RAUWOLF; LEONHARD, 1535 – 1596, Mediziner, Botaniker

RAUNKIAER, CHRISTEN CHRISTIANSEN, 1860 – 1938, Botaniker

RAY (RAJUS), JOHN, 1623 - 1701, Zoologe

RAYER, PIERRE FRANÇOIS, 1793 - 1867, Arzt

RAYLEIGH, Baron von: s. STRUTT

RAYNAL, GUILLAUME-THOMAS, Abbe' de, 1713 - 1796, Aufklärer, Autor

READE, J. B.

REAGAN, RONALD, 1911 - 2004, USA-Präsident

RÉAUMUR, RENE´-ANTOINE FERCHAULT de, 1683 - 1757, Naturforscher

REBMANN, GEORG FRIEDRICH, 1768 - 1824, kritischer Schriftsteller

REBROW, IWAN, Kosak

RE'CAMIER, JULIE,gab. BERNARD, 1777 - 1849, Bankiersgattin

RECKE, ELISA VON DER, 1754 - 1813, u. a. Tagebuch-Schreiberin

RECLAM, ANTON PHILIPP,

REDEN, FRIEDRICH WILHELM Graf von, !752 – 1815, preußischer Minister

REDI, FRANCESCO, 1626 – 1697, Arzt, Naturforscher

REDTEL, DAVID, gest. 1591, Maler

REDTENBACHER, FERDINAND, 1809 - 1863, Ingenieur

REDTENBACHER, JOSEPH, 1810 – 1870, Chemiker

REED, WALTER, 1851 - 1902, Mikrobiologe

REGENER, ERICH, 1881 - 1955, Physiker

REGINO VON PRÜM; etwa 840 - 915, 892 - 899 Abt, Historiograph

REGNAULT, HENRI-VICTOR, 1810 – 1878, Physiker, Chemiker

REICH, FERDINAND, 1824 - 1898, Chemiker

REICHARDT, CHRISTIAN, 1685 - 1775, Begründer von Gartenbau um Erfurt

REICHARDT, JOHANN FRIEDRICH, 1752 - 1814, Reiseschriftsteller, Musiker

REICHENBACH, HEINRICH GOTTLIEB LUDWIG, 1793 – 1879, Botaniker

REICHENBACH, KARL Freiherr von, 1788 – 1869, Chemiker

REICHER

REICHHOLF, JOSEF H., Biologe

REICHSTEIN, TADEUS, 1897 - 1996, Biochemiker, Botaniker

REIL, JOHANN CHRISTIAN, 1759 - 1813, Mediziner

REIMARUS, HERMANN SAMUEL, 1694 – 1768, Theologe, Gymnasiallehrer

REIMERS, NICOLAUS URSUS, 1551 - 1600, Astronom, Hofmathematiker Prag

REINHOLD

REINHOLD, ERASMUS, 1511 - 1553, Mathematiker, Astronom

REINITZER, FRIEDRICH RICHARD KORNELIUS, 1857 – 1927, Chemiker

REINKE, JOHANNES, 1849 - 1931, Botaniker

REIS, PHILIPP, 1834 - 1874. Erfinder

REITTER, EDMUND, 1845 – 1920, Zoologe

REMAK, ROBERT, 1815 - 1865, Mediziner

REMSEN, IRA, 1846 - 1927, Chemiker

REMY, JOSEPH, gest. 1855, Flußfischer, Forellenanzucht

RENAN, ERNEST, 1823 - 1902, Historiker, Archäologe

RENESSE, um 1800, Graf aus einer belgischen Grafenfamilie RENESSE

RENFREW, COLIN, geb. 1937, Archäologe

RENNIE, JOHN, 1761 - 1821, Ingenieur

RENNIE, JOHN, Sohn des vor., 1794 - 1874

RENSCH, BERNHARD, 1900 - 1990, Biologe

REPPE, WALTER, 1892 – 1969, Chemiker

RESA KHAN / Schah PAHLAVI, 1878 - 1944

RESSEL, JOSEPH, 1793 – 1857, Konstrukteur

RETZIUS, ANDERS ADOLF, 1796 – 1860, Anatom, Anthropologe, Kraniologe

RETZIUS, MAGNUS GUSTAV, 1842 – 1919, Anatom.

REUCHLIN, JOHANNES, 1455 - 1522

REULEAUX, FRANZ, 1829 – 1905, Ingenieur

REVERDIN, JACQUES-LOUIS, 1842 - 1929, Mediziner

REVETT, NICHOLAS, 1720 - 1804, u. a. Amateurarchäologe, Athen

REY, JEAN, Ende 16. Jh. – 1704, Arzt, "Chemiker

RHAGIUS, JOHANNES AESTICAMPIANUS, 1457 - 1520, , Humnaist

RHESOS, legendärer König der Daker zur Zeit des Trojanischen Krieges

RHEYER (SAMUEL), SAMUEL, 1635 - 1714, Jurist, Mathematiker

RHETICUS (RHAETICUS), GEORG JOACHIM, 1514 - 1474, Mathematiker

RHODES, CECIL, 1853 - 1902, Unternehmer, Kolonialpolitiker

RIBBERT, HUGO, 1855 – 1920, Biologe

RICCI, MATTEO, 1552 - 1610, Jesuitenmissionar, Chinabeschreiber

RICHARD LÖWENHERZ, 1157 - 1199, 1189 König von England

RICHARDS, DICKINSON WOODRUFF, 1895 - 1979, Mediziner, Chirurg

RICHARDS, THEODORE W., 1868 - 1928, Chemiker

RICHARDSON, THOMAS, 1816 – 1867, Industrie-Chemiker

RICHELIEU

RICHER VON REIMS/RICHARUS REMENSIS, nach 940 - nach 998, Mönch, Historiograph

RICHER-SE'RISY, 1759 - 1803, Zeitschriften-Herausgeber

RICHET, CHARLES, 1850 – 1935, Physiologe

RICHMANN, GEORG VILHELM (WILHELM), 1711 – 1753, Naturforscher

RICHTER, JEREMIAS BENJAMIN, 1762 – 1807, Chemiker

RICHTER, HIERONYMUS THEODOR, 1824 - 1898, Chemiker

RICHTER, LUDWIG, 1803 - 1884, Maler

RICHTHOFEN, FERDINAND von, 1833 - 1905, Geograph

RICKETTS, HOWARD TAYLOR, 1871 - 1910, Mediziner

RIDLEY, HENRY NICHOLAS, 1855 - 1956, Botaniker

RIDLEY, MATT (MATTHEW) WHITE, 5. Viscount R., geb. 1958, Wissenschaftsjournalist

RIDLEY, NICHOLAS, etwa 1500 - 1555, anglikanischer Bischof

RIEGL, ALOIS, 1858 - 1905, Kunsthistoriker

RIEMENSCHNEIDER, TILMAN, um 1460 - 1531, Künstler, Maler

RIENÄCKER, GÜNTHER FRIEDRICH WILHELM, 1904 – 1989, Chemiker

RIES, ANTON

RIESBECK, JOHANN KASPAR, 1754 - 1786, Reiseschriftsteller

RIESS, ADAM, geb, 1969, Kosmosforscher

RIETSCHEL, ERNST FRIEDRICH AUGUST, 1804 - 1861, Bildhauer

RIGHI, AUGUSTO, 1850 - 1920, Physiker

RIMPAU, THEODOR HERMANN, 1822 - 1888, Gutsbesitzer, Moorkultivierung

RIMPAU, WILHELM ARNOLD DIEDRICH, 1842 - 1903, Landwirt

RINDFLEISCH, GEORG EDUARD, 1836 - 1908, Mediziner

RINGER, SYDNEY, 1835 – 1910, Physiologe

RINGMANN, MATTHIAS, 1482 - 1511, Humanist

RINGSEIS, JOHANN NEPOMUK von, 1785 - 1880, Mediziner

RINMAN, SVEN, 1720 - 1792, Bergbaufachmann

RIOLAN, JEAN jr., 1580 - 1657, Mediziner

RIQUET, PIERRE-PAUL, 1609 - 1680, Kanalbauer

RIQUETTI, VICTOR, s. MIRABEAU der Ältere

RITCHIE, WILLIAM, 1790 – 1837, Physiker

RITTENBERG, Biochemiker

RITTER, JOHANN WILHELM, Physiker

RITTHAUSEN, HEINRICH, 1826 – 1912, Chemiker

RIVIE'RE, E'MILE, 1835 - 1922, Palaeohistoriker

RIXENS, JEAN ANDRE´, 1840 - 1925, Maler

ROBBINS, FREDERICK CHAPMAN, 1916 - , Virologe

ROBERT GUISKARD, etwa 1015 - 1085, Herzog der Normannnen auf Sizilien

ROBERT VON KETTON, hest. etwa 1180, Koran-Übersetzer

ROBERT KILWARDBY, 13. Jh., Erzbischof von Canterbury

ROBERT, NICHOLAS-LOUIS, Erfinder: Papiermaschine

ROBERTS, MICHAEL, Historiker

ROBERTS, RICHARD J., geb. 1943, Molekularbiologe

ROBERTSON, WILLIAM, 1721 - 1793, Historiker

ROBESPIERRE, MAXIMILIAN MARIE, 1758 - 1794

ROBIN Chemiker

ROBINSON, JAMES A.

ROBIQUET, PIERRE-JEAN, 1780 – 1840, Apotheker, Chemiker

ROBSON, ARTHUR WILLIAM MAYO, auch MAYO-R., 1853 - 1933, Chirurg

ROEBUCK, JOHN, 1718 - 1794, Industrieller, Chemie-Unternehmer

ROCHA LIMA, HENRIQUE de, Mikrobiologe

ROCHLEDER, FRIEDRICH, 1819 - 1874, Chemiker

ROCHOW, EUGENE G., Chemiker

ROCKEFELLER, JOHN DAVISON, 1839 - 1937

RODERICK

ROE, THOMAS, etwa 1581 - 1644, englischer Diplomat

ROGEL, PETER MARK, erste Hälfte 19. Jh., Autor in Naturtheologie

ROGER I., 1031 - 1101, Herrscher über Sizilien

ROGER II., 1098 - 1154, ab 1130 König von Sizilien

ROGERS, HENRY HUTTLESTON, 1840 – 1909, Industrieller

ROGERS, MOSES, etwa 1779 – 1821, Kapitän

RÖHM, OTTO KARL JULIUS, 1876 - 1939, Chemiker, Chemie-Unternehmer

ROHR, JULIUS BERNHARD von, 1688 – 1742

RÖHRSCHEIDT, WENZEL, um 1558, Baumeister

ROKITANSKY, KARL (von), 1804 – 1878, (pathologischer) Anatom

ROLFIN(C)K, WERNER, 1599 - 1673, Mediziner

ROLIN, NICOLAS, 1376 - 1462, Kanzler von Burgund/z. Z. PHILIPP der GUTE

ROLLE, FRIEDRICH, 1827 - 1867, Naturforscher

ROLLO, 846 - 931 oder 932, 911 Begründer der Normandie

ROMAGNOSI, GIAN DOMENICO, 1761 – 1835, Jurist und Amateurphysiker

ROMANOW, MICHAEL FJODOROWITSCH, s. MICHAEL 1.

ROMBERG, GISBERT Baron VON,

ROMÉ DE L'ISLE, u. a. Mineraloge

RÖMER, J. J., Botaniker

RÖMER, MARTIN, 1430 - 1483, Unternehmer

RÖMER, OLE / OLAF, 1644 – 1710, Astronom

ROEMER, THEODOR, 1883 - 1951, Pflanzenzüchter

RONDELET, GUILLAUME, 1507 - 1566, u. a. Zoologer

RÖNTGEN, WILHELM CONRAD, 1845 - 1923, Physiker

ROOSEVELT, FRANKLIN DELANO; 1882 - 1945, seit 1933 USA-Präsident

ROSAMUNDE, etwa 540 - 572/573 n. Chr., Königin der Langobarden

ROSCOE, HENRY E., 1833 – 1915, Chemiker

ROSE, GUSTAV, 1798 – 1873, Mineraloge

ROSE, HEINRICH, 1795 - 1864, Chemiker, Mineraloge

ROSE, VALENTIN, 1762 - 1807, Chemiker, Apotheker

ROSE, WILLIAM CUMMING ( = C.), 1887 - 1985, Biochemiker, Ernährung

ROSEGGER, PETER, 1843 - 1918, Dichter

RÖSEL VON ROSENHOF, AUGUST JOHANN, 1705 – 1759, Zoologe

ROSENBERG, NATHAN, Historiker

ROSENBUSCH, HEINRICH, 1836 - 1914, Mineraloge

ROSENHEIM

ROSENTHAL

ROSKOPF, WENZEL, der Ältere, 148ß - 1549, Architekt

ROSS, COLIN, 1885 - 1945, Journalist

ROSS, Sir JAMES CLARKEm 1800 . 1862, Polarforscher/Antarktis

ROSS, Sir JOHN, 1777 - 1856, Polarforscher

ROSS, JOHN, 1790 - 1866, Indianerführer

ROSS, RONALD, 1857 -

ROSSENBECK, H.

ROSTOVTZEFF (ROSTOWZEW), MICHAIL IWANOWITSCH, 1870 - 1952, Alt-Historiker

ROUELLE, GUILLAUME FRANÇOIS, 1703 - 1770, Chemiker

ROUS, FRANCIS PEYTON, 1879 - 1970, Pathologe, Mikrobiologe

ROUSSEAU, JEAN JACQUES, 1712 - 1778, Philosoph

ROUX, PIERRE PAUL E´MILE, 1853 - 1933, Mikrobiologe

ROUX, WILHELM, 1850 – 1924, Zoologe

ROWLAND, F. = FRANK SHERWOOD, 1927 - 2012, Chemiker

ROWLAND, HENRY AUGUSTUS, 1848 - 1901, Physiker/USA

ROXELANE, um 1507 - 1558, Sklavin, dann Ehefrau des Sultan SÜLEYMAN I.

ROZIER, FRANÇOIS Abbé, 1734 - 1793

RUBENS, PETER PAUL, 1577 - 1640, Maler

RUBEN, SAMUEL, 1913 - 1943, Chemiker

RUBNER

RUBRUK, s. WILHELM von ...

RUDBECK, OLAF, 1630 - 1703, Mediziner

RUDBECK, OLOF d. j., 1660 – 1740, Mediziner, Botaniker

RÜDIN, ERNST, 1874 – 1952, Psychiater

RÜDIGER, A.

RUDOLF I., 1218 - 1291, ab 1273 deutscher König

RUDOLF II., Kaiser

RUDOLPHI, CARL ASMUND, 1771 - 1832, Zoologe

RUEL (RUELL(US), etwa 1474 - 1537, Humanist, Antiken-Übersetzer

RUFF, OTTO, 1871 - 1939, Chemiker

RUFUS/ QUINTUS CURTIUS RUFUS, Mitte 1. Jh. n. Chr., Historiker

RUHHEIM, KARL,Schrifsteller

RÜHMKORFF, HEINRICH DANIEL, 1803 - 1877, Elektrizitätsforscher

RUIBROEK, WILLEM VAN, etwa 1210 - etwa 1270, reisender Franziskaner

RUMFORD, BENJAMIN Graf von, 1753 – 1814

RUMPF / RUMPHIUS, GEORG EBERHARD, 1627 - 1702, Naturforscher

RUMPLER, EDMUND, 1872 – 1940, Konstrukteur, vor allem Flugzeuge

RUNCIMAN, JAMES COCHRAN STEVENSON, = STEVEN, 1903 - 2000, Historiker, Diplomat

RUNGE, CARL, Mathematiker, Physiker

RUNGE, FRIEDLIEB FERDINAND, 1795 - 1867, Chemiker

RUSCONI, MAURO, 1776 - 1849, Zoologe

RUSSEL, HENRY NORRIS, 1877 - 1957, Astronom

RUSSELL, BERTRAND ARTHUR WILLIAM, 1872 - 1970, Philosoph, Mathematiker

RUSSELL, JOHN SCOTT, 1808 – 1882, Schiffs-Ingenieur

RUSSO, LUCIO, Wissenschaftshistoriker

RÜTGERS, GUIDO, 1832 - 1892, Chemie-Unternehmer

RÜTGERS, JULIUS, 1830 - 1903, Chemie-Unternehmer

RÜTGERS, MARTIN, Unternehmer, Vater der vorigen

RUTHERFORD, DANIEL, 1749 – 1819, Chemiker

RUTHERFORD, ERNEST, 1871 - 1937, Physiker

RUYSCH, FREDERIK, 1638 - 1731, Anatom

RUYTER, MICHIEL DE, 1607 - 1676, niederländischer Admiral

RUZICKA, L. , Chemiker

RYLE, MARTIN, 1918 - 1984, Astronom

SABA, Königin von ..., legenumrankte Herrscherin im Altertum

SABATIER, PAUL, 1854 - 1941, Chemiker

SABINE, Sir EDWARD, 1788 - 1883, Physiker, Geogaph

SABUR IBN SAHL, gest. 869

SACHS, ERNST, 1867 - 1932

SACHS, HANS, 1494 - 1576, Schuhmacher und Poet "dazu"

SACHS, JULIUS, 1832 - 1897, Botaniker, Pflanzenphysiologe

SACHS VON LÖWENHEIN, PHILIPP JAKOB, 1627 - 1672, Mediziner

SACK, RUDOLF, 1824 - 1900, Landmaschinenbauer

SACKUR, OTTO, Chemiker

SAFFRON, MURRAY

SAFRANSKI, RÜDIGER, geb. 1945, Philosoph

SAGREDO, GIOVANFRANCESCO, 1571 - 1620

SAINT-CLAIRE DEVILLE, HENRI, 1818 - 1881, Chemiker

SAINT-JUST, ANTOINE, 1767 – 1794, Revolutionär

SAINT-PIERRE, JACQUES-HENRI BERNARDIN DE ..., 1737 - 1814, Autor

SAINT-SIMON, HENRI DE ..., 1760 - 1825, utopischer Sozialist

SALA, ANGELUS, etwa 1576 – 1637, Mediziner, Chemiker

SALADIN, 1137 – 1193, islamischer Herrscher

SALAMAN, REDCLIFFE NATHAN, 1874 – 1955, Genetiker

SALIERI, ANTONIO, 1750 – 1825, Hofkapellmeister, Komponist

SALLE, ROBERT Chevalier DE LA, politischer Entdecker

SALLUST, GAIUS SALLUSTUS CRISPUS, 86 v. Chr. - 35 v, Chr., römischer Historiker

SALAZAR, ANTONIO DE OLIVEIRA, 1889 - 1970, Politiker, Portugal

SALOMON, legendenumrankter Juden-König

SALVIAN VON MARSEILLE, um 400 n. Chr. - um 475, chrislticher Schriftsteller

SALVIANI, HIPPOLYTO, 1514 – 1572

SALZMANN, CHRISTIAN GOTTHILF, 1744 - 1811, Pädagoge

SAMOJLOFF, JAKOV VLADIMIRIVIC, 1870 – 1925, Mineraloge

SAMUELSON, JAMES, 1829 - 1919, Unternehmer, Zeitschriftenherausgeber

SAMUELSSON, BENGT, Physiologe

SANCHEZ. PEDRO, Sekretär von PIZARRO

SAND, KARL LUDWIG, 1795 - 1820, Student, Attentäter

SANDSTRÖM, IVAR, 1852 - 1889, Mediziner

SANGER, FREDERICK, 1918 - 2013, Biochemiker

SANGER, MARGARET H. (= HIGGINS), 1879 - 1966, Frauenrechtlerin

SANHERIB, etwa 745 v. Chr, - 650 v. Chr., Assyrer-König

SANTES (XANTES) PAGNINO/XANTHUS PAGNINUS, 1470 - 1541, Bibelübersetzer

SANTORIO, SANTORIO, 1561 - 1636, Mediziner

SARASIN, FRITZ, 1859 - 1942, Forschungsreisender

SARASIN, PAUL, 1856 - 1929, Forschungsreisender

SARZEC, ERNEST DE, 1832 - 1901, frz. Konsularagent, Amateurarchäologe

SARGON von Akkad

SARPI, PAOLO, 1552 - 1623

SARS, MICHAEL, 1805 - 1869, Zoologe

SASPACH, CONRAD, 15. Jh., Drechsler, Druckpressen-Konstrukteur

SAUERBRUCH, ERNST FERDINAND, 1875 - 1951, Chirurg

SAUSSURE, NICOLAS THÉODORE DE, 1767 - 1845, Pflanzenphysiologe

SAUTUOLA, MARCELINO de, 1831 – 1888, (Amateur-)Archäologe

SAUVAGEAU, Botaniker

SAVERY, SERVINGTON, etwa 1670 - 1744, Naturphilosoph

SAVERY, THOMAS, etwa 1650 - 1715, Konstrukteur

SAVIGNY, JULES-CÉSAR LELORGNE de, 1777 - 1851, Zoologe

SAXO GRAMMATIKUS, um 1140 - um 1222, Historiograph

SAYLER, GARY, Biologe

SCHAAFFHAUSEN, HERMANN, 1816 - 1893, Anthropologe

SCHACHT, HERMANN, 1814 – 1864, Botaniker, Agrarwisenschaftler

SCHAEFFER, CLAUDE FRE´DE‘RIC ARMAND, 1898 - 1982, Archäologe

SCHÄFFER, JACOB CHRISTIAN, 1718 - 1790, Pfarrer und Naturforscher

SCHÄFFLE, ALBERT EBERHARD FRIEDRICH, 1851 - 1903, Soziologe

SCHAH ABBAS, 1571 - 1629, ab 1587 Schah von Persien

SCHAH JAHAN, Mogulkaiser

SCHAH NADIR, 1688 - 1747, persischer Schah, Eroberer

SCHALLY, ANDREW VICTOR, 1926 - Physiologe

SCHAMIL, 1797? - 1871, muslimischer Führer im Kaukasus

SCHAPUR I. Herrscher von Persien

SCHAPUR II., Herrscher von Persien

SCHARDINGER

SCHARLAU, KURT, 1906 - 1964, Geograph

SCHARRER, BERTA, 1906 – 1995, Physiologin

SCHARRER, ERNST, 1905 - 1965, Physiologe

SCHATZ, GOTTFRIED, geb. 1936, Biologe

SCHAUDINN, FRITZ RICHARD, 1871 - 1906, Zoologe

SCHEDEL, HARTMUT, 1440 - 1514, u. a. 'Kosmograph'

SCHEFFER, HEINRICH THEODOR,

SCHEELE, KARL WILHELM, 1742 - 1786, Apotheker, Chemiker

SCHEFOLD, KARL, 1905 - 1999, klassischer Archäologe

SCHEIBLER, CARL JOHANN HEINRICH, 1852 – 1920, Düngemittelfabrikant

SCHEINER, CHRISTOPH, 1573 – 1650, Jesuit, Astronom

SCHEITLIN, PETER, 1779 – 1848, Pastor, Naturforscher

SCHELER, MAX, 1874 - 1928, Philosoph, Soziologe

SCHELLHAS, PAUL, 1859 - 1945, Jurist, Maya-Forscher

SCHELLING, FRIEDRICH WILHELM JOSEPH, 1775 - 1854, Naturphilosoph

SCHELVER, FRANZ JOSEPH, 1778 – 1832, Mediziner, Botaniker

SCHENK, PETER, der Jüngere, 1693 - 1775, Kartenverleger

SCHENNIKOW, A. P., , 20. Jh., Ökologe

SCHEPELMANN, EMIL, Mediziner, Biologe

SCHERER, A. N.

SCHERING, CHRISTIAN, 1824 - 1889

SCHEUCHZER, JOHANN JAKOB, 1672 – 1733, Naturforscher

SCHIAPARELLI, GIOVANNI, 1835 - 1910, Astronom

SCHIEL, J.

SCHILDKNECHT, HERMANN, 1922 - 1996, Physiologe, Botaniker

SCHILLER, FRIEDRICH, 1759 – 1805, Dichter

SCHILLING von CANNSTADT, 1786 - Ingenieur

SCHILTBERGER, JOHANNES, 1380 - nach 1427, Krieger, Schriftsteller

SCHIMKEWITSCH, M. um 1900, Zoologe

SCHIMPER, A. F. WILHELM, 1856 - 1901, Botaniker

SCHINDEWOLF, OTTO, Paläontologe

SCHINKEL, KARL FRIEDRICH, 1781 - 1841, Architekt, Maler

SCHIRACH, ADAM GOTTLOB, 1724 - 1773, Pfarrer, Bienenzüchter

SCHJELDERUP-EBBE, THORLEUF, geb. !894, Zoologe

SCHLACK, PAUL, 1897 - 1987, Chemiker

SCHLEGEL, AUGUST WILHELM, 1767 - 1845, Kulturphilosoph, Dichter

SCHLEGEL, FRIEDRICH, 1772 - 1829, Philosoph, Dichter

SCHLEGEL, PAUL MARQUART, 1605 - 1653, Mediziner

SCHLEICH, CARL LUDWIG, Mediziner, auch Dichter und Musiker

SCHLEIDEN, MATTHIAS JAKOB, 1804 – 1881, Botaniker, Naturforscher

SCHLEIERMACHER, FRIEDRICH DANIEL ERNST, 1768 - 1834, Theologe

SCHLEIP, WALDEMAR, 1879 - 1948, Zoologe

SCHLEZ, JOHANN FRIEDRICH FERDINAND, 1759 – 1839, Geistlicher, Volkserzieher

SCHLIEMANN, HEINRICH, 1822 – 1890, Archäologe

SCHLIPF, J. A., Agrarschriftsteller

SCHLOTHEIM, ERNST FRIEDRICH von, 1764 - 1832, Paläontologe

SCHLÖZER, AUGUST LUDWIG von, 1735 . 1809, u. a. Historiker

SCHMALHAUSEN, Biologe

SCHMEIL, OTTO, 1860 – 1943, (Schul-)Biologe, Pädagoge

SCHMERLING, PHILIPPE-CHARLES, 1790? - 1836, Arzt, Paläontologe

SCHMIDEL (SCHMIDL), ULRICH, 1510 - 1580/1581, Landsknecht, Chronist

SCHMIDT, BRIAN P, = PAUL, geb. 1967, Astronom, Kosmosforscher

SCHMIDT, EDUARD OSCAR, 1823 – 1886, Zoologe

SCHMIDT, GERHARD KARL NATHANAEL, 1865 - 1949, Physiker

SCHMIDT, KLAUS, 1953 - 2014, Archäologe

SCHMIDT, OSCAR, 1823 - 1886, Zoologe

SCHMIDT, OTTO EDUARD, 1855 - 1945, Historiker

SCHMIDT, TORSTEN, Chemiker

SCHMIDT, W. J., Zoologe

SCHMITT, HARRISON; geb. 1935, Astronaut, auf dem Mond

SCHMITZ, FRIEDRICH, 1850 - 1895, Botaniker

SCHMORL

SCHNABEL, FRANZ, 1887 - 1966, Historiker

SCHNEIDER, FRIEDRICH ANTON, 1831 - 1890, Zoologe

SCHNITZLER, ARTHUR, Dichter

SCHNORR, HANS VEIT, Patrizier Schneeberg

SCHNORR, VEIT HANS s. CAROLSFELD von

SCHNURRER, FRIEDRICH, 1784 - 1833, Mediziner

SCHOLL-LATOUR, PETER, geb. 1924, Politik-Schriftsteller

SCHOELLER, WALTER JULIUS VIKTOR, 1880 - 1965, (Industrie-)chemiker

SCHÖNBEIN, CHRISTIAN FRIEDRICH, 1799 - 1868, Chemiker

SCHÖNBERG, ABRAHAM von, 1640 - 1711, Bergbauschriftsteller

SCHÖNER, JOHANN(ES), 1477 - 1547, Mathematiker, Kartograph

SCHOENHEIMER, RUDOLF, 1898 - 1941, Biochemiker

SCHÖNHERR, OTTO, 1861 - 1926, Chemiker

SCHÖNHEYDER, F.

SCHÖNLEIN, JOHANN LUCAS, 1793 - 1864, Mediziner

SCHOPENHAUER, ARTHUR

SCHOPENHAUER, JOHANNA

SCHÖPF, CLEMENS, 1899 – 1970, Chemiker

SCHORLEMMER, CARL, 1834 - 1892, Chemiker

SCHOETENSACK, OTTO KARL FRIEDRICH, 1850 - 1912, Prähistoriker

SCHOTT, KASPAR, 1608 - 1666

SCHOTT, FRIEDRICH OTTO, 1851 - 1935, Glaschemiker, Unternehmer

SCHOTT, SIMON, 1809 - 1874, Glasfabrikant, Vater des vor.Es wurde erstes **Lithiumglas** hergestellt.

SCHOTTÉ, OSCAR F., geb. 1896, Biologe

SCHULTZE, MAX JOHANN SIGISMUND, 1825 - 1874, Anatom, Zoologe

SCHUVER, JUAN MARIA, 1852 - 1883, Afrikareisender

SCHRAMM, GERHARD, 1910 – 1969, Virologe

SCHRANK, FRANZ PAUL VON, 1747 – 1835, u. a. Botaniker

SCHREIBER, HIERONYMUS, gest. 1547

SCHREIBERS, CARL FRANZ ANTON, Ritter von, 1775 - 1852, Naturforscher

SCHRÖDER, CASPAR, z. B. 1715: Agrarschriftsteller

SCHRÖDINGER, ERWIN, 1887 - 1961, Physiker

SCHRÖT(T)ER, ANTON VON, Ritter von KRISTELLI, 1802 – 1875, Chemiker

SCHRÖTER, JOHANN HIERONYMUS, 1745 - 1816, Astronom

SCHUBART, JOHANN CHRISTIAN, 1734 - 1787, Landwirt

SCHUBART, CHRISTIAN FRIEDRIH DANIEL; 1739 - 1791, u. a. Dichter

SCHUBERT, FRANZ PETER, 1797 - 1828, Komponist

SCHUCHARDT, CARL, 1859 - 1943, Vor- und Frühgeschichs-Historiker

SCHULTES, 1773 - , Botaniker

SCHULTZ, KARL HEINRICH, genannt SCHULTZENSTEIN, 1798 - 1871, Naturforscher, Botaniker

SCHULTZ-LUPITZ, ALBERT, 1831 - 1899, Landwirt

SCHULTZE, MAX, 1825 – 1874, Anatom, Biologe

SCHULTZEN

SCHULZE, ERNST AUGUST, 1840 – 1912, Chemiker

SCHULZE, FRANZ EILHARD, 1840 - 1921, Zoologe

SCHULZE, FRANZ FERDINAND, 1815 – 1873, Chemiker

SCHULZE, FRANZ JOSEPH, 1785 - 1860, Agrarwissenschaftler. Ökonom

SCHULZE-DELITZSCH, FRANZ HERMANN, 1808 - 1883 Volkswirtschaftler

SCHUMACHER

SCHUMANN, Verleger Zwickau, Vater von ROBERT SCHUMANN

SCHUMPETER, JOSEPH, 1883 - 1950, Ökonom, Unternehmer

SCHUNCK, (HENRY) EDWARD, 1820 – 1903, Chemiker

SCHÜSSLER, JOHANN

SCHUSTER, Sir ARTHUR, 1851 – 1934, Physiker

SCHÜTZENBERGER, PAUL, 1829 – 1897, Chemiker

SCHWABE, HEINRICH SAMUEL, 1789 - 1875, Amateur-Astronom

SCHWAGER, JOHANN MORITZ

SCHWANHARD, HEINRICH, gestorben 1693, Glasbearbeitungs-Künstler

SCHWANN, THEODOR AMBROSE HUBER, 1810 – 1882, Biologe

SCHWARTZ, EDUARD, 1858 - 1940, Altertumswissenschaflter

SCHWARTZ, W., 19. Jh., Gymnasialdirektor Neuruppien

SCHWARZENBERG, FELIX ZU, 1800 - 1852, österr. Regierungschef

SCHWARZSCHILD, KARL, 1873 - 1916, Astronom

SCHWARZSCHILD, MARTIN; 1912 - 1997, Astrophysiker

SCHWEIGGER, JOHANN SALOMON CHRISTOPH, 1779 - 1857

SCHWEINFURTH, GEORG, 1836 - 1925, Afrikaforscher, Ethnograph

SCHWEIZER, EDUARD, 1818 - 1860, Chemiker

SCHWENDENER, SIMON, 1829 – 1919, Botaniker

SCHWERZ, JOHANN NEPOMUK HUBERT von, 1759 - 1844, Agrarwissenschaftler

SCHWIND, MORITZ VON, 1804 - 1871, Maler

SCIPIO, PUBLIUS CORNELIUS SCIPIO AFRICANUS, 285 v. Chr. - 183 v. Chr., röm. Feldherr und Politiker

SCIPIO der JÜNGERE, 185 v. Chr. - 129 v. Chr., adoptierter Enkel von vorigem

SCOPOLI, GIOVANNI ANTONIO, 1723 - 1788, Naturforscher, Botaniker

SCOTT-MONCRIEFF, ROSE, Chemikerin

SCRIBONIUS, CORNELIUS, Buchherausgeber, Statdschreiber Antwerpen

SEABORG, GLENN THEODORE, 1912 – 1999, Chemiker

SECCHI, ANGELO, 1818 - 1878, Astronom

SECKENDORFF, VEIT LUDWIG VON, 1626 - 1692, Kameralist, 'Politologe'

SEDGWICK, ADAM, 1785 – 1873, Geologe

SEEBECK, THOMAS JOHANN, 1770 - 1831, Physiker

SEECK, OTTO, 1850 - 1921, Altertumshistoriker

SEFSTRÖM, NILS GABRIEL, 1787 – 1845, Geologe

SEGRÉ, EMILIO GINO, 1905 – 1989, Physiker

SÉGUIN, ARMAND, 1767 – 1835, Chemiker

SEIBT, FERDINAND, 1927 - 2003, Historiker

SEIFERT, ALWIN, 1890 - 1972, Landschaftsgestalter, Heimatpfleger

SEITZ, ALFRED, 1905 . , Zoologe

SEKOU TOURE´, AHMED, 1922 - 1984, , Präsident von Guinea

SELCHOW, WERNER LUDOLPH ERDMANN VON, 1806 - 1894, 1862 - 1873 preußischer Landwirtschaftsminister

SELER, EDUARD GEORG, 1849 - 1922

SELER.SACHS, 1855 - 1935, Ehefrau des vor.-

SELEUKOS I., Nikoter, 312 - 281 v. Chr.

SELIM I., 1470 - 1520, 1512 9, Sultan des Osmanischen Reiches

SELIM II., 1524 - 1574, 1566 Sultan des Osmanischen Reiches

SELIM III., 1761 - 1808 (ermordet), 1789 Sultan des Osmanischen Reiches

SELLA

SELYE, HANS, 1907 – 1982, Mediziner

SEMENOV, NIKOLAI NIKOLAIEVITCH, 1896 – 1986, Chemiker

SEMLER, JOHANN SALOMO, 1725 - 1791, Theologe

SEMMELWEIS, PHILIPP; 1818 – 1865, Mediziner

SENCKENBERG, JOHANN CHRISTIAN, 1707 - 1772, Arzt

SENEBIER, JEAN, 1742 – 1809, u. a. Botaniker

SENECA, LUCIUS ANNAEUS S,, etwa 1 n. Chr, - 65 n. Chr. röm. Philosoph u. Dichter

SENEFELDER, ALOIS, 1771 - 1834, Erfinder: Lithographie

SENGBUSCH, REINHOLD von, 1898 - 1985, Pflanzenzüchter

SENI, GIOVANNI BATTISTA, um 1600 - 1656, Astrologe

SENNACHERIB

SEPTIMUS SEVERUS, 146 - 211, seit 193 römischer Kaiser

SERRANO

SERTÜRNER, FRIEDRICH WILHELM ADAM, 1783 - 1841, Apotheker

SERVET, MIGUEL, 1511? - 1553, Gelehrter auf verschiedenen Gebieten

SETSCHENOW (SECENOV), IWAN (IVAN) MICHAILOWITSCH, 1829 - 1905, Physiologe, Neurologe

SEUBERT, KARL FRIEDRICH OTTO, 1851 - 1942, Chemiker

SEUME, JOHANN GOTTFRIED, 1763 - 1810, Schriftsteller, bewegtes Leben

SEVERINO, MARCO AURELIO, 1580 - 1656, Anatom, Chirurg, Physiologe

SEVERUS ALEXANDER, 208 - 235 n. Chr., ab März 222 römsischer Kaiser

SFORZA, IPPOLITA, Tochter des Herzogs von Mailand

SHAKESPEARE, WILLIAM, 1564 - 1616, Dramatiker mit Weltruhm

SHAPIN, STEVEN, geb. 1943, Wissenschaftshistoriker, USA

SHAPLEY, Astronom

SHARPEY-SCHÄFER, EDWARD ALBERT, 1850 - 1935, Mediziner

SHELBURNE, 2. Earl of, = WILLIAM PETTY, 1734 - 1805, britischer Minister

SHEMIN, DAVID, 1911 - 1991, Biochemiker

SHERRINGTON, CHARLES SCOTT, 1857 - 1952, Neurologe

SHESKIN, JACOB, 20. Jh., israelischer Arzt, Lepra-Arzt

SHIGA, KIYOSHI, 1870 - 1967, Bakteriologe

SHI-HUANG-TI/QIN SHIHZANGDI, 269 - 210 v. Chr., erster Kaiser Chinas

SHOCKLEY, WILLIAM BRADFORD, 1910 - 1982, Physiker

SHULL, GEORGE HARRISON, 1874 - 1954, Genetiker

SIBBES, RICHARD, 1577 - 1635, Geistlicher

SICKINGEN, FRANZ VON, 1481 - 1523, Reichsritter

SIDONIUS APOLLINARIS, um 430 n. Chr. - nach 479, 488 Gedichte, Reden

SIDOT, THE´ODORE, 19. Jh. etwa 1866, Chemiker

SIEBOLD, CARL (KARL) THEODOR ERNST von, 1804 - 1885, Zoologe

SIEDENTOPF, HENRY FRIEDRICH WILHELM, 1872 – 1940, Physiker

SIEGBAHN, (KARL) MANNE (GEORG), 1886 – 1978, Physiker

SIEGFRIED von WESTERBURG, vor 1260 - 1297, Erzbischof von Köln

SIEMENS, FRIEDRICH, 1826 – 1904, Unternehmer, Erfinder

SIEMENS, WERNER, 1816 - 1892, Unternehmer, Physiker

SIEMENS, WILHELM, 1823 – 1883, Unternehmer, Erfinder

SIEMIENOWICZ, KAZIMIERZ, 1600 - 1651?, Technikschriftsteller

SIEVEKING, HERMANN, 1875 – 1914, Physiker

SIEVERS, JOHANN AUGUST CARL, 1762 - 1795, Botaniker

SIEYE´S, EMMANUEL JOSEPH, 1748 - 1836, Politiker

SIGER (SUGER) von BRABANT, um 1235 / 1240 - 1284

SIGISMUND, 1368 – 1437, 1411 röm.-deutscher König, 1419 Kaiser

SIGISMUND I., 1467 - 1548, 1507 König von Polen

SIGISMUND III., 1566 - 1632, 1587 König von Polen, Großfürst von Litauen

SIGNORELLI, LUCA, 1445/1450 – 1523, Maler

SIKORSKI, IGOR I., 1885 – 1972, Flugmaschinen-Konstrukteur

SILLIMAN, BENJAMIN jr., 1816 - 1885, Chemiker

SILVA, ANTONIO JOSE DA, 1706 - 1739, Dramatiker

SILVESTER II. = s. GERBERT von AURILLAC

SIMON DE MONTFORT, 5. Earl VON LEICESTER, um 1160 - 1218

SIMON AUGUST, Graf zur Lippe, 1727 - 1782, Regent ab 1734

SINAN, YUSUF, etwa 1490 - 1588, Architekt

SINCLAIR, UPTON, 1878 - 1968, sozialkritischer Schriftsteller

SINGER, SABINE, Virologin in Heidelberg

SINSTEDTEN, WILHELM JOSEF, 1803 - 1891, Militärarzt, Physiker

SISI, Präsident Ägyptens

SKANDERBEG, = GEORG KASTRIOTA von KRUJA, um 1405 - 1468, Albanerführer

SKINNER, B(URRHUS) F(REDERIC), 1904 – 1990, Psychologe

SKLADANOWSKY, EMIL, 1859 – 1945, Filmpionier

SKLADANOWSKY, MAX, 1863 – 1939, Filmpionier

SKOBELEV, MICHAIL DMITRIJEWITSCH, 1843 - 1882, General

SKOBELZYN, DMITRI WLADIMIROWITSCH, 1892 - 1992, Physiker

SKODA, JOSEPH, 1806 – 1881, Mediziner, Anatom

SKYLITZES, JOHANNES (IOANNES), geboren nach 1040, byzantinischer Historiker

SLATER, SAMUEL, 1768 – 1835, in den USA früher Unternehmer

SLAVATA, WILHELM ... VON CHLUM und KOSCHUMBERG, 1572 - 1652, Politiker in Böhmen

SLIPHER, VESTO, 1875 – 1969, Astronom

SLOANE, Sir HANS, 1660 - 1753

SMEATON, JOHN, 1724 - 1792, Ingenieur, Baumeister

SMITH, ADAM, 1723 - 1790, Ökonom

SMITH, FRANCIS PETIT, 1808 – 1874, Erfinder

SMITH, GRAFTOB ELLIOT, 1871 - 1937, Anatom, Anthropologe Ethnograph

SMITH, GEORGE, 1840 - 1876, Assyrologe

SMITH, HOMER WILLIAM, 1895 – 1962, Physiologe

SMITH, ERNEST LESTER, 1904 - 1992, Biochemiker

SMITH, PHILIP E., 1884 - 1970

SMITH, THEOBALD, 1859 - 1934, Mikrobiologe

SMITH, WILLIAM, 1769 – 1839, Geologe

SMITH, WILLOUGHBY, 1828 - 1891, Elektro-Ingenieur

SMOOT, GEORGE FITZGERALD, geb. 1945, Astronom, Physiker

SNELL(IUS), WILLEBRORD, 1580 0der 1591 - 1626, Physiker

SNOW, JOHN, 1813 . 1858, Mediziner

SNOW, EDGAR, 1905 - 1972, Mao-Biograph

SOBRERO, ASCANIO, 1812 - 1888, Arzt, Chemiker

SODDY, FREDERICK, 1877 - 1956, Chemiker

SOLANDER, DANIEL CARL, 1733 - 1782, Botaniker

SOLDAU, WILHELM GOTTLIEB, 1803 - 1863, Historiker, Gymnasiallehrer

SOLIS, JUAN DIAZ DE, Entdecker

SOLLA PRICE, 1922 - 1983, Wissenschaftshistoriker

SOLVAY, ERNEST, 1838 - 1922, Chemie-Unternehmer

SOMBART, WERNER, 1863 - 1941, Soziologe, Volkswirt

SOMMERFELD, ARNOLD, 1868 - 1951, Physiker

SÖMMERRING, THOMAS, 1755 – 1830, Anatom, Erfinder

SONNERAT, PIERRE, 1748 - 1814, Reisender, Naturforscher

SOPHIA EUPHEMIA VON BAYERN; 1376 - 1428, Ehefrau von WEINZEL IV.

SOPHIE CHARLOTTE, 1665 . 1705, aus Braunschweig-Hannover und dann Königin in Preußen

SOPHOKLES, 497/498 - 406/405 v. Chr., Tragödiendichter

SORANUS, Mediziner

SORBON, ROBERT, 1201 - 1274, Geistlicher

SORBY, HENRY CLIFTON, 1826 - 1908, Mineraloge

SÖRENSEN, SÖREN PETER LAURIK, 1868 – 1939, Chemiker

SORET, FRIEDRICH JAKOB, 1795 - 1865, Prinzenerzieher in Weimar

SOTO, HERNANDO DE, 1486 - 1542, Entdecker

SOUSA, MARTIN AFONSO DE, etwa 1500 - 1564

SOUSA, TOME´DE, etwa 1515 - 1573

SOXYHLET, FRANZ von, 1848 - 1926, Milchwissenschaftler

SOZZINI, FAUSTO/SOCINIUS, FAUSTUS, 1539 - 1604, Reformator, Neffe des folg.

SOZZINI, LELIO, 1525 - 1562, Reformator

SPALDING, DOUGLAS ALEXANDER, 1841 – 1877, Psychologe

SPALLANZANI, LAZZARO, 1729 - 1799, Naturforscher, Zoologe

SPARRMAN, ANDREAS (ANDERS), 1748 - 1820, Botaniker

SPEMANN, HANS, 1869 - 1941, Zoologe

SPENCE, JOSEPH. 19. Jh., Chemiker

SPENCER, HERBERT, 1820 - 1903, Philosoph

SPENGLER, OSWALD, 1880 - 1936, Historiker

SPERBER, MANE‘S, 1905 -1984, Psychologe, Philosoph, Autor

SPERRY, ROGER WOLCOTT, 1913 - 1994, Neurobiologe

SPEYER, FRANZISKA

SPILKER, ADOLF, 1863 - 1954, (Industrie-)Chemiker

SPINOZA, BARUCH DE, 1632 - 1677, Philosoph

SPITTELER, FRIEDRICH ADOLF, 1846 - 1940, Chemie-Unternehmer

SPITTLER, LUDWIG THIMOTHEUS, 1752 - 1810, Historiker

SPITZWEG, CARL, 1808 - 1885, Maler

SPRANGER, EDUARD, 1882 - 1963, Kulturphilosoph

SPRENGEL, HERMANN JOHANN PHILIPP, 1834 - 1906, Konstrukteur

SPRENGEL, KARL, 1787 - 1859, Landwirtschaftswissenschaftler

SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1750 – 1816, Botaniker

SPRENGEL, KURT, Botaniker

SPRENGER, JACOB, 15. Jh, Dominikaner, Inquisitor

SPRING, W., Chemiker

SPURZHEIM, JOHANN CASPAR, 1776 – 1832, Neurologe

STADEN, HANS, etwa 1525 - 1576?, Reisechronist

STAEL, ANNE GERMAINE DE, Schrifstellerin

STÄHELIN, HARTMANN, 1925 - 2011, Pharmakologe

STAHL, CHRISTIAN ERNST, 1848 – 1919, Botaniker

STAHL, EGON, 1924 - 1986, Botaniker, Pharmazeut, Chemiker

STAKMAN, ELVIN C. = CHARLES, 1885 - 1979, Pflanzenpathologe/USA

STALIN

STANIER, ROGER YATE, 1916 - 1982, Mikrobiologe

STANISLAUS I. LESZCZYNSKY, 1677 - 1766, 1704 - 09, 1733 - 36 König von Polen, ab 1657 Herzog von Lothringen

STANLEY, Sir (seit 1899) HENRY MORTON, 1841 – 1904, Reisender/Afrika

STANLEY, WENDELL MEREDITH, 1904 - 1971, Virologe

STANNIUS, H.

STARK, JOHANNES, Physiker

STARLING, ERNEST HENRY, 1866 - 1927, Physiologe

STARR, J. W.

STAS, JEAN-SERVAIS, 1813 - 1891, Chemiker

STAUDINGER, HERMANN, 1881 - 1965, Chemiker

STEEL, SIMON VAN DER, 1639 - 1712, erster Gouvenreur der Kapkolonie

STEFFENS, Naturphilosoph, Geologe

STEENSTRUP, JOSEPHUS SMITH, 1813 - 1897, Zoologe, Prähistoriker

STEIN, ERNST EDWARD AUREL, 1891 - 1945, Althistoriker, Byzantinist

STEINACH, EUGEN, 1861 - 1944, Mediziner

STEINHEIL, CARL (KARL) AUGUST, 1801 - 1870

STELLA, TILMANN, 1524/1525 - 1589, Kartograph

STELLER (STOELLER), GEORG WILHELM; 1709 - 1746, Reisender

STELLUTI, FRANCESCO, 1547 - 1652, Naturforscher

STENDHAL, Pseudonym für den Dichter MARIE-HENRI BEYLE, 1783 . 1842

STENHOUSE, JOHN, 1809 – 1880, Chemiker

STENO, NICOLAUS / = STENSEN, NIELS, 1638 – 1686, Anatom, Naturforscher, Bischof

STEPHAN der HEILIGE; 1000 König von Ungarn

STEPHAN, HEINRICH von, 1831 - 1897, Generalpostmeister

STEPHANUS, CAROLUS

STEPHENS, JOHN LLOYD, 1805 - 1852, Ersterforscher Maya-Kultur

STEPHENSON, GEORGE, 1781 - 1848, Ingenieur

STEPHENSON, ROBERT, 1803 - 1859, Ingenieur

STEPTOE, PATRICK, Mediziner

STERN, OTTO. 1888 - 1969, Physiker

STERN (SCHTERN), LINA, 1878 - 1968, Physiologin

STERNBERG, KASPAR MARIA Graf VON STERNBERG, 1761 - 1838

STEVENS, AUDREY, Biologe

STEVENS, JOHN, 1749 – 1838, Konstrukteur

STEVENS, NETTIE MARIA, 1861 - 1912, Genetikerin

STEVENS, ROBERT LIVINGSTON, 1787 – 1856, Konstrukteur, Sohn von vor.

STEVIN, SIMON, 1548 - 1620, Naturforscher

STICKER, GEORG, 1860 - 1960, Mediziner, Medizinhistoriker

STILICHO, FLAVIUS ..., um 362 - 408 n. Chr., spät-römischer Feldherr

STOCK, ALFRED, 1876 - 1946, Chemiker

STOECKENIUS, WALTER, Mikrobiologe, Biochemiker

STÖCKHARDT, ADOLF, 1809 – 1886, Landwirtschaftswissenschaftler

STODDARD, THEODORE LOTHROP, 1883 – 1950, Eugeniker

STOHMANN, FRIEDRICH CARL ADOLF, 1832 – 1897, Agrikulturchemiker

STOKES, ADRIAN, 1887 - 1927, Mediziner

STOKES, Sir GEORGE GABRIEL, 1819 - 1903, Physiker

STOKLASA, JULIUS, 1857 – 1936, Biochemiker, Pflanzenphysiologe

STOLL, ARTHUR, 1887 - 1941, Biochemiker

STOLYPIN, russische Politiker

STOLZ, FRIEDRICH, 1860 - 1936, Chemiker

STONE, EDWARD, 1702 – 1768, Geistlicher, Arzneimittel-Entdecker

STONEY, GEORGE JOHNSTONE, 1826 - 1911, Physiker

STORCH, NIKOLAUS, Prediger

STORM, THEODOR, 1817 - 1888, Dichter, Jurist

STRABO(N), 60 v. Chr. - 20 n. Chr. , Geograph

STRADA, OCTAVIUS de, Maschinenbeschreiber

STRASBURGER, EDUARD ADOLF, 1844 – 1912, Botaniker

STRASSMANN, FRIEDRICH WILHELM = FRITZ, 1902 – 1980, Physiker

STRATEGOPOLOS, ALEXIOS MELISSENOS; 13. Jh.,, byzantinischer Feldherr

STRAUSS, LEO, 1899 - 1973, Philosoph

STRAUß, DAVID FRIEDRICH, Philosoph

STRAUß (oder STRAUSS), JOHANN Vater, 1804 - 1849, Komponist

STRECKER, ADOLF FRIEDRICH LUDWIG, 1822 - 1871, Chemiker

STROGANOW, Unternehmer-Familie

STROMER, PETER, 15. Jh., Unternehmer Nürnberg

STROMER, ULMAN, 1329 - 1407, Unternehmer Nürnberg

STROMEYER, FRIEDRICH, 1776 – 1835, Chemiker

STROMEYER, GEORG FRIEDRICH LOUIS, 1804 – 1876, Mediziner, Chirurg

STRUENSEE, JOHANN FRIEDRICH, 1737 - 1772

STRUTT, JOHN WILLIAM, 3. Baron RAYLEIGH, 1842 - 1919, Chemiker

STRUTT, ROBERT (ROBIN) JOHN, 4. Baron RAYLEIGH, 1875 - 1947, Physiker

STRUVE, WILHELM von, 1793 - 1864, Astronom

STUART, JAMES, 1713 - 1788, Architekt, Amateurarchäologe

STUHLMANN, FRANZ LUDWIG, 1863 - 1928, Afrikaforscher

STURGEON, WILLIAM, 1783 - 1850, Physiker

STURLI

STURM, JOHANN CHRISTOPHORUS, 1735 – 1703, Philosoph, auch Physiker

STURTEVANT, ALFRED HENRY, Genetiker

STURZ, HELFRICH PETER, 1738 - 1781, Publizist

SUETON, GAIUS SUETON(IUS) TRANQUILLUS, 70 oder 75 n. Chr. - zwischen 140 und 150, römscher, lateinischer Geschichtsschreiber

SUGAR, 12. Jh., Abt von Saint-Denis

SUIDAS, frühes Mittelalter, Lexigraph

SULC, KAREL, 1872 - 1952, Zoologe

SÜLEYMAN I., 1494 oder 1495 - 1566, ab 1520 10. Sultan der Osmanen

SULLA, römischer Politiker

SULLY, MAXIMILIAN VON BETHUNE, Herzog VON ..., 1560 - 1641, Staatsmann

SULSTON, JOHN EDWARD, Geb. 1942, Biologe

SUMINSKI-LESZCZYC, MICHAL HIERONYM, 1820 – 1898, Botaniker

SUMNER, JAMES BATCHELLER, 1887 - 1955, Biochemiker

SUESS (SUEß), EDUARD, 1831 – 1914, Geologe

SUSLOW, MICHAEL ANDREJEWITSCH, 1902 - 1982, Sowjet-Parteiideologe

SÜßMILCH, JOHANN PETER, 1707 - 1767, Pfarrer, Statistiker, Demograph

SUTHERLAND, WILBUR Earl, 1915 - 1974, Physiologe

SUTTNER, BERTHA VON, 1843 - 1914, Schriftstellerin, Pazifistin

SUTTON, W. S., 1877 - 1916, Biologe, Unternehmer

SUWOROW-RUMNIKSKI, ALEXANDER WASSILJEWITSCH, 1730 - 1800, russischer General

SVEDBERG, THE, 1884 - 1971, Chemiker, Physiker

SVEDELIUS, NILS EBERHARD, 1873 – 1960, Botaniker

SWAMMERDAM, JAN, 1637 - 1680, Naturforscher

SWAN, Sir JOSEPH WILSON, 1828 - 1914, Erfinder

SWATOPLUK I., um 830 - 894. ab etwa 870 Fürst der Mährer

SWIETEN, GERHARD Freiherr von, 1700 - 1772, Mediziner

SWIFT, JONATHAN, 1667 - 1745, Dichter, Schriftsteller

SWJATOSLAW I., um 942 - 972, ab 945 Großfürst der Kiewer Rus,

SYAGRIUS, 5. Jh., römischer Regent in Nordgallien

SYDENHAM, THOMAS, 1624 – 1689, Mediziner

SYLVIUS DE LA BOE, FRANZ, - 1672, Mediziner

SYMINGTON, WILLIAM, 1764 – 1831, Erfinder

SYMMER, ROBERT, etwa 1707 - 1763

SYNGE, RICHARD LAURENCE MILLINGTON, 1914 – 1994, Chemiker

SZENT-GYÖRGYI NAGYRAPOLT, ALBERT von, 1893 - 1986, Biochemiker

SZILARD, LEO, 1898 – 1964, Physiker

TABARI, at-, etwa 839 – 923, Geograph, Historiker

TABERNAEMONTANUS, JACOBUS THEODORUS, etwa 1520 - 1590

TACCOLA = s. MARIANO, JACOPO

TACHENIUS/TACKE, 1610 - 1680, Apotheker

TACITUS, um 55 n. Chr. - wohl um 120, römischer Schrifsteller, Historiker

TACITUS, MARIUS CLAUDIUS T., um 200 n. Chr. - 276, 275/276 römischer Kaiser

TACKE, BRUNO, 1861 - 1942, Agrarwissenschaftler, Moorforscher

TAKAKI, KAMEHIRO

TAKAMINE, JOKICHI, 1854 - 1922

TALBOT, WILLIAM FOX, 1800 - 1877

TALBOT, W. H. F.

TALLEYRAND, CHARLES MARIE DE, 1754 - 1838, französischer Außenminister u. a.,

TAMERLAN

TAMM, CHRISTOPH, organischer Chemiker

TAMM, JOHANN ANDREAS, 1767 - 1795, Rektor, Advokat

TAMMANN, GUSTAV, 1861 – 1938, Chemiker, Metallurg

TANGL, EDUARD, 1848 – 1905, Botaniker

TANKRED VON LECCE, etwa 1138 - 1194, aufständischer sizilianischer Baron und ab 1190 König

TANUCCI, BERNARDO Marchese de, 1698 - 1783, Staatsmann/Neapel

TARTAGLIA, NICOLO, 1499/1500 - 1557, Mathematiker

TASMAN, ABEL JANSZOON, 1603 . 1659, niederländischer Seefahrer

TASSO, TORQUATO, Dichter

TATUM, EDWARD LAWRIE, 1909 - 1975, Biochemiker

TECUMSEH, 1768 - 1813, Indianerführer

TEICHMANN

TEISSERENC DE BORT, 1855 - 1913, Atmosphärenforscher

TEJA, gefallen 552, 552 König der Ostgoten

TEJE, 1398 - 1338 v. Chr., Pharaonenehefrau und - mutter

TELESIO, BERNARDINO, 1508 oder 1509 - 1588, Philosoph

TELFORD, THOMAS, 1757 - 1834, Ingenieur, Kanalbauer

TELLER, EDWARD, 1908 - 2003, Physiker

TEMPIER, ETIENNE, gest. 1279, Erzbischof von Paris

TENNANT, CHARLES, 1768 - 1838, Chemiker

TENNANT, SMITHSON, 1761 - 1815, Chemiker

TERTULLIAN, 1. / 2. Jh. n. Chr., Kirchenvater

TESLA, NIKOLA, 1856 – 1943, Physiker, Elektrotechniker

TETI I., Pharao, nicht so recht belegt, Altes Reich

TETI II., Pharao 6. Dynastie, zwischen 2318 v. Chr. - 2300 v. Chr.

TETZEL, JOHANN, etwa 1480 - 1519, Dominikaner, Ablaßhändler

THAL, JOHANNES, etwa 1542 - 1583, Arzt, Botaniker

THALES von Milet, Philosoph

THAER, ALBRECHT DANIEL, 1752 - 1828, Landwirtschaftswissenschaftler

THAXTER, ROLAND, 1858 - 1933

THEMISTOCLES, etwa 524 v. Chr. - etwa 460 v. Chr.

THÉNARD, LOUIS JACQUES, 1777 - 1857, Chemiker

THEOBALD, WILHELM, 20. Jh.. Herausgebender Historiker

THEODAHAT, etwa 480 - 536, König der Ostgoten

THEODELINDE, etwa 570 - 627, Königin der Langobarden

THEODERICH, König der Ostgoten

THEODORA, byzantinische Kaiserin

THEODORE von TARSUS, 7. Jh., erster päpstlicher Erzbischof von Canterbury

THEODOSIUS I., 347 - 395, ab 379 römischer Kaiser

THEOKRIT, 3. Jh. v. Chr., Dichter

THEON, Gelehrter in Alexandria, Philosoph

THEOPHANES, 8./9. Jh., byzantinischer Historiker, Mönch

THEOPHANO, THEOPHANU, um 960 oder 955 - 961, Gemahlin von OTTO II.

THEOPHILUS, Technik beschreibener Mönch

THEOPHRASTUS von Eresos, um 372 - 257 v. Chr.

THEORELL, HUGO, 1903 - , Biochemiker

THE´VENOT, MELCHISE´DEC

THEVET, ANDRE´, 1518 - 1590, Franziskaner, Reisender

THIELE, F. K. JOHANNES, 1865 – 1918, Chemiker

THIENEMANN, F. A. LUDWIG, 1793 - 1858, Island-Reisender, Zoologe

THIENEMANN, JOHANNES, 1863 – 1938, Ornithologe

THIERSCH, CARL, 1822 – 1895, Mediziner

THIETMAR (DIETMER, DITHMER) von MERSEBURG, 975 - 1015, Geschichtsschreiber

THÖKÖLY, IMRE VON, 1657 - 1705, ungarischer Aufstandsführer, Fürst von Siebenbürgen

THOELDE, JOHANN, vor 1565 – 1624, Mediziner, veröffentlichte unter dem Pseudonym BASILIUS VALENTINUS

THOMAS der Slave, 9. Jh., Führer eines großen Aufstandes in Byzanz

THOMAS von AQUIN(O), etwa 1224 - 1274, führender Theologe

THOMAS von CANTIMPRÉ, 1201 - 1270 oder 1271, Theologe, Schriftsteller

THOMAS, EDWARD DONNALL (DON), 1920 - 2012, Mediziner

THOMAS, MEIRION, 1894 - 1977, Botaniker

THOMAS, SIDNEY GILCHRIST, 1850 – 1885, Metallurg

THOMASIUS, CHRISTIAN, 1655 – 1728, Jurist, Philosoph, Aufklärer

THOMPSON, JOHN VAUGHAN, 1779 – 1847, Zoologe

THOMSEN, HANS PETER JÖRGEN JULIUS, 1826 - 1909, Chemiker

THOMSEN, CHRISTIAN JÜRGENSEN, 1788 - 1865, Archäologe

THOMSEN, JULIUS, 1826 - 1909, Chemiker, Chemie-Unternehmer

THOMSON, Sir CHARLES WYVILLE, 1830 – 1882, Naturforscher

THOMSON, D. L.

THOMSON, GEORGE PAGET, Sir, 1892 - 1973, Physiker, Sohn des folg.

THOMSON, JOSEPH JOHN, Sir, 1856 – 1940, Physiker

THOMSON; ROBERT WILLIAM, 1822 – 1873, Erfinder

THOMSON, THOMAS, 1773 - 1852, Physiker

THOMSON, WILLIAM, Baron KELVIN of Larg, 1824 – 1907

THORPE, WILLIAM HOMAN, 1902 – 1986, Ethologe

THUKYDIDES, geb. vor 454 oder um 460 v. Chr, - zwischen 399 - 396 v. Chr., Geschichtsschreiber

THUMBSHIRN, WILHELM ABRAHAM von, 1599 - 1660, Landwirtschaftsschriftsteller

THUNBERG, CARL PETER, 1743 - 1828, Botaniker

THUNBERG, TORSTEN, 1873 - 1952, Biochemiker

THÜNEN, JOHANN HEINRICH von, 1780 - 1851, Volkswirtschaftler

THURET, GUSTAVE ADOLPH, 1817 – 1875, Botaniker

THUTMOSIS III., ägyptischer Pharao

TI, um 2650 v. Chr., altägyptischer Würdenträger

TIBERIUS, römischer Feldherr und Kaiser

TIBURTIUS, FRANZISKA, 1843 - 1927, Medizinerin

TICHOMIROV, A. A., 1850 – 1931, Zoologe

TIEDEMANN, FRIEDRICH, 1781 – 1861, Anatom, Physiologe

TIEMANN, JOHANN CARL WILHELM FERDINAND, 1848 – 1899, Chemiker

THIETMAR von MERSEBURG, 975 - 1018, Bischof, Chronist

TIECK, JOHANN LUDWIG, 1773 - 1853, romantischer Dichter

TIGLATPILESAR III, gest. 727 v. Chr.

TILAS, DANIEL, 1712 - 1772, Bergbaufachmann

TILDEN, Sir WILLIAM AUGUSTUS, 1842 - 1926, Chemiker

TILGHMAN, BENJAMIN CHEW, 1821 - 1901, Chemiker

TILLET, Botaniker

TILLY, JOHANN T' SERCLAES von, 1559 - 1632, Feldherr

TIMIRJASEW. K. A., Botaniker

TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, NIKOLAI WLADIMIROVICH, 1900 - 1981, Biologe

TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, HELENA, - 1973, Biologin, Ehefrau des vor.

TIMUR = TAMERLAN, 1336 - 1405, Herrscher

TINBERGEN, NIKOLAAS, 1907 - 1988, Zoologe, Ethologe

TIPU SULTAN, 1749 oder 1750 - 1799, Herrscher von Mysore

TIRPITZ, ALFRED von, 1849 - 1930, Großadmiral

TIRSO DE MOLINA, spanischer Dichter

TISCHBEIN, JOHANN HEINRICH WILHELM, 1751 - 1829, Maler

TISCHLER, GEORG, 1878 - 1955, Botaniker

TISELIUS, ARNE KAURIN, 1902 - 1971, Chemiker

TISSIE'RES

TITIUS, JOHANN DANIEL, 1729 - 1796, Physiker, Astronom

TITO, kommunistischer Politiker Jugoslawien

TITUS FLAVIUS VESPASIANUS, 39 - 81, n. Chr. 79 – 81 römischer Kaiser

TITUS LIVIUS s. LIVIUS

TIZIAN, = TICIANO VECELLIO, 1477 oder erst um 1490 - 1576, Maler

TODD, MARGARET, etwa 1850 - 1918, Ärztin, Schriftstellerin

TODD, ROBERT BENTLEY, 1809 - 1860, Feinanatom, Physiologe

TODTENHAUPT, Chemiker

TOKUGAWA, IEYASU, 1543 - 1616, 1603 siegreicher Shogun in Japan

TOELTE'TENYI, STANISLAUS von, geb. 1795, Mediziner

TOLAND, JOHN, 1670 - 1722, Philosoph

TOLLENS, BERNHARD, 1841 - 1918, Chemiker

TOLMAN, RICHARD CHACE, 1881 - 1948, Physiker

TOLSTOI, LEO, russischer Dichter

TOMBAUG, CLAUDE WILLIAM, 1906 - 1997, Astronom, Pluto-Entdecker

TOMMASO DA MODENA, etwa 1325 - nach 1368, Maler

TONEGAWA, SUSUMU, geb. 1939, Biologe

TÖNNIES, FERDINAND, 1855 - 1936, Soziologe, Nationalökonom, Philosoph

TOEPLER, AUGUST JOSEPH IGNAZ, Chemiker, Physiker

TORELL, OTTO MARTIN, 1828 - 1900, Geologe

TORNOW, SIEGFRIED, geb. 1938, Slavist, auch Historiker

TORQUEMADA, TOMA´S DE, 1420 - 1498, Dominikaner, Inquisitor

TORRES, LUIS VAEZ DE, um 1565 - 1610, Kapitän

TORRICELLI, EVANGELISTA, 1608 - 1647, Naturforscher

TORSTENSON, LENNART, 1603 - 1651, schwedischer Feldherr

TOSCANELLI, PAOLO dal POZZO, 1397 - 1482, Arzt, Erdkundiger

TOTILA, gefallen 552, ab 542 König der Ostgoten

TOULMIN, GEORGE HOGGART, 1754 - 1817, Naturforscher, Arzt

TOURNEFORT, JOSEPH PITTON, 1656 - 1708, Botaniker

TOYNBEE, ARNOLD, 1852 – 1883, Ökonom, Sozialreformer

TOYNBEE, ARNOLD J(OSEPH), 1889 – 1975, Historiker

TRABERT, WILHELM

TRADESCANT, JOHN der Ältere, 1570/1575, Botaniker, Sammler

TRADESCANT, JOHN der Jüngere, 1608 - 1662, Botaniker, Sammler

TRAJAN = MARCUS ULPIUS TRAIANUS, 53 n. Chr. - 117 n. Chr. , ab 98 römischer Kaiser

TRAUBE, MORITZ, 1826 – 1894, Biochemiker

TRAVEN, B., 1882 - 1969, Schriftsteller

TRAVERS, MORRIS WILLIAM, 1872 - 1961

TREBRA, FRIEDRICH WILHELM HEINRICH VON, 1740 - 1821, hoher Bergbeamter in Sachsen und im Harz

TREITSCHKE, HEINRICH VON, 1834 - 1896, Historiker

TREMBLEY, ABRAHAM, 1710 - 1784, Zoologe

TRENDELENBURG, FRIEDRICH, 1844 - 1924, Mediziner

TRENDELENBURG, PAUL, 1884 - 1931, Mediziner, Pharmakologe

TRENDELENBURG, WILHELM, 1877 - 1946, Mediziner, Sinnesphysiologe

TRENTEPOHL, JOHANN FRIEDRICH, 1748 - 1806, Pfarrer, Botaniker

TSCHERNYSCHEWSKI, NIKOLAI GAWRILOTITSCH, 1828 - 1889, Autor

TRÉSAGUET, PIERRE-MARIE-JE'RO^ME, 1716 - 1796, Ingenieur

TREUB, MELCHIOR, 1851 - 1910, Botaniker

TREVOR-ROPER, HUGH REDWALD, 1914 - 2003, Historiker

TREVIRANUS, GOTTFRIED REINHOLD, 1776 – 1837, Mediziner, Naturforscher

TREVITHICK, RICHARD, 1771 - 1833, Konstrukteur

TREW, CHRISTOPH JACOB, 1695 – 1769, Arzt, Naturaliensammler

TRINIUS, CARL BERNHARD, 1778 - 1844, u. a. Botaniker, Beamter

TRITHEMIUS von SPONHEIM; Abt, galt als Magier

TROMMSDORFF, WILHELM BERNHARD, Chemiker

TROMMSDORFF, JOHANN BARTHOLOMÄUS, 1770 - 1837, Chemiker, Sohn von vor

TROMP; MAARTEN. 1698 . 1653, niederländischer Admiral

TROOSTWYK, ADRIAB PAETZ VAN, 1752 - 1837, Chemiker

TROPSCH, HANS, 1889 - 1935, Chemiker

TROTZKI, LEO D., 1879 - 1940, bolschewistischer Führer

TRUDPERT, 7. Jh., Missionar, Märtyrer

TS'AI LUN

TSCHERMAK, ERICH von, 1871 - 1962, Genetiker

TSCHIRNHAUS(EN), EHRENFRIED WALTER Graf von, 1651 - 1708

TSCHOCHOW, ANDREI, spätes 16. Jh., russischer Metallgießer

TSCHUDI, AEGIDIUS, 1505 - 1572, u. a. Historiograph

TSCHUGAEFF, Chemiker

TSWETT (CVET), M., 1872 - 1919, Botaniker

TUT-ENCH-AMUN

TULL, JETHRO, 1674 - 1741, Landwirt

TULLA, JOHANN GOTTFRIED, 1770 - 1828, Wasserbau-Ingenieur

TURENNE, HENRI DE LA TOUR D'AUVERGNE, Vicomte DE T., 1611 - 1675, Kriegsherr, Marschall

TUREAU, LOUIS MARIE, 1756 - 1829, französischer General

TURGENJEW, IWAN SERGEJEWITSCH, 1818 - 1883, Schriftsteller

TURGOT, ANNE ROBERT JACQUES, Baron DE L' AULNE, 1727 - 1781, Staatsmann

TURKEVICH, ANTHONY, Chemiker

TURNER, FREDERICK JACKSON, 1861 - 1932, USA-Historiker

TUSI, NASIR AD-DIN AT-, 1201 – 1274, Astronom. Mathematiker

TUTENCHAMUN (TUTANCHAMUN), ägyptischer Pharao etwa 1352 - 1323 v. Chr.

TÜXEN, REINHOLD, 1899 - 1980, Botaniker

TWORT, FREDERICK WILLIAM, 1877 - 1950, Mikrobiologe

TYLOR, Sir EDWARD BURNETT, 1832 - 1917, Anthropologe

TYNDALL, JOHN, 1820 - 1893, Physiker

TYSON, EDWARD, 1651 – 1708, Anatom

UHLAND, LUDWIG, 1787 - 1862, Dichter, Politiker

UHLENHUTH, PAUL, 1870 - 1957, Mediziner

UEHLINGER, VERENA., Zoologin

ULFILA(S)/WULFILA, etwa 311 - 383, Bischof der Westgoten

ULLOA Y TORRE-GUIRAL, ANTONIO DE, 1716 - 1795, Gelehrter, Admiral

ULRICH RÜLEIN von CALW, etwa 1465 - 1523, Arzt, Bergbauschriftsteller u. a.

ULUGH BEG, 1394 – 1449, Herrscher in Samarkand, Freund der Astronomie

UMAR IBN AL-CHATTAB/KHATTAB, 579 n. Chr,- 644, zweiter Kalif

UNDERWOOD

UNGER, FRANZ, 1800 – 1870, Botaniker

UNVERDORBEN, OTTO, 1806 - 1873, Chemiker

URBAIN, GEORGES, 1872 - 1938, Chemiker

URBAN VI., etwa 1318 - 1389, 1378 Papst (im Schisma)

URBAN VIII., 1568 - 1644, 1632 Papst

URBAN, JOHANN, 1863 - 1940, Chemieingenieur

URDANETAANDRE´S DE, 1498 - 1568, Entdecker

URE, ANDREW, 1778 – 1857, Schriftsteller zu Ökonomie und Technik

UREY, HAROLD CLAYTON, 1893 - 1981, Chemiker

URQUIJO, spanischer Minister

URUKAGINA, sumerischer König, gest. 2371 v. Chr.

USBEK, MOHAMMED U. KHAN, 1282 - 1341/1342, ab 1312 Khan der Goldenen Horde

USSHER, JAMES, 1581 - 1656, anglikanischer Geistlicher

USTERI, PAUL(US), 1768 - 1831, Botaniker

UTTMANN, BARBARA, 1514 - 1575, Unternehmerin. im Erzgebirge

UTHMAN, IBN AFFAN, 577 n. Chr. - 656, 3. Kalif 644 - 656 (ermordet).

UTZSCHNEIDER, JOSEPH von, 1763 - 1840, Unternehmer, Optiker

UEXKÜLL, JAKOB JOHANN von, 1864 – 1944, Biologe

VADIAN / JOACHIM von WATTS, 1484 – 1551, Humanist

VALENS, 328 - 378 n. Chr., seit 375 (ost)römischer Kaiser

VALENTIN, GABRIEL GUSTAV, 1810 - 1883, Physiologe

VALENTIN, M. B.

VALENTINIAN I., 321 - 375, ab 364 (west-)römischer Kaiser

VALERA, EAMON DE, irischer Ministerpräsident

VALERIAN(US), gestorben um 260 n. Chr., 253 römischer Kaiser

VALIER, MAX, 1895 - 1930, Ingenieur

VALLA, LORENZO, zwischen 1405 - 1407 - 1457, auch Humanist

VALLISNERI, ANTONIO, 1661 – 1730, Naturforscher

VALSALVA, ANTONIO MARIA, 1666 – 1723, Mediziner, Anatom

VALTURIO, ROBERTO, 1413 - 1484

VALVERDE, JUAN VALVERDE DE HAMUSCO (AMUSCO), lebte um 1525, Mediziner

VAN DEN BROEK

VAN DER WAALS, JOHAN DIDRIK (JOHANNES DIEDERICH), Physiker

VAN DYCK, ANTHONIS, 1599 - 1641, Maler

VAN SLYKE, DONALD DEXTER. 1883 - 1971, Biochemiker

VANE, DOHN R.

VANINI, LUCILIO, 1585 - 1619, Philosoph

VAN'T HOFF, JACOBUS HENRICUS, 1852 - 1911, Chemiker

VARENIUS, BERNHARDUS (VAREN, BERNHARD), 1622 – 1650 / 51, Geograph

VARLEY, CROMWELL FLEETWOOD, 1828 - 1883, Elektro-Ingenieur

VARLEY, FREDERICK HENRY, 1842 - 1916, Elektro-Ingenieur

VARLEY, (SAMUEL) ALFRED, 1832 - 1921, Elektro.Ingenieur

VARRO, MARCUS TERENTIUS, 116 - 27 v. Chr.

VASARI, GIORGIO, 1511 – 1574, Architekt, Kunstschriftsteller

VASCO DA GAMA, 1469 - 1524, Seefahrer

VALENTINIAN III., ungebracht 455, spät-römischer Westkaiser

VARUS, PUBLIUS QUINCTILIUS V., 47/49 v. Chr. - 9 n. Chr., römischer Feldherr

VASSEUR, THERESE LE, s. LEVASSEUR

VAUCANSON, JACQUES DE, 1709 – 1782, Konstrukteur

VAUCHER, JEAN PIERRE E´TIENNE, 1763 – 1841, (Amateur-)Botaniker

VAUQUELIN, NICOLAS LOUIS, 1763 – 1829, Chemiker

VAUTIN, CLAUDE, Metallurg

VAVILOV, NICOLAI IWANOWITSCH, 1887 - 1943, Genetiker, Kulturpflanzenforscher

VAVILOV, SERGEJ, 1891 - 1951, Physiker

VEE´, Chemiker

VEGETIUS, FLAVIUS RENATUS, abgekürzt VEGEZ, 4. Jh. n. Chr., Kriegsschriftsteller

VEIT, OTTO, 1898 - 1984, Nationalökonom, Historiker

VEKSLER, VLADIMIR, Physiker

VELASQUEZ, Maler

VELTHEIM, FRANZ WILHELM WERNER von, 1785 – 1839, hoher Bergbaubeamter

VENABLE, FRANCIS PRESTON, 1856 - 1934, Chemiker

VENZMER, GERHARD, geb. 1893, Arzt, Wissenschaftspopularisator

VERANZIO, FAUSTO, 1551 - 1617 Verfasser von Maschinenbuch

VERATTI, EMILIO, 1872 - 1967, Mediziner, Histologe

VERCINGETORIX, ca. 82 v. Chr. - 46 v. Chr., gallischer Fürst und Heerführer

VERDEIL, F

VERDI, GUISEPPE, 1813 - 1901, Komponist

VERGIL/VIRGIL(IUS), 70. v. Chr. - 19 v. Chr., römischer Dichter

VERGUIN

VERNADSKY, GEORGI WLADIMIROWITSCH, 1887 - 1972, Historiker

VERNADSKIJ (WERNADSKI), VLADIMIR IVANOVIC, 1863 – 1945, Geochemiker, Vater des vor.

VERWORN, MAX, 1863 - 1921, Physiologe

VESAL(IUS), ANDREAS, 1514 - 1564, Anatom

VESPASIAN(US), 9 n. Chr. - 79, ab 69 römischer Kaiser

VESPUCCI, AMERIGO, 1451 - 1512, Geograph

VEYNE, PAUL, geb. 1930, (Alt-)Historiker

VICO, GIAMBATTISTA, 1668 - 1744, Historiker

VICTORIA, 1819 - 1901, ab 1837 Königin von England

VIEILLE, PAUL(-MARIE-EUGÈNE, 1854 - 1934, Chemie-Ingenieur

VIGNEAUD, VINCENT DU, 1901 - 1978, Biochemiker

VIKTOR, 2./3. Jh. n. Chr., Bischof von Rom

VIKTOR EMANUEL, 1820 - 1878, 1861 König von Italien

VILLA, (PANCHO) FRANCISCO, 1878 - 1923, mexikanischer General

VILLARD, PAUL ULRICH, 1860 - 1934, Physiker

VILLARD DE HONECOURT, 13. Jahrhundert, Architekt

VILLEMIN, JEAN ANTOINE, 1827 - 1892, Mediziner

VINCENT von BEAUVAIS, etwa 1190 - etwa 1264

VINTA, BELISARIO, 1542 - 1613

VICQ D'AZYR, FE´LIX, 1746 - 1794, Mediziner, Vergleichender Anatom

VIRATHIUS, Gegner Roms im Westen der Iberischen Halbsinsel

VIRCHOW, RUDOLF, 1821 - 1902, Mediziner

VIRTANEN, ARTTURI ILMARI, 1895 – 1973, Biochemiker

VITALIAN, 580 n. Chr. - 672, ab 657 Papst, in Rom.

VITELLIUS, 15. n. Chr. - 69 n. Chr., 69 kurz römischer Kaiser

VITELLO, ERAZM GOLEK, 1220 - 1280, Franziskaner, Übersetzer

VITIGES, gest. wohl 542, 536 - 539/540 König der Ostgoten

VITRUV(IUS) POLLO

VIVES, JUAN LUIS, 1492 - 1540, Humanist

VIVIANI, VINCENZIO, 1622 - 1703, Mathematiker, GALILEI-Freund

VLAD II. DRACUL, 1395 - 1447, 1436 Fürst der Walachei

VLAD III. DRACULEA, TEPES, 1431 - 1476, mehrfach Fürst der Walachei

VLIET, JAN GEORG (JORIS)

VÖCHTING, HERMANN, 1847 – 1917, Botaniker

VOGEL, AUGUST, 1817 - 1889, Agrochemiker

VOGEL, HERMANN W., 1834 - 1898, Chemiker

VOGELGESANG, HEINRICH, 1862 - 1914, Kolonisator Südwest-Afrika

VÖGLER, ALBERT, 1877 - 1945, Stahlwerksgeneraldirektor, Präsident KWG u. a.

VOGT, CARL, 1817 - 1895, Naturforscher, Politiker

VOGT, CÉCILE, 1875 – 1962, Neurobiologin, Ehefrau von OSKAR V.

VOGT, HANS

VOGT, OSKAR, 1870 - 1959, Neurobiologe

VOHL, EDUARD HERRMANN LUDWIG, 1823 - , Chemiker

VOIGT, F. S.

VOIGT, JOHANN KARL WILHELM, 1752 – 1821, Bergbaubeamter

VOIT, CARL von, 1831 - 1908, Physiologe, Ernährungsforscher

VOLCKAMER, JOHANN GEORG, der Ältere, 1616 - 1693, Arzt und Naturforscher

VOLKMANN, JOHANN JACOB, 1732 - 1803, u. a. Reiseschriftsteller

VOLNEY, CONSTANTIN CHASSEBOEUF, Comte de, 1757 - 1820, Orientalist

VOLTA, ALESSANDRO, Graf, 1745 - 1827, Naturforscher

VOLTAIRE, FRANÇOIS MARIE AROUET DE, 1694 – 1778, Philosoph, Autor

VORLÄNDER, DANIEL, 1867 – 1941, Chemiker

VORONIN = WORONIN

VORONOFF, SERGIUS, 1866 - 1926, Mediziner

VOß, JOHANN HEINRICH; 1751 - 1826, Dichter

VRIES, HUGO DE, 1848 - 1935, Botaniker, Evolutions- und Vererbungsbiologe

VRIES, MAARTEN GERRITSZOON DE, 1589 - 1647, u. a. Kapitän

WAAGE, PETER, 1833 – 1900, Chemiker

WACKENRODER, HEINRICH WILHELM FERDINAND, 1798 – 1854, Pharmazeut, Chemiker

WADDINGTON, CONRAD HAL, 1905 – 1975, Embryologe

WAGNER, NIKOLAI PETROWITSCH, 1829 - 1907, Zoologe

WAGNER, RUDOLPH, 1805 - 1864, Physiologe, Anatom

WAGNER-JAUREGG, JULIUS, 1857 - 1940, Mediziner

WAGNER, RICHARD, 1813 - 1883, Komponist

WAGNER, ULRICH, Rechenmeister

WAKEFIELD, Miss, Botanikerin

WAKSMAN, SELMAN ABRAHAM, 1888 - 1973, Mikrobiologe

WALAHAFRID STRABO, 9. Jahrhundert, gest. 849, Mönch, Schriftsteller

WALD, GEORGE, 1906 - 1997, Physiologe

WALDBURG, Familie ...

WALDECK, JEAN FREDERIC MAXIMILIAN DE, 1766 - 1875, u.a. Reisender

WALDEMAR I., der GROSSE, 1131 - 1182, seit 1157 König der Dänen

WALDEMAR IV, ATTERTAG, um 1321 - 1375, seit 1340 König von Dänemark

WALDEN, PAUL, 1863 - 1957, Chemiker

WALDEYER-HARTZ, WILHELM (von), 1836 – 1921, Anatom

WALE (WALAEUS), JAN DE, 1604 - 1649, Mediziner

WALDSCHMITZ-LEITZ, ERNST, Biochemiker

WALLACE, ALFRED RUSSEL; 1823 - 1913, Naturforscher

WALLACH, OTTO, 1847 - 1931, Chemiker

WALLENSTEIN, ALBRECHT ... von, 1583 - 1634, Feldherr

WALLER, AUGUSTUS VOLNEY, 1816 – 1870, Physiologe

WALLERIUS, JOHAN(N) GOTTSCHALK, 1709 - 1785

WALLIS, SAMUEL, gest. 1795, Seefahrer

WALSH, DON, geb. 1931, Tiefseeforscher

WALSH, JOHN, 1726 - 1795, Naturforscher

WALTER VON GEROLDSECK, 1231 - 1263, ab 1260 Bischof von Straßburg

WALTHER VON DER VOGELWEIDE, 1170 - 1230, Dichter

WALTON, ERNEST THOMAS SINTON; 1903 – 1995, Physiker

WALTON, FREDERICK EDWARD, 1839 – 1928, Erfinder, Chemie

WANG MANG, 45 v. Chr. - 23 n. Chr., chinesischer Kaiser

WANKLYN, Chemiker

WASSILI IV., IWANOWITSCH SCHUISKI, 1552 - 1612, 1606 Zar, von Polen gefangen

WARBURG, EMIL, 1846 - 1931, Physiker

WARBURG, OTTO, Biochemiker

WARENS, FRANCOISE-LOUISE, 1699 - 1762, Beschützerin ROUSSEAUs

WARREN, JOHN ROBIN, geb. 1937, Bakteriolog

WASHINGTON, GEORGE, 1732 - 1799, Heerführer und 1. Präsiden der USA

WASHKANSKY, LOUIS

WAT TYLOR, gest. 1381, Bauernführer in Südost-England

WATERSTON, JOHN JAMES, 1811 - 1883, Physiker, Physikalischer Chemiker

WATSON, JAMES DEWEY, geb. 1928, Biologe

WATSON, JOHN BROADUS, 1878 - 1958, Psychologe

WATSON, RICHARD

WATSON, ROBERT, geb. 1948, Atmosphärenforscher

WATSON-WATT, Sir ROBERT ALEXANDER, 1892 - 1973, Physiker

WATZENRODE, LUCAS, 1442 - 1512, Fürstbischof für Ermland

WATT, JAMES, 1736 - 1819, Erfinder

WATTENBACH, W., s. RICHER 1891

WAY, JAMES THOMAS, 1821 – 1884, Agrochemiker

WAYMOUTH (WEYMOUTH), GEORGE, etwa 1587 – 1611, Seefahrer

WEBER, ALFRED, 1868 - 1958, Nationalökonom

WEBER, CARL OTTO, Chemiker

WEBER, EDUARD FRIEDRICH, 1806 - 1871, Anatom

WEBER, ERNST, 1795 - 1878, Physiologe

WEBER, KARL AUGUST. Industriechemiker/Sodaindustrie

WEBER, MAX, 1864 - 1920, Soziologe, Nationalökonom

WEBER, WILHELM EDUARD, 1804 - 1891, Physiker

WECKHERLIN, AUGUST von, 1794 – 1868, Landwirtschaftswissenschaftler

WEDEL, GEORG WOLFGANG, 1645 - 1721, Physiologe

WEDGWOOD, JOSIAH, 1730 - 1795, Unternehmer

WEGENER, ALFRED, 1880 – 1939, Geologe, Meteorologe

WEGER, JOHANNES MAX, 1869 - 1944, Chemiker

WEIDEL, HUGO, 1849 – 1899, Chemiker

WEIDEL, W.

WEIDLITZ, HANS, Holzschneider, 16. Jahrhundert

WEIGEL, CHRISTOFF, 1654 - 1725

WEIGEL, CHRISTIAN EHRENFRIED

WEIGERT, KARL, 1845 – 1904, Mediziner

WEINBERG, ARTHUR VON, 1860 - 1943, Farbstoffchemiker

WEIS, 18. Jh., Autor zur Kartoffel 1782

WEISHAUPT, JOHANN ADAM, 1748 - 1830, Professor der Rechte, Freimaurer

WEISMANN, AUGUST, 1834 - 1914, Biologe, Zoologe

WEISS, SAMUEL, Biologe

WEIßKOPF, VICTOR F., Physiker

WEITHMANN, MICHAEL W., geb. 1949, Historiker

WEIZSÄCKER, CARL FRIEDRICH von, Physiker

WELCH, WILLIAM HENRY, 1850 - 1934, Mediziner

WELCKER, HERMANN, 1822 – 1897, Mediziner

WELDON, WALTER, 1832 - 1885

WELLER, THOMAS H., 1915

WELSER, Unternehmerfamilie -

WENDT, Botaniker

WEN TI, 541 n. - 604 n. Chr., chinesicher Kaiser, kurze SUI-Dynastie

WENZEL, um 908 - 929 oder 935, böhmischer Fürst, Bruder von BOLESLAV I. und von diesem ermordet

WENZEL IV., 1361 - 1419, ab 1363 König von Böhmen, bis 1400 auch Kaiser

WENZEL, CARL FRIEDRICH, 1740 - 1793, Chemiker

WEPFER, JOHANN JAKOB, 1620 – 1695, Mediziner, Toxikologe

WERNER, ABRAHAM GOTTLIEB, 1749 - 1817

WERNER, ALFRED, 1866 - 1919, Chemiker

WERNICKE, CARL, 1848 - 1905, Mediziner

WERTHEIM, THEODOR, 1820 – 1864, Chemiker

WESSEL GANSFORT, gest. 1489, häretischer Kleriker

WESTINGHOUSE, GEORGE, 1846 - 1914, Erfinder, Unternehmer

WESTPHAL, AUGUST und Frau, 19. Jh., Unternehmer, Käse

WESTPHAL, WILHELM H(EINRICH), 1882 – 1978, Physiker

WETTSTEIN; FRITZ von, 1895 – 1945, Botaniker

WEULE, JOHANN CONRAD KARL, 1864 - 1926, Völkerkundler, Geograph

WEYER, JOHANN, 1515 oder 1516 - 1588, Arzt, Kämpfer gegen den Hexenwahn

WEYL, THEODOR, 1851 – 1913, Chemiker

WEYPRECHT, KARL, Polarforscher

WHARTON, THOMAS, 1614 – 1673, Mediziner, Anatom

WHEATSTONE, Sir CHARLES, 1802 - 1875, Physiker

WHEELER, JOHN ARCHIBALD, 1911 - 2008, Physiker

WHEWELL, WILLIAM, 1794 - 1866, Wissenschaftsphilosoph

WHIPPLE, GEORGE HOYT, 1878 - 1976, Mediziner, Physiologe

WHISTON, WILLIAM, 1667 – 1752, Naturphilosoph, Mathematiker

WHITE, LYNN TOWNSEND, 1907 - 1987, Historiker

WHITEHEAD, GUSTAV A.

WHITMAN, CHARLES OTIS, 1842 - 1910, Zoologe

WHITNEY, ELI, 1765 – 1825, Erfinder

WHITNEY, JOSIAH DWIGHT, 1819 - 1896, u. a. Geologische Erkunng USA

WHITTINGHAM, M. = MICHAEL STANLEY, geb. 1941, Chemie-Techmologe

WHITTLE, FRANK, Sir, 1907 - 1996, Flugzeug-Konstrukteur

WHITWORTH, JOSEPH, 1813 - 1887, Erfinder, Unternehmer

WICHELHAUS, Chemiker

WICKE, JOHANN ANTON WILHELM, geb. 1822, Chemiker

WICKHAM, HENRY A., 1846 – 1926, Plantagenunternehmer

WIDEMANN, PAUL, Architekt

WIDMANSTATTEN, ALOYS von, 1754 - 1849

WIDMANNSSTETTER, JOHANN ALBRECHT, 1506 - 1557, Humanist

WIDUKIND, 8. Jh., 785 getauft, Herzog/'dux' der Sachsen

WIDUKIND von CORVEY, zweite Hälfte 10. Jh.,, Geschichtsschreiber

WIECHERT, EMIL, 1861 - 1928, Geophysiker

WIED, MAXIMILIAN ALEXANDER PHILIPP, PRINZ ZU WIED-NEUWIED, 1782 - 1867, Forschungsreisender

WIEDEMANN, GUSTAV HEINRICH, 1826 - 1899, Physiker

WIEGLEB, JOHANN CHRISTIAN, 1732 – 1800, Chemiker

WIEGMANN, A. J. F., 1771 – 1853, Apotheker, Chemiker

WIELAND, CHRISTOPH MARTIN, 1733 - 1813, Dichter, der Aufklärung

WIELAND, HEINRICH, 1877 - Chemiker

WIEN, MAX, 1866 - 1938, Physiker

WIEN, WILHELM "WILLY" CARL WERNER OTTO FRITZ FRANZ, 1864 - 1928, Physiker

WIENER, ALEXANDER

WIENER, CHRISTIAN

WIERL, RAIMUND, Chemiker

WIESEL, TORSTEN N., 1924, Biologe

WIESNER, JULIUS von, 1838 – 1916, Botaniker

WIGGLESWORTH, VINCENT BRIAN, 1899 - 1994)

WIKSTRÖM, ANDREAS, 18. Jahrhundert

WILBERFORCE, SAMUEL, 1805 - 1873, anglikanischer Bischof von Oxfort

WILCKE, JOHAN(N) CARL, 1732 - 1796, Physiker

WILDE, HENRY, 1833 - 1919, Elektroingenieur

WILDE, MANFRED, geb. 1962, Historiker, Kommunalpolitiker

WILFARTH, HERMANN; 1859 – 1904, Agrarwissenschaftler

WILHELM, 929 - 958, illegitimer Sohn des OTTO I., 954 Erzbischof von Mainz

WILHELM der EROBERER, 1027 oder 1028 - 1087

WILHELM I., 1122 - 1166, 1154 König von Sizilien

WILHELM II., ab (1166) 1172 (volljährig) - 1189 König von Sizilien

WILHELM V., der REICHE, 1516 - 1582, Herzog von Jülich-Kleve-Berg

WILHELM von ORANIEN, König von England

WILHELM II., 1859 – 1941, Kaiser

WILHELM von OCKHAM, etwa 1285 - 1347, mittelalterlicher Philosoph

WILHELM von RUYSBROCK (Rubruk), etwa 1210 - 1270

WILHELM VON MOERBEKE, 1215 - ca. 1286. s. a. ob., Griechisch-Kenner, Übersetzer

WILHELMY, LUDWIG FERDINAND, 1812 - 1864, Physikochemiker

WILHELMY, Kernphysiker

WILKINS, MAURICE, - 1984

WILKINSON, Sir GEOFFROY, 1921 - 1996, Chemiker

WILKINSON, JOHN, 1728 - 1808, Unternehmer, Erfinder

WILKINSON, Sir JOHN GARDNER, 1797 - 1875, Ägyptologe

WILL, WILHELM, 1854 - 1919, Chemiker

WILLIAM of MALMESBURY, um 1090 - etwa oder nach 1142, Mönch. Historiker

WILLIAM von OCKHAM, 1270 - 1347, Philosoph

WILLIAMS, CHARLES HANSON GREVILLE, 1829 – 1910

WILLIAMS, J. L., Botaniker

WILLIAMS

WILLIAMS, TENNESSEE, 1911 - 1983, US-amerikanischer Dichter

WILLIAMSON, ALEXANDER WILLIAM, 1824 - 1904, Chemiker

WILLIBRORD, gest. 739, Missionar

WILLIS, THOMAS, 1621 - 1675, Mediziner, Physiologe

WILLKOMM, MORITZ, 1821 - 1895, Botaniker

WILLSTÄTTER, RICHARD, 1872 – 1942, organischer Chemiker

WILLUGHBY, FRANCIS, 1635 - 1672, Naturforscher

WILM, ALFRED, 1869 – 1937, Metallurg

WILMUT, IAN, Tiermediziner

WILSON, C

WILSON, CHARLES THOMSON REES, 1869 - 1959, Physiker

WILSON, EDMUND BEECHER, 1856 - 1939, Biologe, Zellbiologe

WILSON, GEORGE, Mitte 19. Jh., Physiker?

WILSON, HENRY VAN PETERS, 1863 – 1939, Zoologe

WILSON, PERRY WILLIAM, 1902 – 1981, Mikrobiologe

WINCKLER, HUGO, 1863 – 1913, Archäologe

WINCKELMANN, JOHANN JOACHIM, 1717 - 1768

WINDAUS, ADOLF, Chemiker, Biochemiker

WINDISCH-GRAETZ, ALFRED CANDIDUS FERDINAND Fürst ZU, 1787 - 1862, Feldmarschall

WINKELRIED

WINKLER, CLEMENS, 1838 - 1904, Chemiker

WINKLER, HANS, 1877 – 1945, Botaniker

WINKLER, JOHANN HEINRICH, 1703 – 1770, Physiker

WINKLER, JOHANNES, 1897 - 1947

WINOGRADSKI (Y), SERGEJ NIKOLAEWITSCH, 1856 – 1953, Mikrobiologe

WINTERSTEIN, A., Biochemiker

WINTHROP, JOHN, der Jüngere, 1605 oder 1606 – 1676, Politiker

WIPRECHT von GROITZSCH, um 1050 - 1124

WIRSUNG, JOHANN GEORG, 17. Jahrhundert, Mediziner

WIRTH, TH., Chemiker

WISLICENUS, JOHANNES, 1835 - 1902, organischer Chemiker

WITHERING, WILLIAM, 1741 – 1799, Mediziner

WITICHIS (VITIGES), gest. wohl 542 n. Chr., ab 536 König der Ostgoten

WITKIN, EVELYN M., geb. 1921, Biologin

WITKOP, BERNHARD

WITT, JOHAN/JAN DE, 1625 - 1672, Politiker

WITT, OTTO NIKOLAUS, 1853 - 1915, Chemiker

WITTE, SERGEJ, Graf, 1849 - 1915, russischer Staatsmann

WITTFOGEL; 1896 - 1988, Sinologe, Soziologe

WITTGENSTEIN, LUDWIG, 1889 - 1951, Philosoph, Mathematiker

WITTIGES, um 940 - 1011, ab 975 Erzbischof von Mainz

WITTWER, WILHELM CONSTANTIN, 1822 - , u. a. Chemiker

WIZLAW I, etwa 1180 - 1250, Rügenfürst

WIZLAW II., etwa 1240 - 1302, ab 1260 Fürst auf Rügen und auch dem Festland

WLADIMIR I., der HEILIGE, 960 - 1015, 980 Knjas/Großfürst der Kiewer Rus

WLADIMIR II. 'MONOMACH', 1053 - 1125, Fürst von Smolenk u. a., ab 1113 Großfürst der Kiewer Rus

WLADISLAW III., 1424 - 1444, 1434 König von Polen und 1440 von Ungarn

WÖHLER, FRIEDRICH, 1800 - 1882, Chemiker

WOLF, Impfdoktor in Danzig

WOLF, HUBERT, geb. 1959, Kirchenhistoriker

WOLF, KASPAR, 1532 – 1601, Arzt, Botaniker

WOLF, MAX/MAXIMILIAN, 1863 - 1932, Astronom, Himmelsfotografie

WOLF, RUDOLF, 1816 – 1893, Astronom

WOLFE, JAMES, 1727 - 1759, Militärbefehlshaber

WÖLFERT, 1850 - 1897, Flugpionier

WOLFF, CASPAR FRIEDRICH, 1733 - 1804, Zoologe, Botaniker

WOLFF, CHRISTIAN, 1679 - 1754, Philosoph, Physiker

WOLFF, EMIL von, 1818 - 1896, Agrarwissenschaftler

WOLFF, Arzt in Waldenburg (Schlesien)

WOLFF, GUSTAV, 1865 - ,1941, Psychiater, Entwicklungsphysiologe

WOLFF (s. FLEMING)

WOLFRAM VON ESCHENBACH, 1170 - 1220

WOLLASTON, WILLIAM HYDE, 1766 - 1828, Chemiker

WOLLENBERG, ROBERT, 1862 - 1942, Mediziner, Psychiater

WOLLMAN, ELIZABETH

WOLLMAN, EUGÈNE, 1883 - 1943, Bakteriophagenforscher

WÖLLNER, JOHANN CHRISTOPH, 1732 - 1800, Minister, Preußen

WOLTERECK, RICHARD, 1877 - 1944, Zoologe, Hydrologe, Biologe

WOOD, A., Physiker

WOOD, ROBERT, 1716 / 1717 – 1771, Reisender, Altertumsforscher

WOODS, D. D., Mediziner, Biochemiker

WOODWARD, JOHN, 1665 / 1668 – 1728, Arzt, Naturforscher, Paläontologe

WOODWARD, ROBERT BURNS, 1917 - 1979, Chemiker

WOOLEY, Sir (CHARLES) LEONARD, 1880 – 1960, Archäologe

WOERMANN, Bremer Handelshaus

WORONIN, MICHAIL STEPANOWITSCH, 1838 - 1903, Botaniker

WORSAE, JENS JACOB, 1821 - 1885. Archäologe

WOESE, CARL R., geb. 1928, Mikrobiologe

WOSSKRESSENSKIJ ((WOSKRESENSKY), ALEKSANDR ABRAMOWITSCH, 1809 – 1880, Chemiker

WOTTON, WILLIAM, 1666 - 1727, Linguist, Theologe

WOULFE, PETER, 1727? – 1803, Chemiker

WRATISLAW, 12. Jh., Obodritenfürst

WREDEN, Chemiker

WREN, CHRISTOPHER, 1632 - 1722, bes. Architekt

WRIGHT, Sir ALMROTH EDWARD, 1861 - 1947, Bakteriologe

WRIGHT, JOSEPH, 1734 – 1797, Maler

WRIGHT, ORVILLE, 1871 - 1948, Flugpionier

WRIGHT, WILBUR, 1867 - 1912, Flugpionier

WRISBERG, HEINRICH AUGUST, 1739 - 1809, Mediziner, Anatom

WRÓBLEWSKI, A.

WROBLEWSKI, ZYGMUNG FLORENTY, 1845 – 1888, Physiker

WU ZETIAN, WU ZHAO, 625 -705, ab 690 einzige chinesische Kaiserin

WULF, THEODOR, 1868 - 1948, Physiker

WULFFEN, CARL VON, 1785 - 1853, Landwirt, Gutsbesitzer

WULFILA = ULFILA(S)

WUNDT, WILHELM, 1832 - 1920, Psychologe

WURTZ, CHARLES-ADOLPH, 1817 - 1884, Chemiker

WYCLIF(F), JOHN, spätestens 1330 - 1384, Gelehrter, Theologe

XENOPHON

XERXES, König der Perser

XIMENEZ DE CISNEROS, FRANCISCO, 1436 - 1517

YALOW

YAMANAKA, SHINYA, Cytologe

YERKES, ROBERT MEARNS, 1876 – 1956, Tierpsychologe

YERSIN, ALEXANDRE, 1863 - 1943, Bakteriologe

YONGLE/ZHU DI, 1360 - 1424, ab 1402 3. Ming-Kaiser von China

YOSHINO; AKIRO, geb. 1948, Chemotechniker

YOUNG, ARTHUR, 1741 - 1820, Landwirtschaftsschriftsteller

YOUNG, J.

YOUNG, THOMAS, 1773 - 1829, Physiker u. a,

YOUNG, WILLIAM A., Mediziner

YOUNG, WILLIAM JOHN, 1878 - 1942, Biochemiker

YUHANNA IBN MASAWAIH, 777 - 857

YUKAWA, HIDEKI, 1907 - 1981, Physiker

ZACHARIAS, JOSEPH, EDUARD JULIUS, 1852 - 1911, Botaniker

ZAHIR al-DIN BABUR, 1483 - 1530, 1526 Mogul-Herrscher

ZALENSKY, WLADIMIR WLADIMIROWITSCH (SALENSKY, VLADIMIR VLADIMIROVICH) , Zoologe

ZAMECNIK, PAUL CHARLES, 1912 - 2009, Molekularbiologe, Biochemiker

ZAMOYSKI, JAN, 1542 - 1605, Magnat

ZAPATA, EMILIANO, 1879 - 1919, mexikanischer Revolutionsführer

ZARATHUSTRA (ZOROASTER)

ZARCO, JOAO GONCALVES, etwa 1380 - etwa 1467, Seefahrer

ZECHMEISTER, LA´SZLO KAROLY´ERNÖ, 1889 – 1972, Chemiker

ZEDLER, JOHANN HEINRICH, 1706 - 1763, Lexigraph

ZEEMAN, PIETER, 1865 - 1943, Physiker

ZEISING

ZEISEL, SIMON JOSEF MARIA, 1854 – 1933, Chemiker

ZELINSKY, NICOLAI DMITRIEVICH, 1861 - 1953, Chemiker

ZENKER, FRIEDRICH ALBERT (von), 1825 - 1898, Mediziner

ZENKER, GEORG, 1855 - 1922, Botaniker, Zoologe, in Kamerun

ZENODOTOS von Ephesos, etwa 323 oder 333 v. Chr. - etwa 260 v. Chr.

ZENON, ab 474 mit kurzer Unterbrechung bis 491 byzantinischer Kaiser

ZEPPELIN, FERDINAND ... Graf VON, 1838 - 1917, Offizier, Konstrukteur

ZERNER, BURT, Biochemiker

ZEUNER, GUSTAV, 1828 - 1907, Ingenieur

ZHANG HENG, 78 - 139 n. Chr,, chinesischer Mathematiker

ZHENG HE, 1371 - 1433, chinesischer Admiral

ZIEGLER, ERNST, 1849 - 1905, Mediziner

ZIEGLER, KARL, 1898 - 1973, Chemiker

ZILLMER, HANS-JOACHIM, geb. 1950, Autor phantasievoller Hypothesen

ZIMMER, ERNST, Physiker, auch Popularisator

ZIMMERMANN, EBERHARD AUGUST WILHELM (von), 1743 – 1815, Zoologe

ZIMMERMANN, JOHANN GEORG, 1728 - 1795, Mediziner

ZIMMERMANN, WALTER, 1892 - 1980, Botaniker

ZIMMERMANN, WILHELM, 1807 - 1878, Theologe, Linkspolitiker, Historiker

ZINCKE, ERNST CARL THEODOR, 1843 - 1928, Chemiker

ZINDER, NORTON D.

ZININ, NIKOLAUS NIKOLAJEWITSCH, 1812 – 1880, Chemiker

ZINN, JOHANN GOTTFRIED, 1727 – 1759, Mediziner, Botaniker

ZIOLKOWSKY, KONSTANTIN E., 1857 1935, Mathematiker

ZIPERNOWSKI, KÁROLY, 1853 - 1942

ZIRKEL, FERDINAND, 1838 - 1912, Petrograph

ZISCHKA, ANTON EMMERICH, 1904 - 1997, journalistischer Historiker

ZISKA (ZIZKA) von TROCNOW. JAN, um 1370 - 1424, Hussitenführer

ZÖLLNER, FRIEDRICH, 1834 - 1882, Astronom

ZONDEK, BERNHARD, 1891 - 1965, Mediziner, Gynäkologe

ZOSER

ZOSIMOS, 4./5. Jh., spätantiker Geschichtsschreiber

ZOTTERMANN, Y.

ZRINYI, NIKOLA SUBIC, 1508 oder 1518 - 1566, ab 1542 Ban von Kroatien

ZSIGMONDY, RICHARD, 1865 - 1929, Chemiker

ZÜRNER, ADAM FRIEDRICH, 1679 - 1742, Pfarrer, Landesvermesser

ZWEIG, GEORGE, geb. 1937, Physiker

ZWEIG, STEFAN, 1881 - 1942, Dichter, Autor

ZWICKER, PETRUS, gest. 1403, Inquisitor

ZWINGLI, HULDRYCH, 1484 - 1531, Schweizer Reformator

ZWORYKIN, VLADIMIR KOSMA, 1888 - 1982, Erfinder

## ZIRNSTEIN

1